

Análise e Simulação de Perfil Fractal em Antenas Patches

Analysis and Simulation of Fractal Profile in Patches Antennas

Islane Bahiano Menezes dos Santos¹, Marcos Mattos Norte¹, Paula Maria Neves Rodrigues Fernandes², Alexandre Manicoba de Oliveira³

1 Graduando em Engenharia Elétrica/Eletrônica, Universidade Paulista (UNIP), Campus Santos/Rangel, islanebahiano@gmail.com e marcos.norte@hotmail.com

2 Mestre em Física, Universidade Paulista (UNIP), Campus Santos/Rangel, paula.coordeng@gmail.com

3 Doutor em Engenharia Elétrica, Laboratório Maxwell de Micro-ondas, IFSP, amanicoba@labmax.org

Resumo

Na época atual, a demanda por maior eficiência na comunicação, as antenas são primordiais na transmissão e recepção de ondas de rádio, por este motivo conseguir reduzir as dimensões e diminuir o custo da fabricação de antenas planares mantendo suas principais características é fundamental. A utilização da curva fractal de Koch acrescentando e retirando material foi imprescindível para redução do tamanho das antenas *patches* retangulares com perfis fractais, devido ao deslocamento da frequência para níveis inferiores. Esse artigo tem como objetivo estudar os comportamentos distintos das interações fractais propostos através de um ambiente de simulação que aplica e regem todas as equações eletromagnéticas voltadas a micro-ondas, com intuito de conceder a melhor opção de acordo com a aplicação designada por pesquisadores, como: maior fator miniaturização, ganho, perda de retorno dentre outros parâmetros.

Palavras-chave: Antenas *Patch*; Geometria Fractal; Curva de Koch; Miniaturização.

Abstract

At the present time, the demand for greater efficiency in communication, the antennas are primordial in the transmission and reception of radio waves, by this, reduce the size and decrease the cost of the manufacture of planar antennas maintaining its main characteristics is fundamental. The use of the Koch fractal by adding and removing material was essential for reducing the size of the rectangular antennas with fractal profiles due to the frequency shift to lower levels. This article aims to study the different behavior of proposed fractal interactions through a simulation environment that applies to all electromagnetic equations oriented to microwave, in order to grant a better option according to an application designated by researchers, such as: greater factor miniaturization, gain, loss of return among other parameters.

Keywords: Patch antennas; Geometry Fractal; Koch curve; Miniaturization.

Introdução

A geometria fractal aplicado às antenas planares beneficia a manipulação de alguns parâmetros, como: a redução da dimensão física da antena através da teoria da miniaturização [3], o aumento o comprimento elétrico da antena provocando o deslocamento da frequência para níveis mais baixo [4], efetuar análise e manipulação das correntes de superfície [3], [5]. Através dos fractais busca-se aperfeiçoar o perfil de radiação para não correr irradiação para locais indesejados, melhor perda de retorno, alcançar maiores largura de banda [1], [4].

O artigo busca aplicar e comparar os resultados de interações fractais aplicadas a antenas planares de modo que essas atendam às necessidades operacionais e comerciais da área de micro-ondas, a princípio para uma faixa de frequência de 1.9 GHz. O modelo de fractal que será utilizado é o fractal de Koch [3], as equações conceituais para projetos de *patch* retangulares encontradas em Balanis serão de base para antena retangular sem interação fractal [1].

Esse trabalho tem como ponto central mapear os comportamentos de cada perfil fractal inserido na *patch* retangular alimentada por linha de microfita, para facilitar a escolha do melhor perfil fractal para determinada aplicação.

Metodologia

A exemplo do procedimento normalmente adotado para o desenvolvimento de antenas planares [1], foi dimensionado uma antena *patch* para a frequência de 1.9 GHz. Obtendo assim uma antena de referência de dimensões externas W e L iniciais de 92.44mm e 72.48mm respectivamente.

Todas as dimensões de cada componente da *patch*, bem como as coordenadas de suas posições foram parametrizadas através de algoritmos no software de ambiente de simulações magnéticas, e multiplicadas por um fator de miniaturização, nesse trabalho chamado de fator β .

Diversos trabalhos acadêmicos de alto fator impacto [2], [3], apontam o fractal de Koch como uma interação que apresenta bons resultados na manipulação das correntes de superfície, portanto esse trabalho usará esse fractal. Quando aplicados fractais na *patch*, pode-se observar o deslocamento da frequência de ressonância para níveis menos elevados. Registrada a diferença, o valor da frequência ressonante reduzida foi dividida pela frequência base padrão da *patch* nível 0. Dessa forma obteve-se um fator de miniaturização. Foi então aplicado o fator β a todas as cotas da *patch* com interações fractais, com exceção das cotas de espessura.

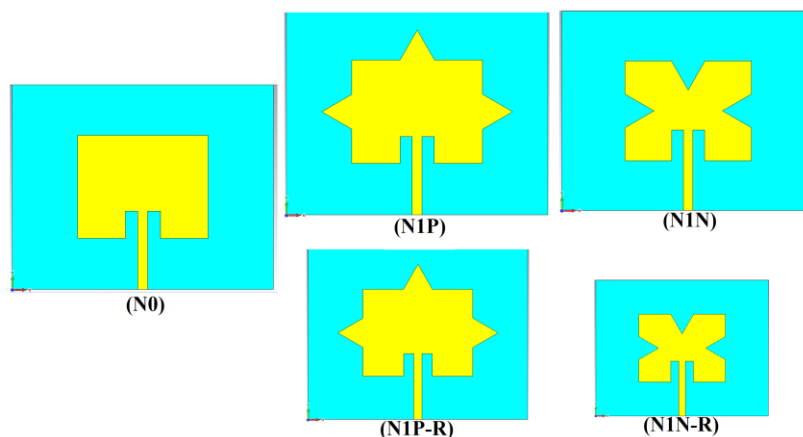


Figura 1. Modelos matemáticos desenvolvidos. N0 – Antena base sem fractal
N1P e N1N - Antenas fractais nível 1 N1P-R e N1N-R – Antenas miniaturizadas.

O processo foi repetido com fractais de Koch nível 1, porém com adição de material e não de retirada como no primeiro fractal.

A Tabela (1) demonstra as cotas externas finais das patches evidenciando a efetiva miniaturização.

TABELA 1. Parâmetros de dimensões das antenas em função das interações fractais.

Codigo Antena	N0	N1P	N1P-R	N1N	N1N-R
Largura (mm)	92.44	92.44	88.50	92.44	79.46
Comprimento (mm)	72.48	72.48	69.38	72.48	62.30
Frequência Ressonante (GHz)	1.9	1.82	1.9	1.63	1.9
Fator de Miniaturização	0	0	0.957	0	0.8597

Resultados e Discussão

Pode-se evidenciar o comportamento das 5 antenas através do parâmetros S_{11} , que determina a taxa de reflexão do sinal aplicado à antena. Dessa maneira, a Figura (2) demonstra a sobreposição desses parâmetros.

As simulações demonstraram que a miniaturização da antena patch nível 1 foi possível não só preservando a frequência desejada, como obtendo menos perda de retorno como demonstra a Figura 2.

As antenas fractais reduzidas (N1N-R e N1P-R) tiveram melhoras significativas de parâmetros S_{11} sem deslocar a frequência. Pode-se notar ainda que em relação ao fractal negativo, o fractal com adição de material teve ainda menos degradação do sinal. Isso ocorre em função da quantidade de elétrons livres disponíveis na superfície. Portanto, embora o Fractal com retirada de material tenha conseguido atingir uma maior miniaturização (16%), adicionar material nas antenas N1P-R ela atingiu -49dB de perda de retorno e uma miniaturização de 4,4% como detalha a Tabela (2).

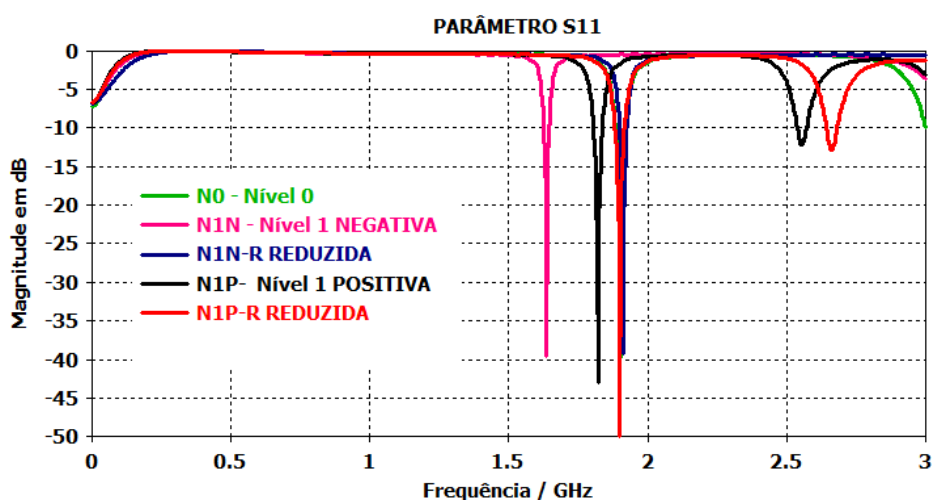


FIGURA 2. Sobreposição dos Parâmetros S_{11} .

A Figura 3 demonstra também uma redução do Side lobe com o fractal de nível 1 negativo além de haver baixíssimo nível de degradação do ganho no main lobe.

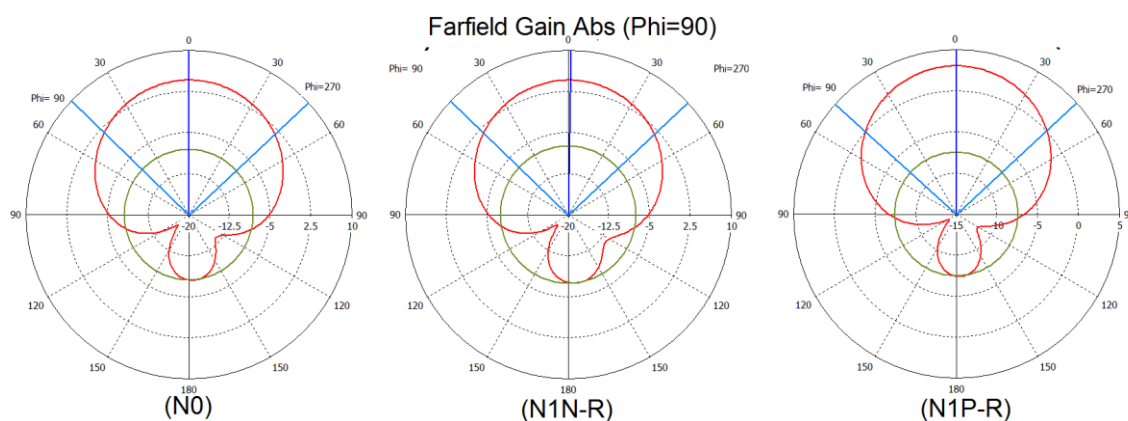


FIGURA 3. Ganho de campo distante para antena sem fractais e antenas miniaturizadas.

Considerações Finais

Esse estudo demonstra por fim que embora as antenas patches que receberam perfil fractal com retirada de material conseguiram um valor maior de miniaturização, porém, os fractais com adição de material (N1P) também apresentar redução nas dimensões finais, demonstrou excelentes resultados em termos atenuação de sinal.

A tabela 2 resume esses resultados que guiarão outros pesquisadores a decidir para cada aplicação o comportamento que mais atende sua necessidade, um maior nível de redução de dimensões, ou um maior ganho no comportamento de propagação.

TABELA 2. Desempenho das antenas.

Características	N0	N1N	N1N-R	N1P	NIP-R
S_{11} (dB)	-39.7	-39.54	-39.29	-43	-49.9
Redução (%)	--	--	16	--	4.4
Ganho (dB)	4.58	2.87	3.14	4.38	4.58

Agradecimento

Os Autores SANTOS, I.B.M. e NORTE, M.M. agradecem o apoio de pesquisa do Laboratório Maxwell de Micro-ondas.

Referências

- [1] C. A., BALANIS, Antenna Theory-analysis and Design. 2. ed. **New York: John Wiley & Sons**, 1997.
- [2] DE OLIVEIRA, Alexandre M. et al. A palm tree antipodal Vivaldi antenna with exponential slot edge for improved radiation pattern. **IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters**, v. 14, p. 1334-1337, 2015.
- [3] E. E. C. Oliveira, P H. F. Silva, **Miniaturização de Antenas Tipo Patch Retangular em Microfita Utilizando a Curva Fractal de Koch**. III Congresso de Pesquisa e Inovação Tecnológica da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, Fortaleza, 2008.
- [4] E. E. C. Oliveira, P H. F. Silva, **Antenas de Microfita Com Patch Quase-fractal para Aplicações em Redes WPAN/WLAN**. Dissertação de Pós-Graduação da em Engenharia Elétrica e de Computação da UFRN, Natal, 2008.
- [5] I.B M. Santos, A. M. De Oliveira, Estudo de Efeito dos Fractais em Antenas Planares. II Workshop de Micro-ondas – Antenas Planares de micro-ondas de banda larga, Suzano, 2016.