



Aplicação do método de máxima entropia em parâmetros de modelos de falhas de máquinas rotativas.

Douglas Massakatsu Kohatsu*, Katia Lucchesi Cavalca Dedini, Hélio Fiori de Castro.

Resumo

Esta proposta de pesquisa científica de graduação enquadra-se no tema do projeto "Identificação e controle tolerante a falhas de rotores suportados por mancais hidrodinâmicos". Os principais objetivos são estudar e implementar o método de máxima entropia para estimar as incertezas dos parâmetros do modelo de falha do sistema rotativo. O parâmetro de falha pode ser aplicado para simular um modelo estocástico do sistema rotativo ou para alimentar a influência bayesiana como distribuição a priori.

Palavras-chave:

Análise de Incertezas, Quantificação de incertezas, Deflexão de viga e empenamento.

Introdução

Um método aplicado na modelagem estocástica de sistemas físicos é o método de máxima entropia de informação. O conceito de entropia como medida de informação foi proposto primeiramente por Shannon (1948) e, posteriormente, o princípio da máxima entropia é anunciado por Jaynes (1957 a, b).

A formulação matemática proposta por Shannon (1948) para quantificar a entropia considerando a função aleatória contínua é dada pela Equação (1):

$$S(p) = - \int p(\theta) \ln[p(\theta)] d\theta \quad (1)$$

O problema de maximização de entropia consiste em determinar a distribuição que dá o seu máximo, levando em conta um número de restrições (informações) relacionadas aos princípios de probabilidade e ao problema abordado. O método dos multiplicadores de Lagrange é então aplicado à maximização de $S(p)$ como proposto por Jaynes (1957 a, b).

Neste trabalho científico, a incerteza dos parâmetros de uma viga bi-apoiada será obtida aplicando o método da máxima entropia. Posteriormente, um modelo estocástico da viga deve ser gerado pelo método de Monte Carlo, permitindo que se compare a influência dos parâmetros na resposta estocástica, e forneça um modelo estocástico que possa ser usado no diagnóstico de falhas e no projeto de controle de falhas futuramente.

Resultados e Discussão

Tomando como referência o Problema de uma viga bi-apoiada formulada por Tuckmantel (2018), utilizou-se como parâmetros estocásticos o módulo de Elasticidade, a Força aplicada e o empenamento. Aplicou-se duas vezes a metodologia proposta, primeiramente com somente o empenamento como parâmetro e a outra utilizando-se os três como parâmetro.

Na aplicação do Princípio de Máxima Entropia, considerou-se a média do módulo de Elasticidade, da Força aplicada e do empenamento sendo 200 GPa, 100 kN e $2.828 \cdot 10^{-3}$, respectivamente. Para o desvio padrão, utilizou-se 8% da média para os três parâmetros.

A Figura 1 mostra o primeiro caso. Observa-se que não há influências na resposta sem empenamento, e existe uma significativa variação para o caso empenado. Na Figura 2, é apresentado o segundo caso, onde a variação ocorre nos dois tipos de resposta. Além disto, pode-se perceber que o empenamento apresenta maior influência, quando se compara as Figuras 1 e 2.

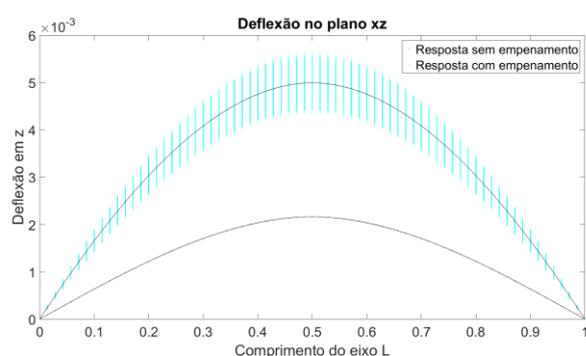


Figura 1. Deflexão do problema de viga com o PEM e o Monte Carlo aplicado ao empenamento.

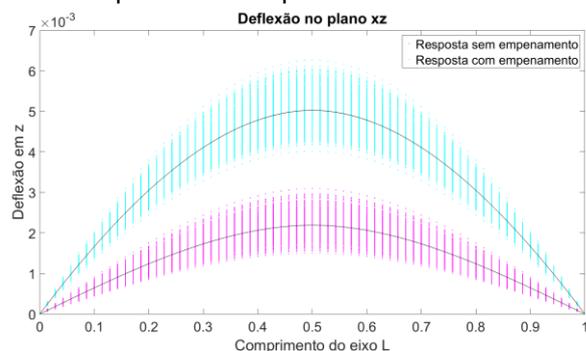


Figura 2. Deflexão do problema de viga com o PEM e o Monte Carlo aplicado ao empenamento, ao módulo de Elasticidade e a força.

Conclusões

Com a observação dos gráficos, conclui-se que o empenamento possui maior influência na incerteza da deflexão do problema de viga, pois, como mostrado na Figura 1, quando se utiliza somente o empenamento como parâmetro estocástico, a incerteza da deflexão já é próxima quando se utiliza os três parâmetros.

Agradecimentos

Agradecimentos a Universidade Estadual de Campinas pela oportunidade e a FAPESP pelo apoio financeiro (#2019/11063-0 e #2015/20363-6)

Jaynes, E. Information theory and statistical mechanics. The Physical Review 106 (4), 1620-630., 1957a.

Jaynes, E. Information theory and statistical mechanics II. The Physical Review 108, 171-190, 1957b.

Shannon, C. E. A mathematical theory of communication. Bell System Tech. J. 27, pp. 379-423 and 623-659, 1948.

Tuckmantel, F. W. da S. Análise de Modelo Numérico de Acoplamento de Disco Flexível, 2018. Tese de doutorado. Faculdade de Engenharia Mecânica. UNICAMP., p. 210, 2018.