

Análise Discriminante Aplicada ao Problema de Ruído de Compressores

Déborah Aparecida Souza dos Reis*, Fernanda do Carmo Silvério Vanzo, Marcus Antonio Viana Duarte.

*Laboratório de Acústica e Vibrações, deborahsreis@gmail.com

Palavras-chave

análise discriminante, ruído, compressores

1. INTRODUÇÃO

Esta pesquisa trata da aplicação da técnica de análise multivariada de dados ao problema de análise de ruído de compressores numa linha de produção. A técnica de análise multivariada utilizada é a análise discriminante (AD). Os dados utilizados neste trabalho foram adquiridos por Duarte (2013). Duarte (2013) adquiriu os sinais de aceleração, medidos na tampa do compressor e próximo ao ponto de solda e os sinais de velocidade também em dois pontos de medição, tampa do compressor e próximo ao ponto de solda. Neste estudo, são tratados compressores rotativos com as mesmas características técnicas conforme esquema ilustrativo apresentado na Fig. 1.

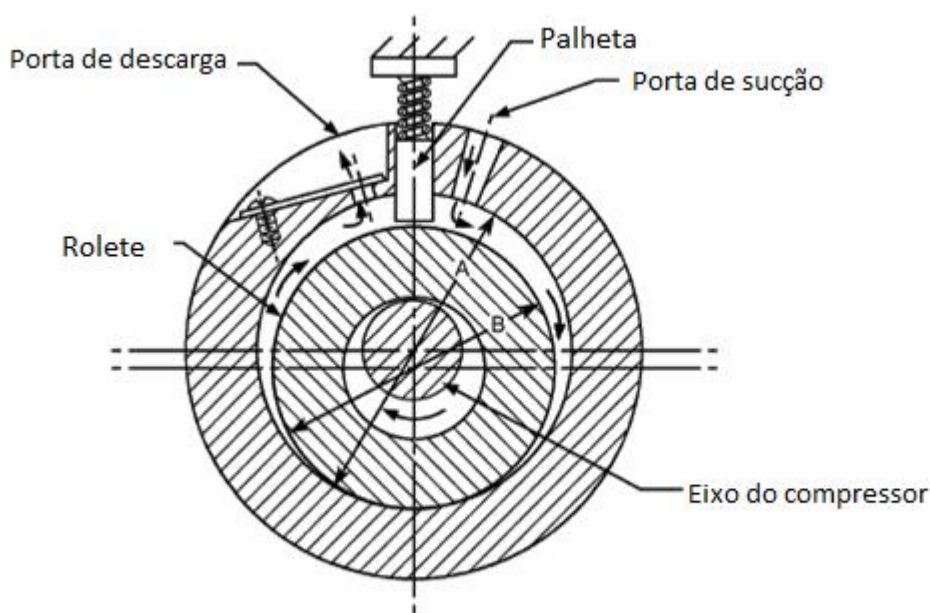


Figura 1: Exemplo de um compressor rotativo do tipo palheta fixa de Ashrae (2008)

Estudou-se vinte e cinco compressores, dos quais onze compressores foram classificados como adequados e quatorze como inadequados quanto a rumorosidade, num critério passa não passa pelo perito de provas. O termo rumorosidade refere-se ao som anormal emitido por equipamentos. Este termo passou a ser utilizado pelo Laboratório de Acústica e Vibrações da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia, após o desenvolvimento de projetos nas Unidades Câmbio e Motores na Fiat Automóveis Brasil. Na Fig. 2 podem ser observados os pontos de medição em um dos compressores da pesquisa.



Figura 2: Acelerômetros posicionados nos pontos de medição do compressor de Duarte (2013)

A relevância científica desta pesquisa deve-se ao ambiente industrial competitivo no qual estamos inseridos. Neste ambiente, faz-se necessária uma vantagem competitiva, seja para manutenção da participação no mercado ou para expansão do mercado consumidor. No entanto, para a tomada de decisão na empresa, o empreendedor necessita de valores mensuráveis, pois ao trabalhar-se com peritos, estes são pessoas suscetíveis a problemas emocionais, ruídos de fundo e não retornam valores numéricos para a tomada de decisão.

2. DESENVOLVIMENTO E PROCEDIMENTO

Para Freitas (2005), tem-se alta competitividade no mercado industrial globalizado no qual estamos inseridos. Assim, este cenário é marcado pela evolução tecnológica, internet, desenvolvimento de meios de comunicação e transporte e pelo processo de globalização.

Dessa forma, a qualidade é vista como uma vantagem competitiva. Assim, os fabricantes buscam disponibilizar produtos de comprovada qualidade para o consumidor final com o objetivo de manter a cota / participação no mercado e / ou conquistar novos mercados.

Para Nahmias e Olsen (2015) a qualidade é a capacidade do produto de atender as necessidades implícitas e explícitas do cliente, ou seja, vai além das especificações técnicas do fabricante. Dessa forma, busca-se surpreender o consumidor com características adicionais de forma a aumentar a sua satisfação com o produto.

No contexto deste trabalho, o ouvido humano é uma boa ferramenta de qualidade para avaliar a rumorosidade de compressores rotativos. No entanto, o ouvido humano está sujeito a influência de fatores psicológicos, emocionais, ruídos de fundo, entre outros. Além de apresentar o problema de não retornar valores mensuráveis para a tomada de decisão pelos empreendedores.

Um compressor rotativo pode ser definido como um equipamento industrial para aumentar a pressão de um fluido em estado gasoso (Fagundes Neto, 2012). Expandindo a definição, é um dispositivo que utiliza a ação rotativa de um cilindro interno a uma câmara de mesmo formato, cuja função é a compressão do gás refrigerante (Tecumseh, 2016). Os compressores rotativos possuem menos componentes se comparados a outras tecnologias de compressão e são utilizados comumente em ar-condicionado e geladeiras.

O espectro de ruído dos compressores rotativos é considerado complexo devido à cinemática do processo de compressão e à grande área de carcaça do compressor, Fagundes Neto (2012). Assim, o espectro de ruído é composto por baixas, médias e altas frequências. As baixas frequências são controladas pela cinemática do mecanismo, motor elétrico e palheta. As médias frequências são originadas a partir do fluxo de gás, válvula, eixo e rolete. As altas frequências são geradas pelo atrito.

Para ASHRAE (2008), as principais fontes de ruído de compressores rotativos são as turbulências internas, impactos das válvulas, atritos e motor elétrico. Já Gerges (2000) define as fontes dominantes de ruído em compressores como a turbulência de fluxo em função da passagem não suave do fluido, separação do fluxo pela interação fluxo – partes rotativas (rotores) e fluxo – partes fixas (estatores) ou por meio do fluxo com outras partes estruturais e o fluxo não estacionário, ou seja, irregular nas pás dos rotores, o qual gera ruído para a frequência de rotação e os seus harmônicos.

2.1. Simulação Computacional

Realizou-se a simulação no software de análise estatística R com base na teoria de análise discriminante de Fisher conforme Sartório (2008). Para tal, foram calculados os principais sintomas vibroacústicos diagnosticados por Duarte

(2013). Os valores calculados dos sintomas foram utilizados como entrada de dados no modelo de análise discriminante (AD) com o objetivo de calcular a Função Discriminante Linear de Fisher (FDLF).

Os sintomas utilizados foram nível de energia do envelope filtrado com filtro passa alta com frequência de corte de 10000 Hz e diferença entre o máximo e mínimo de energia do envelope filtrado com filtro passa alta com frequência de corte de 10000 Hz na primeira fase de testes.

Na segunda fase de testes utilizou-se nível de energia do envelope filtrado com filtro passa alta com frequência de corte de 10000 Hz, diferença entre o máximo e mínimo de energia do envelope filtrado com filtro passa alta com frequência de corte de 10000 Hz, nível de energia do envelope filtrado com filtro passa alta com frequência de corte de 6000 Hz e diferença entre o máximo e mínimo de energia do envelope filtrado com filtro passa alta com frequência de corte de 6000 Hz.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado do trabalho foi a partir dos dados de um compressor escolhido, determinar se o mesmo é ou não adequado quanto a rumorosidade, via aplicação da Função Discriminante Linear de Fisher (FDLF).

Após os testes da fase um e da fase dois, realizou-se testes de confiabilidade para avaliar se a FDLF consegue de fato separar os compressores adequados dos compressores inadequados quanto a rumorosidade. Ao nível de significância de 1% verificou-se a eficiência da FDLF gerada neste trabalho.

Como continuidade desta pesquisa, propõe-se estender os testes para mais variáveis no modelo multivariado de entrada, ou seja, a partir dos dados de Duarte (2013) deve-se calcular mais sintomas vibroacústicos e adicioná-los aos sintomas das fases um e dois para um novo modelo na fase três. Após a simulação da fase três, deve-se proceder ao teste de confiabilidade estatística com significância de 1% para verificação da eficiência da FDLF para separar os compressores adequados dos compressores inadequados quanto a rumorosidade.

4. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que os objetivos da presente pesquisa foram atendidos de forma satisfatória, pois gerou-se a Função Discriminante Linear de Fisher (FDLF), a qual permite distinguir compressores adequados de compressores inadequados, a partir de sintomas vibroacústicos calculados e que são utilizados como entrada no modelo multivariado.

Como continuidade da pesquisa, propõe-se adicionar mais sintomas vibroacústicos no modelo multivariado de entrada. Para tal, deverá ser calculados mais sintomas vibroacústicos a partir dos dados adquiridos por Duarte (2013).

5. AGRADECIMENTOS

À CAPES, à FEMEC e à UFU.

6. REFERÊNCIAS

- ASHRAE Handbook, Chapter 37 – Compressor, 2008, HVAC Systems and Equipment (SI).
- DUARTE, Julia Bertelli. Inteligência Artificial aplicada no Controle de Qualidade em Linhas de Produção. Uberlândia – MG, Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Mecânica, 2013, 95 p. Dissertação de Mestrado.
- FAGUNDES NETO, Marlipe Garcia. Identificação, Modelagem, Análise e Estudo de Medidas para o Controle dos Níveis de Ruído gerado por Compressores Herméticos Rotativos. Uberlândia – MG, Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Mecânica, 2012, 127 p. Dissertação de Mestrado.
- FREITAS, André Luís Policani. A Qualidade em Serviços no Contexto da Competitividade. Revista Produção On Line, Universidade Federal de Santa Catarina, Vol. 5, N. 1, 2005. 24 p.
- NAHMIAS, Steven.; OLSEN, Tava Lennon. Production and Operations Analysis: strategy, quality, analytics e application. Long Grove, Illinois: Waveland Press, 2015. 814 p.
- SARTÓRIO, Simone Daniela. Aplicações de Técnicas de Análise Multivariada em Experimentos Agropecuários usando o Software R. Piracicaba – SP, Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008, 131 p. Dissertação de Mestrado.
- TECUMSEH. Tecumseh Products Company. 2015. Disponível em <<http://www.tecumseh.com/pt/south-america>>. Acesso em: 02 mar. 2016.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.