

ANÁLISE E SIMULAÇÃO DE ANTENA PATCH FRACTAL NA FAIXA DE 5 GHz

Islane B. M. dos Santos¹, Paula M. N. R. Fernandes²

1. Estudante de Engenharia - Elétrica Universidade Paulista

2. Mestre em Física – Universidade Paulista / Orientadora

Resumo:

Unido a tecnologia sem fio, este trabalho propõe a análise de antena *patch* retangular na faixa de 5 GHz, alimentada por uma linha de microfita, inserindo entalhes fractais até o terceiro nível da curva de Koch, com acréscimo de material. O trabalho tem como objetivo atender à primeira faixa da tecnologia 5 GHz, minimizando a dimensão das antenas, aplicando o conceito de miniaturização. A antena retangular foi calculada através de Balanis e projetada no *software* CST *Studio Suite*. Um algoritmo foi desenvolvido para obter antenas mais compactas. Os resultados gerados por meio do ambiente computacional foram satisfatórios: a antena *patch* retangular obteve 234 MHz de largura de banda. As antenas *patches* com curva de Koch miniaturizadas obtiveram uma redução de até 17,5% em sua dimensão, com menor perda de retorno, comparadas à *patch* sem fractal. A largura de banda máxima obtida pelas *patches* miniaturizadas foi de 174 MHz, com casamento de impedância de 50 Ω .

Palavras-chave: Linha de Microfita; Curva de Koch; Miniaturização.

Apoio financeiro: Universidade Paulista.

Trabalho selecionado para a JNIC pela instituição: UNIP.

Introdução:

Com a evolução do sistema de comunicação sem fio e o acréscimo de suas aplicações, foi necessária uma nova faixa de 5 GHz para minimizar as interferências geradas pelos dispositivos que operam em 2.4 GHz, como micro-ondas, telefone sem fio e *bluetooth*, entre outros.

A nova tecnologia permite alta taxa de transferência de dados e oferece 23 canais de 20 MHz, que não são sobrepostos. Contudo, possui alcance inferior à tecnologia de 2.4 GHz, devido à dispersão muito mais rápida em frequências maiores (REDES WLAN, 2018; THE FIFTH GENERATION OF WI-FI TECHNICAL WHITE PAPER, 2018).

Este trabalho tem por finalidade projetar antenas *patches* retangulares, aplicando a curva de Koch até o nível três (com acréscimo de material), comparando-as com a *patch* retangular (sem entalhe fractal), buscando operação na faixa de 5150-5350 MHz, *indoor*. A curva de Koch é uma figura complexa, sendo um segmento de reta cuja forma geométrica é um triângulo equilátero, não sendo possível mapear todos os seus fragmentos (ADELPOUR, FARZAD, SADEGHI, 2010; BORJA, ROMEU, 2003; ELAVARASI, SHANMUGANANTHAM, 2016; ARAÚJO, 2017). As principais propriedades que caracterizam os fractais são a auto semelhança, a complexidade infinita e a sua dimensão (MANDEBROT, 1982).

Aplicando-se o conceito de miniaturização nas antenas com interação fractal, este trabalho pretende projetar antenas com dimensões menores, analisando a largura de banda, o nível dos lóbulos laterais, a perda de retorno, o casamento de impedância e comparar com a *patch* retangular sem fractal.

Metodologia:

Antes de realizar a interação *fractal* é necessário calcular a largura W e o comprimento L da antena *patch* retangular, mediante Balanis (BALANIS, 1997), com frequência definida de 5.26 GHz, substrato com coeficiente dielétrico 4.1 e espessura 1.6 mm. A definição da frequência é uma tentativa de alcançar a largura de banda necessária para haver a propagação na faixa de 5150-5350 MHz.

Para desenvolver, simular e analisar as antenas utilizou-se a ferramenta computacional CST *Studio Suite*, que aplica todas as equações eletromagnéticas voltadas às micro-ondas, facilitando a varredura de parâmetro, a fim de atingir pequenos ajustes no perfil do elemento irradiador na linha de microfita, além do método de alimentação escolhido, como utilizada por Robert E. Munson, (MUNSON, 1974). Por meio dessa ferramenta, é possível analisar o parâmetro S_{11} , o diagrama polar, a impedância de entrada, a corrente de superfície e outros fatores.

Um algoritmo foi desenvolvido e inserido no *software* de simulação para miniaturizar a antena após a aplicação do fractal, dividindo a frequência de deslocamento para níveis menos elevados, correspondente aos níveis 1, 2 e 3 da curva de Koch, por 5.26 GHz (equação ilustrada na Figura 1). Com essa divisão, obtém-se um CM (coeficiente de miniaturização), aplicando a todas as cotas das antenas, exceto à cota de espessura do substrato e largura da microlinha, para não alterar o casamento de impedância de 50 Ω , analisado pela carta de Smith.

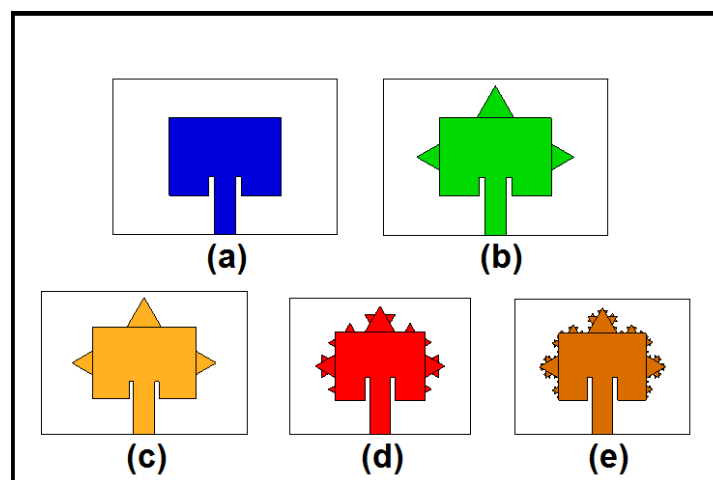
Figura 1 Coeficiente de Miniaturização

$$CM = \frac{\text{frequência (Antena Patch Fractal)}}{\text{frequência (Antena Patch Retangular Nível 0)}}$$

Fonte: Autoria própria, 2018.

A Figura 2 apresenta as antenas patches estudadas até o terceiro nível de interação fractal, utilizando a curva de Koch com acréscimo de material. Todas as dimensões externas constam na Tabela 1. O tamanho do elemento irradiante consiste na metade da largura e comprimento externo. Os fractais seguem um padrão do terço da largura e comprimento da patch, alinhados ao centro das arestas. O método iterativo consiste em aplicar a mesma regra a cada um dos segmentos de reta que resultam da interação imediatamente anterior (ASSIS, 2008).

Figura 2 Antenas Patches: (a) Antena patch retangular nível 0 . (b) Antena patch retangular Koch nível 1. (c) Antena patch retangular Koch nível 1 miniaturizado. (d) Antena patch retangular Koch nível 2 miniaturizado. (e) Antena patch retangular Koch nível 3 Miniaturizado.

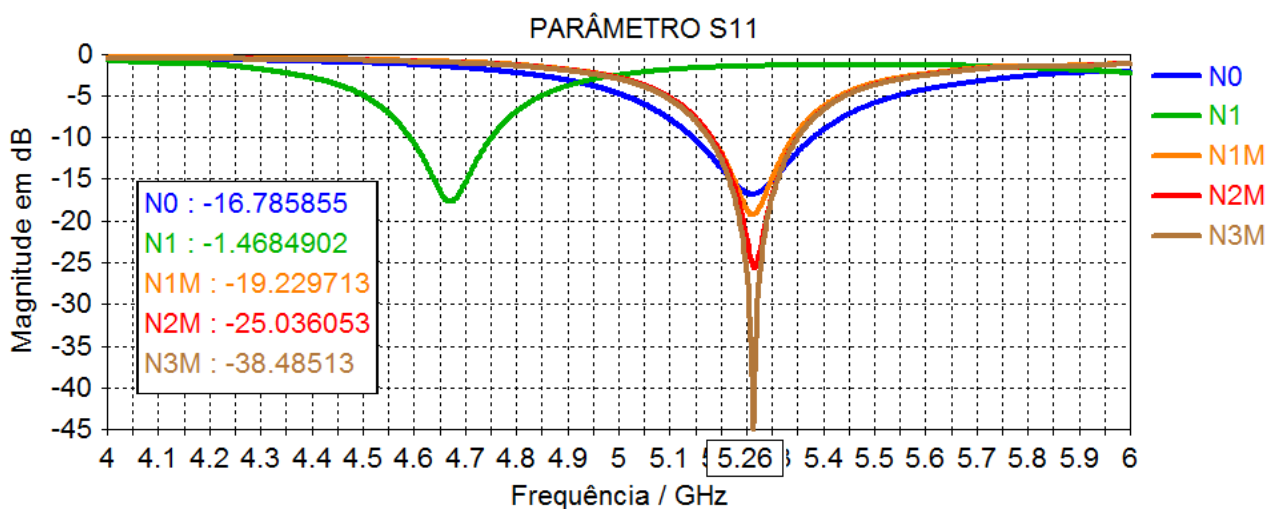


Fonte: Autoria própria, 2018.

Resultados e Discussão:

O parâmetro S11 que corresponde ao coeficiente de reflexão expõe as perdas de retorno, a largura de banda e as frequências ressonantes das antenas (BALANIS, 1997).

Figura 3 Perda de retorno e frequências ressonantes das 5 antenas.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Com a geometria fractal inserida em diferentes níveis de antenas *patches*, ocorre o deslocamento da frequência para níveis inferiores, como demonstrado na Figura 3, pela antena *patch* N1 (antena *patch* retangular Koch nível 1). Isso acontece devido ao aumento do comprimento elétrico, que é inversamente

proporcional à frequência.

A tabela a seguir contém os resultados e as comparações das 5 antenas simuladas. A antena *patch* retangular (N0) propagou em 5.26 GHz (frequência calculada), além de obter uma largura de banda de 234 MHz, atendendo a primeira faixa de frequência da tecnologia 5 GHz, com perda de retorno -16.78.

As antenas N1M, N2M e N3M (antenas *patches* retangulares Koch nível 1, 2 e 3, respectivamente miniaturizadas) propagaram-se em 5.26 GHz, em 12%, 16.5% e 17.4% menores do que a N0, devido ao algoritmo desenvolvido e à utilização do conceito de miniaturização (DE OLIVEIRA, SILVA, DA SILVA, 2008; MENDONÇA, GARCIA, NOGUEIRA, GOMES, VALENÇA, ORÉFICE, 2007). As antenas miniaturizadas tiveram perda de retorno superior às antenas N0.

Tabela 1 Comparativo de resultado das antenas simuladas

Código das Antena	N0	N1	N1M	N2M	N3M
Largura Externa (mm)	38.12	38.12	33.59	31.87	31.45
Comprimento Externo (mm)	26.48	26.48	23.30	22.11	21.85
Frequência Ressonante (GHz)	5.26	4.67	5.26	5.26	5.26
Largura de Banda (MHz)	234	160	160	167	174
CM (%)	0	0	12	16.5	17.5
Perda de Retorno (dB)	-16.78	-17.69	-19.22	-25.03	-38.48
Nível do Lóbulo Lateral (dB)	-13.1	-11.8	-12.1	-11.3	-11.1
Casamento de Impedância (Ω)	50	50	50	50	50

Fonte: Autoria própria, 2018.

A diminuição dos níveis dos lóbulos laterais evita o desperdício de energia e irradiação para direções indesejadas, indispensável para a qualidade de propagação, fazendo uma análise para aplicação diretiva.

Todas as antenas com interação fractal obtiveram níveis de lóbulo lateral superiores aos comparados com a antena *patch* retangular simulada. Equiparando-se a largura de banda das 5 antenas é possível notar a superioridade da *patch* N0. Porém, as antenas com interação fractal demonstraram uma crescente largura de banda, a cada nível de interação. Dessa forma, o aumento da interação fractal de Koch positiva (acrescentando material) aumentará a largura de banda e diminuirá ainda mais o tamanho da antena.

Conclusões:

As antenas simuladas com curvas fractais minimizadas demonstraram que é possível manter a mesma frequência ressonante, em comparação à *patch* N0, graças aos contornos fractais que deslocam a frequência para níveis menos elevados. Além disso, obteve-se menor perda de retorno e redução de até 17,5% do seu tamanho, referente à *patch* N0. Com as antenas miniaturizadas até o nível 3 da curva fractal de Koch, não foi possível obter 200 MHz de largura de banda, com alimentação por linha de microfita. No entanto, obteve-se largura de banda crescente em relação à N1 e N1M, com aumento de 8%. A antena *patch* N0 propagou 5146-5380 MHz, atendendo a primeira faixa de frequência da tecnologia 5 GHz. Todas as antenas analisadas têm impedância de entrada de 50 Ω .

Referências bibliográficas

ADELPOUR, Zahra; MOHAJERI, Farzad; SADEGHI, Mojtaba. Dual-frequency microstrip patch antenna with modified Koch fractal geometry based on genetic algorithm. In: **Antennas and Propagation Conference (LAPC), 2010 Loughborough**. IEEE, 2010. p. 401-404.

ARAÚJO, Felipe Ferreira de. *Desenvolvimento de antenas planares reconfiguráveis em estruturas com metasuperfícies*. 2017. 70f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

ASSIS, Thiago Albuquerque de et al. Geometria fractal: propriedades e características de fractais ideais. 2008.

BALANIS, C. A., **Antenna Theory-analysis and Design**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1997.

BORJA, Carmen; ROMEU, Jordi. On the behavior of Koch island fractal boundary microstrip patch antenna. **IEEE Transactions on Antennas and Propagation**, v. 51, n. 6, p. 1281-1291, 2003.

DE OLIVEIRA, Elder Eldervitch C.; SILVA, Paulo H. da F.; DA SILVA, Sandro G. Miniaturização De Antenas Tipo Patch Retangular Em Microfita Utilizando A Curva Fractal De Koch. 2008.

ELAVARASI, C.; SHANMUGANANTHAM, T. SRR loaded crescent patch-koch curve fractal for dual band applications. In: **Control, Instrumentation, Communication and Computational Technologies (ICCICCT), 2016 International Conference on**. IEEE, 2016. p. 263-267.

MANDELBROT, Benoit B. **The fractal geometry of the nature**. Freeman, 1982.

MENDONÇA, Marcelo Bezerra de Melo; GARCIA, C. A. A.; Nogueira R. A.; GOMES, M. A. F.; Valença M. M.; ORÉFICE, Fernando. *Análise fractal da vasculatura retínica: métodos de segmentação e de cálculo dimensional*. Arquivos Brasileiros de Oftalmologia, v. 70, p.413-422, 2007.

MUNSON, R. Conformal microstrip antennas and microstrip phased arrays. **IEEE Transactions on Antennas and Propagation**, v. 22, n. 1, p. 74-78, 1974.

REDES WLAN: Espectro de Frequências e Bandas. Disponível em:
<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialredeswlanad/pagina_2.asp>. Acesso em: 18 jan. 2018.

THE FIFTH GENERATION OF WI-FI TECHNICAL WHITE PAPER: 802.11ac. Disponível em:
<https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-3600-series/white_paper_c11-713103.html>. Acesso em: 18 jan. 2018.