

Filtro de Microondas Rejeita-Faixa Usando Estrutura EBG

Fiterlinge M. Sousa, Léo César P. de Almeida, Fabio B. de Sousa, Jorge E. de Oliveira e Marcos B. C. Costa

Resumo—Este trabalho apresenta simulações de filtros rejeita-faixa de microondas utilizando estruturas Electromagnetic Band-gap (EBG). A modelagem e as simulações foram obtidos pelo HFSS, com licença obtida pelo - Laboratório de Telecomunicações e Ciência e Engenharia de Materiais - LOCEM/UFC. Na estrutura de filtro são feitos furos no plano terra e posteriormente esses furos terão o seu diâmetro modificado visando melhorar a qualidade da banda de rejeição e a obtenção de duas bandas de rejeição. Em comparação com filtros convencionais, filtros com estruturas EBG tem melhores características de banda de rejeição na faixa de microondas.

Palavras chaves—Band-stop filter, bandgap, EBG.

I. INTRODUÇÃO

Estruturas EBG têm sido aplicados com sucesso para muitos componentes e dispositivos de microondas, tais como linhas de transmissão planares, filtros, acopladores e antenas, onde é possível observar características atraentes (banda larga, miniaturização, melhoria de desempenho, etc.) [1].

Dentre os dispositivos mencionados, Filtros de microondas desempenham um papel importante nos sistemas de comunicação em que são amplamente utilizados para eliminar frequências indesejadas de sinal, enquanto que permitem boa transmissão de frequências desejadas [2].

Neste trabalho são apresentadas estruturas EBG baseadas na modificação do tamanho dos raios dos furos do plano terra e na variação periódica dos furos. Os filtros com estruturas EBG apresentados, possuem melhores características de banda de rejeição na faixa de microondas quando comprados com filtros convencionais, podendo inclusive obter-se dupla banda de rejeição.

II. ESTRUTURAS EBG

Estruturas EBG apresentam, sob determinadas configurações, características de resposta seletiva em relação a frequência, por proibição de propagação de ondas em certas bandas de frequência e direção de propagação [3].

Para modelar a estrutura do filtro rejeita-faixa é necessário inicialmente ter a definição dos valores dos raios r dos furos no plano de terra e a periodicidade a que estão diretamente relacionados com fator de preenchimento da estrutura EBG Λ , como na equação (1).

$$\Lambda = \left(\frac{r}{a}\right) \quad (1)$$

Fiterlinge Sousa, Léo César de Almeida, Fabio de Sousa e Jorge Oliveira são alunos do PPGEE, UFPA, Belém-PA, e Marcos Benedito C. Costa é professor da UFPA, Campus Ananindeua, Ananindeua-PA. E-mails: fiterlinge@ufpa.br, leocesarparente@gmail.com, fabiufpa@gmail.com, joevaldo@yahoo.com.br, marcocosta@ufpa.br.

No caso do filtro com duas configurações de raios nos furos do plano terra, o Λ será dado pela equação (2).

$$\Lambda = \left(\frac{r_1 + r_2}{a}\right) \quad (2)$$

A frequência central da faixa de rejeição em uma estrutura periódica satisfaz a condição de Bragg, o que implica que o comprimento de onda guiada na frequência central da faixa de rejeição é duas vezes o período de uma estrutura do EBG [4], como pode ser observado na equação (3).

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_0 \sqrt{\epsilon_{eff}}} = 2a \quad (3)$$

com c sendo a velocidade da luz e ϵ_{eff} a constante dielétrica efetiva da microfita, que é dada pela equação (4), esta última para uma relação geométrica da microlinha de $\left(\frac{W}{h}\right) \geq 1$ e $\left(\frac{t}{W}\right) \ll 1$, onde w é a largura da fita da microlinha de transmissão e h é a altura do substrato e t é a espessura do metal da fita da microlinha [5].

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{2} + \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{2} \left(1 + 12 \frac{H}{W}\right)^{-1/2} \quad (4)$$

Sendo ϵ_1 a constante dielétrica do substrato logo a baixo da microlinha e ϵ_2 a constante dielétrica da camada sobre a microlinha, geralmente preenchido com ar ou $\epsilon_2 = 1$ como é o caso deste trabalho.

Com o intuito de obter características de filtro rejeita-faixa, o filtro, além da linha de transmissão e do substrato possui furos no plano terra como pode ser observado na Fig. 1 e na Fig. 2. No caso mais simples o raio dos furos no plano terra são todos iguais. Por outro lado, visando obter uma dupla banda de rejeição, foi construído e também simulado um outro filtro com o mesmo material no substrato, porém agora com os raios dos furos do plano terra de dois tamanhos, como pode ser observado na Fig. 2.

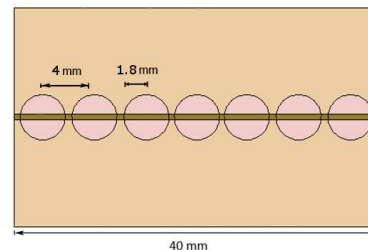


Figura 1. Face superior do filtro com todos os furos iguais.

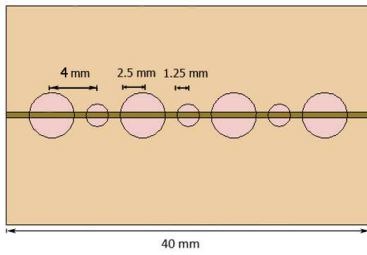


Figura 2. Face superior do filtro com raio de dois tamanhos.

III. SIMULAÇÕES E RESULTADOS

O modelo 3D e as simulações foram obtidos pelo HFSS, o software mencionado faz uso do método dos Elementos Finitos. Onde o filtro da Fig. 1 e da Fig. 2 possuem periodicidades $a = 4$ mm, altura do substrato $h = 0,650$ mm e largura da fita da microlinha de transmissão $w = 0.6$ mm. Para o filtro da Fig. 1 os furos no plano terra possuem raio $r = 1,8$ mm, sendo este valor a média dos raios menor e maior do filtro com variação nos furos no plano terra (Fig. 2).

Analisando o gráfico das Fig. 3 e 4 pode-se observar que o filtro sem variação nos raios possui apenas uma banda de rejeição, enquanto que o filtro com variações nos raios dos furos no plano terra possui duas bandas de rejeição, no entanto a magnitude e a largura da banda de rejeição do filtro da Fig. 1 são superiores aos do filtro da Fig. 2. Portanto a banda de rejeição do filtro sem variação no raio dos furos vai de 17 a 20 GHz já a primeira banda de rejeição do filtro modificado vai de 6 a 10 GHz e a segunda banda começa em 13 e vai até 17 GHz.

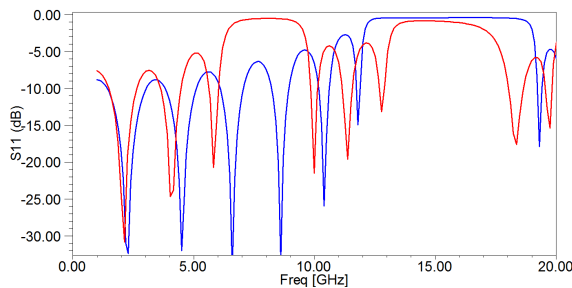


Figura 3. Comparação entre a banda de rejeição do filtro da Fig. 1 em azul com a do filtro da Fig. 2 em vermelho - S_{11} (dB).

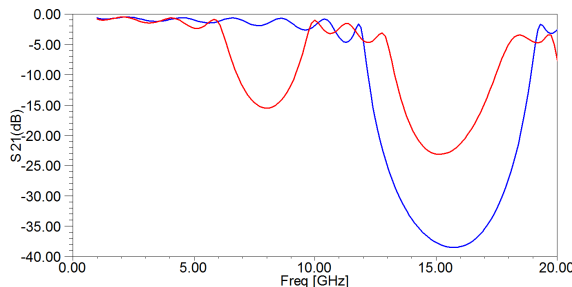


Figura 4. Comparação entre a banda de rejeição do filtro da Fig. 1 em azul com a do filtro 2 em vermelho - S_{21} (dB).

A Fig. 5 apresenta a razão de onda de tensão estacionária (VSWR) para o filtro rejeita-faixa com todos os furos iguais, sendo possível verificar que ha apenas uma banda com alta reflexão que vai de 12 a 20 GHz.

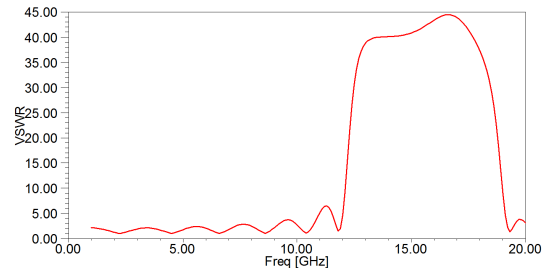


Figura 5. VSWR para o filtro com o raio dos furos do plano terra iguais

Já no gráfico da Fig. 6 apresenta-se a VSWR para o filtro rejeita-faixa com duas configurações de furos. Fica evidente portanto, a dupla banda de reflexão nesta configuração do filtro, estando a primeira banda de reflexão entre 6 e 10 GHz e a segunda entre 13 e 17 GHz.

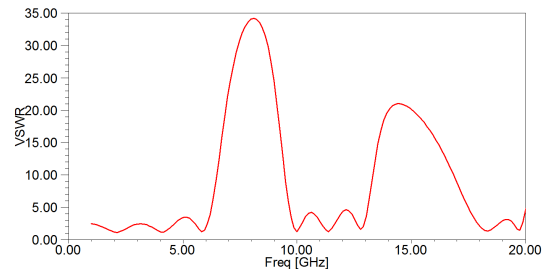


Figura 6. VSWR para o filtro com raios dos furos do plano terra diferentes

IV. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou resultados de simulações de dois filtros rejeita-faixa, sendo um com apenas uma banda de rejeição (Fig. 1) e outro com dupla banda de rejeição (Fig. 2). Fica evidente portanto, que a variação nos raios dos furos no plano terra são de suma importância para a obtenção de duas bandas de rejeição para um dispositivo com sete furos, por outro lado para se obter um filtro com uma banda de rejeição mais larga e de maior magnitude o ideal é manter todos os furos do plano terra iguais.

REFERÊNCIAS

- [1] Felix D. Mbairi and Hjalmar Hesselbom. Microwave Bandstop Filters Using Novel Artificial Periodic Substrate Electromagnetic Band gap Structures. *Components and Packaging Technologies, IEEE Transactions on*, 32:273–282, 2009.
- [2] Marcos V. Cardoso. Síntese de Filtros Rejeita-faixa de Microondas de Banda-larga E Dupla-banda Empregando Estruturas Periódicas ebg. Master's thesis, 2011.
- [3] Nuno André R. B. de Lima. *Estruturas EBG em Circuitos Microstrip*. PhD thesis, Universidade do Porto, 2008.
- [4] Stuart M. Wentworth. *Eletromagnetismo Aplicado: Abordagem Antecipada das Linhas de Transmissão*. Bookman Editora, 2009.
- [5] Stephen H. Hall, Garrett W Hall, and James A McCall. *High-speed Digital System Design: a Handbook of Interconnect Theory and Design Practices*. New York: Wiley, 2000.