

ANÁLISE EXPERIMENTAL DE VIBRAÇÕES PARA MANUTENÇÃO PREDITIVA E PREVENTIVA DE MÁQUINAS ELÉTRICAS

Pedro Henrique Silva Reis ¹, Marco Antônio Zanussi Barreto ²

¹ Engenharia de Robôs, FEI

² Engenharia Mecânica, FEI

pedrohreis1005@gmail.com e premarreto@fei.edu.br

Resumo: A análise de vibrações em motores elétricos é uma ferramenta crucial para a manutenção preditiva e preventiva, proporcionando benefícios significativos para as indústrias, como por exemplo, obter informações valiosas sobre o estado de funcionamento dos motores elétricos e identificar antecipadamente possíveis problemas, evitando assim paradas indesejadas.

1. Introdução

A manutenção de máquinas em ambientes industriais é uma atividade indispensável que assegura o funcionamento contínuo e eficiente dos processos de produção (Viana, 2002). Diversas estratégias de manutenção têm sido desenvolvidas ao longo do tempo, cada uma visando otimizar o funcionamento e diminuir o tempo de parada das máquinas. A manutenção preditiva, que se utiliza de técnicas de monitoramento de condição, como a análise de vibrações, tem se destacado devido à sua capacidade de prever falhas antes que elas ocorram, com base no estado atual do equipamento.

2. Análise de Vibrações na Manutenção

A análise de vibrações consiste na coleta e na interpretação de vibrações emitidas por máquinas durante o seu funcionamento. Estas vibrações podem ser coletadas através de sensores acoplados no equipamento que, por sua vez, são analisadas em um espectro de frequência gerado através da transformada de Fourier, identificando padrões que podem indicar a presença de diversas anomalias mecânicas, como desalinhamento de eixos, desbalanceamento de rotores, folgas e desgastes em rolamentos. Estudos indicam que a análise de vibrações é uma das técnicas mais eficazes para o monitoramento da saúde de máquinas rotativas (BLOCH, 2010).

A implementação da análise de vibrações como uma estratégia regular de manutenção preditiva oferece vantagens como, redução significativa dos custos operacionais, pois, permite reparos planejados e evita paradas inesperadas, aumento na segurança do ambiente de trabalho, reduz o risco de acidentes decorrentes de falhas mecânicas e, por fim, prolonga a vida útil dos equipamentos, maximizando o retorno sobre os investimentos em ativos industriais (SAGAR, 2021).

3. Vibração e análise de sinais

A Figura 1 (Girdhar, 2019) apresenta a representação visual da Transformada de Fourier, ilustrando a relação

entre o domínio do tempo e o domínio da frequência na análise de sinais de vibração. Na Figura 2 é possível verificar o sinal no domínio da frequência com mais detalhes como, frequência natural, respectivos harmônicos e ruídos.

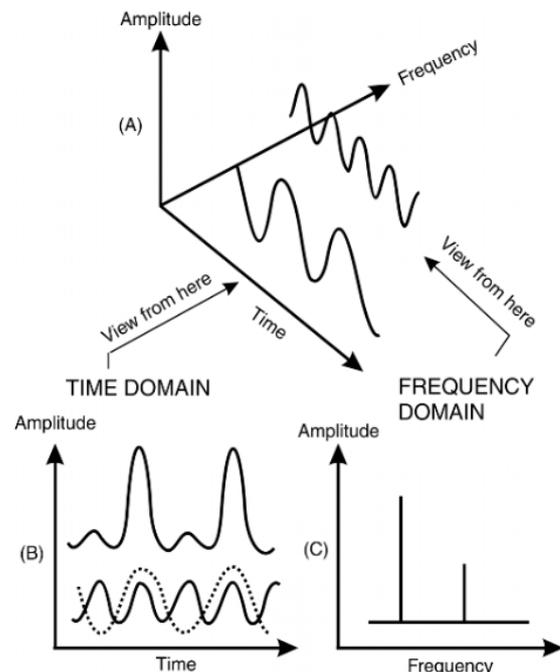


Figura 1 - Transformada de Fourier.

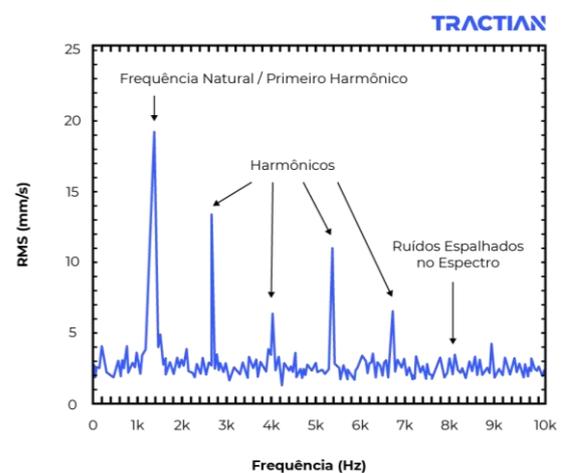


Figura 2 - Gráfico de espectro.

Girdhar (2019) apresenta diversos casos que demonstram a importância da análise de vibrações na detecção precoce de defeitos e na implementação de medidas corretivas adequadas. Um dos casos mais

comuns discutido no livro é o desbalanceamento em rotores. Na análise da resposta em frequência do sinal adquirido, o desbalanceamento se manifesta como uma frequência predominante de vibração a $1 \times \text{rpm}$, cuja amplitude varia proporcionalmente ao quadrado da velocidade de rotação, sendo sempre presente e geralmente dominante no espectro (Figura 3).

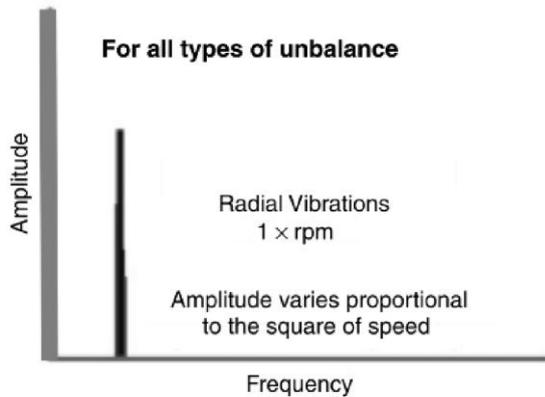


Figura 3 - Defeito de desbalanceamento (Análise FFT)

4. Análise de Casos

O procedimento adotado envolve a instalação de sensores nos equipamentos, que continuamente capturam dados de vibração. Esses dados são então transmitidos para uma plataforma de análise online, que utiliza algoritmos avançados para processar e interpretar os sinais, emitindo alertas em tempo real caso padrões anormais sejam detectados. O monitoramento constante e em tempo real permite uma reação ágil às alterações no estado da máquina, facilitando intervenções precisas e pontuais antes que o defeito se agrave ou cause a parada do equipamento.

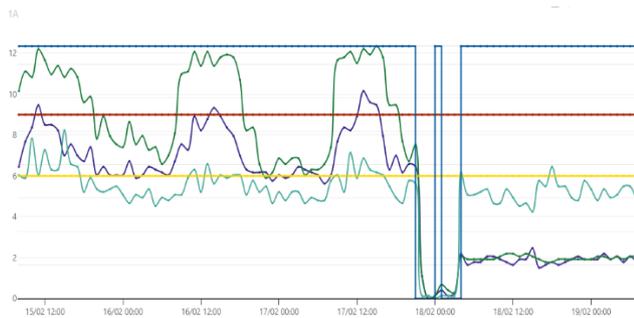


Figura 4 - Alerta de vibração na plataforma de monitoramento

A Figura 4 demonstra um caso de aumento de vibrações em uma bomba de água. Em verde tem-se a velocidade na Radial X e em roxo a Axial. Pelo fato de que os aumentos foram registrados nestes eixos especificamente, a suspeita era de que o problema estivesse relacionado com a base do motor que posteriormente pode ser constatada como verdadeira já que o problema real estava na fixação da base. É possível ver o momento de desligamento para reparo e a volta com as vibrações estabilizadas.

Em outro caso analisado observou-se um aumento na amplitude de vibração no eixo Radial Y que, na grande maioria dos casos analisados, indica possíveis desbalanceamentos.

Durante a verificação foi encontrado uma rachadura no acoplamento, Figura 5, que por si só já era o bastante para justificar as vibrações, porém ao realizar a troca identificou-se uma folga no rotor, característica clássica de desbalanceamento. Após a correção a vibração se normalizou e o alerta foi resolvido.



Figura 5 - Acoplamento rachado no caso de desbalanceamento

5. Conclusões

Com a realização dessa pesquisa foi possível entender a importância da análise de vibrações na gestão de manutenção em ambientes industriais. Ela facilita a detecção de falhas em estágios iniciais, como também, permite gerenciar a manutenção de equipamentos de um modo mais estratégico e econômico, alinhado aos princípios da indústria 4.0, que valoriza o uso de novas tecnologias para automação, o monitoramento em tempo real e a tomada de decisão baseada em dados.

6. Referências

- [1] GIRDHAR, P. (2019). Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance. Girdhar and Associates. Edited by C. Scheffer and Series editor: Steve Mackay.
- [2] VIANA, Herbert Ricardo Garcia. PCM-Planejamento e Controle da manutenção. Qualitymark Editora Ltda, 2002.
- [3] SAGAR, Hosangadi Prutvi et al. "Trielectrical effect based self-powered compact vibration sensor for predictive maintenance of industrial machineries." Measurement Science and Technology, v. 32, n. 9, p. 095119, 2021.
- [4] BLOCH, H. P.; GEITNER, F. K. Practical machinery management for process plants. Volume 3: Machinery component maintenance and repair. United States: N. p., 1985.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI (ou FAPESP, CNPq ou outra). Projeto com vigência de 10/2023 a 09/2024.