

Antena de microfita com substrato metamaterial

Francisco de Assis Cosme de Souza Junior, Otávio Paulino Lavor, Thiago Valneir Gomes de Sousa e Humberto César Chaves Fernandes

Resumo—Este artigo apresenta uma nova antena de microfita com substrato metamaterial composto pelo ressonador de anel partido (*Split Ring Resonators - SRR*) combinado com fios milimétricos (*Thin Wire - TW*) a qual possui frequência de ressonância de 6,4 GHz.

Palavras-Chave—Antena, Microfita, Ressonador de Anel Partido, Metamaterial.

Abstract—This article presents a new microstrip metamaterial antenna with substrate composed of Split Ring Resonators - SRR combined with Thin Wire - TW which has 6.4 GHz resonance frequency.

Keywords—Antenna, Microstrip, Split Ring Resonators, Metamaterial.

I. INTRODUÇÃO

Neste trabalho é apresentada uma nova antena de microfita com substrato metamaterial a qual encontra aplicação na transmissão de informações em banda ultra larga (faixa de frequência de 3,1 a 10,6 GHz),

O substrato metamaterial dessa antena é composto pelo ressonador de anel partido (*Split Ring Resonators - SRR*) combinado com fios finos (*Thin Wire - TW*), a qual também é composta de um elemento metálico radiador (*patch*) impresso sobre uma camada metálica numa de suas faces e um plano metálico (plano de terra) na outra face, separado por um material dielétrico (substrato).

Os metamateriais podem ser definidos como estruturas eletromagnéticas efetivas homogêneas artificiais, com propriedades incomuns que não são encontradas em materiais na natureza [1]. Sendo assim, o anel de ressonador partido e os fios milimétricos são exemplos desse tipo de substrato, Figuras 1 (a) e (b).

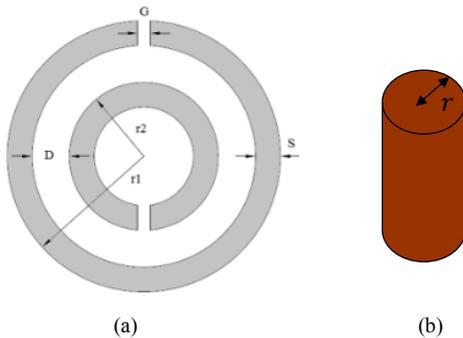


Figura 1: (a) Ressonador de anel partido; (b) Fios finos milimétricos.

II. MODELO DA LINHA DE TRANSMISSÃO

De acordo com o modelo da linha de transmissão as dimensões iniciais (L, W) de uma antena de microfita com *patch* retangular podem ser calculadas através das expressões analíticas, equações (1.1) a (1.5):

$$W = \frac{1}{2f_r \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (1.1)$$

$$\epsilon_{ref} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + 12 \frac{h}{W} \right)^{-1/2} \quad (1.2)$$

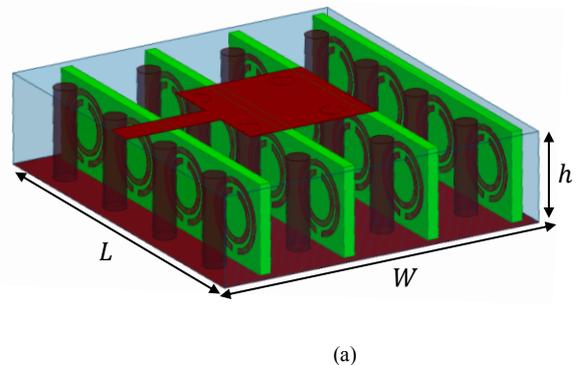
$$\frac{\Delta L}{h} = 0,412 \frac{(\epsilon_{ref} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{ref} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8 \right)} \quad (1.3)$$

$$L = \frac{1}{2f_r \sqrt{\epsilon_{ref} \mu_0 \epsilon_0}} - 2\Delta L \quad (1.4)$$

$$L_{ef} = L + 2\Delta L \quad (1.5)$$

III. ANTENA DE MICROFITA COM SUBSTRATO METAMATERIAL

A antena apresentada não foi construída, apenas simulada. Ela possui anel de ressonador partido localizado sobre um substrato com constante dielétrica de 4,4 e espessura de 1.0 mm e tem as seguintes dimensões: $r_1 = 3,3$ mm, $r_2 = 2,4$ mm, $G = 1,2$ mm, $D = 0,5$ mm e $S = 0,4$ mm como mostra a Figura 2, [2-3]. O TW tem um raio $r = 1$ mm, conforme representado nas Figuras 1 (a) e (b).



(a)

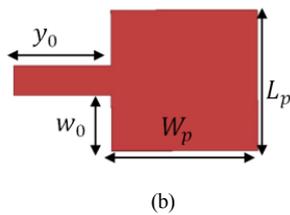


Figura 2: (a) Antena de Microfita com substrato metamaterial, e
(b) Dimensões do Patch.

Para comparação foi realizada uma simulação de uma antena convencional com substrato de fibra de vidro (FR-4) que possui constante dielétrica $\epsilon_r = 4,4$ e a com substrato metamaterial para a mesma frequência de ressonância (6,4 GHz). As dimensões usadas na antena com substrato metamaterial e na antena com substrato FR-4 podem ser observadas na Tabela 1:

TABELA I. DIMENSÕES ENTRE A ANTENA CONVENCIONAL E METAMATERIAL

Dimensão (mm)	Antena FR4	Antena Metamaterial
W	33,36	34
L	27,1	30
W_p	10,7	12
L_p	14,04	12
y_0	10,54	9
w_0	1,91	2,5
h	1	8

IV. RESULTADOS

A Figura 3 representa uma comparação da perda de retorno entre as duas antenas, para uma faixa de frequência de 3,5 a 9 GHz.

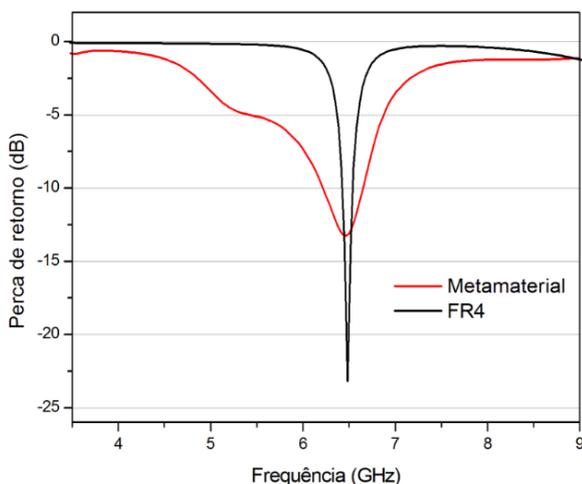


Figura 3: Perda de retorno entre antena com substrato FR4 e substrato

Francisco de Assis Cosme de Souza Junior, Otávio Paulino Lavor (UFERSA), Thiago Valneir Gomes de Sousa e Humberto César Chaves Fernandes, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, Brasil, E-mails: assisjunior3089@gmail.com, otavioplavor@gmail.com, tvgs_valneir@hotmail.com, humbeccf@ct.ufrn.br .

Metamaterial.

Observa-se nesta figura que a antena de microfita com substrato metamaterial apresenta largura de banda igual a 422,11 MHz, quando a perda de retorno está em -10 dB, enquanto que a antena de substrato FR4 possui apenas 65,32 MHz. Portanto, a antena com metamaterial apresenta como vantagem maior largura de banda quando comparada com a antena de substrato FR4.

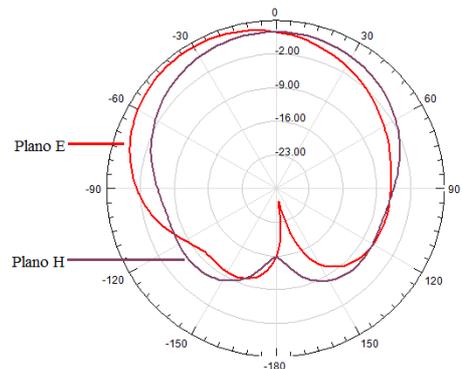


Figura 4: Diagrama de radiação da antena com substrato metamaterial

V. CONCLUSÕES

Analisando-se os dados apresentados, observou-se que a antena de microfita com substrato metamaterial apresenta largura de banda igual a 422,11 MHz, enquanto que a antena de substrato FR4 tem apenas 65,32 MHz de largura de banda. A antena com metamaterial apresenta como vantagens um tamanho reduzido e maior largura de banda quando comparada com a antena de substrato FR4.

Embora, a antena de substrato FR4 possua maior perda de retorno e melhor casamento de impedância, a antena de microfita com substrato metamaterial tem como grande vantagem a largura de banda seis vezes superior quando comparada com a antena com FR4.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao PIBIC-UFRN - CNPq pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- [1] T. Itoh and C. Caloz, *Electromagnetic metamaterials: transmission line theory and microwave applications*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2006.
- [2] Marinaldo P. Sousa Neto, Humberto C. C. Fernandes e Carlos G. Moura, *Design of a ultrawideband monopole antenna using split ring resonator for notching frequencies*. Microwave and Optical Technology Letters, v. 56, pp. 1471–1473, Março 2014.
- [3] Isaac B. T. da Silva, Humberto D. de Andrade, José L. da Silva, Humberto C. C. Fernandes e Jonathan P. P. Pereira, *Design of microstrip patch antenna with complementary split ring resonator device for wideband systems application*. Microwave and Optical Technology Letters, v.57, pp. 1326–1330, Junho 2015.