

DESENVOLVIMENTO DE UMA BANCADA DIDÁTICA PARA ESTUDO DE VIBRAÇÕES EM EQUIPAMENTOS ROTATIVOS

Márcio José Bassani (marcio.bassani@gmail.com)

Aluno de graduação do curso de Engenharia Mecânica

Alessandro Nascimento Dos Santos Junior (alessandrojr.eng@gmail.com)

Aluno de graduação do curso de Engenharia Mecânica

Davi Batista Tonon (tonon1996@gmail.com)

Aluno de graduação do curso de Engenharia Mecânica

Vitor Tonon Pereira (tononpv@gmail.com)

Aluno de graduação do curso de Engenharia Mecânica

Vital Pereira Batista Júnior (vital@fsjb.edu.br)

Prof. Me. das Faculdades Integradas de Aracruz.

RESUMO

O presente trabalho apresenta um modelo de bancada didática para simulação e análise de defeitos e falhas geradores de vibração em equipamentos rotativos. Desenvolveu-se um protótipo mecânico constituído de uma estrutura de alumínio, motor, eixo e mancais. Utilizou-se a plataforma *ARDUINO* e um acelerômetro inercial na aquisição e condicionamento dos sinais de vibração. Armazenou-se toda a informação referente aos ensaios no *MICROSOFT EXCEL* por meio do *PLX-DAQ* (Paralax Data Acquisition), onde tratou-se os dados através da aplicação da *TRF* (Transformada Rápida de Fourier) convertendo os dados obtidos no domínio do tempo para domínio das frequências. Demonstrou-se através de um teste o espectro da bancada bem como a identificação da frequência de rotação do motor. Ao final, comparou-se os resultados obtidos com dados das literaturas referenciadas de modo a confirmar a assinatura da bancada e corroborar a real aplicação desta.

PALAVRAS-CHAVE: bancada didática, falhas geradoras de vibração, equipamentos rotativos. Transformada rápida de Fourier, Arduino.

1 – INTRODUÇÃO

Dentre os métodos preditivos de manutenção utilizados pela indústria, destaca-se a análise vibracional. Este método de inspeção tem sido adotado na antecipação de falhas, evitando gastos com paradas desnecessárias de máquinas e equipamentos, mitigando o impacto no processo produtivo industrial.

Todo equipamento em funcionamento produz vibração. A análise e leitura deste espectro vibracional é uma poderosa ferramenta na determinação do estado da máquina ou equipamento (DE MATTOS e DE FALCO, 1998). Ainda sobre a óptica de Mattos e de Falco (1998), o diagnóstico de equipamentos através das variáveis de medição gera informações de extrema relevância que relacionam padrões de vibração com suas causas. Este modelo ferramental, gerado a partir da análise dos dados de medição, tem permitido avanços significativos na área industrial, sobretudo na análise dos equipamentos rotativos.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os modelos de bancada de testes (Figura 1) pesquisados mostraram-se um recurso eficaz na produção de dados analisáveis. Com variações em relação ao objetivo e ao método de análise e estudos, Abrantes, Michalski, et al (2002), Nery (2008), Jesus e Cavalcante (2011), Silva (2012), Leite (2012), Lima (2014) e Junior (2017), mostraram diversas possibilidades de configurações e modelagem de dados utilizando bancadas para simulações de defeitos em equipamentos rotativos.

Tendo como base o trabalho realizado por Bilosová e Bilos (2012), implementou-se no algoritmo de controle, os seguintes parâmetros de medição de vibração: range de frequência (1) de 0 à f_{max} , definido através da frequência de amostragem do acelerômetro (f_s), resolução do espectro (2) através da coleta de 1024 amostras discretas (N), filtro de ruído de sinal através de média aritmética aplicada no domínio do tempo em um comprimento finito de 50 grupos de amostras (1024).

$$f_{max} = \frac{f_s}{2} \quad (1)$$

$$\Delta f = \frac{f_s}{N} \quad (2)$$

Aplicou-se a análise de Fourier (3) nos dados obtidos. Através deste resultado determinou-se a amplitude (4) e a frequência (5) para montagem do espectro, conforme os métodos propostos por Klingenberg (2005) e de Oliveira Costa e Gomes (2017) no tratamento de sinais dinâmicos.

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} X_n \cdot e^{-\frac{j2\pi kn}{N}} \quad (3)$$

$$\lambda = \sqrt{X_k} \cdot \frac{2}{N} \quad (4)$$

$$f_n = (n - 1) \cdot \Delta f \quad (5)$$

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através dos métodos propostos obteve-se a configuração final da bancada:

Figura 2 – Bancada de testes desenvolvida pelos autores.



Para testar a condição de medição da bancada aplicou-se uma rotação na ordem de 1600 RPM (26,7 Hz), uma frequência de amostragem de 1000 Hz e resolução de 0,97 Hz.

Através da medição da condição da bancada encontrou-se (Gráfico 1) um pico de amplitude de 0,0035 G, na frequência de 26,4 Hz. Este deve-se ao fato de que o tipo de dispositivo utilizado na medição da rotação provocar um desbalanceamento residual, permitindo a identificação da frequência (rotação) do motor. Este efeito foi relatado por Silva (2012).

Gráfico 1 – Espectro de Frequências obtido na medição da condição inicial.



5 – CONCLUSÃO

O funcionamento em conjunto do protótipo mecânico construído, do sistema de automação utilizando a plataforma *ARDUINO*, e do tratamento de dados através da análise de Fourier presente no *MICROSOFT EXCEL* tiveram a capacidade de simular, medir e identificar as assinaturas dos principais defeitos geradores de vibração em um modelo simplificado de equipamento rotativo. Desta forma a bancada mostrou-se apta para o estudo de defeitos geradores de vibração.

6 – REFERÊNCIAS

1. ABRANTES, M. V. G. D. et al. **Projeto E Construção de Uma Bancada Experimental Para Estudos Em Dinâmica De Rotores Horizontais**. CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA. João Pessoa: [s.n.]. Agosto 2002. p. 9.
2. BIESEK JUNIOR, L. C. **Deteção de Desalinhamento por Análise de Vibração**. Trabalho de Conclusão de Curso De Graduação em Engenharia Mecânica - Departamento Acadêmico de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, p. 84. 2017.
3. BILOSOVÁ, A.; BILOS,. **Vibration Diagnostics**. Investments in Education Development book. Ostrava, Tchêquia. 2012.
4. DE MATTOS, E.; DE FALCO, R. **Bombas Industriais**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
5. DE OLIVEIRA COSTA, C. ; GOMES, M. D. N. **Transformada de Fourier: Uso do Excel no processamento de sinais**. Revista Científica Interdisciplinar, Paranaguá, v. 2, n. 1, Agosto 2017.
6. JESUS, S. S. D.; CALVACANTE, P. F. **Utilização de bancadas de ensaio para estudos do comportamento dinâmico de máquinas rotativas**. HOLOS, Natal, v. 3, p. 18-40, Junho 2013.
7. LEITE, J. A. **Bancada multifuncional para simulação de mecanismos de falhas em máquinas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica na área de Projeto) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia Guaratinguetá, Campus de Guaratinguetá. Guaratinguetá, p. 108. 2012.
8. LIMA, I. A. M. D. **Proposição de uma bancada didática para análise de vibração gerada por desalinhamento e desbalanceamento**. Monografia (Graduação em Engenharia Automotiva) - Universidade de Brasília. Brasília, p. 103. 2013. (585).
9. KLINGERBERG, L. **Frenquency Domain Using Excel**. San Francisco State University - School of Engineering. San Francisco - US, p. 3. 2005.
10. NERY, R. T. D. C. **Desenvolvimento de uma ferramenta virtual para análise de vibração em máquinas rotativa: Aplicação em uma bancada didática**. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará. Belém, p. 109. 2008.
11. SILVA, B. V. T. D. **Bancada para análise de vibração: análise de falhas em máquinas rotativas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica na área de Automação) - Universidade de Taubaté - Departamento de Engenharia Mecânica. Taubaté, p. 69. 2012.