

Diminuição da vulnerabilidade na Aviação de Transporte utilizando Material Absorvedor de Radiação (RAM)

Ernesto Naoto Iwama

Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA/CTA)

Pça Mal Eduardo Gomes 50, CEP 12.228-900, São José dos Campos – SP, Brasil.

naotoiwama@hotmail.com

Resumo - O fator detecção é de extrema importância que define entre a vida e a morte de dezenas de pessoas cumprindo uma Missão Operacional, dentro de uma aeronave, num cenário hostil de uma Guerra. Tecnologias de Guerra Eletrônica são essenciais e necessárias em aeronaves da Aviação de Transporte, e podem ser aplicadas nas mais diversas formas, sendo uma delas através da utilização de Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética, na qual emprega-se de materiais absorvedores com características dielétricas e magnéticas adicionado a uma matriz polimétrica e em tintas utilizadas para pintura de aeronaves.

Palavras-chaves – Aviação de Transporte, Materiais Absorvedores, dielétrica e magnética.

I - INTRODUÇÃO

A Aviação de Transporte realiza missões de caráter Operacional tais como Transporte Aéreo-Logístico e Transporte Aéreo-Terrestre, cujo Lançamento de Cargas e de Tropas Paraquedistas são de extrema importância num cenário hostil de uma guerra.

Para realizarem tais missões são necessários que as aeronaves, tais como o C-115 Búfalo, C-95 Bandeirante, C-130 Hércules e C-105 Casa 295 possam chegar ao destino de Lançamento sem serem detectadas pelos radares inimigos ou abatidos por mísseis de guiamento por RF.

Uma das táticas utilizadas hoje pela Força Aérea Brasileira é o voo de Navegação a Baixa Altura (NBA), na qual consiste de navegação por terreno, afim de não serem detectado pelos Radares.

Pelo fato destas aeronaves serem de grande porte, a sua presença torna-se de fácil detecção pelos radares devido ao grande valor do seu RCS (Radar Cross Section), tornando-a vulnerável.

Outro fator importante que deve ser levado em consideração é o fato de maioria das aeronaves atuais da Aviação de Transporte, não possuírem equipamentos

de Guerra Eletrônica, tornando-a totalmente vulnerável num cenário hostil de uma guerra, e sem capacidade de tomar suas Contramedidas Eletrônicas.

Por este motivo uma das soluções a fim de minimizar esta vulnerabilidade é realizar pintura das aeronaves de transporte, que realizam Missões Operacionais, utilizando Materiais Absorvedores de Radiação (RAM).

II - MATERIAL ABSORVEDOR DE RADIAÇÃO

De maneira simplificada pode-se dizer que os materiais absorvedores de radiação (RAM) promovem a troca de energia da radiação eletromagnética pela energia térmica, devido às características intrínsecas de determinados componentes, podendo-se citar alguns tipos de materiais carbonosos, polímeros condutores e ferritas. Esses materiais, quando atingidos por uma onda eletromagnética, têm a estrutura molecular excitada e a energia incidente é convertida em calor.

As características de absorção de um material absorvedor de radiação (RAM) [1] estão baseadas no fato de que as substâncias absorvem energia dos campos eletromagnéticos que o atravessam. Sobre o termo imaginário do índice de refração do material, o qual inclui os efeitos dos campos magnético e elétrico, é possível avaliar a dissipação de potência ou energia no material na forma de calor

A maioria dos materiais possuem características próprias de absorver determinadas faixas de frequências, não muito abrangentes, tais como 8GHz, 9GHz ou 12GHz. Porém é grande o desafio ainda de descobrir materiais que consigam absorver uma larga faixa do espectro, tais como de 2 a 20 GHz num único material.

Existem dois tipos de material absorvente de radar: o RAM dielétrico e o RAM magnético [2]. RAM magnético é bom em baixas frequência e o dielétrico em altas frequências. Geralmente combinasse os dois, como mostrado na fig 1.

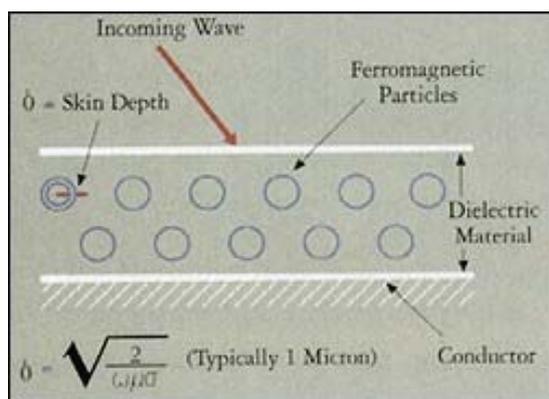


Fig 1 Combinação de material RAM magnético e dielétrico

A camada externa e interna são compostos magnéticos e refletem e fazem interferência destrutiva, e central é dielétrica e faz reflexo interno diminuir ainda mais.

Sendo assim, o objetivo deste estudo é descobrir um material que consiga obter o menor valor de refletividade, numa faixa de frequência mais ampla possível.

No entanto, deve-se ressaltar as limitações de se desenvolver um absorvedor para uma ampla faixa de frequência que seja homogêneo, de única camada e que obedeça às condições de Kramers- Kronig [3]. Temos de considerar ainda desenvolver blindagem com a menor espessura possível e de baixa densidade, a fim de diminuir seu peso. O material mais indicado são as ferritas à base de MgO.

III - PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO ADITIVO MgO-MnO-Fe₂O₄ E CORPO DE PROVA

O processo de fabricação do aditivo MgO-MnO-Fe₂O₄ seguiu, basicamente, a técnica de metalurgia do pó, sendo que foi eliminada a etapa de compactação do material. As principais etapas do processo são:

- Pesagem;
- Mistura do pó em moinho de bolas;
- Pré-cozimento em forno;
- Micronização;
- Sinterização 1350 °C;
- Micronização final

O pré-cozimento é realizado em atmosfera de oxigênio a 900 graus C em 30 minutos, com rampas de aquecimento e resfriamento de 200 graus C por hora. No primeiro processo de micronização faz-se a redução de partículas até atingir a dimensão de 10 μm ou menor. Em seguida, executa-se a sinterização do pó a 1350 graus C por 2 horas, também em atmosfera de oxigênio. Após este processo, a mistura é novamente submetida ao processo de micronização para atingir tamanho máximo de partícula de 10 μm. Os pós de ferrita obtidos são misturados com resina epóxi, na proporção de 50% do volume, para obtenção de revestimentos na dimensão de 30cm x 30 cm x 2 mm.

III – MEDIDA DE EFICIÊNCIA

Com a finalidade de se obter uma baixa detecção, uma grande porcentagem da energia dos sinais do radar, que atinge o objeto, precisa ser absorvida ou espalhada por sua superfície.

A eficiência de um material absorvedor, ou o quanto um objeto está absorvendo da radiação incidente, é medida pela densidade do fluxo de energia refletida pelo objeto na direção do receptor do radar, medida esta denominada de Seção Transversal de Radar. A relação entre perda de reflexão (dB) e a porcentagem de absorção de sinal de radiação é obtida via medidas de refletividade, utilizando o método do Arco (NRL). Este método é o mais utilizado, em função do seu arranjo experimental simples e por permitir o ensaio com amostras de revestimento com diversos tamanhos e geometrias.

IV – EXPERIÊNCIA

O arco NRL é um dispositivo concebido no Laboratório de Pesquisa Naval dos Estados Unidos da América (*Naval Research Laboratory*) [4], como um meio de avaliar painéis absorvedores. O arco consiste, basicamente, de uma estrutura em madeira que permite fixar um par de antenas transmissora e receptora, tipo corneta, em uma variedade de ângulos. Cada corneta dependendo da frequência é colocada em um suporte móvel, em qualquer lugar desejado ao longo do arco. A amostra é posicionada sobre um pequeno pedestal no centro da curvatura do arco (Skolnik, 1970). A figura 2 mostra esse dispositivo adaptado e montado junto à câmara anecóica do Centro Técnico Aeroespacial.

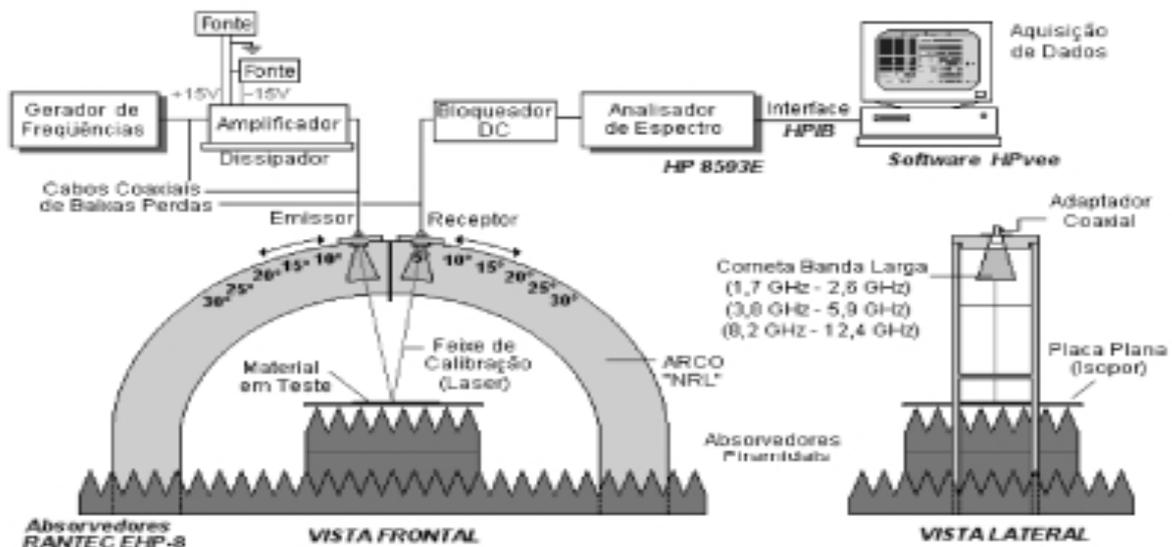


Fig 2 Esquema do arco de NRL com os acessórios, mostrando a estrutura ao longo da qual um par de cornetas pode ser ajustado e a amostra em teste posicionada no centro do arco.

V – RESULTADO DAS MEDIDAS

Foram verificadas três amostras de ferritas diferentes, para evidenciar as características de seletividade do espectro eletromagnético em função das suas composições estequiométricas. A Tabela I apresenta as formulações dos componentes MgOMnO-Fe₂O₄ verificadas [5].

Composição	Mn O (%)	MgO (%)	Fe ₂ O ₄ (%)
Amostra 1	10	60	30
Amostra 2	10	50	40
Amostra 3	16	9	75

Tabela I: Composição Estequiométrica das Amostras de Ferrita.

A figura 3 apresenta o comportamento do coeficiente de reflexão para as três amostras, com composição estequiométrica de ferritas distintas. Foi medido o valor mínimo de absorção de, aproximadamente, -0.7dB na mais alta frequência, 12 GHz. O maior valor de absorção encontrado foi na faixa de frequência de 9 GHz, correspondendo a -16 dB. Observa-se também uma clara seletividade de absorção da radiação eletromagnética em torno da frequência de 9 GHz para a amostra A3. A amostra A1 apresentou uma absorção com maior espalhamento sobre o espectro eletromagnético. A curva de absorção obtida para a amostra A2 ocupou a região intermediária entre as outras amostras.

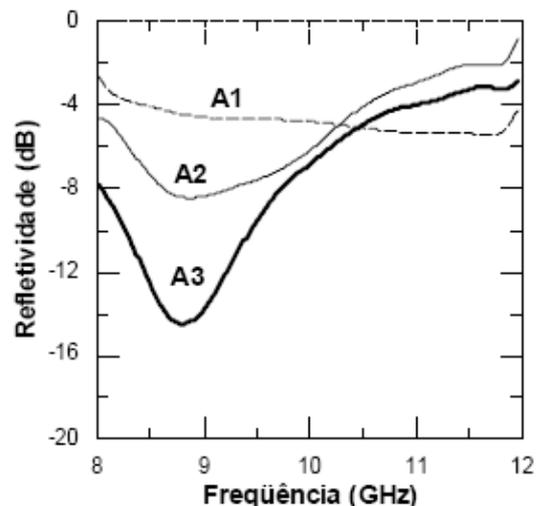


Fig 3. Níveis de absorção em função da frequência.

VI - CONCLUSÃO

Através destes experimentos pode-se verificar que a eficiência dos materiais absorvedores pode ser minimizada alterando-se as suas composições em porcentagens diferentes. Através dessas diferentes composições poderemos aplicar em aeronaves que desejarem não serem detectadas numa determinada faixa de frequência.

Podemos concluir que o uso de materiais absorvedores, em aeronaves da Aviação de Transporte, tornará eficiente contra sua detecção por Radares Aéreos ou por mísseis de guiamento por RF, podendo ser utilizada em larga escala, e assim minimizar a vulnerabilidade das nossas aeronaves.

REFERÊNCIAS

- [1] E. Knott, J. Shaeffer and M. Tuley, Radar Cross Section, 2ª Ed., Artech House, Inc., 1993.
- [2] JOSIANE DE CASTRO DIAS *Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)* FÁBIO SANTOS DA SILVA *Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)* MIRABEL CERQUEIRA REZENDE *Centro Técnico Aeroespacial (CTA)/Instituto de Aeronáutica e Espaço* INÁCIO MALMONGE MARTIN *Unicamp-IFGW*, Electromagnetic Radiation Absorbers with Aeronautical Applications
- [3] J.L.Wallace, "Broadband Magnetic Microwave Absorbers: Fundamental Limitations", IEEE Transactions on Magnetic, vol. 29, NO. 6, pp4209-4214, November 1993.
- [4] A. C. C. Migliano, F. S. Silva, I. M. Martin, J. C. Dias, M. C. Rezende, "Caracterização Experimental de Tintas Absorvedoras de Radiação" Eletromagnética, Anais do 6º Congresso Internacional de Tintas, vol.2, pp.453-460, Setembro 1999.
- [5] A. C. C. Migliano e C. A. Reis de Freitas. Instituto de Estudos Avançados – IEAv/CTA F. C. Lourenço de Melo Instituto de Aeronáutica e Espaço-IAE/CTA, Características de Absorção da Radiação Eletromagnética em Revestimentos Planos à Base de Ferritas de Mg-Mn