ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA LARGURA DE UMA FENDA IRRADIANTE EM SUA BANDA DE OPERAÇÃO

Rodrigo Facco [1]

Juner Menezes Vieira [2]

Marcos Vinicio Thomas Heckler [3]

Resumo:

Neste trabalho, a influência das dimensões de uma fenda ressonante em sua largura de banda de operação é analisada. Para isso, um estudo paramétrico da largura da fenda foi realizado através do software de simulação eletromagnética Ansys HFSS. As análises foram realizadas partindo-se de uma antena com dimensões calculadas através de fórmulas aproximadas. Estruturas em fendas ressonantes possuem aplicação ampla na área aeroespacial, bem como em comunicações móveis de um modo geral, devido a suas características de baixo peso, tamanho reduzido e facilidade de conformação a superfícies planas e não planas. Os resultados mostram que à medida que se aumenta a largura da fenda, obtém-se um aumento na largura de banda de operação da antena. A ampliação da largura de banda de um elemento irradiador garante à estrutura uma maior robustez, possibilitando, assim, o uso de múltiplos canais de comunicação, maior tráfego de dados e maior tolerância à imprecisão no seu processo de fabricação.

Palavras-chave: Elementos irradiadores; Largura de banda; Antenas em fenda; UHF.

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA LARGURA DE UMA FENDA IRRADIANTE EM SUA BANDA DE OPERAÇÃO

[1] Aluno de graduação. faccodm@gmail.com. Autor principal

[2] Aluno do Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica da Unipampa. juner.vieira@gmail.com. Co-autor

[3] Docente. marcosheckler@unipampa.edu.br. Orientador

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA LARGURA DE UMA FENDA IRRADIANTE EM SUA BANDA DE OPERAÇÃO

1 INTRODUÇÃO

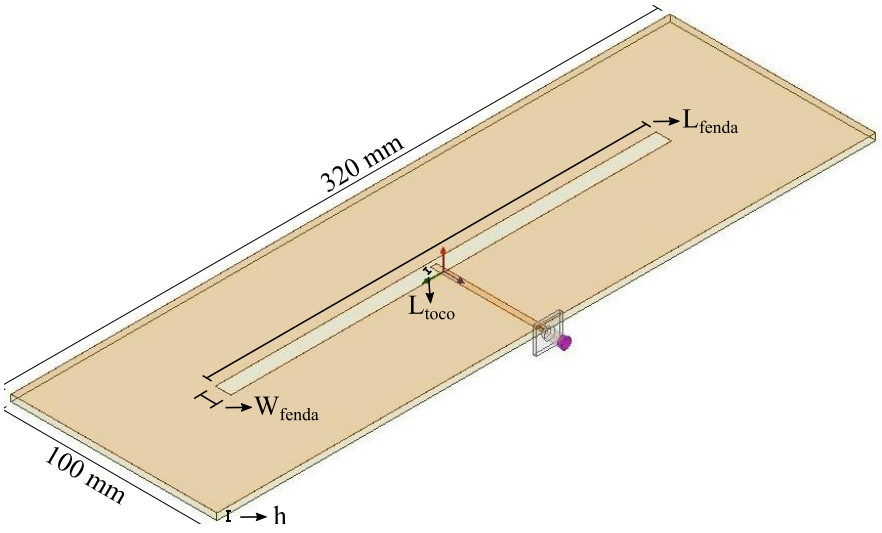
Antenas em fenda ressonante são amplamente aplicadas na área aeroespacial, bem como em sistemas de comunicação móvel e rádio. Esta diversidade de aplicação se dá devido às características intrínsecas deste tipo de antena, que, entre outras vantagens, apresenta baixo peso, tamanho reduzido, baixo custo e facilidade de conformação a superfícies planas e não planas. Por apresentar características semelhantes às antenas fabricadas em tecnologia de microfita, os irradiadores em fenda tornaram-se uma alternativa. Duas principais vantagens operacionais da geometria utilizando fenda em relação às implementadas em tecnologia de microfita são a maior largura de banda de operação e maior tolerância à imprecisão no processo de fabricação. No entanto, como desvantagem, esses dispositivos apresentam irradiação bidirecional (GARG, 2001).

Uma banda de operação estreita pode ser um fator limitante de projeto, uma vez que mínimos erros de fabricação ou a sensibilidade da estrutura ao ambiente de operação podem modificar a frequência de ressonância de maneira significativa. Portanto, o aumento da largura de banda de operação de uma antena tem inúmeras vantagens, como a possibilidade de utilizar múltiplos canais de comunicação, maior tráfego de dados, maior robustez quanto a erros de fabricação ou margem para variações de operação sob condições adversas. Assim, o objetivo do estudo aqui apresentado é verificar a influência da largura da fenda na banda de operação de uma antena em fenda.

2 METODOLOGIA

A geometria da estrutura a ser analisada consiste em um recorte no plano de terra (GND) de uma linha de microfita, sendo esta fenda posicionada, geralmente, perpendicularmente à linha de alimentação. O campo eletromagnético da linha de microfita excita a fenda, e esta, por sua vez, irradia a energia no espaço. A estrutura proposta tem as dimensões destacadas na Figura 1. A configuração foi determinada utilizando os requisitos de frequência $f = 401\,MHz$ e substrato TACONIC CER-10 com $\varepsilon_r = 10$, espessura $h = 3{,}18\,mm$ e $tan\delta = 0{,}002$.

Figura 1: Dimensões da geometria proposta da antena em fenda.



Fonte: do autor, 2018.

Para fins de pré-projeto, a largura da fenda W_{fenda} foi arbitrariamente definida com dimensão inicial de $W_{fenda} = 7{,}5\,mm$, enquanto que o comprimento da fenda L_{fenda} foi definido com dimensão de $\lambda_S/2$, onde λ_S é o comprimento de onda guiado por uma linha em fenda (do inglês, *Slotline*) e definido, de forma aproximada, por

$$\lambda_s = \left(0{,}9217 - 0{,}277 ln(\varepsilon_r) + 0{,}0322 \frac{W_{fenda}}{h} \left(\frac{\varepsilon_r}{W_{fenda}/h + 0{,}435} \right)^{\frac{1}{2}} - 0{,}01 ln\left(\frac{h}{\lambda_0}\right) \left(4.6 - \frac{3{,}65}{\varepsilon_r^2 \sqrt{W_{fenda}/\lambda_0}\,(9{,}06 - 100\, W_{fenda}/\lambda_0)} \right) \right) \lambda_0, \tag{1}$$

onde h é a altura do substrato e λ_0 é comprimento de onda no espaço livre (GARG, 2001). Aplicando-se à geometria em questão, o comprimento da fenda obtido foi $L_{fenda} = 254\,mm$.

A largura da linha de microfita W_{50} para alimentação da antena foi dimensionada para apresentar uma impedância característica $Z_0 = 50\,\Omega$. O parâmetro W_{50} foi determinado utilizando

$$A = \frac{Z_0}{60} \left(\frac{\varepsilon_r + 1}{2} \right)^{\frac{1}{2}} + \frac{\varepsilon_r - 1}{\varepsilon_r + 1} \left(0{,}23 + \frac{0{,}11}{\varepsilon_r} \right), \tag{2}$$

$$B = \frac{60\pi^2}{Z0\sqrt{\varepsilon_r}}, \tag{3}$$

$$W_{50} = h \frac{2}{\pi} \left(B - 1 - ln(2B - 1) + \frac{\varepsilon_r - 1}{2\varepsilon_r} \left(ln(B - 1) + 0{,}39 - \frac{0.61}{\varepsilon_r} \right) \right), \tag{4}$$

onde A e B são coeficientes numéricos de aproximação do cálculo e Z_0 é a impedância característica da linha (GARG, 2001). Aplicando as equações (2) a (4), obteve-se $W_{50} = 2{,}99\,mm$. Para ajustes finos do casamento de impedância foi utilizando um *toco* simples inserido no final da microfita, no centro da fenda, tendo sido ajustado com dimensão $L_{toco} = 5{,}4\,mm$ e com largura equivalente a W_{50}.

Para a análise da influência da largura da fenda na banda de operação da antena, foi realizada uma variação paramétrica na variável W_{fenda}, adequando L_{fenda} de modo a obter o melhor casamento de impedância na frequência de projeto, por meio de simulações eletromagnéticas da estrutura proposta utilizando o software Ansys $HFSS^{®}$.

O critério para análise da largura de banda de operação da antena foi definido considerando a faixa de frequências em que $|\Gamma| \leq -10\,dB$. Tal escolha é caracterizada por um nível de potência refletida de aproximadamente 10% da potência incidente, situação em que o coeficiente de reflexão, dado por (5), corresponde a $\Gamma = 1/3$ e a razão de onda estacionária (VSWR - do inglês, *Voltage Standing Wave Ratio*), dada por (6), corresponde a $VSRW \approx 2$.

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \tag{5}$$

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \tag{6}$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

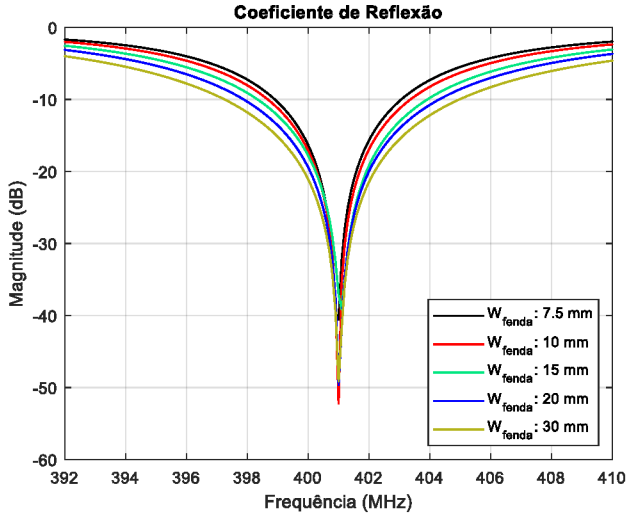
Os resultados obtidos para a largura de banda e das demais dimensões otimizadas, após o ajuste da frequência de ressonância, para cada variação paramétrica de W_{fenda} são descritos na Tabela 1. Na Figura 2, são apresentadas as curvas para $|\Gamma|$ obtidos para cada valor do parâmetro W_{fenda}. Dos resultados obtidos, constata-se que, à medida que se aumenta a largura da fenda, obtém-se um aumento na largura de banda de operação da antena. Além disso, os resultados indicam que um aumento de 85% na largura da banda demanda um aumento de 330% na área da fenda. Uma vez que as dimensões do plano de terra e do substrato se mantiveram fixas, a banda de operação pode ser aumentada sem interferir no tamanho total da estrutura.

Tabela 1: Dados da variação paramétrica.

$W_{fenda}\ (mm)$	$L_{fenda}\ (mm)$	$L_{toco}\ (mm)$	$BW\ (MHz)$
7,5	214,45	4,85	4,16
10	219,10	5,4	4,69
15	225,10	6,6	5,58
20	228,00	7,9	6,43
30	230,23	9,8	7,72

Fonte: do autor, 2018.

Figura 2: Variação do coeficiente de reflexão em função de W_{fenda}.



Fonte: do autor, 2018.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foram apresentadas as características principais das antenas em fenda, bem como o cálculo aproximado de alguns de seus parâmetros utilizando expressões aproximadas. Foi desenvolvida uma análise paramétrica das dimensões da fenda, com o fim de realizar uma investigação acerca da influência dessas alterações na largura da banda de operação da antena, utilizado como referência para definição da banda de operação $|\Gamma| \leq -10\,dB$.

Os resultados obtidos mostraram que a largura de banda de operação da antena está diretamente relacionada à largura da fenda. E como mencionado na introdução deste documento, uma maior largura de banda dá à antena uma robustez operacional para enfrentar as condições adversas do meio no qual será empregada.

O estudo realizado, possibilita, como trabalho futuro, realizar a otimização das estruturas em função da obtenção de uma maior largura de banda nas antenas em fenda para diversas aplicações em alguns dos nichos citados na introdução deste documento.

REFERÊNCIAS

Livro

GARG, R.; BHARTIA, P.; BAHL, I.; ITTIPIBOON, A.; Microstrip Antenna Design Handbook, Artech House, 2001.