

Elaboração de material absorvedor de radiação eletromagnética poroso baseado em compósitos magnéticos para a banda X

Abda Cunha, Felipe Yamamoto, Braulio Lopes, Gabriel Reis, Ana Paula e Maurício Baldan

A. PREPARO DE AMOSTRAS

Resumo— O trabalho a seguir foi desenvolvido com o intuito de descrever o desenvolvimento de materiais absorvedores porosos baseados em compósitos magnéticos para a banda de frequências X. A espuma proposta se baseia em um compósito magnético baseado na dispersão de um aditivo magnético em uma matriz dielétrica de borracha de silicone. Foi induzida a inserção de porosidade no material, realizada por meio da cura da borracha de silicone sob determinado nível de vácuo. A avaliação do desempenho do material final foi realizada através do método do guia de ondas na configuração do ensaio de refletividade, auxiliado por um analisador de redes vetorial.

Palavras-Chave— Banda X, Compósitos magnéticos, Ensaio de refletividade, Analisador de redes vetorial.

Abstract— The following work was developed to describe the development of porous absorber materials based on magnetic composites for the X frequency band. The proposed foam is based on a magnetic composite based on the dispersion of a magnetic additive in a dielectric silicone rubber matrix. The insertion of porosity in the material was induced by curing the silicone rubber under a certain vacuum level. The performance evaluation of the final material was carried out using the waveguide method in the reflectivity test configuration, aided by a vector network analyzer.

Keywords— X band, Magnetic composite, Reflectivity test, Vector network analyzer.

I. INTRODUÇÃO

A faixa de frequências de 8,2 - 12,4 GHz, denominada banda X possui aplicações nas áreas aeronáutica, principalmente em radares de traqueamento de aeronaves e em antenas internas de algumas aeronaves, e aeroespacial nos sistemas de comunicação e monitoramento de satélites [1]–[3]. Os equipamentos eletrônicos, em específico as antenas, utilizadas nesses setores são suscetíveis a interferências eletromagnéticas e necessitam de uma proteção contra interferências externas para manter seu bom funcionamento [4].

No intuito de solucionar estes problemas relacionados a interferências eletromagnéticas, neste trabalho foi desenvolvida um compósito magnético poroso absorvedor de radiações eletromagnéticas com foco na banda X, sendo possível obter resultados de absorção de até 99,99%.

II. METODOLOGIA

Ábda Cunha, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, e-mail: abda.cunha@fatec.sp.gov.br; Felipe Yamamoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, e-mail: felipe.yamamoto@inpe.br; Braulio Lopes, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, email: braulio.lopes@inpe.br; Gabriel Reis, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, e-mail: Gabriel.reis13@fatec.sp.gov.br; Ana Paula, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, e-mail: ana.paula5@fatec.sp.gov.br; Maurício Baldan, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, e-mail: mauricio.baldan@inpe.br.

As amostras foram preparadas por meio da mistura de um aditivo magnético em uma matriz dielétrica, no caso a borracha de silicone, sendo que a porosidade foi inserida nas amostras através de uma técnica de processamento onde as amostras foram curadas em um ambiente sob pressão controlada. A Figura 1 ilustra as etapas de processamento para obtenção do compósito absorvedor poroso.

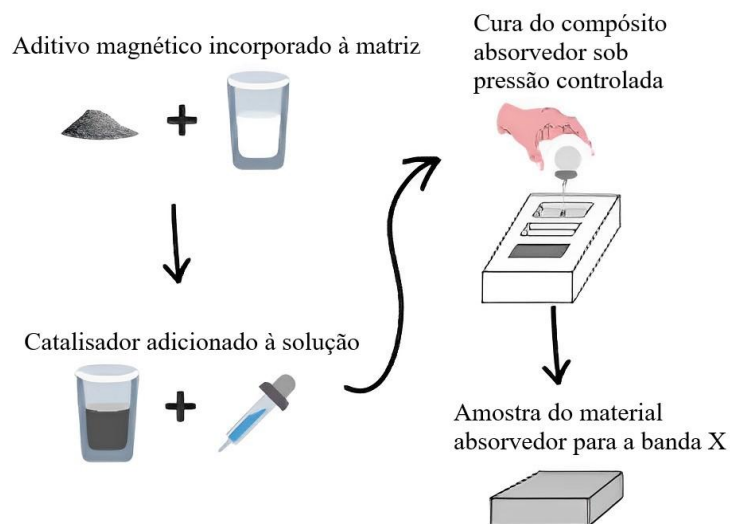


Figura 1. Diagrama ilustrativo do preparo de amostras. B. ENSAIO DE REFLETIVIDADE

Para obter a diferença entre o campo magnético incidente e o campo magnético refletido de uma amostra, será utilizado o ensaio de refletividade realizado no analisador de redes vetorial (Vector Network Analyser). Neste ensaio a amostra é posicionada no porta amostras, conhecido como offset, de um guia de ondas retangular da banda X, sendo que uma placa metálica é fixada junto ao offset de maneira que a amostras de estudo permaneça em contato com a placa, que irá impedir que ocorra a transmissão da onda incidente, assim apenas o portal transmissor da onda irá receber o sinal refletido, permitindo a análise do parâmetro de espalhamento S11 referente às reflexões na porta 1. A Figura 2 ilustra o sistema utilizado no ensaio de refletividade.

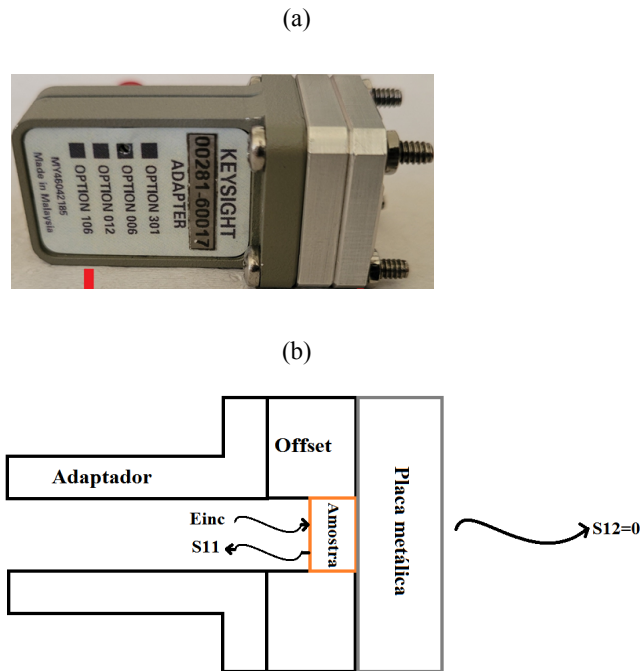


Fig. 2 (a) Foto do equipamento; (b) Esquema ilustrativo.

As dimensões da amostra para a banda X segue as mesmas dimensões do offset, de 10,22x22,88x9,77mm. Desta forma a onda irá atravessar o material absorvedor duas vezes, ocorrendo a atenuação do sinal por múltiplas reflexões e efeito joule, causado pela passagem da onda entre as múltiplas interfaces ar/compósito magnético do material absorvedor, assim quando o sinal voltar à porta emissora do sinal, será possível analisar a capacidade de absorção da amostra estudada [5]. Esta absorção é mensurada em unidade de decibéis, assim quanto menor o valor alcançado, maior a porcentagem de absorção do material analisado.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 3 ilustra os resultados de refletividade obtidos experimentalmente.

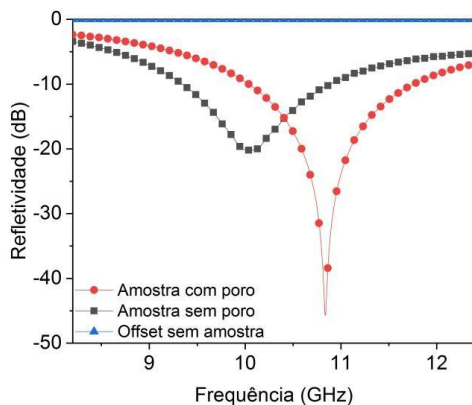


Fig. 3 Curvas de refletividade obtidas para amostras sem poros (preto), com poros (vermelho) e para o offset sem amostra (azul).

Ao analisar o gráfico obtido experimentalmente, nota-se um aumento na eficiência de absorção do material pelo simples fato de possuir porosidade em sua estrutura, fato que ocorre devido às múltiplas reflexões que acontecem quando a onda eletromagnética incidente passa pelo material com poros, sendo atenuada, além disso, a atenuação da onda também ocorre devido a polarização interfacial que efetua-se diversas vezes entre as interfaces ar/material, ocorrendo também o efeito joule. Havendo uma grande diferença entre a curva de refletividade da amostra sem poros e da amostra com poros, em que o material chega a absorver 99,99% para a frequência de 10,83GHz do sinal incidente, tornando-se notável a eficiência do fenômeno de múltiplas reflexões no compósito absorvedor. Desta forma podemos garantir uma absorção de pelo menos 90% entre as frequências de 10,03GHz-11,77GHz. Vale destacar que a inserção de porosidade no material contribui para a redução de seu peso, um fator determinante para aplicações aeronáuticas.

IV. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados pelo compósito magnético poroso desenvolvido foram satisfatórios, sendo alcançado uma atenuação de até -30db, ou seja, 99,9% de absorção do campo eletromagnético incidente, mostrando que a utilização do aditivo magnético ao silicone, em combinação com pressões controladas e o fenômeno de múltiplas reflexões podem proporcionar um compósito capaz de proteger estruturas de antenas de transmissão, e equipamentos eletrônicos dos setores aeronáuticos e aeroespacial.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) por fornecer toda estrutura necessária para o desenvolvimento deste trabalho, ao grupo de pesquisas MAPA do INPE por todo o suporte prestado.

REFERÊNCIAS

- [1] E. R. Stofan et al., "Overview of Results of Spaceborne Imaging Radar C, X-Band Synthetic Aperture Radar (SIR-C/X-SAR)," 1995. [2] B. Lund, H. C. Graber, and R. Romeiser, "Wind retrieval from shipborne nautical X-band radar data," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 50, no. 10 PART1, pp. 3800–3811, 2012, doi: 10.1109/TGRS.2012.2186457.
- [3] C. G. Jayalakshmi, A. Inamdhar, A. Anand, and B. Kandasubramanian, "Polymer matrix composites as broadband radar absorbing structures for stealth aircrafts," *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 136, no. 14. John Wiley and Sons Inc., Apr. 10, 2019. doi: 10.1002/app.47241.
- [4] P. A. Zhukov and V. Y. Kirillov, "The Use of Radar Absorbing Materials for Electronic Devices," in *Proceedings of the 2nd 2020 International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering, REEPE 2020*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Mar. 2020. doi: 10.1109/REEPE49198.2020.9059210.
- [5] B. H. K. Lopes et al., "X Band electromagnetic property influence of multi-walled carbon nanotube in hybrid MnZn ferrite and carbonyl iron composites," *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 9, no. 2, pp. 2369–2375, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.jmrt.2019.12.068.