

MÉTODO DA IMPEDÂNCIA PARA DETECÇÃO DE FALHAS ESTRUTURAIS UTILIZANDO TRANSDUTORES PIEZELÉTRICOS

Natália Pinto, Carlos Henrique Vasques e Vicente Lopes Junior

UNESP, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Curso de Engenharia Mecânica
Avenida Brasil, 56 - Centro - CEP 15385-000 - Ilha Solteira – São Paulo
E-mail para correspondência: nataliapin@aluno.feis.unesp.br

Introdução

O aumento na produtividade e rentabilidade do setor industrial leva as atuais indústrias a se preocuparem cada vez mais com a segurança de seus sistemas e equipamentos, tendo a necessidade de monitorá-los constantemente para rápida detecção e ação em caso de falhas.

Em sistemas reais, diversos parâmetros do sistema podem variar durante o processo, devido às características dos próprios materiais ou desgaste natural de seus componentes. Um sistema de monitoramento deve ser capaz de acumular informações necessárias sobre o dano ocorrido para que as ações apropriadas para restaurar o desempenho anterior da estrutura, ou pelo menos garantir segurança, sejam tomadas, Leucas, L.F. (2009).

O Método da Impedância é um ensaio não destrutivo para a caracterização de danos. Monitora-se então a variação da impedância mecânica no sistema e esta variação ocorre, pois a presença de um dano na estrutura provoca a alteração da rigidez e/ou massa da mesma, afetando, portanto, suas características dinâmicas, Bitencourt, T.F, Steffen Jr., V. (2009).

A dificuldade de medição da impedância mecânica através de transdutores convencionais, fez com que os pesquisadores recorressem a medição da impedância elétrica com o auxílio de estruturas inteligentes (materiais piezelétricos) acoplados à estrutura. Essa gama de materiais possui capacidade de se deformarem mecanicamente em resposta a um campo elétrico aplicado, produzindo polarizações dielétricas em resposta a deformação mecânica (efeito direto ou sensor). Assim, qualquer mudança na impedância elétrica medida é considerada uma mudança na impedância mecânica da estrutura, e conseqüentemente, um indicativo da presença de dano.

Objetivos

Utilizar uma técnica de monitoramento real e não destrutivo (método da impedância eletromecânica), para a detecção de falhas estruturais em chapas de alumínio presas com um parafuso. Analisar diferentes respostas em frequência para estrutura submetida ao aperto do parafuso. Nesta técnica, o mesmo transdutor piezelétrico (PZT - Titanato Zirconato de Chumbo) é utilizado como sensor e atuador.

Metodologia

Sabe-se que, se devido ao uso, um parafuso se soltar, isto pode prejudicar a integridade de uma estrutura podendo levar a falhas. Testes experimentais foram realizados com duas chapas de alumínio com dimensões de 62 x 72 x 1,5 mm presas por um parafuso central (ver Fig. 1). O PZT foi colado em uma das extremidades da chapa, próximo ao parafuso. Através de um analisador de impedância e de uma placa de aquisição de dados (National Instruments), foram geradas curvas para as situações de ensaio. Foi utilizado um sinal Chirp de 0 a 125 kHz para todas as medidas, a uma taxa de amostragem de 250 kS/s, e foram feitas 65536 amostras que resultam em uma resolução de frequência de aproximadamente 3,82 Hz.



Figura 1 – Chapas de alumínio presas com um parafuso e detalhe do PZT acoplado à estrutura.

Resultados

As condições ensaiadas para o parafuso foram as seguintes: completamente apertado (baseline), levemente solto (dano) e após ter sido efetuado o reaperto.

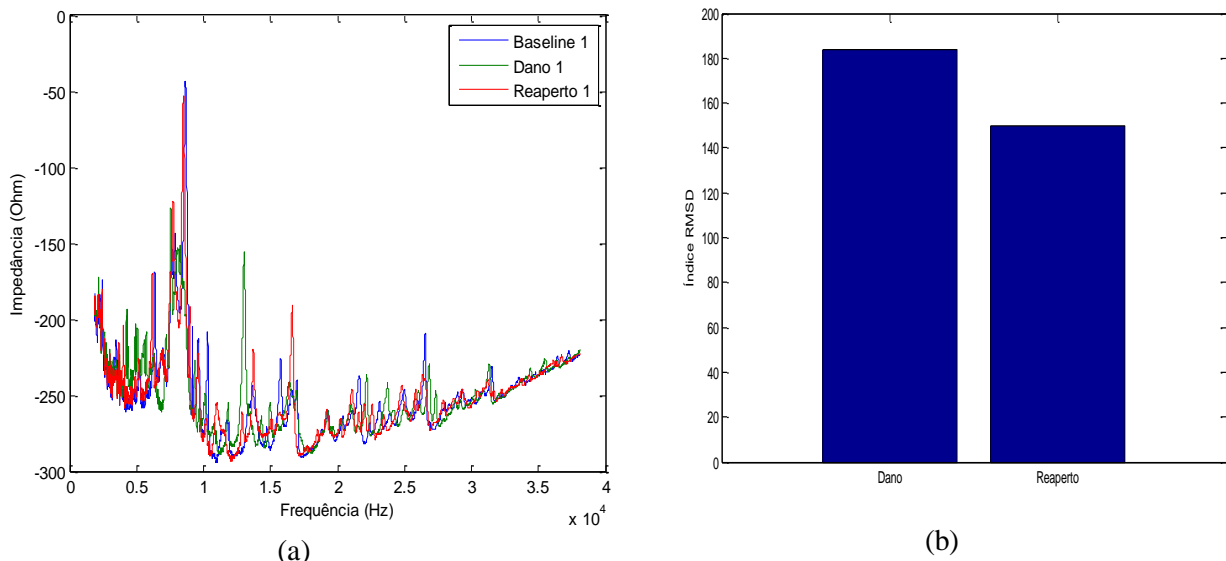


Figura 2 – (a) Curvas obtidas para baseline, dano (parafuso levemente solto) e reaperto. (b) Índice métrico (RMSD).

Verifica-se na Fig. 2(a) que a curva de reaperto tende a se aproximar da curva baseline (estrutura saudável). Entretanto, com o parafuso levemente solto, pode-se observar a discrepância da curva com relação à baseline indicando uma possível falha.

O índice RMSD (*Root-Means-Square Deviation*), calculado pela equação (1) abaixo e mostrado na Fig. 2(b), foi utilizado para detectar a falha:

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

onde $Z_{i,1}$ é a impedância elétrica da condição baseline, $Z_{i,2}$ é o sinal no mesmo PZT em uma condição desconhecida no intervalo de frequência i . Através desse índice, podemos quantificar o dano.

Conclusões

Pode-se concluir que a técnica de monitoramento da integridade estrutural baseada na impedância eletromecânica é eficiente tanto na detecção quanto na indicação da severidade de danos. Sua vantagem com relação a outras técnicas não destrutivas está na adequação desta para o monitoramento contínuo de estruturas em serviço.

Agradecimentos

Agradecemos ao grupo GMSINT (Grupo de Materiais e Sistemas Inteligentes), pelas idéias construtivas e incondicional apoio, e ao INCT/Cnpq pelo incentivo à esse projeto.

Referências Bibliográficas

- Bitencourt, T. F., Steffen Jr., V., “Monitoramento da Integridade Estrutural de Aeronaves”, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 18p., 2009.
- Leucas, L. F., “Utilização de Técnicas de impedância Eletromecânica e Ondas de Lamb para Identificação de Danos em Estruturas com Rebites”, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 58p., 2009.