

ESTUDO PARAMÉTRICO DA ANTENA DE MICROFITA RETANGULAR COM DUAS FENDAS PARALELAS.

Felipe Welke

Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pampa.

felipewelke@hotmail.com

Roger L. Farias

Acadêmico do curso de Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pampa.

rogerlorenzoni@gmail.com

Marcos V. T. Heckler

Professor da Universidade Federal do Pampa.

marcos.heckler@unipampa.edu.br

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. Tais variações foram feitas com a ajuda do software de simulação eletromagnética Ansoft Designer.*

Palavras-chave: *Antenas de microfita, GSM, telefonia móvel celular.*

1. INTRODUÇÃO

Antenas em tecnologia de microfita são amplamente utilizadas, devido ao seu baixo perfil aerodinâmico, baixo peso e baixo custo. No entanto, antenas de microfita convencionais, com o *patch* retangular, têm como inconveniente largura de banda estreita. Desta forma, para aplicações que exijam faixa de operação razoável, modificações na geometria da antena são necessárias. A banda da antena 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. A última abordagem é particularmente atraente, pois pode proporcionar a melhoria da largura de banda

com a utilização de uma única camada dielétrica. Ang e Chung (2007) utilizaram esta abordagem, porém, substituíram o substrato de ar pela própria espessura do dielétrico para manter as características de perfil fino, a fim de manter a antena com pequenas dimensões. Wong e Hsu (2001) também realizaram um estudo semelhante, porém para uma antena banda larga de uma só faixa de frequência.

No presente estudo, além da inclusão de duas fendas ao *patch*, deixando-o com o formato de um *E*, foi introduzida uma camada de ar entre o irradiador e o plano de terra (GND). A fim de entender melhor o comportamento da antena, bem como determinar suas frequências de operação e impedância de entrada, foram realizados diversos estudos paramétricos através da variação das dimensões da antena, para então conseguir manipulá-la da maneira correta. Para isto, o software *Ansoft Designer* foi empregado. As seções seguintes descrevem os principais resultados obtidos.

2. 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. De acordo com as especificações técnicas da ANATEL para uma antena utilizada em estações rádio-base (ERBs), assume-se valores de coeficiente de reflexão menores ou iguais a -10 dB nas bandas de interesse, polarização linear, ganho em torno de 8 dBi, largura de feixe no plano horizontal de 60 graus (ERBs com 6 setores) e impedância de entrada de 50Ω.

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*. 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 central do irradiador, a corrente flui como em um *patch* retangular convencional, que pode ser representado pelo circuito equivalente da Fig. 1. A frequência de ressonância é determinada por L_1C_1 , que representa o circuito inicial e ressoa na frequência fundamental. 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.

Quando um par de fendas é incorporado à estrutura, a corrente tende a fluir na parte da borda do *patch* contornando as fendas, e o comprimento do caminho da corrente é aumentado. O circuito equivalente deve, portanto, ser modificado para a forma mostrada na Fig. 2. A segunda frequência de ressonância 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 .

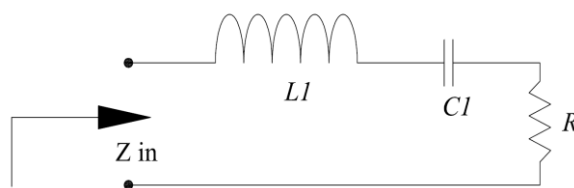


Fig. 1. Circuito equivalente do braço central (maior frequência).

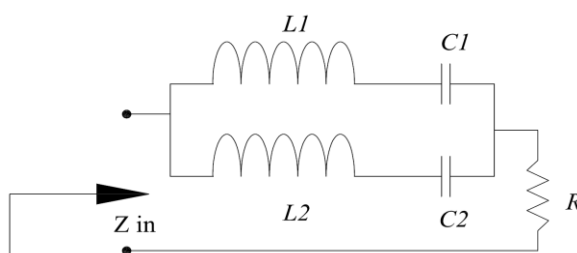


Fig. 2. Circuito equivalente aos braços superior e inferior (menor frequência).

2.1 Variação das dimensões da antena.

O software de simulação eletromagnética *Ansoft Designer* é um programa que simula o comportamento da antena e possibilita um pré-projeto de como

a antena atuará com as especificações com que foi projetada. Com a ajuda do mesmo, foram feitas simulações de variações nos parâmetros da antena, ou seja, no comprimento e na largura de cada parte, conforme a convenção mostrada na Fig. 3. Após a parametrização, foi gerado um gráfico da carta de Smith para análise das variações de cada dimensão 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.

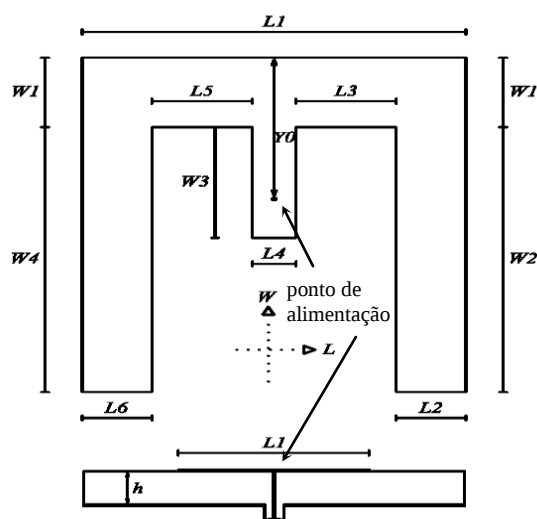


Fig. 3. Patch em forma de E da antena e seus parâmetros de variação.

Após diversas simulações, foram obtidas as seguintes conclusões:

Variação de W_2 e W_4 : Aumentando-se o comprimento da fenda, 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. Para comprimentos muito

pequenos, há pouco desvio da corrente de superfície e o segundo modo de ressonância não pode ser excitado. Para uma variação grande do comprimento da fenda, qualquer mudança irá causar uma grande alteração no segundo modo ressonante. Ao mesmo tempo em que a indutância aumenta a resistência diminui para o segundo modo ressonante.

Variação de L_3 e L_5 : Quando a largura das fendas 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 diminui com fendas mais largas. A frequência de ressonância do modo fundamental é pouco afetada. Com uma largura de fenda muito pequena, a frequência de ressonância do segundo modo é muito alta e dá origem a uma antena de banda dupla, em vez de uma antena de banda larga. Quando essa largura é muito grande, o segundo modo de ressonância fica muito perto do modo fundamental e isso afeta a resposta global de frequência.

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 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 é muito pequeno. Pode-se cortar W_3 para sintonizar a frequência do segundo modo ressonante e, assim, ajustar a largura de banda.

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

Variação de W_1 : Como pode ser visto na Fig. 4, na medida em que é aumentada a dimensão 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 será excitado 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 excitado em uma frequência maior do que a frequência do modo fundamental.

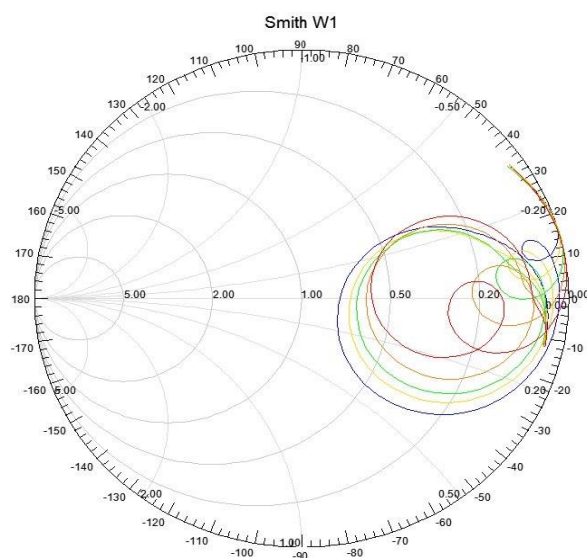


Fig. 4. Carta de Smith referente à variação de W_1 , onde as cores vermelha, laranja, verde, amarelo e azul representam, respectivamente, $W_1 = 5$ mm, 14 mm, 25 mm, 35 mm e 47 mm.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

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 se estabelece. Quanto maior for o comprimento das fendas, menor será a segunda frequência de ressonância.

A partir dos resultados obtidos nesse estudo, pretende-se dimensionar a antena para operação nas bandas de frequência

alocadas para o sistema de telefonia móvel celular no Brasil. O elemento projetado deverá também apresentar custos aceitáveis em comparação às antenas já existentes no mercado. Ao final, espera-se, além de aprimorar os conhecimentos na área de Antenas e Micro-Ondas, obter uma nova antena para estações rádio-base para telefonia móvel celular, de modo a fomentar a tecnologia nacional.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto.

2. REFERÊNCIAS

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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.