

1

Introdução

1.1

Objetivos do trabalho

Sistemas mecânicos são muitas vezes submetidos a carregamentos com propriedades aleatórias. Observando, por exemplo, a força de sustentação em uma asa de avião, ou as forças que marés e correntes marítimas exercem sobre estruturas submersas, verifica-se que uma simples modelagem de forçamentos determinísticos não é suficiente para caracterizar a resposta desses sistemas.

A inclusão de modelos estocásticos nos problemas da engenharia ainda é recente [20]. Muitos pesquisadores percebendo a importância do tema buscaram englobá-lo suas linhas de pesquisa e, criar uma bibliografia adequada para o estudo do assunto. Um exemplo desse esforço foi o seminário sobre Quantificação de Incertezas e Modelagem Estocástica financiado pelo programa *Pró - Engenharia* da Capes em agosto de 2008 na PUC-Rio. O objetivo do seminário era auxiliar na formação de professores e alunos, buscando incentivar o interesse pelo tema.

A motivação para o desenvolvimento dessa dissertação originou-se nesse seminário. O trabalho objetiva apresentar algumas técnicas para a inclusão de incertezas em modelos de sistemas mecânicos vibratórios. Para isso, são abordados os seguintes tópicos:

1. método de Monte Carlo;
2. geradores de amostras de variáveis aleatórias;
3. geradores de amostras de vetores aleatórios: método de Monte Carlo com Cadeia de Markov e;
4. vibrações estocásticas em sistemas mecânicos com um grau de liberdade, múltiplos graus de liberdade e contínuos.

Em todos os capítulos da dissertação são mostrados exemplos e resultados obtidos através de rotinas desenvolvidas em MATLAB. Buscou-se escrever um texto didático que pudesse ser utilizado por alunos de graduação em engenharia para iniciarem o aprendizado sobre vibrações estocásticas.

1.2

Organização do trabalho

Esta dissertação é composta de 7 capítulos. No Capítulo 2, são apresentados o método de Monte Carlo e geradores de realizações de variáveis aleatórias. São mostrados os geradores baseados em congruência linear e, também, o método da Transformada Inversa, que permite obter amostras de algumas variáveis aleatórias com funções densidade de probabilidade diferentes da distribuição uniforme.

Esses métodos, porém, não são aplicáveis em problemas de geração de amostras de variáveis aleatórias com função densidade de probabilidade complicadas, ou problemas de geração de amostras de vetores aleatórios. Nesta dissertação, considera-se que um vetor aleatório seja constituído por variáveis aleatórias com função de densidade de probabilidade conjunta. Por isso, no capítulo 3 é apresentado uma alternativa para esses casos: o método de Monte Carlo com Cadeia de Markov, baseado no algoritmo de Metropolis - Hastings.

No capítulo 4 da dissertação é feita uma análise de vibrações aleatórias em sistemas com um grau de liberdade. Considera-se que o sistema possui propriedades determinísticas e sobre ele atua um forçamento caracterizado por um processo estocástico. Ao longo das seções desse capítulo é mostrado como podem ser obtidas as características da resposta do sistema em deslocamento (média, autocorrelação e densidade espectral) a partir das informações sobre o forçamento.

Uma análise semelhante foi feita no capítulo 5. Essa parte do trabalho é dedicada ao estudo de sistemas com múltiplos graus de liberdade submetidos a forçamentos caracterizados como processos estocásticos. São apresentadas duas metodologias diferentes que permitem obter as características da resposta em deslocamento: Método da Resposta ao Impulso e Método dos Modos Normais.

No capítulo 6, foi feita uma análise de vibrações aleatórias em sistemas contínuos (barras e vigas). Dadas as características estatísticas do forçamento, aproximações para média e variância da resposta em deslocamento foram obtidas através do método de Monte Carlo com Cadeia de Markov. Em cada realização do forçamento, uma aproximação para solução do problema de vibração foi obtida através do Método dos Elementos Finitos. Por isso, a primeira parte deste capítulo mostra a modelagem determinística de vigas e barras, introduzindo os conceitos de modos de vibração e frequências naturais. Posteriormente é explicado o Método dos Elementos Finitos e, por último mostra-se um exemplo de um sistema contínuo submetido a forçamentos caracterizados como processos estocásticos correlacionados. Nesse exemplo foi feita uma aproximação para a modelagem de um riser de perfuração de uma

plataforma de petróleo. Os resultados obtidos por simulação numérica feita em MATLAB são mostrados no final do capítulo.