



**SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA IFMG**

PRPPG

Pró-Reitoria de Pesquisa,
Inovação e Pós-Graduação



**INSTITUTO FEDERAL
MINAS GERAIS**
Reitoria

Título da Pesquisa: Aquecimento de um motor elétrico em uma subestação elevatória de bombeamento de água

Palavras-chave: Aquecimento de motor elétrico, Sobrecarga, Vida útil.

Campus: Formiga

Tipo de Bolsa: PIBIC

Financiador: IFMG

Bolsista (as): Aline Fraga Silva

Professor Orientador: Patrick Santos de Oliveira

Área de Conhecimento: Engenharias

Resumo:

Este artigo apresenta um estudo sobre o aquecimento de um motor elétrico em uma unidade de estação elevatória do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) da cidade de Formiga - MG. O aquecimento foi detectado através da câmera termográfica. Medições realizadas com o analisador de qualidade constataram que o sobreaquecimento é causado por sobrecarga. O funcionamento do motor com elevadas temperaturas reduz drasticamente a vida útil do motor. O estudo de caso apresentado faz parte do projeto de pesquisa aplicada do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) – Campus Formiga, intitulado: Eficiência de Energia Elétrica em Subestações de Tratamento e Bombeamento de Água.

INTRODUÇÃO:

Considerando-se que um motor de indução trifásico apresenta uma forma construtiva robusta e uma construção simples, a sua vida útil pode ser considerada como sendo predominantemente, da vida útil da isolação dos seus enrolamentos. O estado desta isolação é afetada por diversos fatores agressivos, tais como umidade, esforços elétricos e mecânicos, vibração, ambientes corrosivos, ambientes com material particulado ou com poeiras ou gases inflamáveis. Dentre estes fatores, um dos mais relevantes é representado pela temperatura de trabalho dos materiais isolantes empregados (LOBOSCO, DIAS, 1988) (WEG, 2005).

A vida útil da isolação de um motor (em termos de temperatura de trabalho, normalmente bem abaixo daquela em que o material sofre os efeitos de degeneração térmica), refere-se ao envelhecimento gradual dos materiais isolantes. Estes materiais passam por processos de deterioração química e vão se tornando ressecados, perdendo o poder isolante, até que não seja mais sejam capazes de suportar a tensão aplicada e provoquem a ocorrência de uma falha de isolamento, com a consequência de uma fuga para a terra ou um curto-circuito. Um aumento da ordem de 10 °C na temperatura da isolação acima de sua classe térmica normalmente reduz sua vida útil pela metade. Esta limitação de temperatura refere-se ao ponto mais quente da isolação e não necessariamente aos enrolamentos como um todo. Deste modo, a existência de apenas um “ponto quente” no interior dos enrolamentos pode levar à existência de um “ponto fraco” e ao comportamento do estado de todo o sistema de isolação do motor (BULGARELLI, 2006).

Os motores devem ser fabricados para as seguintes condições de funcionamento no local da instalação, salvo especificação em contrário do comprador:

- a) Temperatura do ar no local de funcionamento não superior a 40°C (NBR 7094, 2003).
- b) Altitude não superior a 1000 m (NBR 7094, 2003).

O limite de cada classe de isolação empregado em enrolamentos de motores elétricos, depende do material que está sendo utilizado (RAMOS, 2005). Segundo a NBR 7094 (2003), os materiais isolantes são agrupados em classes de temperatura, cada uma definida pelo valor da temperatura limite.

As respectivas classes de temperatura são apresentadas na Figura 1 (NBR 7094, 2003):

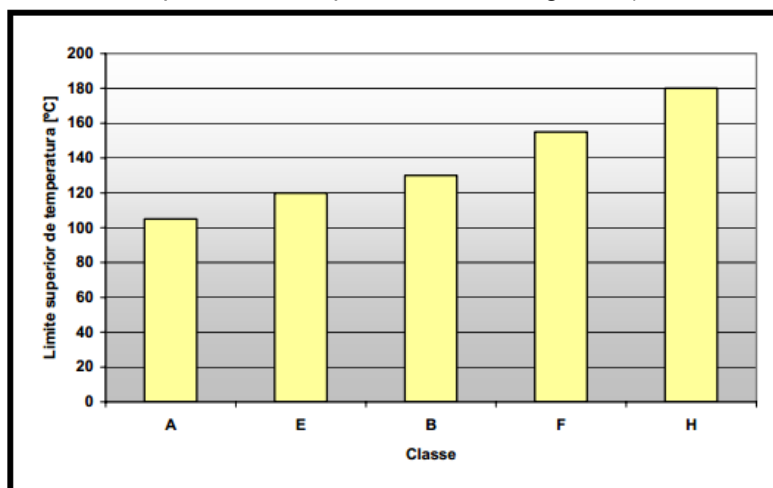


Figura 1 – Classes de temperatura (RAMOS, 2005).

METODOLOGIA:

Para a medição da temperatura do motor no SAAE, foi utilizada uma câmera termográfica. A análise do espectro de cores apresentado no termograma é uma técnica preditiva para inspeção e monitoramento de temperatura.

Baseados em experiências práticas em aplicações industriais, a Tabela 1 apresenta uma relação de problemas que podem ocasionar a elevação de temperatura em motores industriais, as quais podem ser responsáveis pela redução da vida útil do sistema de isolamento dos enrolamentos. São relacionados aos problemas normalmente encontrados bem como os seus respectivos sintomas e possíveis soluções (BULGARELLI, 2006).

Tabela 1 – Problemas, sintomas e possíveis soluções para elevações de temperatura em motores industriais (RAMOS, 2005).

| Problema | Sintoma | Possíveis Soluções |
|--|---|--|
| Tensão elevada | <i>Trip</i> por sobrecarga Elevada corrente de carga Baixa vida útil do motor | Correção do sistema de alimentação ou especificação da tensão do motor compatível com a tensão atual do sistema |
| Sobrecarga | <i>Trip</i> por sobrecarga Elevada corrente de carga Baixa vida útil do motor | Determinação das causas para a sobrecarga. Aumento da carga do motor ou redução da velocidade da carga. |
| Elevadas temperaturas ambientes | Baixa vida útil do motor | Reenrolamento do motor para uma classe de isolamento superior. Sobredimensionamento do motor, visando a redução da elevação da temperatura. Melhorias no sistema de ventilação da área, de forma a reduzir a temperatura ambiente. |
| Partidas frequentes | Baixa vida útil do motor | Utilização de um sistema de partida com tensão reduzida. Reenrolamento do motor para uma classe de isolamento superior |
| Carga com elevada inércia | <i>Trip</i> por sobrecarga na partida Baixa vida útil do motor | Reenrolamento do motor para uma classe de isolamento superior. Sobredimensionamento da carga do motor. Utilização de um sistema de partida com tensão reduzida. |

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Foram tiradas fotos com a câmera termográfica de dois motores de mesma potência em regime permanente para verificar a existência de aquecimento excessivo. A Figura 2 ilustra a temperatura na carcaça dos motores.

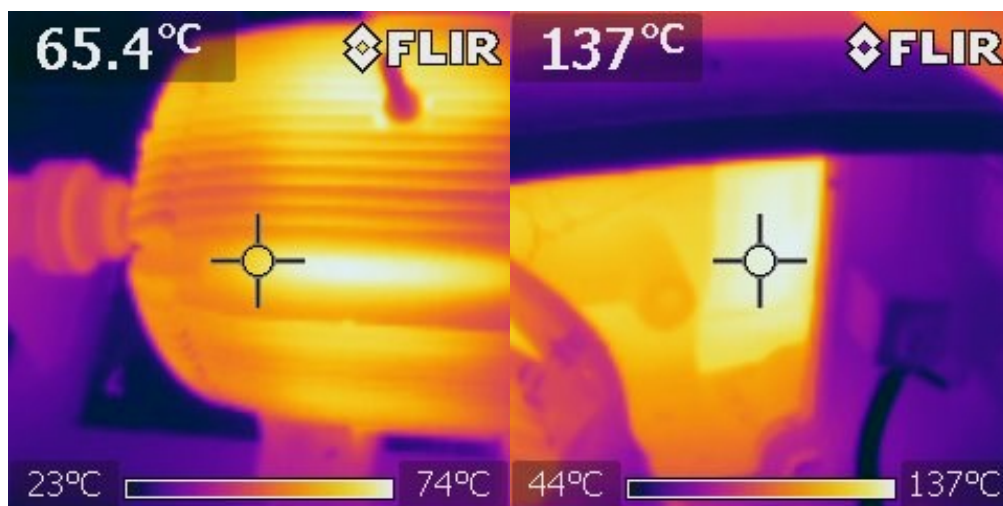


Figura 2 – Imagem termográfica da carcaça dos motores.

Verifica-se que o motor onde foi detectado o sobreaquecimento a temperatura de trabalho é 2 vezes superior a de um motor com operação normal. O funcionamento em temperaturas elevadas, acima da respectiva categoria de isolamento, resulta em derretimento da isolamento do motor e queima precoce do equipamento.

O analisador de qualidade realiza a leitura de inúmeros parâmetros elétricos, como: potência ativa, reativa e aparente, fator de potência, componentes harmônicos até a 49ª ordem, níveis de tensão e corrente, além da verificação de variações de tensão de curta (VTCD) e longa (VTLD) duração. Os valores medidos foram visualizados através de gráficos ou diagramas vetoriais em tempo real e analisados em um computador através do *software* TOPVIEW.

Com as medições do analisador foi possível constatar que os níveis de tensão estão dentro da faixa de valores adequados das Tensões de Leitura (TL) em relação à Tensão Nominal (TN): $201V \leq TL \leq 231V$ para $TN = 220V$ (ANEEL, 2001).

Os níveis de corrente apresentaram valores elevados, cerca de 80A acima do valor da corrente nominal. Isto justifica o sobreaquecimento do motor e indica que ele está funcionando com sobrecarga. A sobrecarga é caracterizada por um aumento da corrente absorvida pelo motor e por efeitos térmicos. A Figura 3 apresenta a corrente em cada fase durante alguns minutos de funcionamento do motor em regime permanente. O gráfico apresenta uma curva para cada fase com intervalos de medição de 1s.

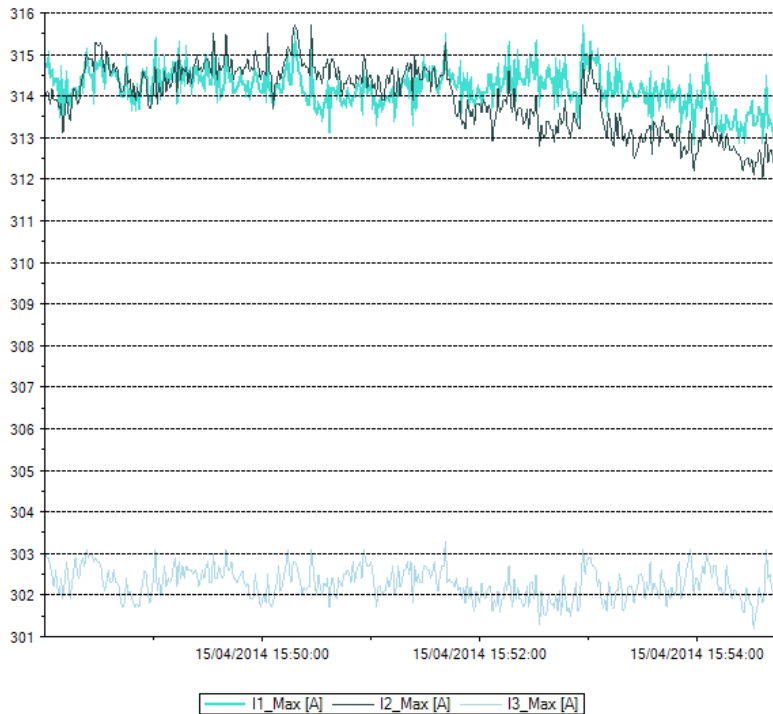


Figura 3 – Corrente em cada fase do motor.

A distorção harmônica não está excedendo os limites de 10% para a distorção harmônica total da tensão (DHTV) e 30% para a distorção harmônica total da corrente (DHTI). A Figura 4 apresenta a DHTI durante alguns minutos de funcionamento do motor em regime permanente. O gráfico apresenta uma curva para cada fase com intervalos de medição de 1s. O baixo nível de harmônicos da corrente pode se justificar pelo acionamento dos motores serem através de chaves compensadoras.

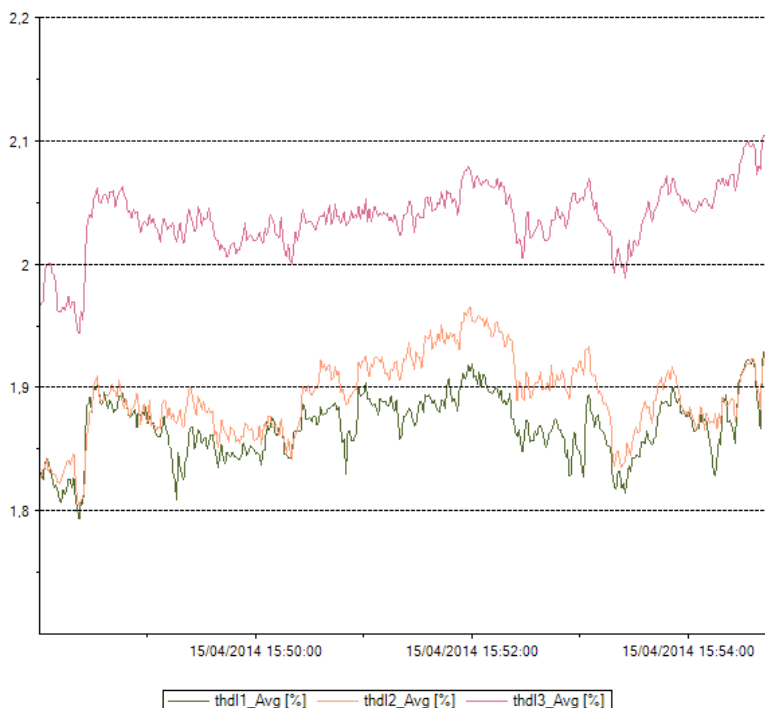


Figura 4 – Distorção harmônica total da corrente do motor.

CONCLUSÕES:

A detecção do sobreaquecimento e o aumento da corrente do motor da unidade de estação elevatória do SAAE indicam o subdimensionamento do mesmo.

O redimensionamento do motor trará benefícios como aumento do tempo de vida útil da instalação e dos equipamentos, diminuição da corrente na instalação elétrica e da temperatura de operação e melhores condições de segurança para as pessoas e os equipamentos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução N° 505 de 26 de novembro de 2001.**

Disponível em: <<http://www.arsal.al.gov.br/servicos/sobre-energia-1/legislacao-do-setor-eletrico-aneel/res2001505.pdf>> Acesso em: 15 abril 2014.

BULGARELLI, R., **Proteção térmica de motores de indução trifásicos industriais**, USP, 2006.

LOBOSCO, D.; DIAS, J. L. P. C., **Seleção e aplicação de motores elétricos**, Série Brasileira de Tecnologia, McGraw Hill, 1988.

NBR 7094: **Máquinas elétricas girantes – Motores de indução – Especificação**. ABNT. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 2003.

RAMOS, M. C. E. S., **Implementação de motores de alto rendimento em uma indústria de alimentos: Estudo de caso**, USP, 2005.

WEG, **Manual de motores elétricos, características, especificações, instalação e manutenção**, Edição junho/2005. Disponível em: <<http://www.weg.com.br/index.htm>>.