ESTUDO DE VIABILIDADE DE PERFIL FRACTAL EM ANTENAS *PATCHES*

Santos, I.B.M.1, Norte, M.M.2, Fernando, P.M.N.R3, De Oliveira, A.M.4

1 Graduando em Engenharia Elétrica/Eletrônica, Bolsista UNIP, Campus Santos/Rangel, islanebahiano@gmail.com
2 Graduando em Engenharia Elétrica/Eletrônica, Bolsista UNIP, Campus Santos/Rangel, marcos.norte@hotmail.com
3 Mestre em Física, UNIP, Campus Santos/Rangel, paula.coordeng@gmail.com
4 Doutor em Engenharia Elétrica, Laboratório Maxwell de Micro-ondas, IFSP, amanicoba@labmax.org

Resumo – A comunidade científica muito tem pesquisado no sentido de obter a maior eficiência de propagação de ondas eletromagnéticas, agregando a isso redução de tamanho e baixo custo de produção de antenas planares. A aplicação de perfis fractais nas antenas manipula o perfil de propagação em diversos aspectos como frequência ressonante, perdas de retorno e diretividade. Esse trabalho tem o foco de determinar não só novos padrões fractais de antena, como também mapear os comportamentos que cada tipo de fractal aqui proposto age nas antenas para que os pesquisadores possam escolher qual fractal mais atende suas necessidades, além de definir novas metodologias rastreáveis e confiáveis no projeto de novos dispositivos. Além do uso de equações conceituais consolidadas no meio acadêmico, a pesquisa propõe novas abordagens que aumentaram a eficiência desse importante elemento passivo, quanto ganho de produtividade na concepção conceitual de novos projetos.

Palavras-chave: antenas patch; fractal; miniaturização; redução.

INTRODUÇÃO

O trabalho 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 entre 0,9 à 1,9 . O modelo de fractal que será utilizado é o fractal de Koch [3], os cálculos fundamentais para projetos de patch retangulares encontradas em Balanis serão de base para antena retangular sem interação fractal [2], [1], [3], [4], [5].

Com base nas pesquisas voltadas à teoria de miniaturização [3], análise e manipulação das correntes de superfície por meio dos fractais [3], [5] busca-se aperfeiçoar o perfil de radiação e com ele seu ganho e dimensões finais da antena, para que a mesma seja facilmente montada em placas de circuitos impressos e arranjos de antenas. Esse trabalho tem também o objetivo de apresentar uma metodologia de projeto produtiva e eficiente.

METODOLOGIA

A exemplo do procedimento normalmente adotado para o desenvolvimento de antenas planares [2], foi dimensionado uma antena patch para a frequência de 1.9GHz. 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 [1], [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.

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

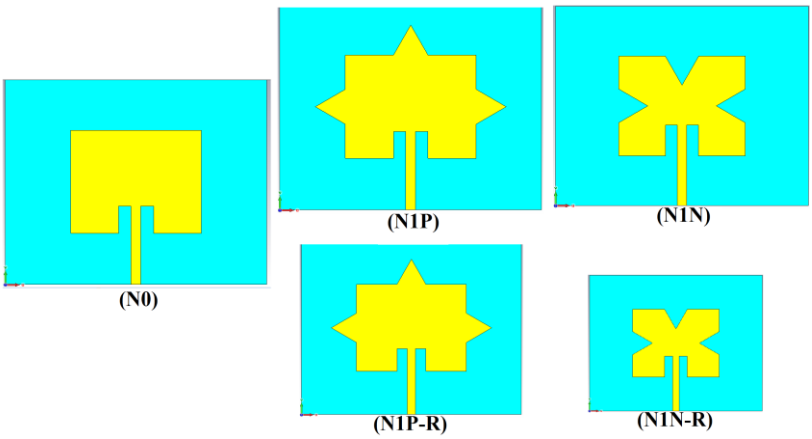

Figura 1. Modelos matemáticos desenvolvidos. N0 – Antena base sem fractal
N1P e N1N - Antenas fractais nível 1
N1P-R e N1N-R – Antenas miniaturizadas.
Fonte: ELABORADO PELO AUTOR–MODELAGEM POR SOFTWARE, 2017.

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	NIN-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

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

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).

A Figura 3 demostra 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.

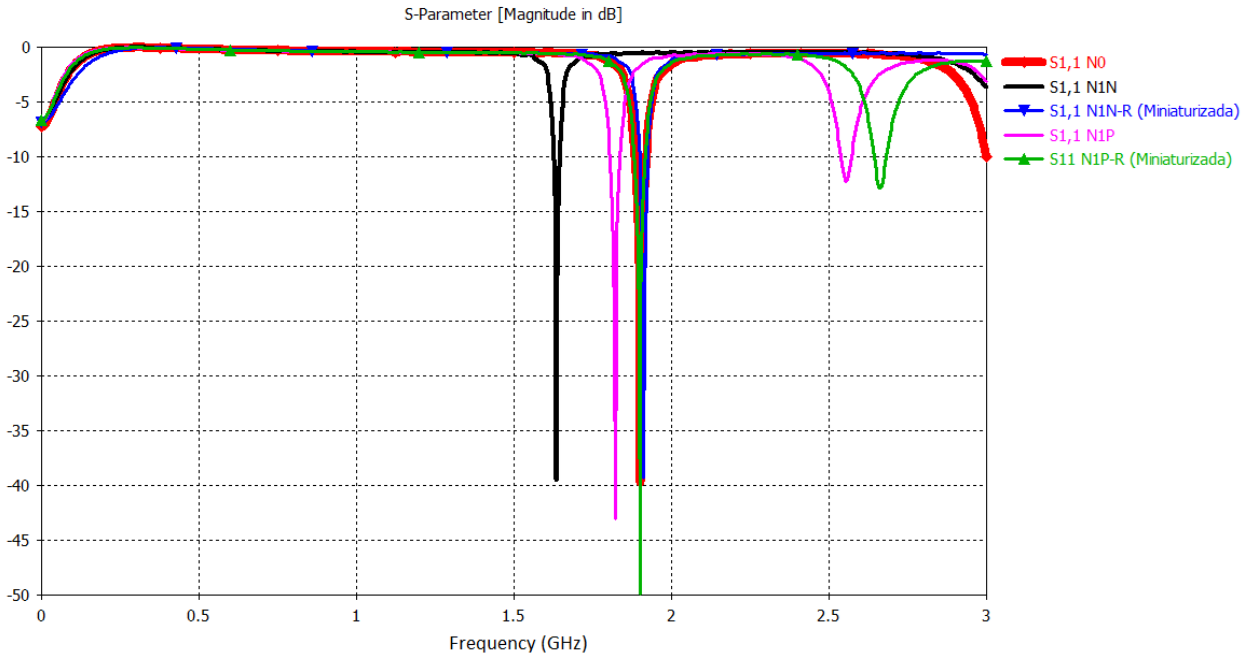

FIGURA 2. Sobreposição dos Parâmetros S_{11}.
Fonte: ELABORADO PELO AUTOR–SIMULAÇÃO POR SOFTWARE, 2017.

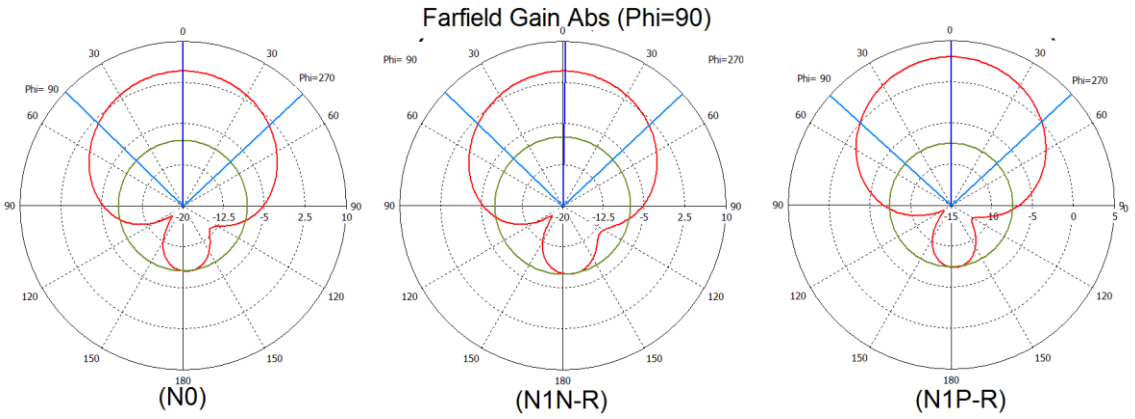

FIGURA 3. Ganho de campo distante para antena sem fractais e antenas miniaturizadas.
Fonte: ELABORADO PELO AUTOR–SIMULAÇÃO POR SOFTWARE, 2017.

CONCLUSÕES

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 outos 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. Performance 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

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

AGRADECIMENTOS

Os Autores SANTOS, I.B.M. e NORTE, M.M. agradecem a UNIP pelo fomento a pesquisa através do programa de bolsa de iniciação científica. Agradecem também o apoio de pesquisa do Laboratório Maxwell de Micro-ondas.

REFERÊNCIAS

[1] - A. M. De Oliveira, M. B. Perotoni, S. T. Kofuji, and J. F. Justo, “A palm tree antipodal vivaldi antenna with
[2] - C. A., BALANIS, Antenna Theory-analysis and Design. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1997.
[3] exponential slot edge for improved radiation pattern,” IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 14, pp. 1334–1337, 2015.
[4] - 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.
[5] - 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.
[6] - 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.