

Implementação em linguagem MATLAB de uma técnica de análise modal operacional de estruturas.

João Pedro B. Valente*, Gustavo H. Siqueira, José Luiz Antunes de Oliveira e Sousa.

Resumo

A caracterização das propriedades dinâmicas de uma estrutura é conhecida como análise modal. Dentre as diferentes técnicas existentes, a análise modal operacional (OMA), permite a obtenção dessas propriedades por meio apenas de resposta das vibrações ambientes da estrutura, sem que seja necessário conhecer o sinal da fonte excitadora. Este projeto visa a implementação de um algoritmo capaz de realizar uma OMA, ou seja, a partir dos valores de vibração ambiente de diferentes pontos de uma estrutura, identificar seus principais modos de vibração, com suas respectivas frequências naturais e seu valor do fator de amortecimento.

Palavras-chave:

Parâmetros modais, Análise modal operacional, Decomposição no domínio da frequência.

Introdução

Conforme a complexidade das estruturas ao longo dos anos aumenta, torna-se cada vez mais necessário o conhecimento de suas propriedades dinâmicas, tornando-se usual a utilização de técnicas para monitorar seu funcionamento durante sua vida útil. É nesse contexto que as técnicas de análise modal vêm sendo desenvolvidas nos últimos anos, de forma que se possa conhecer os parâmetros modais das estruturas, sendo possível até mesmo detectar a existência de danos a partir da modificação destes parâmetros.

Dentre as técnicas de análise modal, destaca-se a Análise Modal Operacional (OMA), caracterizada pela excitação natural da estrutura (vento, ondas, tráfego), em que o sinal de excitação de entrada é desconhecido³, e utiliza-se apenas da resposta da estrutura para a determinação dos parâmetros modais.

Esse projeto tem como objetivo atestar a eficácia da OMA a partir da técnica da Decomposição no Domínio da Frequência (FDD)³, e implementar um algoritmo capaz de realizar tal análise de maneira simples.

Resultados e Discussão

Numa primeira análise, o sinal de resposta em vibração livre de um pórtico foi obtido a partir de um modelo analítico no software SAP2000². Os resultados obtidos através do modelo numérico foram comparados aos resultados gerados pela análise modal do algoritmo programado em MATLAB¹, apresentados na Figura 2.

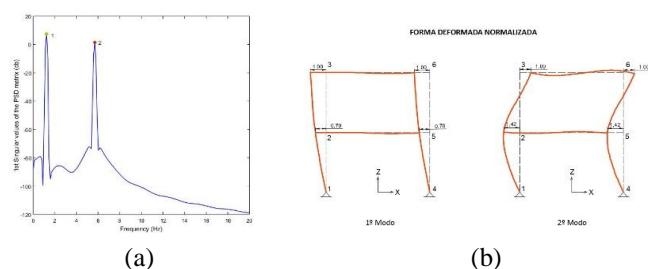


Figura 2. Detecção dos dois primeiros modos de vibração de um pórtico plano. (a) Primeiros valores singulares da matriz de densidades espectrais e (b) Forma deformada para os dois primeiros modos de vibração.

Os picos no gráfico da matriz de densidades espectrais (fig.2a) refletem a amplificação dos deslocamentos que ocorre quando o sistema entra em ressonância, e, portanto, estão diretamente associados às frequências naturais de vibração dos respectivos modos³.

O algoritmo gera como resultado os valores das frequências naturais e os vetores de forma para cada modo. A comparação entre os valores obtidos pelo algoritmo e os esperados a partir do modelo analítico, dada pela Tabela 1, evidencia a eficácia do algoritmo.

Tabela 1. Frequências naturais obtidas pelo modelo feito no SAP2000 e pela análise modal utilizando a técnica da FDD.

	Modelo SAP2000		Algoritmo FDD	
	Modo 1	Modo 2	Modo 1	Modo 2
f (Hz)	1,213	5,723	1,228	5,692

Conclusão

Conclui-se que o algoritmo utilizado para a realização da OMA é eficaz e gerou resultados satisfatórios quando comparados com o modelo analítico. Contudo, a partir de estudos experimentais realizado no âmbito de outras pesquisas, inferiu-se que deve ser atestada a qualidade dos dados obtidos antes de qualquer análise, pois a metodologia de aquisição dos dados e a presença de ruídos pode ofuscar significativamente a visualização dos modos de vibração na matriz de densidades espectrais, impossibilitando a obtenção dos parâmetros modais da estrutura em análise.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente ao meu orientador, Professor Doutor Gustavo Henrique Siqueira, pelo apoio e suporte ao longo do projeto, e ao CNPq pelo incentivo financeiro através do PIBIC, que possibilitou a realização desse projeto.

¹ **MATLAB:** versão R2015b. Desenvolvido pela MathWorks, Inc. Massachusetts, 2015. Disponível em: <<http://www.mathworks.com>>. Acesso em 03/02/2016.

² **SAP2000:** versão 17.3.0. Desenvolvido pela Computers and Structures, Inc. Berkeley, 2015. Disponível em: <<http://www.csiamerica.com>>. Acesso em 03/02/2016.

³ Brincker, R.; Ventura, C. **Introduction to Operational Modal Analysis.** United Kingdom, John Wiley & Sons Ltd, 2015.