

DINÂMICA NÃO-LINEAR EM MÁQUINAS ROTATIVAS NA PRESENÇA DE CONTATOS ENTRE ROTOR E ESTATOR

André Brandão, Aline Souza de Paula²

Bolsista PRH-PB 24, a.thomas.brandao@gmail.com, ¹Pós-graduação em Ciências Mecânicas,
Universidade de Brasília

RESUMO

MOTIVAÇÃO: A grande maioria, se não a totalidade, dos equipamentos de aplicação de engenharia consiste em sistemas não-lineares complexos. As aproximações lineares utilizadas para o dimensionamento e descrição destes equipamentos são simplificações que tem como objetivo facilitar o estudo e previsão do comportamento de tais equipamentos. No entanto, nem sempre essas aproximações lineares são suficientes e a consideração de não-linearidades se faz necessária. Por este motivo, a simulação computacional destes sistemas é bastante complexa, e exige metodologias e modelos matemáticos específicos e que devem ser estudados para que se tornem de fato eficazes.

OBJETIVO: Desenvolver metodologias e modelos eficazes para a simulação de máquinas rotativas quando há a ocorrência de contatos entre o rotor e o estator. Desenvolver uma estratégia de simulação numérica para sistemas não-suaves, que requerem um grande poder computacional. Estudar o comportamento de dois modelos: o primeiro de rotor cilíndrico desbalanceado com um estator também cilíndrico - sistema eixo-mancal-, e o segundo o de uma turbina axial com pás e estator flexíveis. Analisar os resultados que estas simulações são capazes de gerar com o objetivo de melhor compreender estes sistemas e assim possibilitar a simulação de equipamentos industriais.

APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO: Foram estudados dois tipos de sistemas, um deles de rotor e estator cilíndricos, que pode fazer parte da simulação de colunas de perfuração, simulando os contatos que ocorrem entre os estabilizadores e o revestimento, entre outras aplicações como sistemas eixo-mancal em máquinas rotativas. Também foi analisado um sistema de turbina axial com pás e estator flexíveis, cuja aplicação na indústria do petróleo se estende por toda a cadeia de produção, desde métodos de elevação secundária até processos de refino.

RESULTADOS OBTIDOS: Os principais avanços obtidos através da pesquisa foram sobre a metodologia de simulação de sistemas dinâmicos não-suaves e também sobre determinados fenômenos que ocorrem nos sistemas específicos estudados. Foi desenvolvida uma metodologia de passo de tempo variável para a simulação numérica destes sistemas que reduz significativamente seu custo computacional. Também foi testada e validada uma metodologia para cálculo do Expoente de Lyapunov para estes sistemas. No sistema de rotor cilíndrico foram observados diferentes comportamentos para um espectro de frequência de rotação, que permitiram caracterizar a ocorrência de contato permanente e intermitente entre rotor e estator, dependendo da frequência de rotação. No modelo de turbina foi verificado um fenômeno de interação modal entre as duas estruturas que gera altos esforços e pode gerar graves problemas de vibração e até de colapso do equipamento. Este fenômeno foi estudado variando-se alguns parâmetros e estudando seus efeitos na resposta do sistema.