



20º POSMEC

SIMPÓSIO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Otimização dos Parâmetros Construtivos de ADV's em Estruturas.

Autor(es)
Ricardo Victória de HOLANDA.

Orientador:
Marcus Antonio Viana DUARTE.
CoOrientador:
José Luiz de Oliveira PENA.

Introdução:

Quando problemas de vibração ocorrem em faixas estreitas de frequências, a solução indicada é o uso de absorvedores dinâmicos de vibração. O absorvedor consiste de uma massa (m_2), fixado por uma mola de rigidez (k_2) a uma estrutura principal representado pela massa (m_1) e uma mola de rigidez (k_1), a qual possui problemas relacionados à vibração excessiva. A configuração do sistema está representada pela Figura 1, a qual apresenta os amortecimentos (c_1) e (c_2) da estrutura principal e do absorvedor respectivamente:

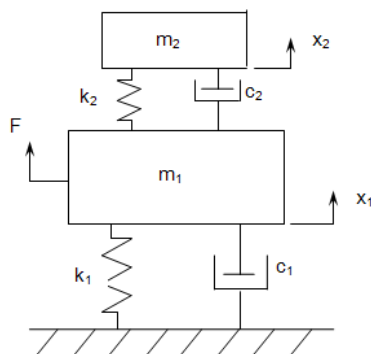


Figura 1 – Representação esquemática de um ADV.

O princípio básico de funcionamento do ADV é baseado na obtenção de sua frequência natural, de tal forma que adicionado ao sistema massa-mola principal tem sua frequência sintonizada com a frequência de ressonância do sistema principal sem absorvedor, o que faz com que a massa do absorvedor vibre fora de fase com a estrutura, e então aplique uma força de inércia em oposição à força de excitação.

Objetivos:

Verificar a eficácia das rotinas computacionais desenvolvidas em ambiente Matlab para o cálculo dos parâmetros construtivos dos absorvedores dinâmicos de vibração – ADV's. Será realizada a busca dos parâmetros ótimos através de rotinas de otimização dentro do ambiente Matlab, "Algoritmo Genético".

Metodologia:

Utilizando-se as rotinas para caracterização dos ADV's, foram realizados cálculos para atenuação da amplitude de vibração em uma viga. Posteriormente para validar os resultados obtidos, realizou-se simulações com o software ANSYS da estrutura "viga" com os ADV's instalados sendo medida as respostas a um carregamento harmônico. Foram comparadas as FRF's obtidas no Matlab com as do ANSYS.

Após a validação das rotinas foram realizados os cálculos dos parâmetros construtivos de ADV's instalados em uma placa de aço.

Simulação Computacional:

1°. Uma análise modal com o software ANSYS de uma viga de aço engastada-livre foi realizada para se obter frequências naturais e os vetores de deslocamentos ortonormalizados pela matriz de massa.

2°. Utilizando rotinas desenvolvidas em ambiente Matlab, de acordo com os trabalhos apresentados por "Espindola e Silva, 1992, Bavastri, 1996 e Da Cruz, 2006", foram realizados os cálculos dos parâmetros construtivos dos ADV's para três situações:

- I. Controle do segundo modo com instalação de dois ADV's fixados nos nós 7 e 14;
- II. Controle do terceiro modo com instalação de três ADV's fixados nos nós 4, 10 e 14;
- III. Controle de uma banda de frequência (2° e 3° modos), utilizando o método de Algoritmo genético.

3°. Uma análise modal com o software ANSYS de uma placa de aço engastada em todo o seu perímetro foi realizada para se obter frequências naturais e os respectivos vetores de deslocamentos ortonormalizados. Utilizando rotinas desenvolvidas em ambiente Matlab, de acordo com os trabalhos apresentados por "Espindola e Silva, 1992, Bavastri, 1996 e Da Cruz, 2006", foram realizados os cálculos dos parâmetros construtivos dos ADV's para controle do 3°, 4° e 5° modos de vibrar, com 3 ADV's fixados.

Resultados de Simulação:

1°. As frequências naturais e modos de vibrar obtidas ao se realizar a análise modal em um modelo simulado no *software* de elementos finitos foram utilizadas como dados de entrada para o cálculo dos parâmetros dos ADV's, e as formas de vibrar como indicativo da posição dos nós com maior deslocamento, portanto os locais onde seriam fixados os ADV's.

Tabela 1 – Frequências naturais – Análise Modal – Viga.

Frequências Naturais (Hz)									
1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	10 ^a
15,99	100,17	280,38	549,16	907,41	1355,2	1584,9	1893,0	2521,8	3243,3

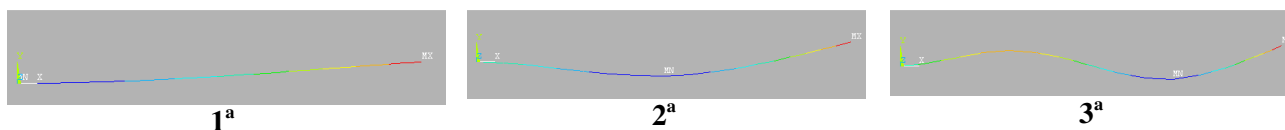


Figura 2 – Viga de aço e suas três primeiras formas de vibrar.

2°. Os parâmetros de massa, amortecimento e rigidez dos ADV's para controle do 2° modo foram calculados através das rotinas desenvolvidas, as FRF's dos sistemas primários (sem ADV's) e composto (com ADV's) da viga foram construídas em ambiente Matlab. Estes parâmetros foram introduzidos na estrutura simulada no Ansys com objetivo de validar as rotinas, conforme Fig 3.

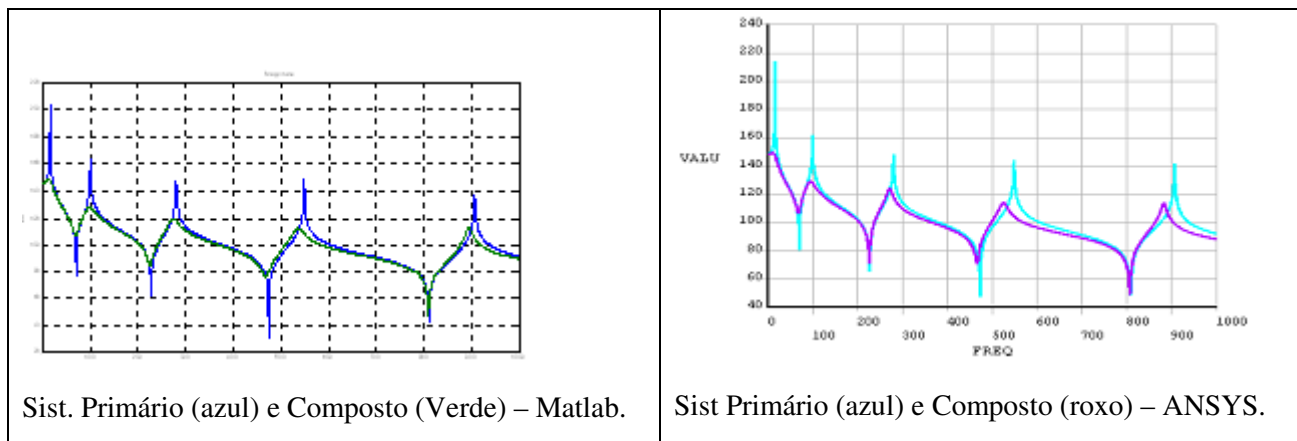


Fig. 3: Comparação das FRF's da viga geradas em ambiente Matlab e Ansys – com dois ADV's. Nas simulações foram obtidos resultados semelhantes portanto as rotinas foram validadas.

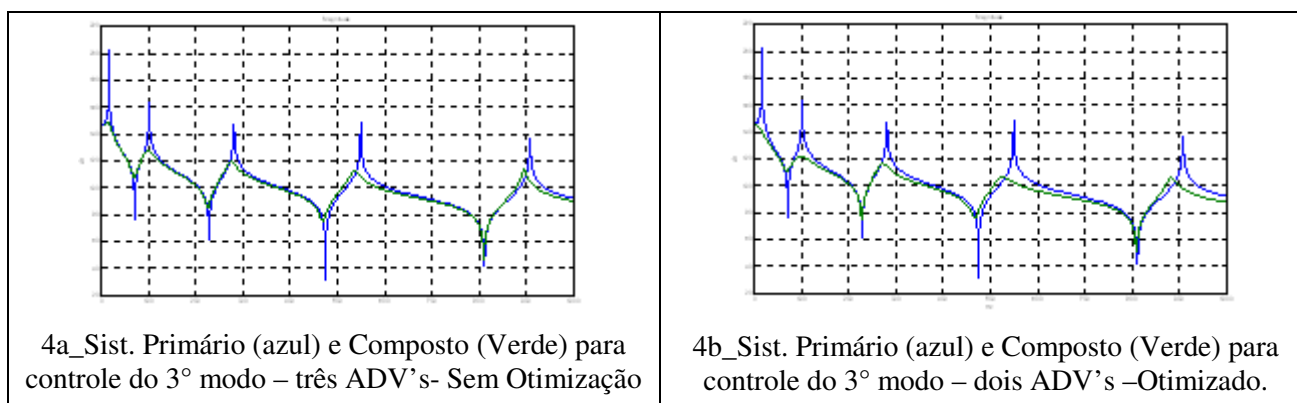


Fig. 4: Comparação das FRF's da viga com dois e três ADV's.

Foi observado que a atenuação obtida na simulação representada pela Fig. 4a com três ADV's fixados nas posições 4, 10 e 14, não apresentou resultados satisfatórios, em relação à redução da amplitude. Uma nova simulação foi feita, Fig. 4b, desta vez com apenas dois ADV's fixados nas posições 7 e 14. Obtendo-se resultado muito melhor. Este fato demonstra a importância do local de fixação dos ADV's.

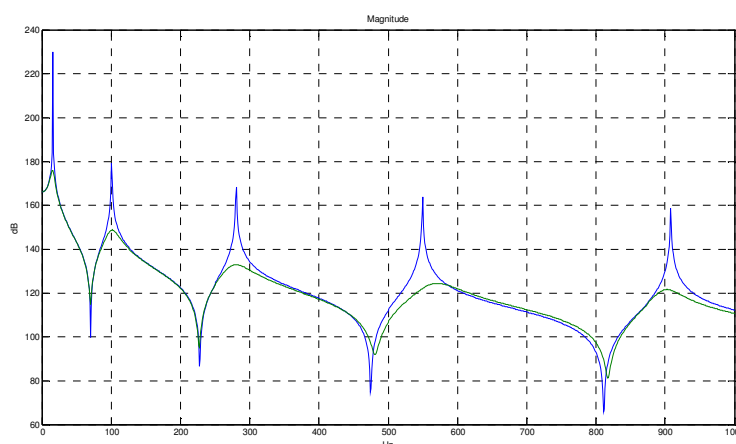


Fig. 5: FRF's da viga para controle do 2º e 3º modos com dois ADV's – com uso de Otimização.

A Figura 5 apresenta os sistemas primário e composto de uma viga com dois ADV's, onde foi utilizada uma rotina de otimização (algoritmo genético – toolbox do Matlab).

Com a rotina de otimização foi possível modelar os ADV's com frequências naturais distintas, o que melhorou seu efeito sobre a estrutura. Ao se comparar com a Fig. 3 e Fig. 4, onde o controle foi efetuado apenas sobre o 2º e 3º modos respectivamente, observa-se que o uso de ADV's com as mesmas características de massa e fator de perda do material viscoelástico, mas com sintonização em frequências distintas fornecem atenuação superior.

3°. A Figura 6 apresenta a FRF de uma placa de aço com aplicação de excitação harmônica.

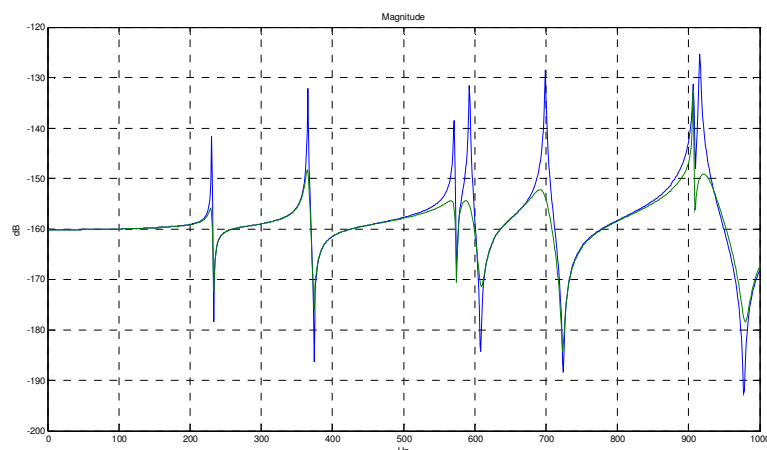


Fig. 6: FRF pontual de uma placa com três ADV's para controle do 2°, 3° e 4° modos.

Utilizando-se as formas de vibrar de uma placa modelada no software ANSYS como referência para se determinar onde se encontram os ventres dos modos de vibrar, pontos ideais para fixação dos ADV's, foram calculados os parâmetros de três ADV's para o controle da banda de frequência que envolve-se o 2°, 3° e 4° modos.

Conclusão:

A relação de massas utilizadas foi de 0,1, pela técnica de Den Hartog, 1968, isto significa que a massa do ADV na viga seria de 0,2054 Kg, no entanto utilizando-se a técnica de Espindola e Silva, 1992, o valor da massa para um ADV é de 0,0511 Kg e para três ADV's 0,0257 Kg.

A validação dos parâmetros dos ADV's obtidos com as rotinas computacionais desenvolvidas em ambiente Matlab, foi confirmada quando os mesmos foram utilizados para simulação com software ANSYS.

Na otimização dos parâmetros construtivos dos ADV's através do uso de AG, ocorreram diferenças significativas no controle das formas de vibrar, ao se sintonizar os ADV's em frequências distintas. A localização dos ADV's é um fator de forte influência na atenuação dos efeitos vibratórios da estrutura, conforme se verificou ao se ter uma redução maior com uso de dois ADV's ao invés de três ADV's.

Na terceira simulação, placa metálica com três ADV's fixados, que utilizando as técnicas de Espindola e Bavastrri para o cálculo dos parâmetros dos ADV's se obtém uma grande atenuação na vibração na banda de interesse.

Referências

BAVASTRI C. A. **Redução de Vibrações de Banda Larga em Estruturas Complexas Por Neutralizadores Viscoelásticos**, Tese, UFSC, 1997.

DA SILVA, C. T. **Projeto e Localização Ótimos de Sistemas de Neutralizadores Dinâmicos Viscoelásticos Usando Algoritmos Genéticos**. Curitiba, Paraná: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2005.

J.P. Den Hartog, **Mechanical Vibration**, McGraw-Hill, 1956.