

Modelagem Multifísica de Mancal Hidrodinâmico com Segmentos Ativos Usando COMSOL

Mateus Laviera Bezerro

Rodrigo Nicoletti

USP – Universidade de São Paulo

mateus_bezerro@usp.br

Objetivos

O projeto de máquinas rotativas de grande porte, como turbinas a gás, turbinas a vapor e compressores, está sujeito a requisitos de eficiência, de consumo de energia e, tão importante quanto, de confiabilidade e vida de seus componentes. Apesar dos exigentes requisitos e normas presentes no projeto de uma máquina rotativa de grande porte, ainda assim seus componentes podem eventualmente falhar sob condições de operação não previstas ou fora da norma. Como resultado, paradas não programadas ocorrem para efetuar a manutenção da máquina, resultando em grandes perdas econômicas para a indústria. Isto ocorre porque mancais são projetados de forma a apresentar características dinâmicas desejadas, mas que, uma vez definidas, não podem ser alteradas. Considerando os efeitos hidrodinâmicos do filme de óleo, efeitos dinâmicos do rotor e dos segmentos (sapatas), e fenômenos eletromagnéticos dos atuadores, o presente trabalho tem como finalidade a modelagem multifísica de um mancal hidrodinâmico segmentado cujas sapatas móveis são controladas por atuadores eletromagnéticos [1], uma solução construtiva inovadora e que visa combater os problemas citados anteriormente. Para tanto, está sendo feita a utilização do software comercial COMSOL.

Métodos e Procedimentos

Consoante aos objetivos apresentados na seção anterior, foi feita a modelagem do

mancal com as características desejadas no software COMSOL (até então sem os atuadores eletromagnéticos). Para isso, confeccionou-se um componente bidimensional e representativo da dinâmica do filme de óleo, a partir do qual foi possível introduzir todos os parâmetros necessários para uma simulação próxima da realidade, como constantes geométricas, velocidade de rotação do rotor, características do fluido, materiais dos componentes, entre outros. Além disso, foi acoplado a este um componente tridimensional para representar a dinâmica de corpo rígido das sapatas. Ambos os elementos estão representados na figura 1.

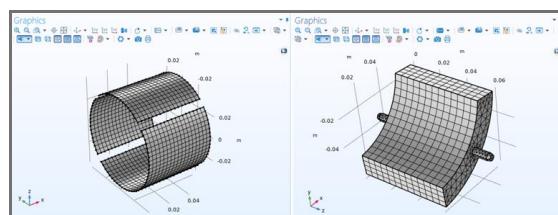


Figura 1: Componente Representativo da Dinâmica do Filme de Óleo e Componente de Corpo Rígido Sapata

Assim, puderam ser incluídas variáveis importantes na realidade, como massa e momento de inércia dos segmentos, além da possibilidade de uma análise de esforços nas sapatas de forma mais detalhada e uma possibilidade futura de adicionar mudanças no comportamento do mancal a partir de alterações nas orientações dos segmentos, como aplicação de forças e de momento fletor (inclusive por meio dos atuadores eletromagnéticos). A partir deste protótipo,

foram realizados dois principais estudos: análise de comportamento do mancal variando-se a carga aplicada e a mesma análise, dessa vez com carga constante e aplicação de momento fletor na sapata superior. Os resultados estão explicitados na próxima seção.

Resultados

No primeiro estudo, podemos ilustrar, nas figuras 2 e 3, os principais resultados obtidos, comparando-se o comportamento do mancal para uma carga vertical de 100N e de 1000N.

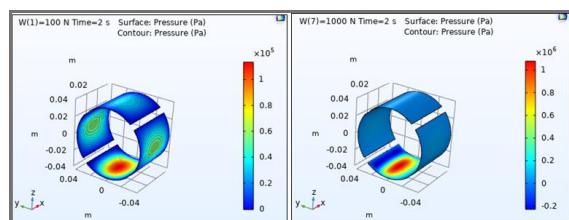


Figura 2: Resultados de Pressão Hidrodinâmica do Filme de Óleo Sobre as Sapatas

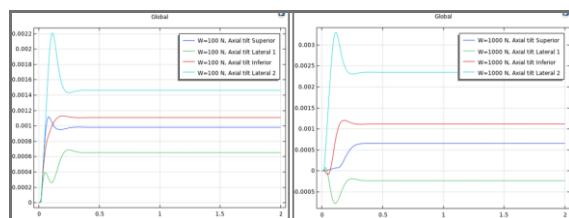


Figura 3: Resultado da Angulação das Sapatas (em radianos)

Podemos também observar, nas figuras 4 e 5, os principais resultados obtidos para o segundo estudo, comparando-se o comportamento do mancal antes e depois da aplicação de momento fletor (no instante de 1 segundo) na sapata superior, para uma carga fixa de 100N.

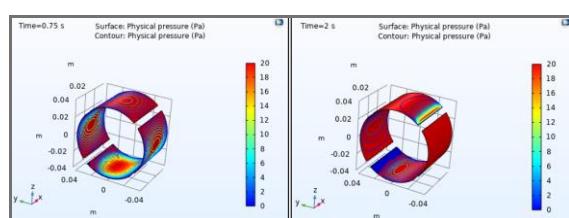


Figura 4: Resultados de Pressão Hidrodinâmica do Filme de Óleo Sobre as Sapatas

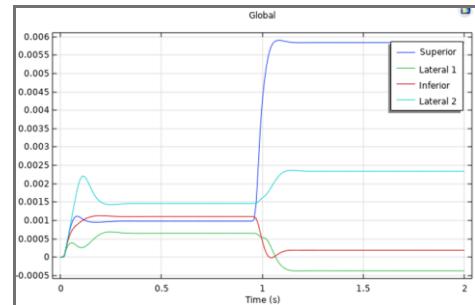


Figura 5: Resultado da Angulação das Sapatas (em radianos)

Todas essas variações de comportamento serão importantes para a segunda parte do projeto, na qual serão calculadas as relevâncias das aplicações de forças (eletromagnéticas) em todas as 4 sapatas, e a variação de controle que isso pode provocar no rotor, nas sapatas e no mancal como um todo.

Conclusões

Em linhas gerais, podemos dizer que as expectativas foram atendidas, uma vez que os resultados foram satisfatórios e coerentes com o esperado. Foi possível construir, utilizando o software COMSOL, um modelo de mancal hidrodinâmico com segmentos móveis com resultados coerentes e que leva em consideração a dinâmica de corpo rígido das sapatas. Portanto, o presente trabalho encontra-se na trajetória para uma conclusão (teórica) mais precisa em relação ao controle desse tipo de mancal por meio de atuadores eletromagnéticos, na qual será possível analisar a eficiência desta solução inovadora em relação aos empecilhos dos modelos tradicionais já existentes em máquinas rotativas de grande porte. Assim, para a segunda parte do projeto, a intenção é trabalhar na inserção de atuadores eletromagnéticos, para um maior controle do mancal, a partir de uma aplicação de força (momento fletor) nas sapatas.

Referências Bibliográficas

- [1] H. P. Viveros and R. Nicoletti, "Lateral vibration attenuation of shafts supported by tilting-pad journal bearing with embedded electromagnetic actuators," *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, vol. 136, no. 4, p. 042503, 2014.