

Análise numérica da resposta em frequência de uma antena de microfita na faixa de 3,5 GHz utilizando associação entre ressonador com geometria matrioska e fenda retangular

Álef Huan Pereira Souto (IFPB, Campus João Pessoa), Mateus Lucas de Campos e Silva (IFPB, Campus João Pessoa), Jefferson Costa e Silva (IFPB, Campus João Pessoa), Alfrêdo Gomes Neto (IFPB, Campus João Pessoa)

Grupo de Telecomunicações e Eletromagnetismo Aplicado – GTEMA

E-mails: alef.huan1@gmail.com, mateus.lucas7@yahoo.com, jeffersoncs@gmail.com, alfredogomesjpa@gmail.com

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.04.06.01-3 Teoria Eletromagnética, Microondas, Propagação de Ondas, Antenas.

Palavras-Chave: propagação; microfita; matrioska; hfss; miniaturização.

1 Introdução

Para suprir as demandas requeridas na implementação da tecnologia 5G ao redor do mundo, diversos pesquisadores têm trabalhado em dispositivos que possam apresentar características como: alta largura de banda, possibilidade de trabalhar em multifrequências, miniaturização, alto ganho, entre outras. Nesse cenário, é possível encontrar diversos trabalhos em que dispositivos como filtros (ALI et al., 2018; AIGNER et al., 2020), antenas de microfita (TUTUNCU, 2020; PRZESMYCKI; BUGAJ; NOWOSIELSKI, 2021; SILVA et al., 2020), acopladores (ZAIDEL et al., 2017; CAYRON et al., 2019) e superfícies seletivas em frequência (ZHAO; WAN; HUANG, 2020), foram estudados e/ou desenvolvidos com o objetivo de atender a essas demandas.

2 Materiais e Métodos

O desenvolvimento deste trabalho partiu, inicialmente, do projeto da antena de microfita a ser caracterizada. As equações utilizadas para definir as dimensões do *patch* são descritas em BALANIS (2005). A Figura 1 apresenta uma ilustração da antena desenvolvida. A análise numérica da estrutura foi feita utilizando o *software* comercial Ansys HFSS, que utiliza o Método dos Elementos Finitos. A Tabela 1 apresenta os parâmetros e dimensões utilizados no projeto.

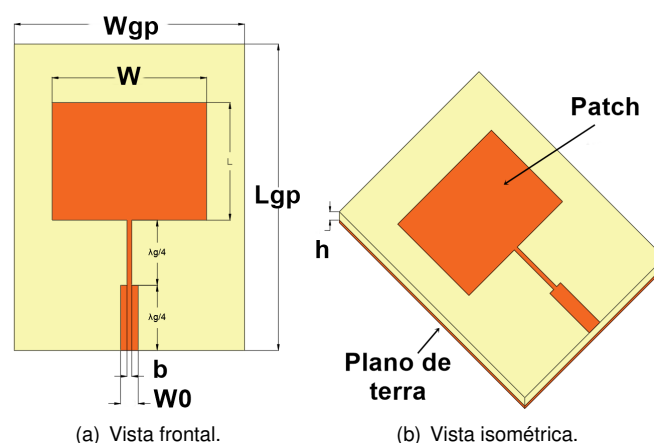


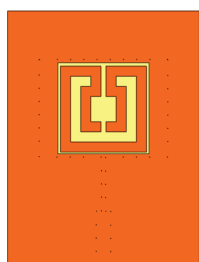
Figura 1: Antena projetada para a frequência de 3,5 GHz.

Em seguida, a antena projetada foi ajustada de modo a ter uma configuração contendo a associação entre ressonadores com geometria matrioska e fenda retangular em seu plano de terra, Figura 2.

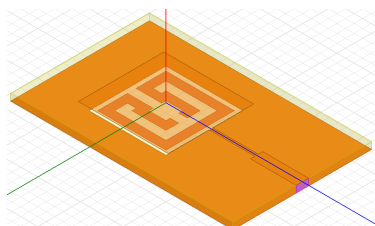
As equações utilizadas no projeto do ressonador com geometria matrioska foram apresentadas em Ferreira (2014), Neto et al. (2014, 2020).

Tabela 1: Parâmetros de projeto da antena de 3,5 GHz e suas dimensões.

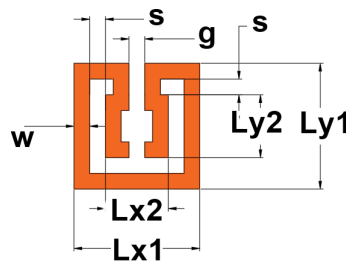
Descrição	Variável	Valor (mm)	Parâmetros de projeto	
Comprimento do plano de terra	L_{gp}	50,3	Substrato:	FR4-Epóxi
Largura do plano de terra	W_{gp}	37,88	Espessura do substrato (h):	1,6 mm
Comprimento do <i>patch</i>	L	19,30	Constante dielétrica (ϵ_r):	4,4
Largura do <i>patch</i>	W	25,40	Tangente de perdas (δ):	0,02
Comprimento de onda guiado	λ_g	42,80	Tipo de alimentação:	Linha de microfita
Largura da linha 2	b	0,80	Tipo de casamento:	Transformador de $\lambda_g/4$
Largura da linha de 50 Ω	W_0	2,88	Geometria do <i>patch</i> :	Retangular



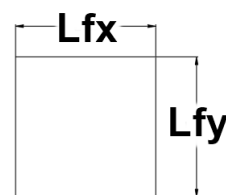
(a) Plano de terra.



(b) Vista isométrica da estrutura.



(c) Cotas da matrioska.



(d) Cotas da fenda retangular.

Figura 2: Configuração com associação entre ressonadores com geometria matrioska e fenda retangular aplicada ao plano de terra.

3 Resultados e Discussão

Os resultados apresentados neste trabalho são derivados de uma pesquisa de dissertação em andamento no Instituto Federal da Paraíba através do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE-IFPB). A Figura 3 apresenta a resposta em frequência das estruturas projetadas. A Tabela 2 apresenta um resumo dos resultados obtidos.

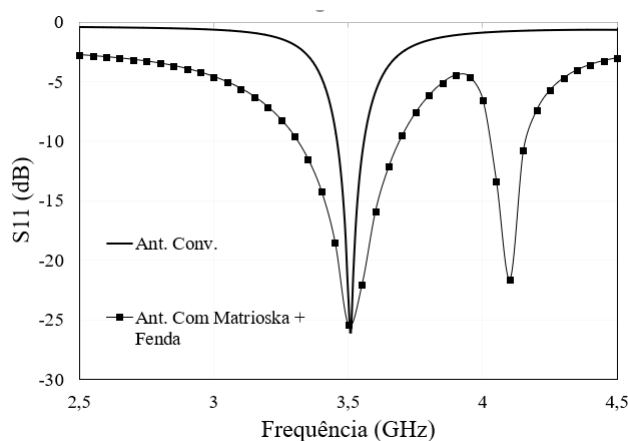


Figura 3: Resposta em frequência obtida numericamente para as estruturas apresentadas.

4 Considerações Finais

Analisando a Tabela 2 e a Figura 3, é possível constatar importantes informações acerca da estrutura construída a partir da associação entre a matrioska e a fenda retangular. São elas:

Tabela 2: Resumo dos resultados obtidos para as três estruturas na frequência de 3,5 GHz.

Estrutura	Resposta em frequência		Antena		Plano de terra		Dimensões (mm)		Matriska		Área total	
	S_{11} (dB)	BW (MHz)	L	W	L_{gp}	W_{gp}	Fenda Retangular $L_{fx} = L_{fy}$	$L_{x1} = L_{y1}$	$L_{x2} = L_{y2}$	g	$s = w$	(cm ²)
Ant. Conv.	-26,06	100	19,3	25,4	50,3	37,9	-	-	-	-	-	19,06
Ant. Com	-25,44	380	16,0	18,0	47,0	20,5	20,0	17,0	9,0	1,0	2,0	14,34
Matriska + Fenda												

- Largura de banda (BW): A estrutura apresentou uma largura de banda de 380 MHz, o que é 280 MHz a mais do que a estrutura com plano de terra convencional. A estrutura ainda apresentou mais de uma ressonância, que com técnicas apropriadas de otimização pode ser incorporada a frequência de ressonância do primeiro modo ressonante, aumentando ainda mais o valor da largura de banda.
- Dimensões: as dimensões finais da estrutura são 24,76% menores do que as dimensões da estrutura inicial (antena convencional), caracterizando assim um processo de miniaturização da estrutura a partir da aplicação das técnicas apresentadas nesse trabalho.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao suporte parcial recebido pelo IFPB, através do Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, PPGEE-IFPB.

Referências

- AIGNER, R. et al. Baw filters for 5g bands. *Qorvo Inc, Apopka, FL, USA*, 2020.
- ALI, M. et al. Miniaturized high-performance filters for 5g small-cell applications. *2018 IEEE 68th Electronic Components and Technology Conference*, 2018.
- BALANIS, C. A. *Antenna Theory: Analysis and Design*. [S.l.]: New York (United States): John Wiley & Sons, 2005. v. 3.
- CAYRON, A. et al. Wideband and compact 3-d quadrature coupler for 5g applications. *2019 49th European Microwave Conference (EuMC)*, p. 129–132, 2019.
- FERREIRA, H. P. A. Matriska: Uma proposta de geometria fss multibandas. *João Pessoa, PB: IFPB, Dissertação de Mestrado*, 2014.
- NETO, A. G. et al. A proposed geometry for multiresonant frequency selective surfaces. *European Microwave Week/European Microwave Conference*, 2014.
- NETO, A. G. et al. Triple band reject frequency selective surface with application to 2.4 ghz band. *Journal of Communication and Information Systems*, v. 35, n. 1, 2020.
- PRZESMYCKI, R.; BUGAJ, M.; NOWOSIELSKI, L. Broadband microstrip antenna for 5g wireless systems operating at 28 ghz. *Electronics*, v. 10, n. 1, 2021.
- SILVA, J. C. e et al. Desenvolvimento de arranjo de antenas de microfita com ressonadores de geometria matriska no plano de terra para aplicação em sistemas de comunicação 5g na banda de frequências de 3,5 ghz. *19o Simpósio Brasileiro de Micro-ondas e Optoeletrônica e 14o Congresso Brasileiro de Eletromagnetismo*, 2020.
- TUTUNCU, B. Microstrip antenna for 5g communication: Design and performance analysis. *HORA- International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications*, 2020.
- ZAIDEL, D. N. A. et al. 5g coupler design for intelligent transportation system (its) application. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, v. 7, n. 2, p. 899–904, 2017.
- ZHAO, Z.; WAN, G.; HUANG, X. Design of dual-band frequency selective surface with large band ratio for 5g communication. *2020 IEEE 3rd International Conference on Electronics Technology*, 2020.