



LIMITAÇÕES DO SOFTWARE MSTRIP NA CARACTERIZAÇÃO DE CIRCUITOS EM MICROFITA

Gilmara L. DE ARAÚJO, Jannayna DOMINGUES BARROS, Alfrêdo GOMES NETO

Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba

Grupo de Telecomunicações e Eletromagnetismo Aplicado – GTEMA

Av. 1º de maio, 720, João Pessoa, Paraíba, CEP: 58.015-430

gilmara_linhares@yahoo.com.br, jannaynadb@yahoo.com.br, alfredogomes@ieee.org

RESUMO

Neste artigo é analisada a aplicação do MSTRIP, uma ferramenta que auxilia na caracterização numérica de estruturas em microfita. Na área de telecomunicações é cada vez mais comum a realização de projetos auxiliados por computador, sejam esses projetos acadêmicos ou profissionais. Isto implica na necessidade de realizar estudos voltados para os softwares utilizados. O MSTRIP é um software gratuito desenvolvido na Fachbereich Elektrotechnik de Kiel, Alemanha, pelo Prof. Dr. Georg Splitt, com o objetivo de simular prioritariamente antenas planares. Entretanto, devido a sua flexibilidade, torna-se possível a simulação de outras estruturas, incluindo os filtros. Neste artigo é avaliada a aplicação desse software na caracterização de filtros em microfita, sendo discutidas as possibilidades e limitações encontradas. A metodologia consiste em realizar através do MSTRIP a caracterização numérica de estruturas disponíveis na literatura e comparar os resultados obtidos, analisando as limitações para determinadas estruturas. Os resultados obtidos indicam a aplicabilidade do software na caracterização numérica de filtros em microfita, desde que o usuário tenha conhecimento das limitações existentes. Dessa forma, espera-se contribuir para a divulgação e melhor utilização do MSTRIP.

Palavras-chave: MSTRIP, microfita, filtros, caracterização numérica.

1. INTRODUÇÃO

O uso de softwares nas aplicações em telecomunicações, tanto profissionais como acadêmicas, tem se tornado cada vez mais comum. Entretanto, muitos desses softwares têm um custo elevado, inviabilizando a sua utilização nas instituições de ensino. Este artigo apresenta o software MSTRIP e discute os resultados obtidos para simulações realizadas de filtros em microfita, assim como as limitações encontradas. Foram comparados os resultados obtidos com os apresentados em (MEHRAN, 1979) e (SHEEN, 1990). Para exemplificar as dificuldades encontradas, é discutida a viabilidade da simulação com o MSTRIP de um filtro apresentado em (HONG, 2001). Os resultados obtidos indicam a aplicabilidade do software na caracterização numérica de filtros em microfita, desde que o usuário tenha conhecimento das limitações existentes.

2. MICROFITAS

As microfítas são estruturas com uma grande variedade de aplicações nas telecomunicações, entre outros fatores, pela facilidade de confecção dos circuitos, reduzido volume e baixo peso. Basicamente, são constituídas por uma fita condutora sobreposta a uma camada dielétrica e essa a um plano terra, Figura 1.

Devido as suas características físicas as microfítas não necessitam de altas tensões para se obter elevados campos elétricos (BALANIS, 2005) e, dependendo das suas dimensões e configurações, podem apresentar diferentes comportamentos em função da frequência de operação, podendo-se assim aplicá-la na construção de filtros (GOMES NETO, 1992). A microfita não suporta onda transversal eletro-magnética pura e sua velocidade de propagação dependem de suas especificações, tais como permeabilidade, permissividade e dimensões físicas (HONG, 2001).

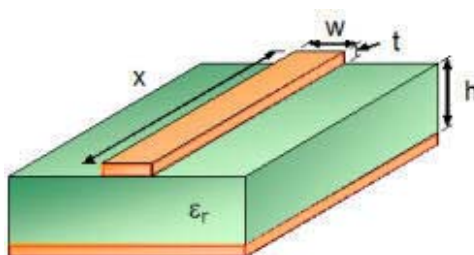
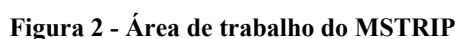


Figura 1 – Microfita

3. MSTRIP

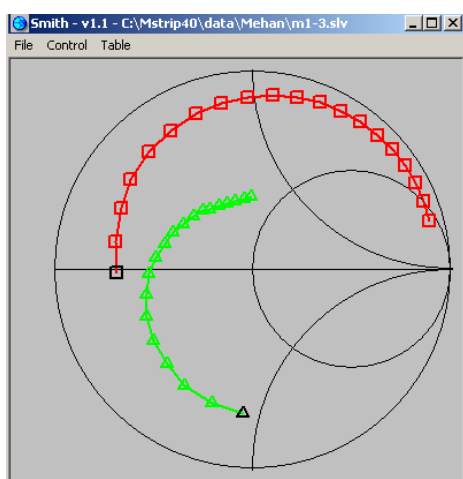
O software MSTRIP foi desenvolvido pelo Prof. Dr. Georg Split, sendo o código fonte escrito em linguagem de programação C++, MFC e Fortran. Encontra-se disponível de forma gratuita no site do autor (<http://www.e-technik.fh-kiel.de/~splitt/html>). O software tem o objetivo de realizar simulações em antenas planares e, para isso na sua área de trabalho, é possível atribuir valores iniciais para essas estruturas, como variação de frequência, número de iterações, espessura dos segmentos, permissividade e altura, Figura 2, (GOMES JÚNIOR, 2007).

[illegible]

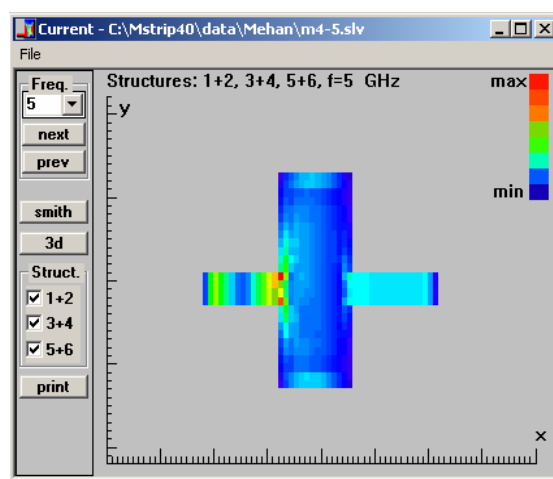
Após a construção da geometria no editor de texto, ao se executar o módulo de cálculo, ícone ábaco, o software inicia o processo de simulação, calculando as integrais necessárias e fornecendo os resultados em diversas

formas, tais como carta de Smith, coeficientes de reflexão e transmissão, níveis de corrente, análise em 3D, gráficos na forma polar, entre outras, além das dimensões da estrutura, Figura 4.

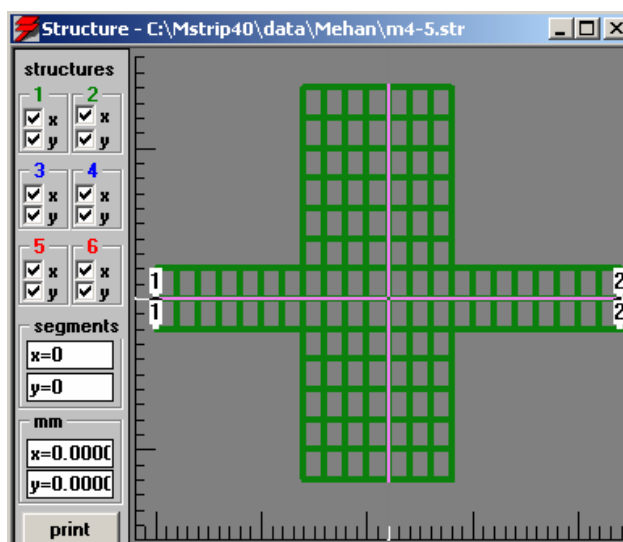
Como o software MSTRIP trabalha com o conceito de segmentos, uma das dificuldades observadas é quando a estrutura apresenta detalhes com grandes variações de dimensões, exigindo a utilização de um número elevado de segmentos. Outra dificuldade encontrada foi a inexistência de uma bibliografia didática que detalhe os parâmetros e os métodos utilizados no software MSTRIP. Entretanto, vale destacar, que essa é uma característica relativamente comum aos programas gratuitos.



(a) Carta de Smith



(b) Níveis de corrente



(c) Dimensões da estrutura

Figura 4 - (a) Carta de Smith, (b) Níveis de corrente, (c) Dimensões da estrutura

4. SIMULAÇÕES

4.1. Simulações de Filtros

Inicialmente, para realizar as simulações dos filtros é necessário desenhar a estrutura desejada no editor de texto através de caracteres ASCII pré-definidos no software. No mesmo editor são atribuídos os valores das impedâncias e outras características necessárias.

Para cada filtro simulado é necessário realizar cálculos envolvendo as dimensões das estruturas, juntamente com as dimensões dos segmentos definidos no software, obtendo assim a quantidade desejada de segmentos para cada estrutura simulada. Uma maior resolução é possível aumentando o número de pontos, obtendo resultados mais precisos e mais próximos dos resultados da literatura, assim a quantidade de segmentos também pode ser aumentada, respeitando as limitações da estrutura e do MSTRIP. Contudo, existem limitações entre as dimensões dos segmentos e a faixa de frequência considerada, como será discutido adiante.

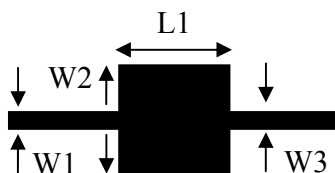
Nas simulações, é necessário estabelecer na área de trabalho do MSTRIP faixas de frequências para cada filtro, em alguns casos essas faixas foram alteradas tornando-se mais largas ou mais estreitas. As dimensões dos segmentos nos eixos x ($sx1$) e y ($sy1$) também foram atribuídas levando em consideração as dimensões da estrutura desejada e as limitações do software, com o objetivo de observar e analisar o comportamento da estrutura em determinada faixa de frequência.

Todas essas adequações realizadas na área de trabalho do software facilitam a busca pelo resultado ideal, de forma que dimensões e frequências são ajustadas de acordo com o filtro em questão, obtendo-se assim o máximo de precisão nos resultados. Evidentemente, este tipo de procedimento exige um pouco mais de experiência por parte do usuário. Para realização das simulações foram necessárias algumas adaptações na estrutura analisada, dentre essas as variações de frequência e número de iterações, mantendo-se fixas as impedâncias e as características da linha da microfita, como a permissividade e altura.

4.2. Análise dos Resultados

Na análise dos resultados as faixas de frequências iniciais e finais mantiveram-se inalteradas em todas as estruturas estudadas, assim como a altura h , e a permissividade ϵ_r da microfita.

A primeira simulação realizada foi a do filtro apresentado em (MEHRAN, 1979), Figura 5, para a qual a faixa de frequência vai de 1 GHz até 12 GHz. Como essa faixa de frequência é muito larga para o MSTRIP, optou-se pela realização da simulação em faixas menores, variando de 1,0GHz a 4,5GHz, com $sx1=sy1=2,3mm$; de 5,0GHz a 8,0GHz, com $sx1=sy1=1,10mm$; e de 8,5GHz a 12GHz, com $sx1=sy1=0,77mm$; todas com um incremento de 0,5GHz. A utilização de diferentes tamanhos dos segmentos tem por objetivo evitar que a relação entre o comprimento de onda e as dimensões dos segmentos fique muito alta ou muito baixa. Infelizmente, não foi possível estabelecer uma faixa de valores ótimos para essa relação e o ajuste foi feito com base nas mensagens de advertência fornecidas no próprio programa. Comparando os resultados observa-se uma boa concordância para a frequência de ressonância, mas um diferença da ordem de 10% no valor do módulo da atenuação. Entre outros fatores, essa diferença pode ser atribuída a não ter sido possível simular os valores exatos da estrutura.



$$W1 = W3 = 2,303mm, W2 = L1 = 15,00mm, h = 0,794mm, \epsilon_r = 2,32$$

Figura 5 – Filtro em microfita (MEHRAN, 1979)

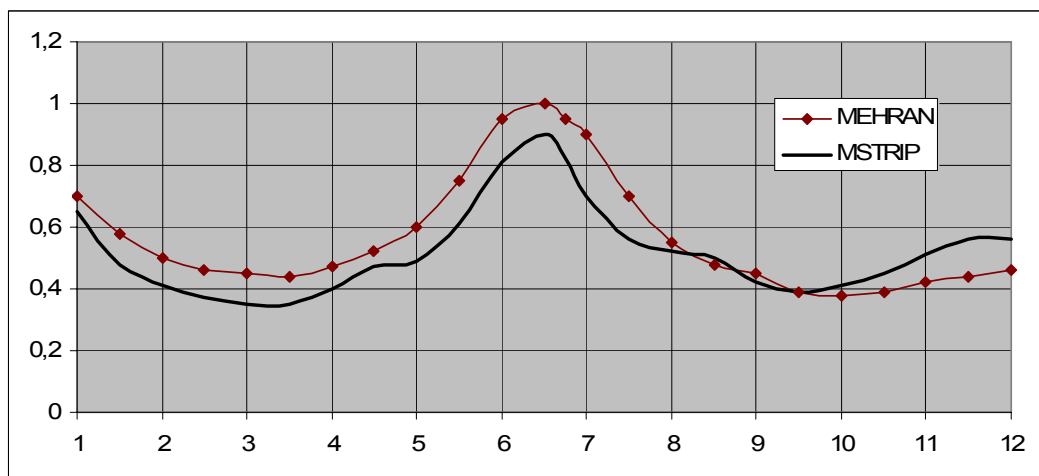
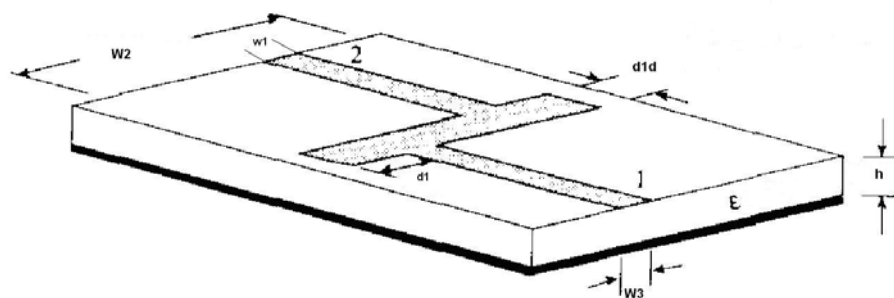


Figura 6 - $|S_{21}|$ x frequência (GHz)

Uma segunda estrutura analisada é um filtro passa-baixas, (SHEEN, 1990). Na Figura 7 são apresentados parâmetros do filtro.



$$\epsilon_r = 2,2, \quad h = 0,794\text{mm}, \quad (\text{SHEEN}, 1990)$$

Figura 7 - Filtro passa-baixas: $W1 = W3 = 2.423\text{mm}$, $W2 = 20.32\text{mm}$, $d1 = 5.65\text{mm}$, $d1d = 2.54\text{mm}$,

A análise do filtro foi feita de 1GHz até 20GHz, nas faixas de 1GHz a 5GHz; de 5GHz a 10GHz; de 10GHz a 15GHz e de 15GHz a 20GHz, sempre utilizando um incremento de 1GHz e $sx1 = 1,27\text{mm}$ e $sy1 = 1,2065\text{mm}$. Na Figura 8 são apresentados os resultados obtidos com o MSTRIP, comparando-os com os de (SHEEN, 1990). Os resultados podem ser considerados bons, embora com uma escolha mais adequada das faixas de frequência e dos valores de $sx1$ e $sy1$, ainda possam ser melhorados.

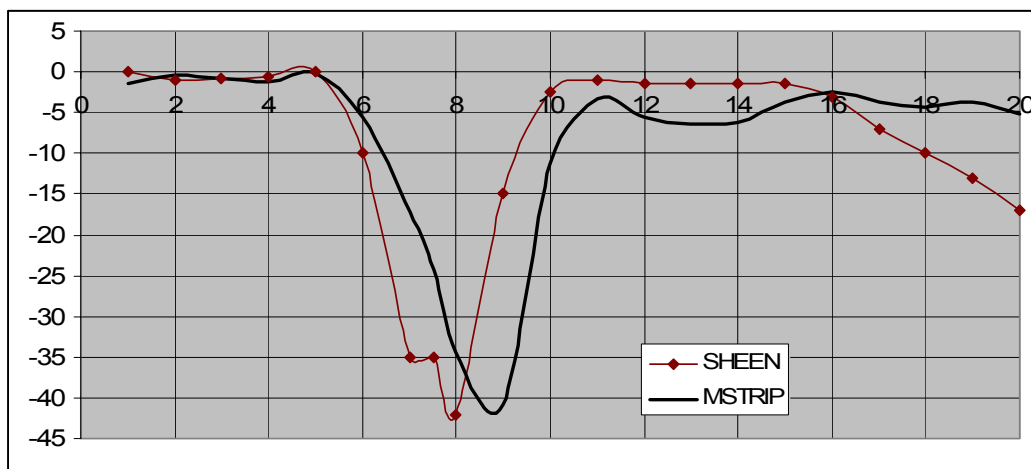


Figura 8 – Filtro passa-baixas, $|S_{21}|(\text{dB}) \times \text{frequência (GHz)}$

Para exemplificar as dificuldades encontradas na simulação com o programa MSTRIP, é analisada aqui a viabilidade da simulação com o MSTRIP de um filtro rejeita-faixas, apresentado em (HONG, 2001), cujas dimensões são apresentadas na Figura 9. Como a diferença entre as maiores (l) e as menores (s) dimensões é grande, a segmentação da estrutura requer uma considerável quantidade de pontos. Por exemplo, na vertical a menor dimensão é $s_3 = 0,102\text{mm}$ e a maior dimensão $(2(l_v + s) + 3W) = 19,3\text{mm}$, o que implicaria na utilização de aproximadamente 200 linhas para desenhar a estrutura, $s_y = 0,10\text{mm}$. Considerando que o valor de s_{x1} seja aproximadamente igual ao valor de s_{y1} e que a maior dimensão na horizontal seja da ordem de $6l_h = 53,4\text{mm}$, cada uma das 200 linhas teria 534 pontos, implicando em um total de 106800 pontos. Trata-se, portanto, de uma entrada de dados que demandaria muito tempo e atenção, contrariando a proposta de se ter uma ferramenta ágil para simulação de circuitos em microfita.

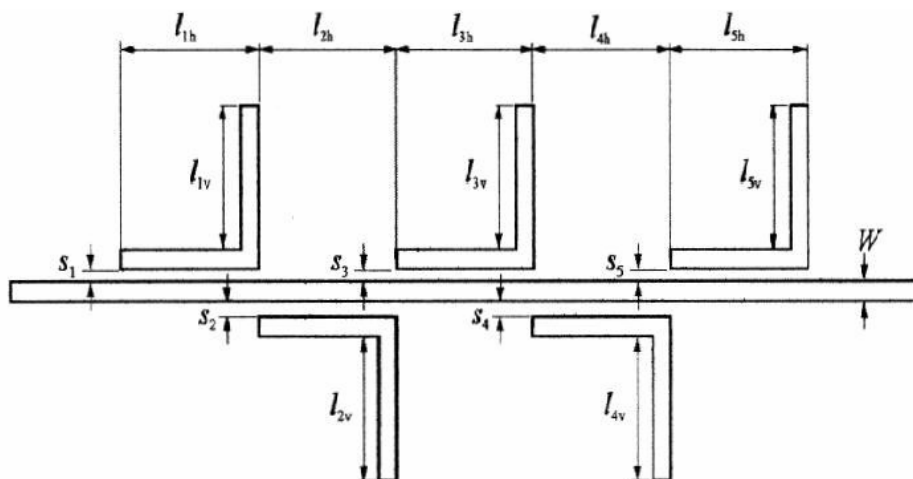


Figura 9 - Filtro rejeita-faixas, $l_h = 8,9\text{mm}$, $l_v = 7,9\text{mm}$, $W = 1,1\text{mm}$,
 $s_1 = s_5 = 0,292\text{mm}$, $s_2 = s_4 = 0,221\text{mm}$, $s_3 = 0,102\text{mm}$

4.3. Dificuldades e Limitações do Programa

A partir das simulações realizadas foi possível identificar algumas limitações do MSTRIP. O programa apresenta resultados não satisfatórios quando as faixas de frequências são grandes. Destaque-se que a utilização de faixas de frequências reduzidas é sugerida pelo próprio autor do programa (SPLITT, 2007). A dificuldade

maior é não saber qual a largura de banda adequada a ser adotada, considerando as dimensões e a faixa de frequência.

Um outro aspecto que dificulta a utilização do MSTRIP é a determinação da relação adequada entre as dimensões dos segmentos $sx1$ e $sy1$. Não ficam claros quais são os limites dessa relação.

Finalmente, destaque-se ainda a entrada de dados. Embora a entrada de dados seja relativamente simples do ponto de vista dos procedimentos, estruturas como a apresentada em (HONG, 2001), com grandes diferenças de dimensões, exigem um tempo considerável para a entrada de dados.

5. CONCLUSÃO

Considerando os resultados apresentados conclui-se que a falta de uma bibliografia adequada é a grande dificuldade existente na utilização do MSTRIP. A limitada disponibilidade de informações mais precisas leva o usuário do MSTRIP a ter que adquirir uma percepção subjetiva dos valores dos dados de entrada para os quais bons resultados são obtidos.

Contudo, considerando a relação custo/benefício e o potencial do MSTRIP, conclui-se que este software deve ser mais explorado, de maneira tal a não apenas se aproveitar a diversidade de problemas nos quais o mesmo pode ser aplicado, mas que com uma maior número de usuários a sua utilização se torne mais consistente e novos módulos possam ser implementados.

REFERÊNCIAS

BALANIS, Constantine A. **Antenna Theory**. 3ed. New Jersey: Wiley & Sons Inc., 2005.

GOMES JÚNIOR, Aldair Rodrigues: **Emprego do Software Mstrip como Ferramenta de Simulação de Antenas em Microfita**, Trabalho de Conclusão de Curso, CST em Sistemas de Telecomunicações, CEFET-PB, João Pessoa, PB, outubro, 2007

GOMES NETO, Alfrêdo; ARAÚJO FILHO, Mário de S; ROCHA, Creso Santos da. **Análise de Filtros em Microfita a Partir da Aplicação da Técnica da Conservação da Potência Complexa**, in TELEMÓ'92, 1992, Brasília, DF

HONG, Jia-Sheng; LANCASTER, M. J. **Microstrip Filters for RF/Microwave Applications**. Wiley & Sons Inc., 2001.

MEHRAN, R. **Computer-aided design of microstrip filters considering dispersion, loss and discontinuity effects**. in *IEEE Trans. on MTT*, vol. MTT-27, pp. 239-245, March, 1979.

SHEEN, David M; ALI, Sami M.; ABOUZAHERA, Mohamed D.; KONG, Jin Au. **Application of the Three-Dimensional Finite-Difference Time-Domain Method to the Analysis of Planar Microstrip Circuits**, In *IEEE Trans. Microwave Theory and Tech.*, vol. MTT-38, pp. 849-857, July, 1990.

SPLITT, Georg: <http://www.e-technik.fh-kiel.de/~splitt/html/Manual/Manual.htm>, Acesso em 12 de agosto de 2007