



XVII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 02 a 06/08/2010 - Viçosa – MG
Paper CREEM2010-SM-03

UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DE IMPEDÂNCIA ELETROMECAÂNICA PARA ANÁLISE DE PLACA DE MATERIAL COMPOSTO

Carlos Henrique Vasques, Natália Pinto e Vicente Lopes Junior

UNESP, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Curso de Engenharia Mecânica
FEIS - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Avenida Brasil, 56 - Centro - CEP 15385-000 - Ilha Solteira - SP
E-mail para correspondência: chvasques@gmail.com

Introdução

Compósitos avançados são obtidos pela combinação de materiais com diferentes características físico-químicas e mecânicas e pela utilização de diferentes processos de manufatura, necessitando esses desempenhar funções estruturais cada vez mais exigentes. Os trabalhos de pesquisa e desenvolvimento nesta área são cada vez mais importantes. A crescente utilização dos compósitos estruturais tem possibilitado a proposta de desenvolvimento de novos projetos estruturais, de modo a atingir com êxito os desafios da obtenção de componentes com funções múltiplas, atendendo requisitos de utilização como: menor peso, maior desempenho mecânico, transparência à radiação, resistência à erosão, entre outras.

Após décadas de uso restrito em alguns setores da indústria, devido ao seu custo de obtenção, os compósitos poliméricos estruturais, também denominados avançados, têm ampliado a sua utilização em diferentes setores da indústria moderna, com um crescimento de uso de 5% ao ano.

No entanto, estes materiais apresentam mecanismos de dano complexos que podem ser difíceis de detectar em estágios iniciais (Tsuruta, 2008). Os danos podem ocorrer durante a fabricação ou utilização, ou mesmo durante a manutenção. Em estruturas aeronáuticas, as maiores causas de dano estão ligadas a objetos que colidem com a estrutura ou carregam a mesma. Em vista disto, é de grande interesse detectar danos incipientes provocados por impactos em componentes estruturais constituídos de materiais compostos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é o de avaliar o uso de uma técnica de monitoramento de integridade estrutural baseada no conceito de impedância eletromecânica.

O método da impedância eletromecânica é uma técnica não destrutiva que utiliza o acoplamento eletromecânico de materiais piezelétricos colados à superfície da estrutura monitorada. Esta técnica se baseia na propriedade piezelétrica dos materiais para se obter uma impedância elétrica, cujo valor está diretamente relacionado à impedância mecânica da estrutura na qual a pastilha de PZT esteja colada ou inserida. Por esta razão é chamada de impedância eletromecânica.

Materiais piezelétricos, ou PZT - zirconato titanato de chumbo, possuem uma característica não usual, pertencem à classe dos dielétricos que exibem significativas deformações quando expostos a um campo elétrico (o material funciona como um sensor) e, inversamente, produzem polarização elétrica em resposta a aplicação de tensões mecânicas (aqui o material funciona como um atuador), por isso são viáveis ao método de impedância eletromecânica.

Objetivos

Análise da resposta elétrica de uma placa feita de material compósito quando submetida a variações de carga. Para isso, necessitou-se do estudo de material piezelétrico, já que este é responsável pela transdução entre impedâncias mecânica e elétrica. Observar a diferença em resposta entre a estrutura livre e a estrutura com danos.

Metodologia

Como estrutura em análise, utilizou-se uma placa feita de material compósito, a base de fibra de carbono, com dimensões de 100 x 100 mm. Nesta placa, foram colados nove PZTs, mas para este experimento, em específico, foi utilizado apenas um na região média da estrutura.

Os terminais do PZT foram conectados a uma placa de aquisição de dados da "National Instruments", através de um resistor utilizado por segurança. A placa de aquisição conectada ao computador se comunica com um programa de análise de impedância. Primeiramente, foram colhidos dados de impedância elétrica da placa sem carga, e em seguida, foram feitas mais duas medições de impedância com uma carga de 50 g a 40

e a 80 mm do PZT em questão. O sinal utilizado foi o Chirp de 0 a 125 kHz para todas as medidas, a taxa de amostragem foi de 250 kS/s com 65536 amostras que resultam em uma resolução de frequência de aproximadamente 3,82 Hz. Os gráficos de resposta foram coletados e em seguida, as curvas foram comparadas pelo índice RMSD (Root-Means-Square Deviation – Bitencourt et al., 2007), Eq. (1):

$$M = \sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{[Re(Z_{i,1}) - Re(Z_{i,2})]^2}{[Re(Z_{i,1})]^2}} \quad (1)$$

Resultados Experimentais

A Figura 1 mostra os sinais de resposta da impedância elétrica em relação a faixas de frequência para: a placa sem carga (*baseline*), a placa com dano distante de 40 e 80 mm do PZT (dano10 e dano 20, respectivamente). A Fig. 2 mostra a comparação entre os picos obtidos através do índice RMSD:

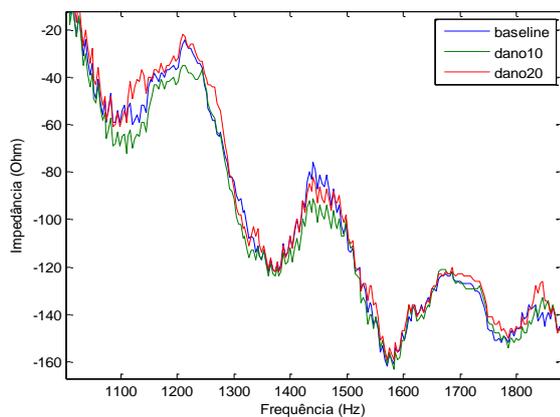


Figura 1. Curvas obtidas que relacionam a estrutura sem carga e com cargas a diferentes distâncias.

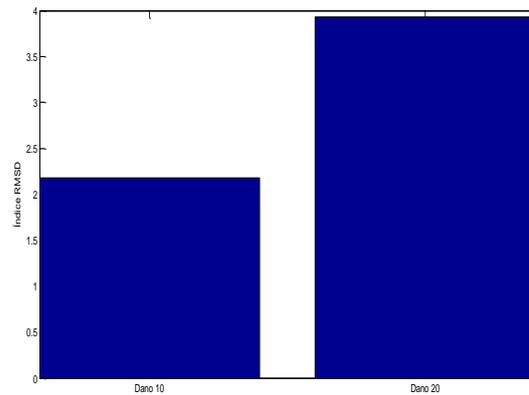


Figura 2. Índice RMSD – comparação entre picos.

Conclusões

O método de monitoramento de integridade estrutural baseado na impedância eletromecânica tem um papel importante na simulação e análise de estruturas e seus esforços mecânicos. A utilização do PZT é de suma importância, porque é ele quem faz a transdução entre esforço mecânico aplicado e sinal elétrico gerado.

Esta técnica pode ser aplicada a novos experimentos onde se deseja uma diminuição de peso e melhor qualidade da estrutura através do uso de materiais compósitos, como por exemplo, na indústria aeronáutica.

Agradecimentos

Agradecemos ao GMSINT – Grupo de Materiais e Sistemas Inteligentes da UNESP de Ilha Solteira devido à ajuda no desenvolvimento do projeto, e ao apoio proporcionado pelo INCT/CNPq.

Referências Bibliográficas

- Tsuruta, K. M., "Monitoramento de Integridade Estrutural de Materiais Compostos sujeitos a Impactos empregando a técnica da Impedância Eletromecânica", Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 127p., 2008.
- Bitencourt, T. F., Steffen Jr., V, "Monitoramento da Integridade Estrutural de Aeronaves", Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 18p., 2007.