



20° POSMEC

SIMPÓSIO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Balanceamento de um Rotor Flexível utilizando um Método baseado no Modelo Matemático do Sistema

Autores:

Aldemir Ap CAVALINI Jr
Tobias Souza MORAIS
Edson Hideki KOROISHI

Orientador:

Valder STEFFEN Jr

Este trabalho tem como objetivo simular o balanceamento de um Ventilador de Tiragem Induzida utilizando um método inovador que se baseia no modelo matemático-computacional do sistema rotativo e em um processo de otimização pseudo-aleatória. Com esta técnica, torna-se desnecessário utilizar massas de teste para efetuar o balanceamento. Os resultados encontrados são comparados com os obtidos através do Método dos Coeficientes de Influência, método largamente utilizado na indústria.

A Figura 1 apresenta o desenho esquemático do sistema rotativo utilizado nas simulações. Trata-se de um rotor maciço de aço (5520 mm de comprimento e 510 mm de diâmetro), suportado por dois mancais de rolamentos auto-compensadores lubrificados por circuito de óleo, e um ventilador (830 mm de largura e 2240 mm de diâmetro) acoplado na região central do rotor por meio de um flange.

Devido as dimensões e material que constituem o rotor ($E = 200 \text{ GPa}$, $\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$ e $\nu = 0,3$), o Ventilador de Tiragem Induzida pode ser considerado um sistema pouco flexível e, desta forma, torna-se possível representá-lo matematicamente por um modelo MEF (Método dos Elementos Finitos) de baixa ordem. Assim, neste trabalho foram utilizados 63 elementos finitos na discretização do rotor, valor além do necessário. Também, foram incorporados ao modelo 5 discos idênticos a fim de representar o ventilador.

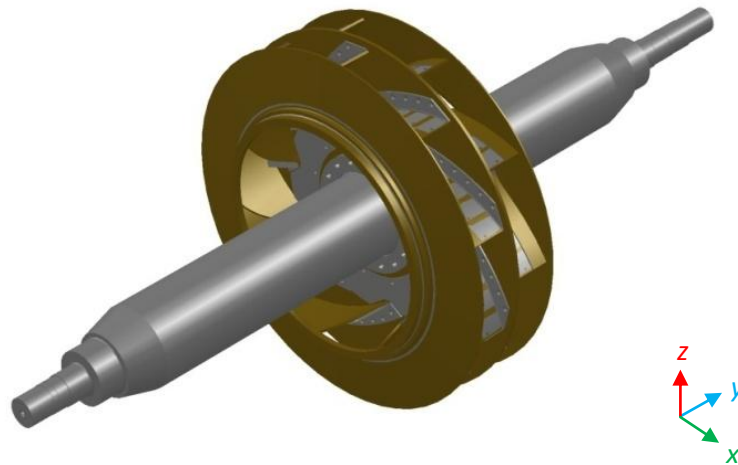


Figura 1: Perspectiva do Ventilador de Tiragem Induzida.

Para esta análise, foram introduzidos 4 desbalanceamentos distintos no rotor operando à 1800 RPM: 2,0 kg.m à 15° no nó 18, 2,5 kg.m à 100° no nó 28, 0,5 kg.m à 180° no nó 36 e 1,75 kg.m à 300° no nó 46. Nesta simulação, os nós 26 e 36 também foram utilizados como planos de balanceamento e os nós 20 e 42, como planos de medição. Na Figura 2 é possível observar a localização de cada um dos desbalanceamentos, planos de balanceamento e planos de medição no modelo matemático-computacional do rotor.

A Figura 3 apresenta as órbitas obtidas em cada um dos planos de medição antes e após serem realizados os balanceamentos pelos dois métodos. Note que o Método dos Coeficientes de Influência apresentou resultados melhores que os obtidos através do método inovador proposto neste trabalho. No entanto, ambos os métodos mostraram-se eficientes, conforme se observa nas respostas dinâmicas calculadas após o balanceamento.

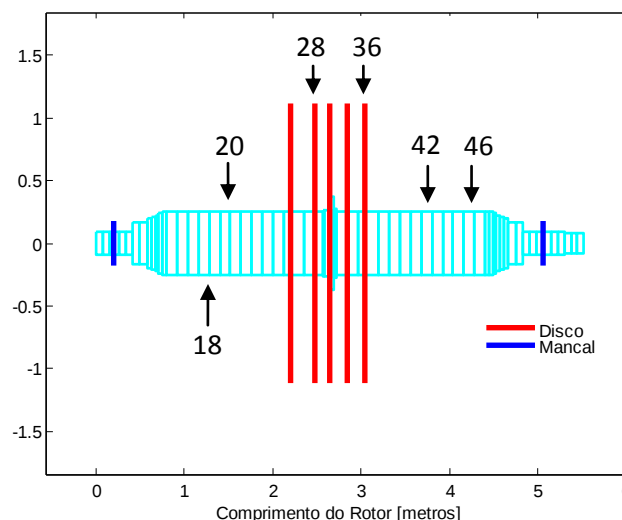


Figura 2: Localização dos desbalanceamentos, planos de medida e de balanceamento.

Na Figura 4 é possível observar as respostas ao desbalanceamento do Ventilador passando por suas velocidades críticas antes e após ser balanceado por ambos os métodos. Nota-se que o método proposto é mais eficiente que o Método dos Coeficientes de Influência nas velocidades próximas às críticas.

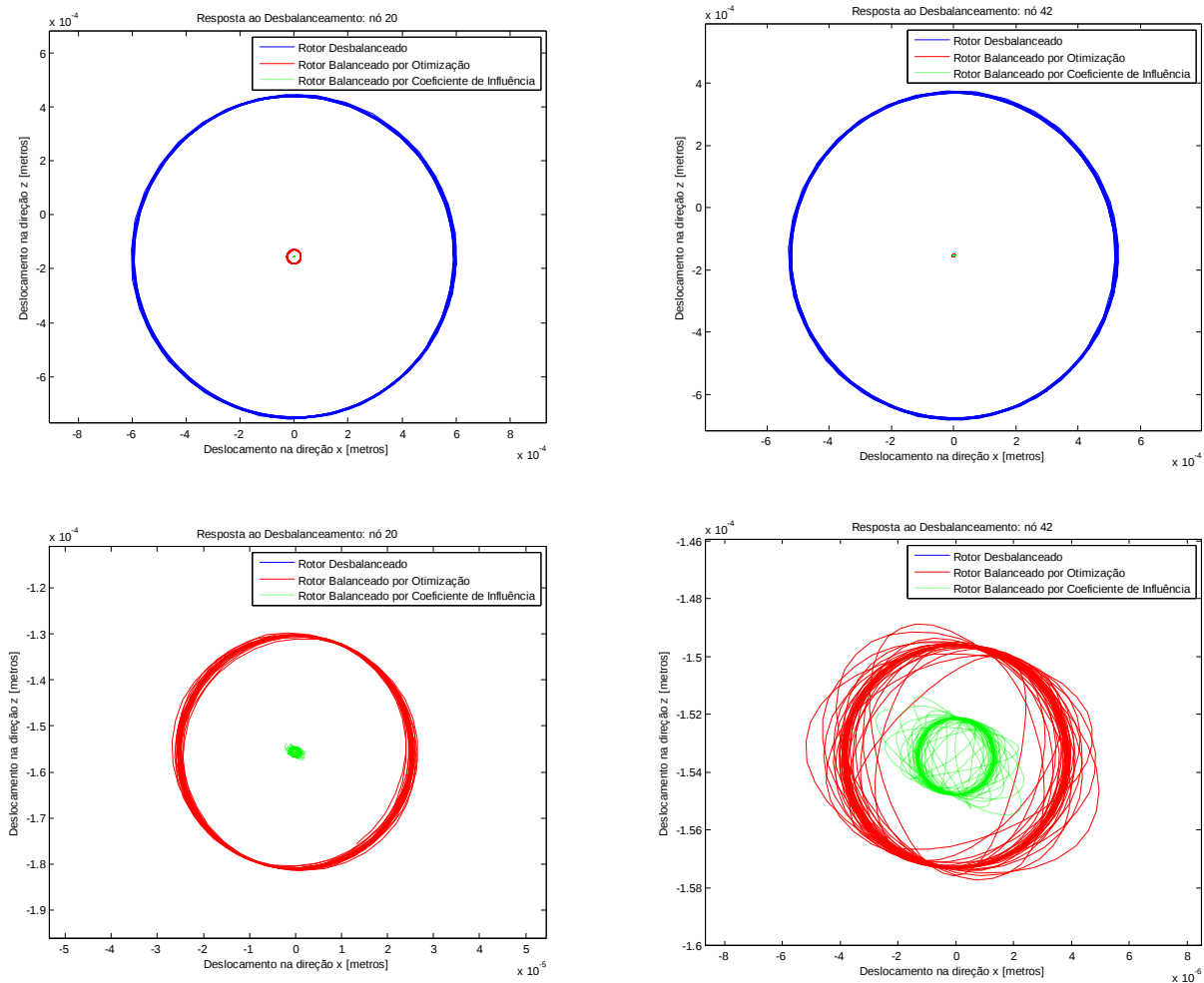


Figura 3: Órbitas obtidas nos planos de medição antes e após o balanceamento.

Contudo, os resultados mostraram que ambos os métodos de balanceamento funcionaram adequadamente para o caso analisado. No entanto, conforme seria esperado, o Método dos Coeficientes de Influência apresentou resultados ligeiramente melhores que os obtidos pelo novo método para velocidades diferentes das críticas. Isso se deve ao fato do Método dos Coeficientes de Influência, nestas velocidades, determinar a correção de maneira "exata".

Já o método proposto envolve um procedimento numérico (otimização) que, para velocidades próximas as críticas, mostrou-se mais eficiente. Nestas condições, a hipótese de correção "exata" do Método dos Coeficientes de Influência distancia-se da realidade.

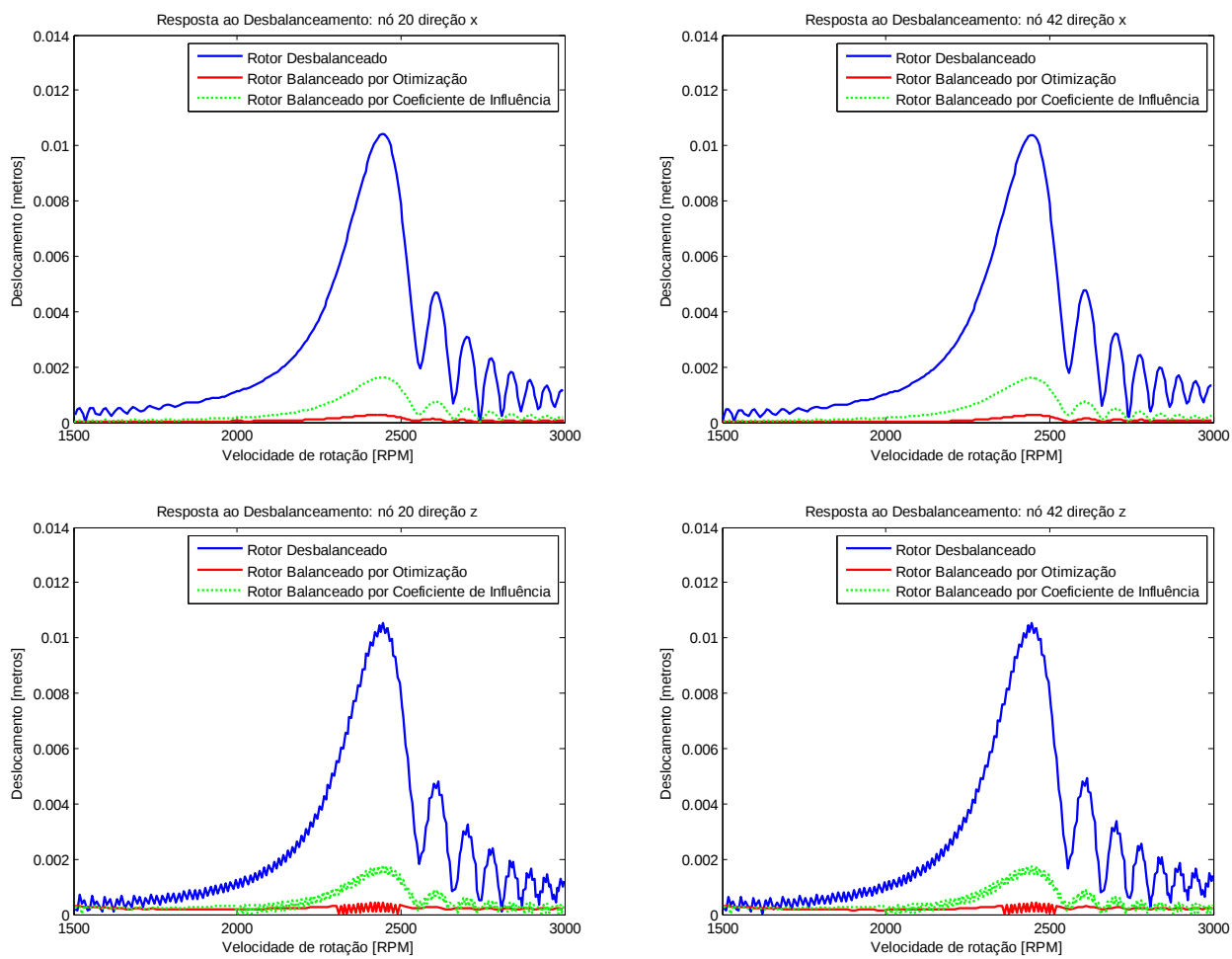


Figura 4: Resposta ao desbalanceamento do sistema passando pelas velocidades críticas.

Agradecimentos

Os autores são gratos ao INCT-EIE por prover o apoio financeiro a este trabalho. Também, são gratos a ANEEL/TRACTEBEL pelo suporte e motivação através do projeto TMS.NAJL.07.38435.

Referência

Lalanne, M. e Ferraris, G., "Rotordynamics prediction in engineering", John Wiley and Sons, 2^{sd} Edition, 1998.