

FERREIRA, Rafael dos Santos, COSTA, Cesar. Sistema de aquisição de dados para monitoramento de predição de falhas de barras quebradas em máquinas de indução trifásicas. In: WORKSHOP DE INOVAÇÃO, PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO, 4., 2019, São Carlos, SP. *Anais...* São Carlos, SP: IFSP, 2019. p. 194-197. ISSN 2525-9377.

SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS PARA MONITORAMENTO DE PREDIÇÃO DE FALHAS DE BARRAS QUEBRADAS EM MÁQUINAS DE INDUÇÃO TRIFÁSICAS

RAFAEL DOS SANTOS FERREIRA; CESAR DA COSTA

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo.

RESUMO: Esse artigo tem o objetivo de estudar e desenvolver uma aplicação no Software LabVIEW para detecção em tempo real de barras quebradas e/ou trincadas no motor de indução trifásico (MIT), utilizando o método de análise na corrente de assinatura do motor (MCSA) e a técnica de processamento de sinais FFT (Fast Fourier Transform).

PALAVRAS-CHAVE: Análise de falhas. Barras quebradas do MIT. Análise de assinatura de corrente do MIT.

ABSTRACT: This paper aims to study and develop an application in the LabVIEW Software for real-time detection of broken and / or tripped bars in the three-phase induction motor (MIT) using the Motor Signature Current (MCSA) analysis method and the FFT (Fast Fourier Transform) signal processing technique.

KEYWORDS: Failure Analysis. MIT's Broken Bars. MIT's Current Signature Analysis.

INTRODUÇÃO

Atualmente, existe uma grande exigência com relação à confiabilidade de processos produtivos, aumento de produtividade e redução de custos, a utilização de técnicas de manutenção preditiva se torna ferramenta essencial para atingir a eficiência dos processos produtivos e aplicar conceitos de eficiência energética em motores de indução trifásico (MIT). O diagnóstico de falhas e o monitoramento contínuo dos MITs, obtêm maior vida útil da máquina, reduzindo seus tempos de manutenção e antecipando o conhecimento de possíveis falhas. Portanto se torna relevante o estudo de técnicas de manutenção que devem cada vez serem mais confiáveis.

O motor de indução trifásico (MIT) pode apresentar diversas falhas, que em algumas situações não conseguem ser fisicamente vistas a olho nú, tais como, curto circuito em uma parte do enrolamento do estator, barras quebradas e/ou trincadas no rotor, rolamentos danificados no eixo do rotor e Air gap que se refere a falha de empenamento no eixo do rotor. Mesmo com o surgimento da falha o MIT pode continuar operando, porém tais defeitos podem acarretar em falhas mecânicas ou elétricas prematuras.

Segundo Britto (2002) o defeito de barras quebradas ou trincadas em MIT, influencia no fluxo magnético fazendo oscilar a frequência do rotor e, conseqüentemente, a rotação e a corrente do motor.

MATERIAL E MÉTODOS

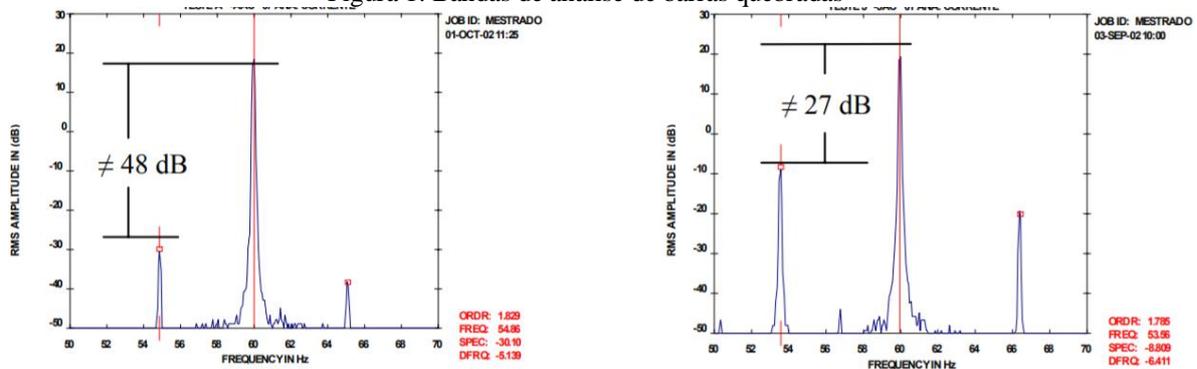
A MCSA (Motor Current Signature Analysis) é uma técnica não-invasiva de diagnóstico, que consiste da utilização do espectro do sinal de corrente de uma das fases do

estator, e um procedimento padrão para análise de harmônicas específicas. Quando uma falha está em desenvolvimento, o espectro de frequência da corrente se torna diferente do espectro do motor quando em boas condições. Tais falhas modulam o entreferro do motor e produzem frequências harmônicas na auto-indutância e indutâncias mútuas da máquina. Uma vez que o fluxo oscila somente na frequência de alimentação, essas indutâncias harmônicas resultam em bandas laterais da frequência de linha (OBAID, HABETLER E GRITTER, 2000).

Para a detecção de barras quebradas, (BRITO et al, 2004), (LAMIN FILHO, 2003) e (THAKUR, 2015) utilizam como padrão a diferença entre as a frequência de rede (fundamental) f_l e as frequências laterais $f_l \pm 2f_s$, onde f_s é frequência de escorregamento do motor. Lamin Filho (2003, p. 93) porém afirma que para as medições de fluxo magnético podem ser feitas utilizando as frequências de $f_l - 1f_s$, com o uso das bobinas de fluxo radial.

Lamin Filho (2003, p. 93) porém afirma que para as medições de fluxo magnético podem ser feitas utilizando as frequências de $f_l - 1f_s$, com o uso das bobinas de fluxo radial.

Figura 1: Bandas de análise de barras quebradas



(a) Sem defeito

(b) 7 Barras quebradas

Fonte: LAMIM FILHO (2003)

Para a interpretação do espectro de corrente, Brito et al (2004) e Lamin Filho (2003) se baseiam nas recomendações de fabricantes dos equipamentos de análise, como consta na tabela 1 abaixo, baseada na Liberty Technologies Inc. (LAMIN FILHO, 2003).

Tabela 1: Espectros de frequência de corrente e fluxo magnético

A (dB) $f_l \pm 2f_s$	Avaliação da condição	Ação recomendada
> 50	Excelente	Nenhuma
44 a 50	Boa	Nenhuma
39 a 44	Moderada	Continuar inspeção e analisar somente tendências
35 a 39	Desenvolvendo trinca na barra do rotor ou juntas com alta resistência	Reduzir intervalo de inspeção e observar curva de tendência
30 a 35	Provavelmente duas barras trincadas ou quebradas, ou juntas de alta resistência	Fazer análise espectral de vibrações para confirmar a fonte do problema
25 a 30		Desmontar o rotor para inspeção
< 25		Desmontar ou substituir o rotor para inspeção

Fonte: BRITO (2004)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para validar o sistema automático de detecção de falhas de desbalanceamento, diversos ensaios práticos foram realizados em uma bancada experimental de testes.

Para aquisição dos espectros de corrente, utilizou-se um sensor de leitura de corrente, AC Current Probe [3] da AEMC Instruments (CSI), saída de 1 mA/A AC.

Foi feito um furo no rotor para simular o rompimento da barra, num motor de indução trifásico [5], fabricante WEG de 0.5 CV, 1700 rpm, 220 V, 60 Hz.

A Análise de Fluxo Magnético é uma nova tecnologia não destrutiva, que detecta on-line falhas no rotor (barras quebradas), falhas no estator, desbalanceamento de voltagem, com uma grande vantagem por não necessitar acessar cabos energizados, como acontece com a Análise de Corrente.

Figura 2: Bancada de teste

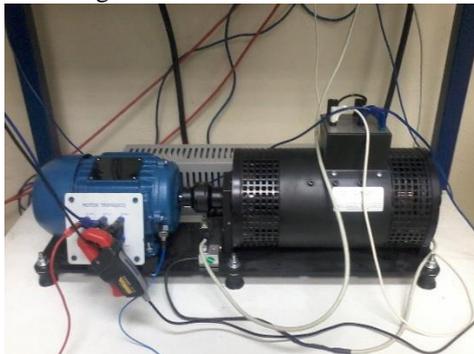


Figura 3: Rotor com uma barra rompida



Fonte: Autoria Própria

Na medida que aumenta o número de barras quebradas a diferença em “dB” da banda lateral de $2fs$ em torno da $fl=60$ Hz diminui.

Quanto menor for esta diferença, maior será o número de barras quebradas ou trincadas. Isto ocorre devido à alteração da uniformidade do campo magnético.

Figura 4: Assinatura do motor com Barras quebradas

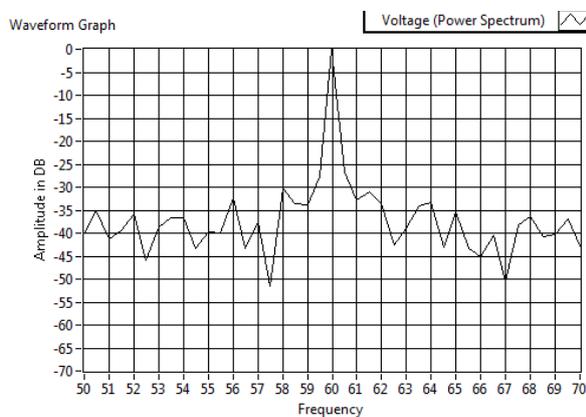
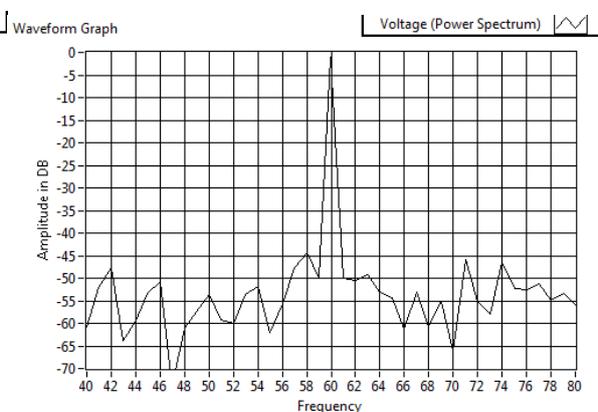


Figura 5: Assinatura do motor sem barras quebradas



Fonte: Autoria Própria

CONCLUSÃO

As medições foram realizadas na bancada de teste, com o motor acoplado (com carga), e detectam perfeitamente problemas de barras quebradas e/ou trincadas, com pelo menos 80% de carga. Testes realizados com motores desacoplados não detectam este tipo de problema. O ideal é realizá-lo sempre com carga e, se possível, com sobrecarga de mais ou menos 20%. Esta sobrecarga permite que as amplitudes nos espectros, principalmente as relacionadas com as bandas laterais, tenham mais energia facilitando seu diagnóstico.

REFERÊNCIAS

NI. User Guide and Specifications – NI USB-6008/6009. National Instruments. Manual do Usuário, 2012.

BRITO, J. N.; et al. Detecção de barras quebradas em motores elétricos utilizando análise de corrente e fluxo magnético. X Seminário de Brasileiro de Manutenção Preditiva e Inspeção de Equipamento, 2004.

BRITO, J. N. (2002). Desenvolvimento de um Sistema Inteligente Híbrido para Diagnóstico de Falhas em Motores de Indução Trifásicos. Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP, 2002.

LAMIM FILHO, P. C. Acompanhamento preditivo de motores de indução trifásicos através da análise de fluxo magnético. 2003. 105 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

THAKUR, Alka; WADHWANI, Dr. S.; WADHWANI, Dr. A. K. Motor current signature analysis as a tool for induction machine fault diagnosis. International Journal of Computer Science and Information Technology Research: 2015.

Disponível em: <www.researchpublish.com>. Acesso em: 11 abr. 2016.