DETECÇÃO DE FALHAS EM MOTORES ELÉTRICOS VIA ANÁLISE DE CORRENTE E FLUXO MAGNÉTICO

Rosa, Wener Eugenio[1]; Silva, Antonio Manoel Batista[1]

[1]Universidade de Uberaba

wenerer@hotmail.com

antonio.manoel@uniube.br

1 - Introdução

Técnicas de manutenção preditiva vêm sendo, cada vez mais aplicadas nas indústrias, principalmente em motores elétricos de indução, que são os mais comuns no acionamento das máquinas industriais, devido a sua solidez e versatilidade, além do baixo custo de instalação e manutenção se comparado a outros tipos de motores.

Com a utilização das referidas técnicas busca-se evitar falhas, aumentar a vida útil, maior disponibilidade e confiabilidade dos motores instalados em uma planta industrial. Uma vez que paradas repentinas e a quebra destes dispositivos geram um custo elevado de manutenção, grandes perdas no processo produtivo industrial, causando prejuízo, elevando consideravelmente os custos da manutenção. Tudo isto pode ser evitado utilizando técnicas de análise de corrente e fluxo magnético, que são aplicadas com os motores em operação. Consegue-se detectar falhas ainda em fase de desenvolvimento, através da comparação de espectros de fluxo magnético e corrente. O que possibilita ao engenheiro de manutenção planejar uma ação corretiva com relação ao defeito previsto.

Segundo Thomson (2001), pode existir um tempo de operação do motor antes que o curto entre espira evolua para curto-circuito entre fase-fase, e fase-terra, o que justifica o desenvolvimento de técnicas de detecção de falhas.

Este trabalho apresenta as técnicas de análise dos espectros de corrente e fluxo magnético, para o diagnóstico de falhas incipientes em motores elétricos de indução.

2 - Materiais e métodos:

Foram coletados vários espectros de freqüência nos quais, constataram-se as freqüências determinísticas de várias falhas incipientes em uma bancada experimental. Para aquisição destes espectros utilizou-se o sensor, um alicate amperímetro no caso da análise espectral de corrente, e uma bobina de fluxo para análise espectral de fluxo magnético, ambos acoplados a um analisador de espectros. Este analisador coleta um sinal analógico, o converte em digital e aplica sobre ele a Transformada Rápida de Fourier (FFT), além de memorizar as informações nele contidas. Essas informações podem ser analisadas diretamente no próprio equipamento, ou então transferidas para o computador através do software de apoio.

As freqüências são comparadas com as frequências características do motor e com as medições anteriores. Posteriormente armazenadas dentro em banco de dados, no qual é levantado o histórico do motor, a evolução de possíveis indícios de falhas, além das tendências do equipamento.

2.1 Análise de Corrente

Em um motor de indução trifásico com rotor em gaiola, barras quebradas perturbam o fluxo magnético. Fazendo flutuar a freqüência do rotor e, conseqüentemente a rotação e a corrente do motor, Almeida (1994).

O surgimento de barras quebradas no rotor irá aumentar as componentes da corrente do estator relacionada com a freqüência característica, dada pela Equação (1), onde s é o escorregamento e f_l é a freqüência da rede. Walliser (1994).

$$f_{bb} = (1 \pm 2s)\, f_l \qquad (1)$$

A detecção de barras quebradas ou trincadas através do espectro da corrente do estator é feita observando-se duas componentes do espectro que se localizam próximas e em torno da componente fundamental.

A quebra de barras não leva o motor imediatamente à falha, ou seja, a máquina pode continuar funcionando mesmo com a existência de barras quebradas ou trincadas

Contudo, efeitos secundários consideráveis podem ocorrer como, por exemplo, as barras quebradas atingirem o estator. Quanto menor a diferença em dB das duas amplitudes, maior será o numero de barras quebradas. Conforme a Figura 1.

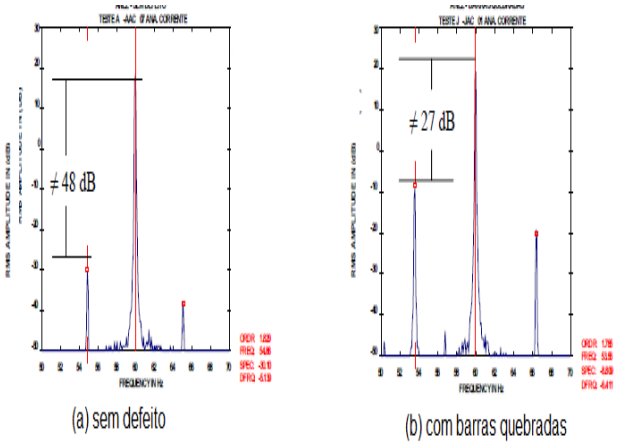


Figura 1: Espectro de corrente com barras quebradas

2.2 Análise de Fluxo Magnético

A análise de fluxo magnético é uma técnica recente na área de manutenção preditiva, apresenta algumas vantagens em relação à técnica convencional de análise de corrente, dentre elas podemos citar: não há necessidade de acesso a painéis elétricos e permite uma avaliação geral das partes internas do rotor e estator de um motor de indução.

No ambiente industrial as coletas de fluxo magnético gerados pela circulação de correntes no estator dos motores são tomadas com a bobina colocada na posição axial e central, na parte externa do motor, normalmente na tampa defletora, a fim de garantir a repetibilidade da posição na coleta de dados que são feitas mensalmente nos motores, o que torna possível a aquisição de dados confiáveis e com tendência. À medida que há detecção ou evolução das falhas, a coleta tem seu intervalo de amostragem diminuído. A análise de fluxo magnético para detecção de barras quebradas é similar a interpretação do espectro de corrente para esta falha. Lamim Filho (2003). Faz-se necessário a análise das bandas laterais em torno da freqüência fundamental, Equação (1). Quanto maior for o número de barras quebradas, maior a flutuação relativa da freqüência de rotação e conseqüentemente o índice de modulação cresce, conforme Figura 2.

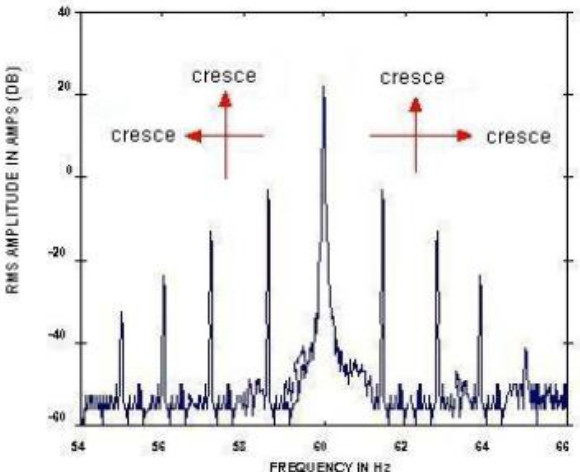


Figura 2: resultado para várias barras quebradas.

3 - *Resultados e discussão*

Com aplicação destas técnicas é possível acompanhar a evolução de falhas comuns no estator e no rotor de um motor de indução via análise dos espectros de fluxo magnético e corrente. Com isso o setor de manutenção caminha para uma manutenção corretiva planejada, evitando-se gastos desnecessários com eventuais planos de manutenção preventiva, corretivas não programadas. O que gera um custo elevado e demanda-se um tempo elevado no restabelecimento de uma linha de produção. As falhas são detectadas ainda em fase de desenvolvimento e paradas para manutenção poderão ser planejadas, entre os setores de manutenção e produção de acordo com a necessidade e prioridade de ambos.

Um exemplo claro disto, foi à detecção de uma baixa isolação entre espiras de um motor de 1020 CV, que aciona uma bomba de captação de água em uma mineradora, através da análise de fluxo magnético, onde se constatou e comprovou através da aplicação do Surge Test na oficina. Após a

desmontagem do motor, verificando a eficácia da técnica citada. A análise de fluxo magnético identificou um nível global de energia muito baixo em relação aos motores de referência. Para este motor danificado, o valor encontrado foi de -50,66 dB em baixa freqüência (0– 200Hz) contra uma média de 27 dB nos motores de referência. A discrepância também vale para a análise de alta freqüência (200- 2500Hz), o valor global está –33,58 dB contra 28 dB dos demais motores idênticos. Conforme a Figura 3.

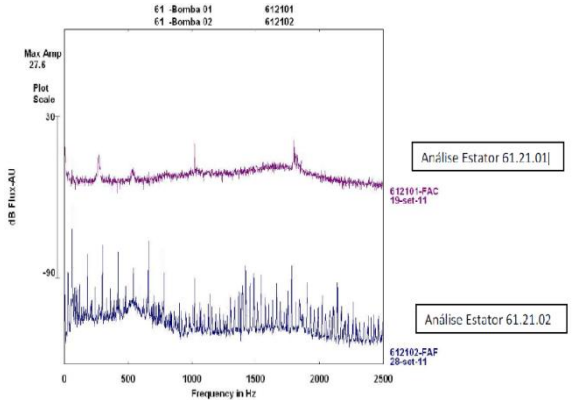


Figura 3: Análise de fluxo magnético

A análise do fluxo magnético e suas freqüências determinísticas apontaram o curto entre espiras generalizadas, fato este comprovado com a aplicação do Surge Test (aparelho de teste de enrolamentos de bobina, através da descarga de pulsos de alta tensão, com freqüência de 60 Hz sobre os enrolamentos, e apresenta resposta através de forma de onda), Figura 4. Onde várias centelhas de micro arcos elétricos se formaram em vários pontos do estator, inclusive em pontos dentro das ranhuras.

Os valores dos índices de polarização e de resistência de isolação do motor estão normais e excelentes, o que indica que a baixa isolação sintomática não é para massa e sim entre as espiras.

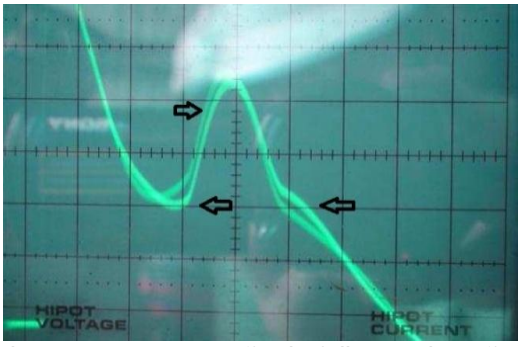


Figura 3: Comprovação de falha, ondas não sobrepostas Surge Test.

4 - Considerações finais

Através deste trabalho pode ser levantada, a importância e eficiência destas técnicas de análise de corrente e análise de fluxo magnético para diagnosticar falhas em motores elétricos. Os resultados foram satisfatórios para as falhas, conforme mostrado, comprovando a presença das freqüências determinísticas para cada falha verificada.

Alem de trazer vantagens como o acompanhamento dos equipamentos, a elaboração de um histórico da situação de cada motor instalado, onde é possível verificar falhas ainda no seu inicio e obter um gráfico de tendência dos motores instalados.

5 - Referências

ALMEIDA, M. T. **Análise de vibrações na manutenção preditiva de motores elétricos**. Technical report, Fupai, 1996.

THOMSON, W. T. e Fenger, M. **Current signature analysis to detect induction motor faults. Industry Applications Magazine**, IEEE 7 (4): 26-34, July- Aug. 2001.

WALLISER, R. F. and Landy C. F., 1994, ***"*Determination of Interbar Current Effects in the Detection of Broken Rotor Bars in Squirrel Cage Induction Motors",** IEEE Transaction on Energy Conversion, Vol. 9, No.1, March, pp. 152-158.

LAMIM FILHO, P. C. M., Brito, J. N.Pederiva, R. **Acompanhamento preditivo de motores de indução trifásicos através da analise de fluxo magnético***,* Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2003. 105 p. Dissertação (Mestrado).