

AMORTECIMENTO DE VIBRAÇÕES EM ESTRUTURAS FLEXÍVEIS UTILIZANDO UM ELEMENTO PIEZOELÉTRICO CONECTADO A UM CIRCUITO TIPO SHUNT RESSONADOR

Silva, J.P.; Brandão, R. e Steffen Jr, V.

Faculdade de Engenharia Mecânica

Universidade Federal de Uberlândia

Campus Santa Mônica – 38400-902 Uberlândia – M.G.

Palavras chaves: Controle de Vibrações, Sistema Mecatrônico, Materiais Inteligentes

RESUMO

O problema do controle de vibrações em estruturas flexíveis assume uma importância cada vez maior ao se considerar que as estruturas aeronáuticas, aeroespaciais e automobilísticas são submetidas a solicitações dinâmicas que exigem alto desempenho. De uma maneira geral pode-se dizer que existem fundamentalmente duas formas de se controlar vibrações: a primeira delas utiliza sistemas ativos, ou seja, demanda uma eletrônica que pode ser bastante sofisticada em algumas aplicações e, a outra, envolve técnicas passivas, sendo mais simples e livres de problemas de estabilidade, por exemplo. O presente trabalho mostra uma técnica passiva, utilizando um elemento piezoelétrico (PZT) acoplado a um circuito elétrico ressonador, instalado sobre uma viga flexível com a finalidade de reduzir o nível de vibrações da mesma, conforme se verá a seguir.

Os materiais piezoelétricos, particularmente o PZT (zirconato-titanato de chumbo), tem sido estudados nos últimos dez anos, apresentando-se como uma alternativa importante para o controle de vibrações e ruído de estruturas flexíveis, tanto através de técnicas ativas como passivas.

Dentre as técnicas passivas para controlar vibrações, destaca-se o clássico absorvedor dinâmico de vibrações, que consiste basicamente de um sistema massa-mola que é acrescido a um sistema principal com a finalidade de, quando devidamente sintonizado, absorver as vibrações do sistema principal, podendo inclusive anulá-la, no caso do sistema principal ser não amortecido. Ocorre que um circuito elétrico RLC funciona de maneira semelhante a um sistema vibratório, inclusive apresentando as mesmas equações do movimento, feitas evidentemente as analogias necessárias entre o sistema mecânico e o sistema elétrico equivalente. Cabe salientar que a cerâmica piezoelétrica comporta-se como um capacitor.

Foram feitos estudos com materiais *piezoelétricos* usando um circuito tipo shunt ressonador, com o objetivo de atenuar vibrações em estruturas flexíveis. O circuito é constituído de um resistor e um indutor, que é acoplado com o elemento *piezoelétrico*, sendo que todos estão em paralelo, conforme mostra a figura 1. Os dados principais da viga utilizada acham-se na tabela 1. A tabela 2 traz os dados referentes ao elemento piezoelétrico utilizado. Através de um ajuste adequado do indutor e do resistor (processo de sintonização do circuito), obtém-se a procurada dissipação de energia de deformação da estrutura. Esta técnica é caracterizada como uma forma de controle passivo de vibrações. O sistema que foi testado é uma viga de alumínio, engastada-livre. O PZT (elemento

piezoelétrico) utilizado é o ACX Quick Pack modelo QP15N. Foi utilizado um acelerômetro para adquirir o sinal da vibração da viga (poderia ser um *strain gauge*, um outro PZT, ou ainda um filme PVDF) colocado do lado oposto da viga, e um amplificador de sinal. O PZT é colado na viga na região de maior energia de deformação, o que garante a maximização do efeito piezoelétrico.

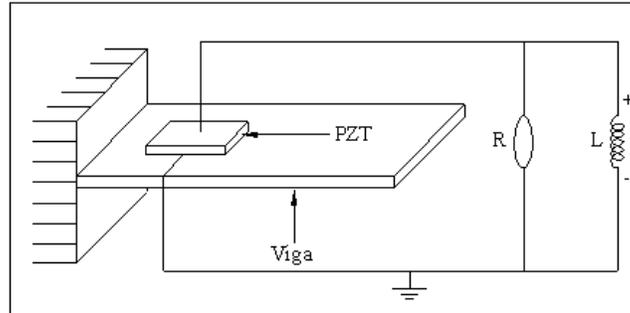


Figura 1 – Esquema básico do sistema mecatrônico

Tabela 1 – Características da viga utilizada

Comprimento [m]	Largura [m]	Espessura [m]	Material
0.255	0.031	0.003	alumínio

Tabela 2 – Características do elemento piezoelétrico

Comprimento [pol]	Largura [pol]	Espessura [pol]	Capacitância [nF]
1.81	1.81	0.005	alumínio

Geralmente o interesse sobre o comportamento dinâmico do sistema está numa faixa restrita de freqüências. No caso em tela, restringiu-se às três primeiras freqüências naturais, que foram tanto calculadas como determinadas utilizando o aparato experimental apresentado na figura 2, obtendo-se os seguintes resultados: 35.5 Hz; 218.8 Hz e 542.65 Hz. Nesta figura tem-se o esquema básico da montagem experimental utilizada.

A Figura 3 mostra um resultado típico da utilização do presente esquema de controle de vibrações, no caso para a segunda freqüência natural da viga engastada-livre, em torno de 218 Hz.

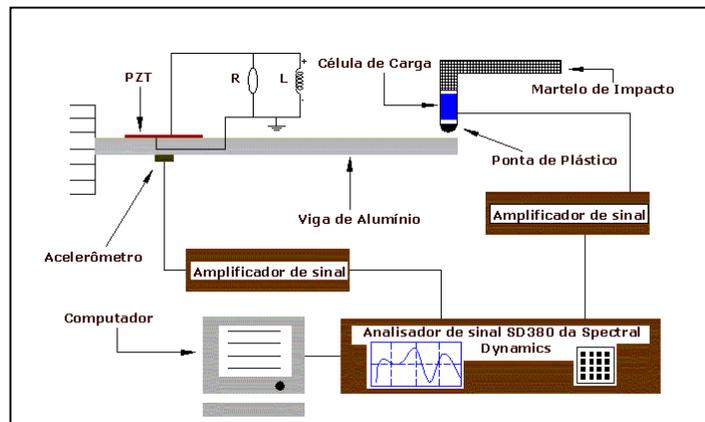


Figura 2 – Montagem experimental

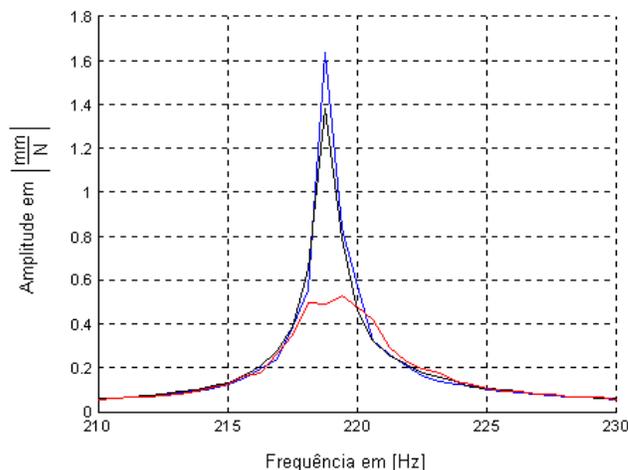


Fig. 3 – Redução da vibração da viga – 2^a frequência natural

O resultado acima demonstra a eficiência da técnica passiva para atenuação de vibrações de estruturas flexíveis. Devido ao espaço aqui disponível, escolheu-se mostrar apenas a segunda frequência natural, porém resultados igualmente significativos foram obtidos tanto para a primeira como para a terceira frequência. O trabalho está agora sendo estendido para estruturas mais complexas, como placas por exemplo, devido a seu grande interesse na indústria automotiva. Maiores informações podem ser encontradas na bibliografia abaixo.

BIBLIOGRAFIA

1. Riordan, R.H.S., "Simulated Inductors Using Differential Amplifiers," *Electronics Letters*, Vol. 3, No. 2, Feb 1967.
2. N. W. Hagood and A. Von Flotow, "Damping of Structural Vibrations with Piezoelectric Materials and Passive Electrical Networks," *J. Sound and Vibration*, 146, 2, 243 (1991).
3. N. W. Hagood and E. F. Crawley, "Experimental Investigation of Passive Enhancement of Damping for Space Structure," *J. Guidance, Control and Dynamics*, 14, 6, 1100 (1991).
4. S. Y. Wu, "Piezoelectric Shunts with a Parallel R-L Circuit for Structural Damping and Vibration Control," *Proceedings of the international Society for Optical Engineering*, vol. 2720, pp. 259-269, 1996.
5. Valder Steffen, Jr. and Daniel J. Inman, "Optimal Design of Piezoelectric Materials for Vibration Damping in Mechanical System," *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, vol. 10, pp. 945-956, 1999.