Vibração por Ressonância

Cada elemento ou parte de uma máquina, tem uma “Freqüência Natural” ou uma freqüência na qual ele “gosta” de vibrar.

Tocar um sino ou tanger a corda de um violão faz com que eles vibrem em sua freqüência natural.

A freqüência natural de cada objeto é determinada por sua massa e rigidez.
Aumentar a massa (ou peso) de um objeto reduz ou abaixa a sua freqüência natural. Aumentar a rigidez do objeto, como por exemplo aumentar a tração de uma corda do violão, aumenta ou sobe sua freqüência natural.

O fato de que cada objeto tem pelo menos uma freqüência natural não implica em um problema. Mas, um problema de vibração excessiva pode acontecer como resultado da coincidência de uma freqüência natural da máquina com uma freqüência inerente de funcionamento dela.

Quando isso acontece, o problema é denominado de “Ressonância”. Do ponto de vista da vibração, a ressonância atua como um amplificador mecânico. Mesmo forças pequenas ou normais tais como o desbalanceamento residual, ou o desalinhamento, as forças hidráulicas ou aerodinâmicas, ou ainda as forças magnéticas em motores, que normalmente resultam em pequenas ou insignificantes vibrações, podem vir a ter amplitudes de vibração extremamente altas se uma delas excitar uma condição de ressonância. Ressonância é uma causa muito comum de vibração excessiva em máquinas porque:

1. Máquinas são uma reunião de diversos elementos diferentes como tubulações, mancais e seus pedestais, bases, itens acessórios como bombas de lubrificação e etc. É claro que cada um desses componentes tem a sua própria freqüência natural.

2. A rigidez de cada componente de uma máquina é diferente em direções diferentes. Como resultado, cada componente da máquina terá várias freqüências naturais. Por exemplo, considere o mancal de um ventilador, a rigidez desse mancal é diferente nas direções horizontal, vertical e axial. Consequentemente, as freqüências naturais desse item em particular também serão diferentes para cada uma das direções. Portanto, é fácil de entender porque a ressonância é um fenômeno muito comum em máquinas, basta observarmos a quantidade de componentes que uma máquina tem, cada um deles com múltiplas freqüências naturais, basta somente uma freqüência de excitação gerada pelo equipamento coincidir com uma dessas freqüências naturais para a ressonância acontecer e os níveis de vibração resultantes serem bastante elevados.

Apesar de várias máquinas recém instaladas e postas em serviço poderem não exibir esses problemas no futuro é possível acontecer a ressonância devido à mudança de rigidez que ocorreu graças ao desgaste interno, a perda de parafusos, a acomodação estrutural, a deterioração da base, etc.

Rua Guaporé, 40 São Roque Americana SP CEP 13469-411 Fone (19) 34614304 Fax (19) 34065553
http: www.mhfpreditiva.com.br E-MAIL mhf@mhfpreditiva.com.br

Identificando a Ressonância

Como a freqüência ressonante ou natural depende da rigidez, que é diferente em cada direção, normalmente a ressonância produz vibração altamente direcional. Por exemplo, os dados de vibração triaxial medidas no mancal externo do ventilador da figura 4.2 revelam que a amplitude da vibração em 1 x rpm na horizontal é mais de 10 x maior que nas demais direções (que já são altas). Isso era de fato o resultado de uma ressonância onde o mancal tinha uma freqüência natural na direção horizontal igual ou muito próxima da freqüência 1 X rpm.

Verificando o Problema de Ressonância

Sempre que o problema de ressonância é uma suspeita, existem várias maneiras simples de verificar e provar se esse é realmente o problema. Essas verificações incluem:

1. Mude a força de excitação. A amplitude relacionada com uma ressonância depende da freqüência de excitação estar ou não próxima à freqüência natural do componente. Por isso, pequenas variações na freqüência da força excitatriz produzem enormes variações de amplitude. Logo, se for possível mudar a rotação de uma máquina, verifique o efeito na amplitude da vibração. Se ela varia muito, o problema com certeza será uma ressonância.

2. Mude a massa ou a rigidez do componente suspeito. Proceder alterações na massa ou na rigidez de uma máquina, estrutura ou outro componente do sistema para testar a possibilidade de corrigir um problema de ressonância é outro procedimento direto e viável. Mudanças temporárias de massa podem ser feitas pela simples adição de sacos de areia, tijolos, blocos de concreto ou outros pesos adequados ao componente suspeito, para verificar o resultado antes de uma tentativa de reparo mais cara e definitiva.

Uma vez, em uma planta de cimento, havia uma laje que era suspeita de vibrar por ressonância. Durante a manobra de um caminhão grande carregado, ele precisou ser estacionado sobre essa estrutura. Foi verificado imediatamente uma drástica redução na vibração. A equipe de engenheiros encarregada de estudar o problema proibiu a retirada do caminhão da área por dois anos até ser estudada e executada uma reforma corretiva nas estruturas daquele piso.

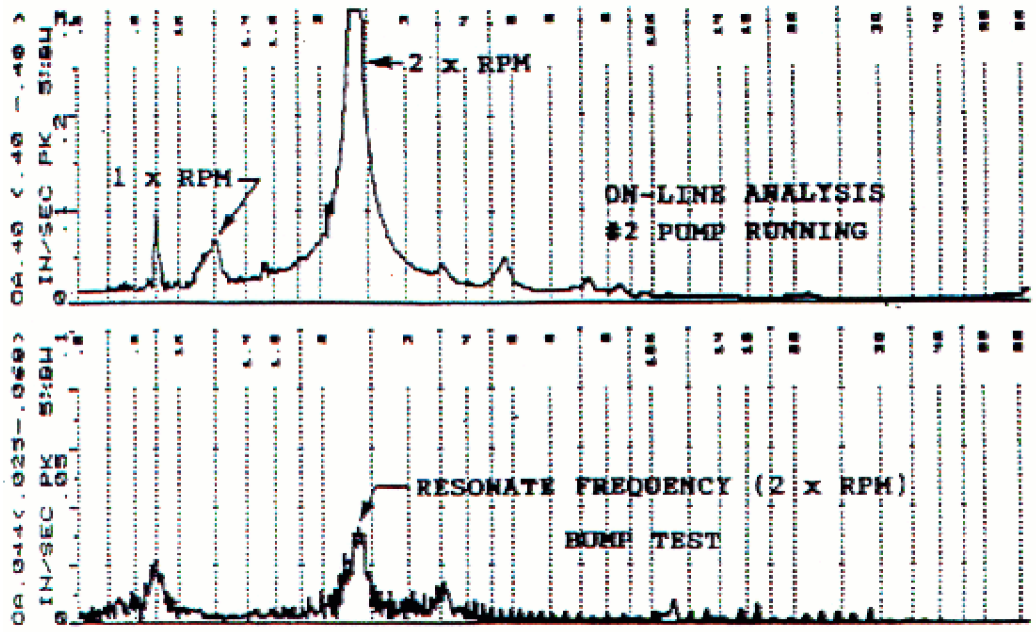
De modo similar, mudanças temporárias na rigidez podem ser feitas colocando-se calços, cunhas, apoios, cabos, etc.

3. Executar um teste de impactos no componente suspeito. Esse é o método mais rápido, fácil e barato de verificar um problema de ressonância. Qualquer objeto que é golpeado certamente irá vibrar em sua(s) freqüência(s) naturais. Basta lembrar o princípio de funcionamento do sino, de um piano, de uma guitarra ou de um violão. É claro que a freqüência natural excitada pelo impacto decai com o tempo, devido ao amortecimento. Repetidos impactos, porém, podem sustentar as freqüências naturais por um tempo necessário para se efetuar a análise de FFT, a fim de identificar as mais significativas freqüências naturais. Para executar um teste de impacto, apenas desligue a máquina a ser analisada, aplique o sensor no local e direção suspeitas, pegue um martelo de borracha ou de plástico, e mãos a obra. Martele a estrutura com força suficiente para excitar uma vibração alta o bastante para superar o ruído de fundo. Pancadas com o peso do martelo (300 a 400 g) serão suficientes para a maioria das máquinas. Não utilize martelos metálicos porque eles tendem a excitar freqüências naturais localizadas e não as estruturais, além de poderem danificar

Rua Guaporé, 40 São Roque Americana SP CEP 13469-411 Fone (19) 34614304 Fax (19) 34065553
http: www.mhfpreditiva.com.br E-MAIL mhf@mhfpreditiva.com.br

a máquina. Para melhores resultados é recomendado que a máquina seja excitada regularmente a uma taxa de um ou dois impactos por segundo para sustentar as freqüências ressonantes em uma amplitude razoável.

A figura abaixo mostra a análise de vibração e o espectro do teste de impacto feito em uma tubulação de descarga de uma bomba vertical. Havia a suspeita de ressonância dessa tubulação, pois a vibração era extremamente direcional e de alta amplitude. A freqüência de 2.400 cpm é a freqüência de pulsação da descarga dessa bomba (2 x rpm) e pelo FFT do teste de impacto vemos que a ressonância dessa tubulação infelizmente é muito próxima (praticamente igual) a 2.400 cpm, indicando claramente uma ressonância.



Os dados do teste de impacto confirmam a ressonância.

A MHF Preditiva possui instrumentação capaz de registrar as amplitudes de vibração durante a aceleração de máquinas e turbo máquinas e com isso obter o registro das freqüências de ressonância.

Rua Guaporé, 40 São Roque Americana SP CEP 13469-411 Fone (19) 34614304 Fax (19) 34065553
http: www.mhfpreditiva.com.br E-MAIL mhf@mhfpreditiva.com.br