



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

ANÁLISE TEÓRICA E EXPERIMENTAL DE SISTEMAS *ENERGY HARVESTING* EM ABSORVEDORES DINÂMICOS DE VIBRAÇÃO.

Vitor Hugo da Silva Dantas de Moraes, Vinícius Fernandes, Camila Gianini Gonzalez, Edson Luiz Valverde Castilho Filho e Gilberto Pechoto de Melo

UNESP, Universidade Estadual Paulista campus de Ilha Solteira, Curso de Engenharia Mecânica
Avenida Brasil, 56, Centro, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP
E-mail para correspondência: vitor.engmec@gmail.com

Introdução

Durante muito tempo, os conceitos de vibrações têm sido intensamente analisados devido a grande necessidade de implementações de técnicas que proporcione seu controle e atenuação. Atualmente, pesquisadores de todo o mundo estão associando ao estudo de vibrações, técnicas para captura e armazenamento de energia elétrica a partir da energia cinética implícita a um sistema vibrante. Esta técnica é conhecida como *Power Harvesting* ou *Energy Harvesting* e, para proporcionar essa conversão de energia, utiliza transdutores eletromecânicos.

Para controle e atenuação de vibração destaca-se entre as técnicas a utilização de Absorvedores Dinâmicos de Vibrações (ADVs). Utilizando o princípio da anti-ressonância para gerar uma força de mesma intensidade e frequência, e sentido oposto à força de excitação, este sistema secundário atenua as vibrações de um sistema principal em uma determinada faixa de frequências. Intimamente ligado às técnicas de controle, este recurso pôde recentemente ser utilizado na prática com a ajuda de recursos digitais, visto que sua teoria já havia sido estudada no passado (Den Hartog, 1956). Um dos tipos de ADVs é o de lâmina vibrante (ADVLV). Suas principais vantagens são o baixo custo de sua instalação e a possibilidade de seu uso para atenuar vibrações simultaneamente em direções ortogonais devido às suas características de inércia, (Fernandes, 2008).

Princípios e técnicas de *Energy Harvesting* vêm sendo difundida e pesquisada com o intuito de aperfeiçoar a conversão de energia mecânica em elétrica. Esta conversão de energia pode ser feita através de transdutores piezoelétricos (PZTs). Estes PZTs possuem propriedades específicas que lhes permite transformar energia de deformação mecânica em carga elétrica e vice versa. Com esta característica esses materiais são capazes transformar energia mecânica (vibração) e converte-la em energia elétrica que pode ser utilizada por outros dispositivos.

Neste trabalho a idéia é utilizar absorvedores dinâmicos para atenuar vibrações de um sistema principal e concomitantemente produzir energia utilizando a vibração do absorvedor. Para isso foi acoplado à lâmina vibrante um material piezoelétrico.

Metodologia

Um estudo preliminar das frequências de atuação do mecanismo a que se pretende eliminar as vibrações define os primeiros parâmetros de construção do ADVLV, ou seja, a faixa de frequências na qual o absorvedor vai atuar.

O princípio de funcionamento de um ADV é variar parâmetros de sua estrutura para ajustar sua frequência natural de forma que seja igual à de excitação da estrutura primária. Neste caso os parâmetros a se ajustar são a posição de uma massa concentrada e o comprimento da lâmina. Para obtenção das frequências naturais da lâmina é realizada uma discretização através de elementos de viga com dois graus de liberdade por nó, deslocamento vertical (V) e flexão (ψ). A equação do movimento e as matrizes massa, rigidezes e amortecimento são obtidas usando a equação de Lagrange. A influência do acoplamento eletromecânica do PZT na lâmina, na obtenção das frequências naturais, é pequena.

A estrutura principal da qual se pretende absorver vibrações é uma mesa composta por um patamar suportado por quatro lâminas. Foram utilizados um gerador de sinais e amplificador para alimentar o excitador eletromecânico. Com o sistema montado foi acoplada uma carga (resistência) de 11 k Ω e medida a voltagem no PZT em carga. O aparato experimental pode ser visto na fig. 1.

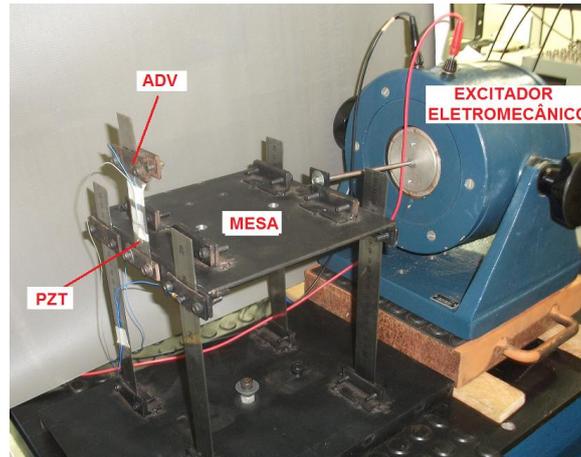


Fig. 1 – Aparato Experimental

Resultados Experimentais

As curvas foram obtidas utilizando uma placa de aquisição da *dSpace*[®], controlada por um software também da *dSpace*[®] e pelo *Simulink*[®].

A Figura 2 apresenta o deslocamento da mesa com e sem ADV. Calculando o valor RMS dos deslocamentos da mesa excitada a 16,7 Hz (igual à frequência fundamental da lâmina) o valor de absorção percentual foi de 59,54%.

A diferença de potencial obtida sobre a carga pode ser vista na fig. 3. O valor RMS deste sinal é de 0,0729 Volts. A impedância elétrica equivalente foi obtida para determinar a potência (48.3×10^{-6} W) na carga.

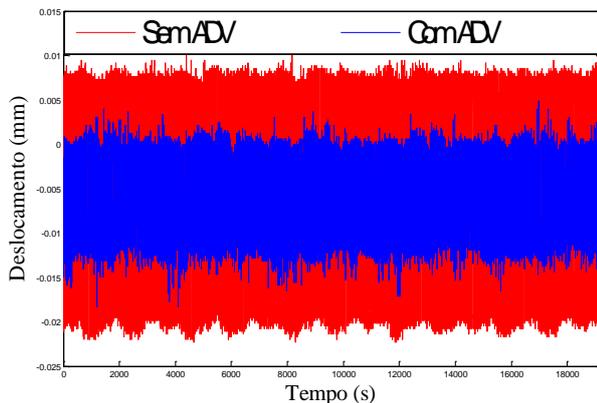


Fig. 2 – Deslocamentos da estrutura principal com e sem ADV.

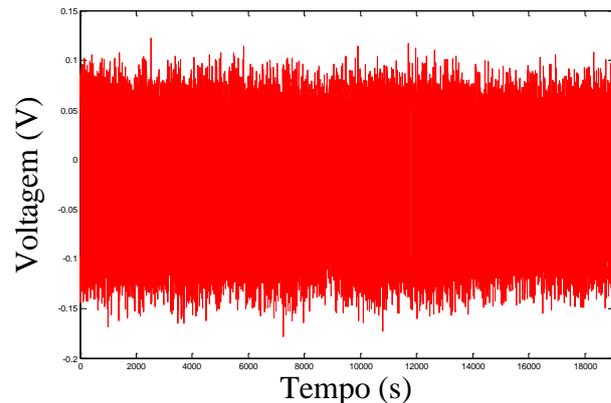


Fig. 3 – Voltagem no PZT.

Considerações Finais

Este trabalho propôs uma relevante investigação da implementação de sistema de *Energy Harvesting* em ADV. A influência gerada na dinâmica do ADV devido ao acoplamento eletromecânico foi pequena. Entretanto, essa interação entre os sistemas será melhor investigada em etapas futuras deste trabalho.

Referências Bibliográficas

- Den Hartog, J. P., “Mechanical Vibrations”, 4ª edição, Editora McGraw-Hill, New York, 1956.
- Fernandes, F. V., “Diagnose de Falhas via Observadores de Estado em Sistemas Mecânicos com Absorvedores Dinâmicos de Vibrações tipo Lâmina Vibrante”, Dissertação de Mestrado, Unesp – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira-SP, 2008.
- Lalanne, M., Berthier, P., “Mechanical Vibrations for Engineers”, 3ª Edição, Editora John Wiley and Sons, 1990.
- RAO, S., “Vibrações Mecânicas”, 4ª edição. Editora Pearson, 2009.