cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Projeto de Metamaterial Absorvedor de Superfície Seletiva em Frequência em 24 GHz Baseado em Aprendizado de Máquina e Validação Experimental

Mohamad Osman Mourad [1]; Divani Barbosa Gavinier[2]; Jorge Tadao Matsushima[3];
Braulio Haruo Kondo Lopes[1]; Mauricio Ribeiro Baldan[1];
1. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; 2. Faculdade de Tecnologia de Taubaté; 3. Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos

Introdução

Superfícies Seletivas em Frequência (FSS) são amplamente utilizadas em absorvedores metamateriais devido a sua capacidade de controlar a resposta eletromagnética de estruturas periódicas. Entretanto, a otimização de suas geometrias pode demandar numerosas iterações e ajustes manuais dos parâmetros de projeto. Nesse contexto, modelos de aprendizado de máquina podem ser empregados para realizar o projeto inverso de FSS [2], utilizando as características eletromagnéticas desejadas como entrada e os parâmetros geométricos da estrutura como saída.

Objetivos

Esse trabalho tem como objetivo criar uma metodologia baseada em aprendizado de maquina para projetar a geometria de uma FSS visando a absorção de ondas eletromagnéticas na frequência de 24 Ghz.

Metodologia

Para gerar a base de dados destinada ao treinamento dos modelos de aprendizado de máquina, foram realizadas simulações eletromagnéticas utilizado o software FEKO. A fim de avaliar a consiabilidade dos resultados, duas geometrias de FSS, apresentadas na Figura 1, foram caracterizadas experimentalmente utilizando um Analisador de Redes Vetorial (VNA). As mesmas geometrias foram reproduzidas no FEKO, permitindo a comparação entre as respostas eletromagnéticas simuladas e medidas.

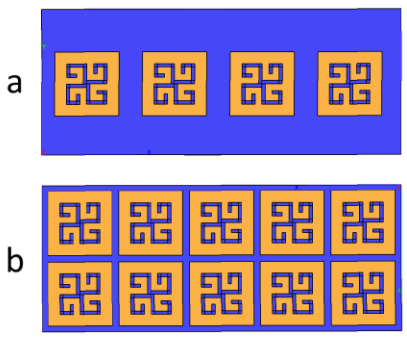


Figura 1. Geometrias a e b que foram caracterizadas experimentalmente e simuladas no FEKO.

Resultados e Discussão

As respostas eletromagnéticas simuladas no FEKO apresentaram boa concordância com os resultados semelhantes experimentais obtidos por meio do VNA, conforme observado na figura 2. As discrepâncias observadas podem estar associadas a tolerância de fabricação e as variações nas características geométricas e materiais das FSS. Essa concordância indica que o modelo computacional reproduz satisfatoriamente o comportamento eletromagnético das estruturas analisadas, fornecendo suporte à utilização do FEKO na geração da base de dados para o treinamento dos modelos de apresendizado de maquína.

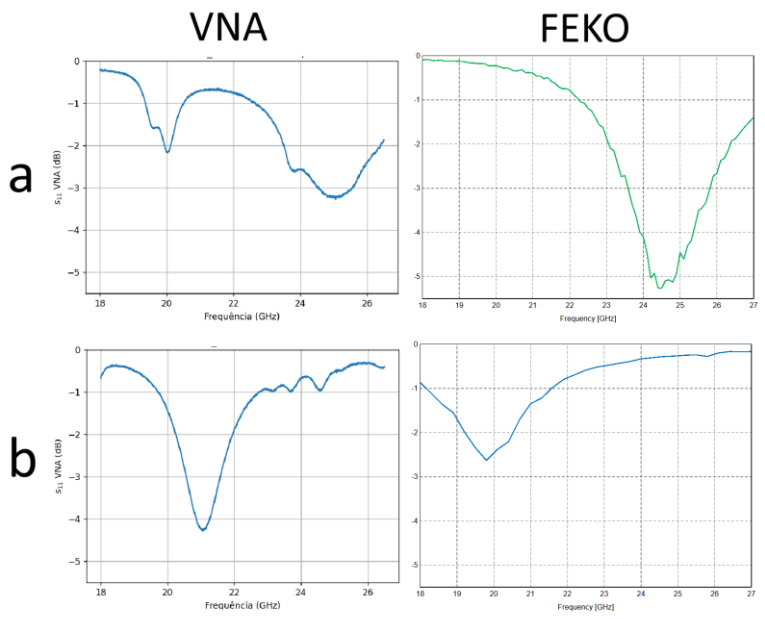


Figura 2. Respostas eletromagnéticas medidas no VNA e simuladas no FEKO das duas geometrias, a e b.

Conclusão

Como o FEKO demonstrou proximidade entre os resultados das simulações e as respostas eletromagnéticas medidas, ele pode ser usado como base da geração de dados que serão usados para treinar os modelos de aprendizado de maquina, que irão fazer o processo inverso.

Referências

[1] J. Tak, E. Jeong, J. Choi, Journal of Electromagnetic Waves and Applications, vol. 31, page 577 (2017)
[2] V.K. Sutrakar, P.K. Anjana, S. Kesharwani, S. Bisariya, 6th International Conference on Control, Communication and Computing, page 1-5, https://doi.org/10.1109/ICCC64910.2025.11077243 (2025)
[3] S. Sharma, R. Kumar, Physica Scripta, vol. 100, page 085530 (2025)