

TÍTULO
ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS DGS NO DESEMPENHO DE ANTENAS DE MICROFITA

Suely da Silva Oliveira¹ (IC), Fernanda R. da Silva (PQ)¹

¹Universidade Federal de Itajubá, campus Itabira

Palavras-chave: DGS. IEEE 802.11.AX. Wi-Fi

Introdução

Com o avanço da era digital e a crescente presença de dispositivos conectados, a demanda por comunicações sem fio de alta velocidade e confiabilidade atingiu níveis sem precedentes. Nesse contexto, o padrão IEEE 802.11ax, conhecido como Wi-Fi 6, surge como uma solução inovadora, oferecendo maior eficiência na transmissão de dados e melhor desempenho em ambientes densamente povoados [1]. Paralelamente, os sistemas de comunicação móvel exigem dispositivos de transmissão e recepção cada vez mais otimizados e versáteis [2].

As antenas de microfitas têm se destacado como uma alternativa promissora para atender essas demandas, graças a características como perfil reduzido, leveza e facilidade de fabricação. Uma técnica amplamente utilizada para aprimorar o desempenho dessas antenas é a introdução de fendas no plano de terra, formando estruturas conhecidas como *Defected Ground Structure* (DGS). Essa abordagem tem sido explorada em diversas pesquisas voltadas ao desenvolvimento de filtros e antenas para tecnologias sem fio [3–7], permitindo melhorias significativas em parâmetros como ganho, largura de banda e eficiência de radiação. Além disso, a utilização de DGS pode contribuir para a mitigação de interferências entre canais adjacentes, ampliando a largura de banda e favorecendo uma melhor acomodação dos canais ao longo do espectro de frequência.

Entre as variantes das antenas de microfitas, destaca-se a antena *bowtie*, cuja geometria em forma de laço proporciona uma resposta de frequência mais ampla e polarização dupla, tornando-a adequada para aplicações em sistemas de comunicação sem fio e radar.

Neste trabalho, é realizada uma análise comparativa entre duas antenas de microfitas com patch *bowtie*, utilizando a mesma estrutura de patch e materiais, mas com diferentes configurações de DGS. As antenas foram projetadas com dimensões de 30x30 mm, visando operar nas faixas de 4 e 5 GHz, cobrindo

aplicações como Wi-Fi 6, redes 5G e sistemas de radar. As simulações foram conduzidas no software CST Studio. Os resultados mostraram que a antena com DGS composta por quatro retângulos, cada um contendo um quadrado pequeno, apresentou um coeficiente de reflexão S11 de -50 dB na frequência de 4,5 GHz. Esse desempenho reforça o potencial dessa configuração para aplicações em redes de próxima geração e sistemas de radar, evidenciando a importância de projetos bem elaborados para alcançar os benefícios esperados.

Metodologia

A- Criação da antena base

A antena proposta foi simulada no software CST *Studio*, as dimensões da estrutura base utilizada para o projeto da antena é apresentada na Figura 1. A Figura 2 e 3 apresenta as estruturas das DGS utilizadas.

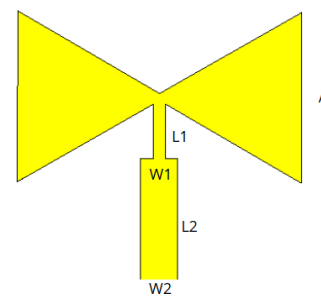


Figura 1– Dimensão da estrutura base da antena *bowtie*.

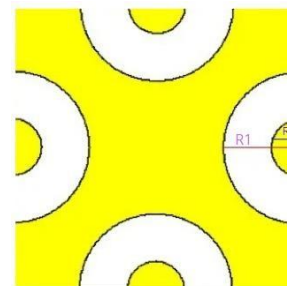


Figura 2– DGS da Antena 1.

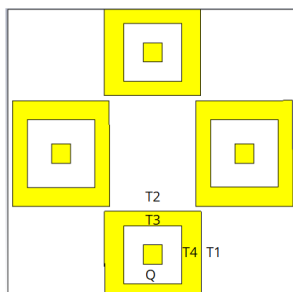


Figura 3– DGS da Antena 2.

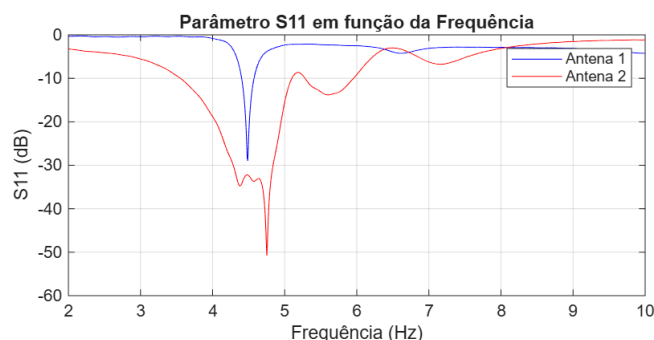


Figura 4– Comparação dos resultados para cada estrutura de DGS.

TABELA I. Dimensionamento da Antena

ELEMENTO	MM	ELEMENTO	MM
A	13,86	R2	8
L1	8,42	T1	9
W1	1	T2	10
L2	6	T3	6
W2	3	T4	6
R1	3	Q	2

O modelo da antena foi desenvolvido e simulado utilizando o software CST *Studio Suite*, amplamente reconhecido por sua precisão na análise de dispositivos de radiofrequência. Para o substrato, foi empregado o material FR-4 *lossy*, com dimensões de $30 \times 30 \times 1,6$ mm, devido às suas propriedades dielétricas estáveis e à ampla utilização em projetos de micro-ondas.

As estruturas defectivas no plano de terra (*Defected Ground Structure* – DGS), bem como os elementos radiantes da antena, foram modelados em cobre puro, com espessura de 0,03 mm, conforme os materiais disponíveis na biblioteca do CST. A modelagem considerou aspectos como geometria do patch, posicionamento do ponto de alimentação e detalhamento das DGS, garantindo fidelidade ao comportamento eletromagnético esperado.

Todo o processo foi conduzido por meio de simulação computacional, sem a fabricação física dos protótipos. Essa abordagem permitiu uma análise precisa dos parâmetros de desempenho, mantendo flexibilidade para ajustes geométricos e otimizações futuras.

Resultados e discussão

A Figura 4 apresenta os resultados das curvas de S11 x Frequência obtidos para cada uma das configurações.

O coeficiente de reflexão (S11), expresso em decibéis (dB), representa a fração da energia eletromagnética que é refletida de volta pela antena em relação à linha de alimentação. Valores mais baixos de S11 indicam melhor acoplamento entre a antena e o sistema de alimentação, resultando em maior eficiência de radiação. Em geral, valores inferiores a -10 dB são considerados satisfatórios, pois indicam que mais de 90% da energia incidente é efetivamente irradiada pelo elemento radiador.

A análise dos resultados revelou que a Antena 2 (retângulos + quadrados) apresentou desempenho superior em comparação à Antena 1 (quatro anéis nas extremidades). Sua frequência de ressonância foi observada em aproximadamente 4,5 GHz, ponto em que o coeficiente de reflexão (S11) atingiu cerca de -50 dB, indicando excelente acoplamento com a linha de alimentação e perdas mínimas por reflexão. Além disso, essa antena manteve valores de S11 inferiores a -10 dB em uma faixa mais ampla, o que evidencia uma maior largura de banda útil.

Essa característica é especialmente vantajosa para aplicações que exigem estabilidade e cobertura espectral mais ampla, como redes 5G, Wi-Fi 6 e sistemas de radar. Em contrapartida, a antena com patch circular apresentou seu melhor desempenho próximo a 4,9 GHz, com S11 em torno de -20 dB. Embora esse valor ainda represente um bom nível de acoplamento, sua largura de banda é mais restrita, o que pode limitar sua aplicabilidade em cenários que demandam maior flexibilidade espectral.

Dessa forma, conclui-se que a antena com patch quadrado se mostra mais eficiente dentro da proposta deste trabalho, por apresentar melhor acoplamento, maior largura de banda e frequência de operação central mais alinhada às faixas utilizadas em aplicações

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

modernas de comunicação sem fio.

A Figura 5 apresenta o diagrama de radiação da antena, com padrão bidirecional. O ganho máximo, de aproximadamente **2,06 dBi**, ocorre em $\theta \approx 169^\circ$. O segundo lóbulo, em $\theta \approx 349^\circ$, possui ganho inferior, estimado em cerca de **-3 dBi**. Os nulos de radiação estão em $\theta \approx 90^\circ$ e 270° , indicando baixa emissão nessas direções.

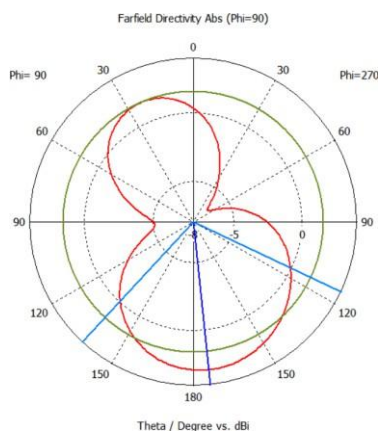


Figura 5– Diagrama de radiação da antena com DGS retangular para frequência de 4,5 GHz.

Os resultados indicam um desempenho satisfatório em termos de diretividade e eficiência, sendo compatível com os requisitos de aplicações em sistemas de comunicação sem fio.

Conclusões

Neste estudo, foi projetada e analisada uma antena de microfita com geometria *bowtie*, alimentada por linha de transmissão sobre plano de terra modificado com estruturas defectivas (DGS). Foram comparadas duas configurações: a Antena 1, composta por quatro anéis nas extremidades, e a Antena 2, formada por retângulos e pequenos quadrados. A análise dos parâmetros eletromagnéticos indicou que a Antena 2 apresentou faixa de operação mais ampla, com frequência de ressonância em 4,5 GHz, coeficiente de reflexão (S_{11}) de -50 dB e largura de banda superior a -10 dB em 1,57 GHz, evidenciando melhor acoplamento e maior eficiência na transmissão de sinal em relação à Antena 1. Esses

resultados evidenciam o potencial da Antena 2 para aplicações avançadas como Wi-Fi 6, redes 5G e sistemas de radar, onde largura de banda elevada, estabilidade de sinal e eficiência energética são requisitos fundamentais. O desempenho apresentado — com ganho consistente e baixa perda — reforça sua adequação a ambientes de alta demanda por conectividade.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação da UNIFEI.

Referências

1. J. F. Kurose e K. W. Ross, Redes de Computadores. Pearson Educ.,2004
2. Souto, Álef Huan Pereira. Análise das características de radiação de antenas de microfita na faixa de 3, 5 GHz utilizando ressonadores com geometria Matrioska. MS thesis. 2023.
3. Khandelwal, M. K.; Kanaujia, B. K.; Kumar, S. Defect ground structure: Fundamentals, analysis, and applications in modern wireless trends. International Journal of Antennas and Propagation, v. 2017, 2017.
4. Kumar, A.; Machavaram, K. V. Microstrip filter with defected ground structure: a close perspective. International Journal of Microwave and Wireless Technologies @Cambridge University Press and the European Microwave Association, v. 5, n. 5, p. 589–602, 2013.
5. Kumar, A.; Kartikeyan, M. V. Design and realization of microstrip filters with new defected ground structure (dgs). Elsevier: Engineering Science and Technology, an International Journal, 2016.
6. Melkeri, V. S.; Lakshetty, M.; Hunagund, P. V. Microstrip antenna with defected ground structure: A review. International Journal of Electrical.