



## PROJETO OTIMIZADO DE ABSORVEDORES DINÂMICOS DE VIBRAÇÕES MULTIMODAIS

Murilo Borges Barros; Domingos Alves Rade.

O estudo realizado no âmbito da dissertação de Mestrado tem por objetivo desenvolver e avaliar experimentalmente uma metodologia de projeto otimizado de um absorvedor dinâmico de vibrações multimodal, com o intuito de reduzir o ruído emitido pela vibração de componentes de eletrodomésticos, em determinada banda de frequências. Será feita também uma otimização levando-se em conta as restrições de projeto estabelecidas pela Empresa interessada, bem como as variabilidades inerentes à construção da estrutura-base e do próprio ADV.

Em sua forma mais simples, os ADVs são essencialmente dispositivos de parâmetros concentrados de massa, rigidez e amortecimento que, uma vez acoplados a um sistema mecânico, são capazes de absorver a energia vibratória, reduzindo as amplitudes do movimento no ponto de conexão entre o ADV e o sistema no qual se deseja atenuar os níveis de vibração (Cunha Jr., 1999). Classicamente, os parâmetros de um ADV (inércia, rigidez e amortecimento) são escolhidos – diz-se então que os ADVs são sintonizados – para minimizar vibrações geradas por uma excitação harmônica com uma frequência fixa. Assim, o absorvedor tende a perder eficiência caso a frequência de excitação – ou um ou mais parâmetros construtivos do ADV – mudem, mesmo que ligeiramente. Para contornar esse problema, determina-se um conjunto de parâmetros que garanta amplitudes mínimas de vibração em uma banda de frequência a mais larga possível. Este procedimento é conhecido como de otimização do ADV. Diversos métodos de otimização foram propostos, a partir do trabalho pioneiro de Brock (1946) e Den Hartog (1956), baseados tanto no domínio do tempo quanto no domínio da frequência.

Na Figura 1, pode-se notar a função resposta em frequência (FRF) típica de um sistema de dois graus de liberdade, existindo, portanto, duas frequências naturais. A introdução do ADV permite a geração de uma anti-ressonância onde antes existia a ressonância.

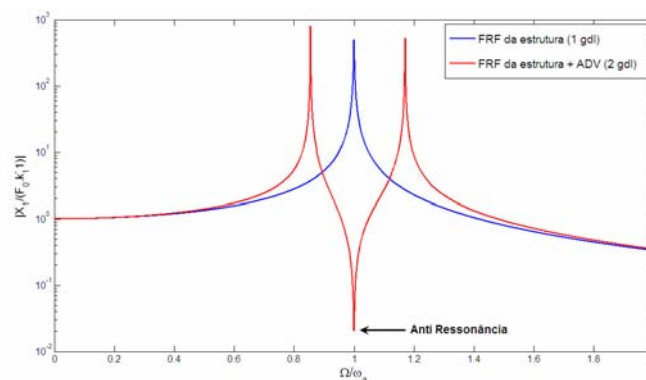


Figura 1: FRF da estrutura isolada e com o ADV acoplado.

Visando obter eficiência de controle em uma banda de frequência mais ampla, concebeu-se o ADV composto por várias vigas, com massas concentradas em suas extremidades, cuja geometria é mostrada na Fig. 2(b). A metodologia de projeto otimizado consiste em determinar, para cada viga, um conjunto de parâmetros geométricos que permitam posicionar anti-ressonâncias em valores pré-estabelecidos de frequência, dentro da banda de interesse. Os modelos de elementos finitos são desenvolvidos no *software* Ansys®. Visando minimizar o esforço computacional e permitir a aplicação do ADV a estruturas complexas, de difícil modelagem, utiliza-se uma técnica de acoplamento de sub-estruturas baseadas em Funções de Resposta em Frequência (Rade e Steffen, 1999).

A título de exemplificação, a Figura 2 mostra uma placa com um ADV multimodal fixado ao seu centro.

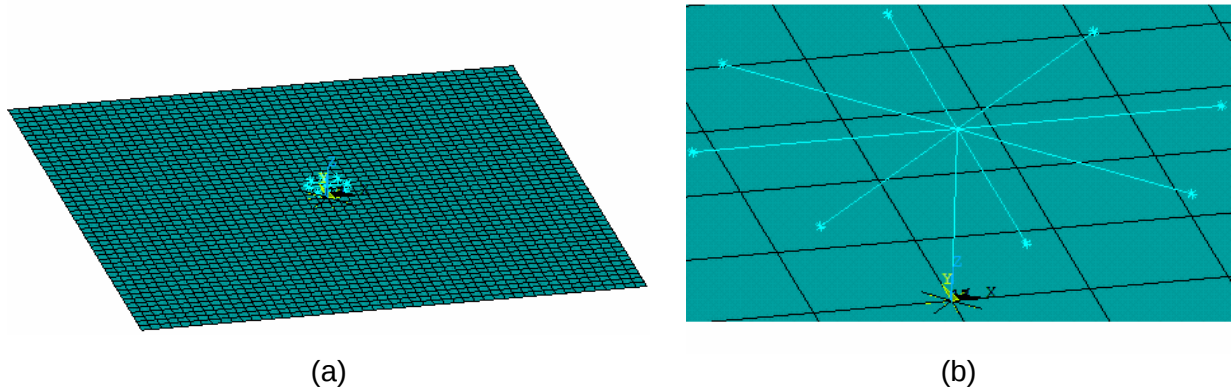


Figura 2: a) estrutura acoplada; b) detalhe do ADV

Tem-se, na Figura 3, a FRF da estrutura mostrada na Fig.2 com o ADV sintonizado para as quatro primeiras frequências de ressonância da placa. A curva em vermelho mostra a FRF do sistema placa+ADV, com ADV sem amortecimento e a curva em preto mostra a FRF do sistema com amortecimento modal de 2% inserido no ADV. Verifica-se que a anti-ressonância do sistema acoplado aparece exatamente onde existia a ressonância da placa isolada, caracterizando a influência do ADV na resposta da estrutura. Pode-se observar, também, que o amortecimento no ADV proporcionou reduções de amplitudes maiores quando comparadas com o ADV sem amortecimento. Os resultados evidenciam a eficiência da técnica de projeto ótimo, a qual, na sequência, será avaliada com dados experimentais. Realizou-se também, um estudo da variabilidade das FRFs, a partir das incertezas construtivas do ADV. Tais incertezas são inerentes do próprio processo de fabricação utilizado na confecção do ADV. A Figura 4 mostra a variabilidade que estão sujeitas as FRFs, impondo-se uma faixa de incertezas nas dimensões principais do ADV entre 98 e 102%, utilizando o método de Monte Carlo (Sobol, 1983)

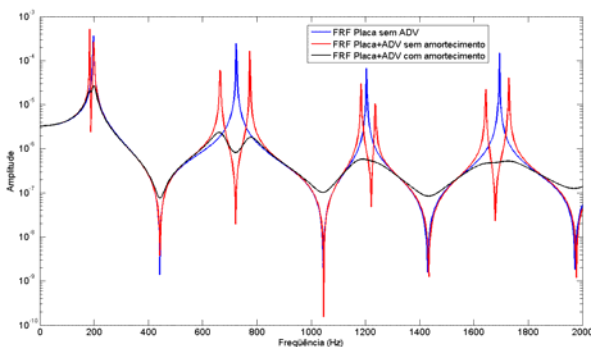


Figura 3: FRFs mostrando a atenuação do ADV nos quatro primeiros modos da placa.

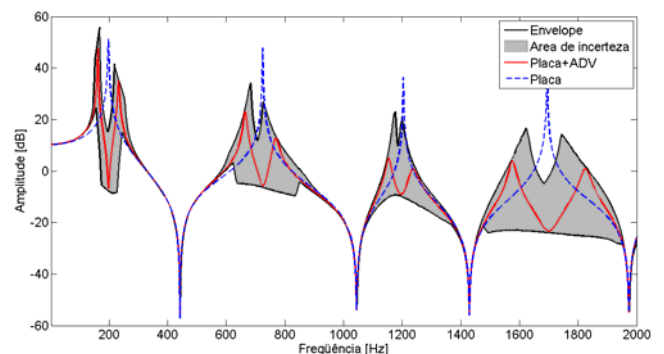


Figura 4: Variabilidade devido às incertezas construtivas do ADV.

## REFERÊNCIAS

- CUNHA JR. S. S. **Estudo Teórico e Numérico de Absorvedores Dinâmicos de Vibrações: Dissertação de Mestrado**, UFU, Uberlândia, MG, 1999.
- BROCK, J. E. **A Note on the Damped Vibration Absorber**: Trans. A.S.M.E., A284, 1946.
- DEN HARTOG, J. P. **Mechanical Vibrations**, 4th edition. McGraw-Hill, New York, 1956.
- RADE, D. A. AND STEFFEN JR., V. **Optimization of Dynamic Vibration Absorbers Over a Frequency Band**, Proceedings of the 17th International Modal Analysis Conference, Kissimee, FL, pp. 188-193, 1999.
- SOBOL, I. **O Método de Monte Carlo**, Editora Mir Moscou, 1983.