

Estudo Paramétrico da Antena de Microfita Retangular com Duas Fendas Paralelas.

Felipe Welke, Roger L. Farias, e Marcos V. T. Heckler.

Resumo— Este artigo apresenta resultados do estudo de uma antena em tecnologia de microfita com o patch em formato de *E*. Os principais resultados do estudo paramétrico dessa antena são apresentados, destacando-se os efeitos da variação das dimensões da antena.

Palavras-Chave— Antenas, antenas de microfita, GSM, telefonia móvel celular.

Abstract— This paper presents results obtained from the study of an *E*-shaped microstrip antenna. The main results of parametric analyses are presented and the effects of the variation of the main antenna dimensions are highlighted.

Keywords— Antennas, microstrip antennas, GSM, mobile phone systems.

I. INTRODUÇÃO

Antenas de microfita são amplamente utilizadas, devido ao seu baixo perfil aerodinâmico, baixo peso e baixo custo. Antenas convencionais com o *patch* retangular têm como inconveniente largura de banda estreita. A faixa de operação pode ser aumentada usando um substrato com baixa constante dielétrica, introduzindo-se algum elemento parasita, ou modificando-se a forma do elemento irradiador pela inclusão de fendas. No presente estudo, além de introduzir uma camada de ar, foi estudada a inclusão de duas fendas ao *patch*, deixando-o com o formato de um *E*.

A fim de entender melhor o comportamento deste modelo de *patch*, bem como a determinação de suas frequências de operação e impedância de entrada, foram realizados diversos estudos paramétricos através da variação das dimensões da antena. Para isto, o software *Ansoft Designer* foi empregado. As seções seguintes descrevem os principais resultados obtidos.

II. ANTENA DE MICROFITA RETANGULAR COM DUAS FENDAS PARALELAS

A fim de cobrir todas as faixas de frequência utilizadas pelas operadoras de telefonia celular no Brasil, esta topologia de antena de microfita deve operar em duas bandas de frequência: 824 a 960 MHz e 1710 a 2165 MHz. A operação em duas faixas de frequência é possível com a geometria em *E*, pois duas fendas paralelas posicionadas simetricamente em relação ao ponto de alimentação são incorporadas para perturbar o caminho da densidade superficial de corrente. As

fendas introduzem um efeito indutivo local que é responsável pela excitação de um segundo modo de ressonância. A forma do *patch* assemelha-se à letra *E*, conforme mostrado na Fig. 1. O comprimento e a largura das fendas, bem como do braço central da antena, controlam a frequência do segundo modo de ressonância, tornando possível operação em dupla-faixa ou em banda larga simples.

Para entender os dois modos de operação, faz-se necessária uma análise da distribuição de corrente superficial sobre o *patch*. As correntes de fluxo partem do ponto de alimentação para as extremidades superior e inferior. Na parte do meio do irradiador, a corrente flui como em um *patch* retangular convencional, que pode ser representado pelo circuito equivalente da Fig. 2. A frequência de ressonância é determinada por L_1C_1 , que representa o circuito inicial e ressoa na frequência mais baixa. Nesta frequência de ressonância, a impedância do circuito série *LC* é zero, e a impedância de entrada da antena é dada pela resistência *R*. Através da variação da localização da alimentação, o valor de *R* pode ser controlado de tal modo a obter-se casamento com a impedância do cabo coaxial de alimentação.

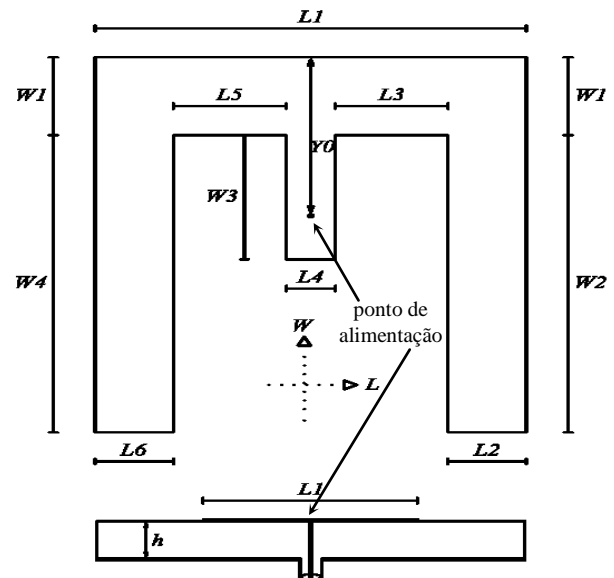


Fig. 1. Vista superior e seção transversal do *patch* em forma de *E*.

Quando um par de fendas é incorporado à estrutura, a corrente tende a fluir na parte da borda do *patch* em torno das fendas e o comprimento do caminho da corrente é aumentado. O circuito equivalente deve, portanto, ser modificado para a forma mostrada na Fig. 3. A segunda frequência de

ressonância mais alta é determinada por L_2C_2 . A largura da antena controla a frequência de ressonância mais alta, enquanto as fendas controlam a frequência inferior.

Se as duas frequências ressonantes forem muito diferentes, a reatância da antena fora dessas frequências pode ser bastante elevada, resultando em uma característica dupla-faixa. Se as duas frequências de ressonância forem próximas uma da outra, o modo paralelo ressonante pode afetar o comportamento do coeficiente de reflexão. Para isso, foi realizado um estudo paramétrico, onde verifica-se como a variação dos parâmetros da antena afeta os valores de L_2 e C_2 .

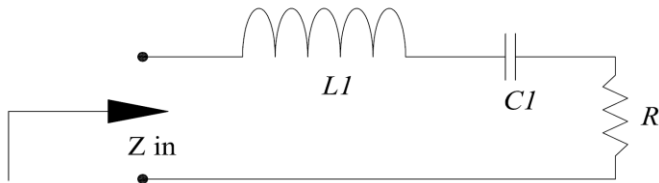


Fig. 2. Circuito equivalente do braço central (maior frequência).

A. *Variação das dimensões da antena.*

A antena é alimentada por uma prova coaxial de 50 ohms. Um substrato com permissividade dielétrica de 3,56 mm, espessura de 1,524 mm, e uma camada de ar de 35 milímetros são empregados para o projeto da antena. As dimensões do irradiador são: $L_1 = 103,22$ mm, $L_2 = 18,74$ mm, $L_3 = 27$ mm, $L_4 = 11,74$ mm, $L_5 = 27$ mm, $L_6 = 18,74$ mm, $W_1 = 26,74$ mm, $W_2 = 102$ mm, $W_3 = 42,64$ mm, $W_4 = 102$ mm, $Y_0 = 58,38$ mm, $h = 35$ mm.

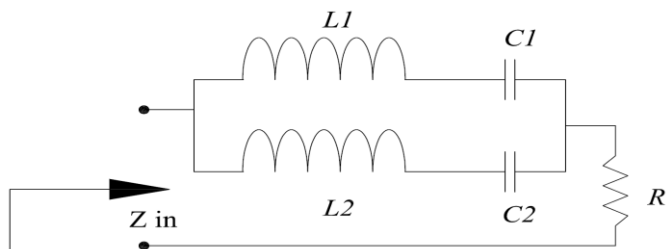


Fig. 3. Circuito equivalente aos braços laterais (menor frequência).

Após diversas simulações, foram obtidas as seguintes conclusões:

Variação de W_2 ou W_4 : Aumentando-se o comprimento da fenda (W_2 ou W_4), a indutância L_2 do circuito equivalente da antena irá aumentar, porque o desvio de corrente superficial em torno das aberturas será mais intenso. Assim, a frequência de ressonância do segundo modo diminui.

Variação de L_3 ou L_5 : Quando a largura das fendas (L_3 ou L_5) aumenta, ocorre um efeito indutivo local, que força a corrente a fluir contornando as fendas. Quanto maior for a fenda, maior será a indutância L_2 . Assim, a frequência de ressonância do segundo modo de ressonância diminui com uma fenda mais larga. A frequência de ressonância do modo ressonante fundamental é pouco afetada.

Variação de L_4 : O braço do centro da antena proporciona um ajuste de capacitância. Alargando-se o braço central, aumenta-se a capacitância C_2 . A frequência de ressonância do segundo modo ressonante diminui quando L_4 aumenta.

Variação de W_3 : Com o aumento do comprimento do braço central da antena, a frequência do segundo modo de

ressonância é aumentada. A antena apenas apresenta o modo de ressonância fundamental quando W_3 for muito pequeno.

Variação de L_1 : Como L_1 representa as dimensões totais da antena, sua alteração influencia apenas no acréscimo ou decréscimo do modo resistivo.

Variação de W_1 : Como pode ser visto na Fig. 4, na medida em que é aumentada a espessura de W_1 , a resistência e a indutância aumentam, enquanto que a capacitância diminui.

Variação de Y_0 : Se o ponto de alimentação está localizado na ponta do braço do centro, o segundo modo ressonante vai ser introduzido numa frequência menor do que o modo de ressonância inicial. Se ele for mudado para a base do braço, o segundo modo de ressonância será introduzido em uma frequência maior do que a ressonância do modo fundamental.

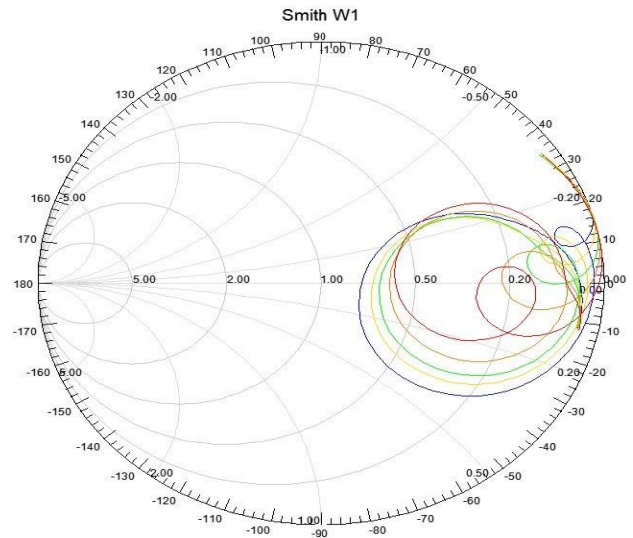


Fig. 4. Carta de Smith referente à variação de W_1 , onde as cores vermelha, laranja, verde, amarelo e azul representam, respectivamente, $W_1 = 5$ mm, 14 mm, 25 mm, 35 mm e 47 mm.

III. CONCLUSÕES

O estudo paramétrico apresentado fornece um resumo sobre os efeitos das diversas dimensões da antena em forma de E . Quando o comprimento das fendas for pequeno, a antena apresentará apenas uma frequência de ressonância. Quando se aumenta o comprimento das fendas, outro modo ressonante de frequência mais baixa se estabelece. Quanto maior for o comprimento das fendas, menor será a segunda frequência de ressonância.

Nesse artigo foram apresentados resultados preliminares sobre a otimização de uma antena em E . A partir dos resultados obtidos nesse estudo, pretende-se, ainda, dimensionar a antena para operação nas bandas de frequência alocadas ao sistema de telefonia móvel celular no Brasil.

REFERÊNCIAS

[1] F. Yang, X.-X. Zhang, X. Ye, and Y. Rahmat-Samii, "Wide-band E-shaped patch antennas for wireless communications", *IEEE Trans Antennas Propagat.*, vol. AP-49, No. 7, pp. 1094-1100, Jul. 2001.

[2] K.-L. Wong and W.-H. Hsu, "A Broad-band rectangular patch antenna with a pair of wide slits", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-49, No. 9, pp. 1345-1347, Sep. 2001.

[3] B.-K. Ang and B.-K. Chung, "A wideband e-shaped microstrip patch antenna for 5 - 6 GHz wireless communications," *Progress In Electromagnetics Research*, Vol. 75, 397-407, 2007.