

Utilização da termografia na manutenção preditiva

Luiz Alberto Ferreira Rangel*
Matheus Joviniano de Lima**
Matheus Figueiredo Pinto***

Resumo

Atualmente as falhas concretas são cada vez menos aceitáveis nas indústrias. Juntamente, a redução das falhas catastróficas e dos prejuízos associados tem impulsionado o desenvolvimento de técnicas de inspeção e manutenção preditiva. Entre elas se encontra a termografia (ensaio não destrutivo), técnica bastante empregada na inspeção de componentes e sistemas industriais. Nesse sentido, o presente projeto buscou o desenvolvimento de processos de inspeção e qualificação de conectores elétricos, utilizando-se da técnica termográfica. Os resultados apontaram para a importância do controle operacional através do monitoramento das variações térmicas decorrentes das condições operacionais de serviço.

Palavras-chave: Ensaio não destrutivo. Termografia. Manutenção preditiva.

Introdução

As interrupções no fornecimento de energia elétrica por desligamentos imprevistos, além de causar desgaste na imagem das concessionárias e prejuízos para terceiros, trazem embutidos custos financeiros inaceitáveis, decorrentes da energia deixada de transmitir e dos danos causados em equipamentos industriais. A decisão quanto a desligar ou não um sistema elétrico é crucial para quem trabalha em manutenção, uma vez que sempre permanece a dúvida quanto a preservar o equipamento ou deixar a indústria sem energia. Considerando-se que a grande maioria dos problemas industriais é acompanhado ou precedido de sintomas que evidenciam a evolução de fenômenos térmicos, torna-se de grande importância para o setor o desenvolvimento de processos confiáveis de medida de temperatura. Essa necessidade justifica-se pelo volume de sintomas associados à elevação de temperatura em sistemas elétricos.

A medição da temperatura consiste em uma técnica de manutenção utilizada desde o início do desenvolvimento industrial. A temperatura identifica a quantidade de calor presente nos equipamentos. Os níveis de temperatura podem indicar o estado de funcionamento e estabelecer os valores normais e anormais para operação. Nesse sentido, o presente trabalho busca o registro das variações

térmicas de sistemas de conexão elétrica através da técnica termográfica. O trabalho também visa ao desenvolvimento de um sistema de análise e qualificação de componentes elétricos através do desenvolvimento de equipamentos especiais de simulação de condições extremas de trabalho. Todo esse esforço tem o intuito de estudar e compreender os diferentes parâmetros externos que influem na qualidade dos resultados obtidos através da análise termográfica.

Termografia

Definição

A termografia é uma técnica de inspeção não destrutiva e não invasiva que tem como base a detecção da radiação infravermelha emitida naturalmente pelos corpos com intensidade proporcional à sua temperatura. Através dessa técnica é possível identificar regiões, ou pontos, onde a temperatura está alterada com relação a um padrão preestabelecido. É baseada na medida da radiação eletromagnética emitida por um corpo a uma temperatura acima do zero absoluto.

Dessa maneira, podemos formar uma imagem térmica (termograma) no momento da inspeção, para análise e correção do problema.

É importante ressaltar que a termografia é realizada com os equipamentos e sistemas em pleno funcionamento, de preferência nos períodos de maior demanda, quando os pontos deficientes tornam-se mais evidentes, possibilitando a formação do perfil térmico dos equipamentos e componentes nas condições normais de funcionamento no momento da inspeção.

Aplicação

Nos dias atuais, a termografia tem aplicações em inúmeros setores. Na indústria automobilística é utilizada no desenvolvimento e estudo do comportamento de pneumáticos, desembaçador do para-brisa traseiro, freios, no sistema de refrigeração, turbo, etc. Na siderurgia tem

* Técnico em Mecânica pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro

** Técnico em Mecânica pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro

*** Técnico em Mecânica pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro

aplicação no levantamento do perfil térmico dos fundidos, durante a solidificação e na inspeção de revestimentos refratários dos fornos.

Na indústria aeronáutica é utilizada no ensaio de materiais compostos para se detectar dupla laminação ou outros tipos de rupturas. Pontos quentes assim como falhas de coesão em componentes elétricos e eletrônicos podem ser determinados, com utilização da termografia.

A indústria química emprega a termografia para a otimização do processo e no controle de reatores e torres de refrigeração.

As aplicações na engenharia civil incluem a avaliação do isolamento térmico de edifícios e a possibilidade de determinar detalhes construtivos das construções, etc. Nas artes, o método tem se mostrado de grande valia na detecção de descascamento de pintura e de massas reconstituíntes bem como no diagnóstico geral para conservação e restauração.

Materiais e Métodos

Técnicas para a Medição da Temperatura:

Os equipamentos utilizados na medição de temperatura são constituídos basicamente dos seguintes componentes:

- Sensor: que pode ser com contato ou sem contato.
- Dispositivo para o tratamento do sinal do sensor.-Dispositivo indicador da temperatura: pontual ou imagem.

Os instrumentos para o monitoramento das condições de um equipamento através da temperatura permitem dois tipos de medição:

- Medição localizada.
- Imagem termográfica.

Medição Localizada

A medição localizada permite a identificação de um valor pontual da temperatura por coleta. Os instrumentos para esse caso são de fácil utilização.

Para aplicação desse método é muito importante identificar o ponto ideal para o monitoramento. Deve-se ressaltar que o uso isolado desse procedimento não é suficiente, na maioria das vezes, para a detecção e o diagnóstico dos problemas do equipamento de uma forma eficiente que venha a garantir a atuação da manutenção de forma preditiva. A simples medição da temperatura pode não identificar o problema no seu início e deixa de garantir a possibilidade de programar uma intervenção para a manutenção. Apesar de ser fundamental para a proteção dos equipamentos, a medição de temperatura deve ser complementada com outras técnicas de manutenção preditiva.

Os principais equipamentos para a medição localizada da temperatura são:

(1) Instrumentos com Sensores com Contato:

a) Termopares: Esse instrumento já existe desde 1821 e utiliza como princípio de funcionamento o efeito Seebeck, que está relacionado com a geração de uma diferença de potencial entre dois materiais submetidos a uma variação de temperatura. A faixa de medição desses instrumentos está entre -200 e 2000°C , de acordo com o par de materiais utilizados. O erro pode variar de $\pm 0,5$ a $\pm 2,5^{\circ}\text{C}$.

b) Termorresistores: O funcionamento está na propriedade dos condutores alterarem sua resistência elétrica de acordo com a variação da temperatura. São conhecidos como PTC's, ou seja, coeficiente de dilatação térmica positiva. O sensor utiliza um único material, os mais utilizados são a Platina, o Níquel e o Cobre. O mais conhecido é o Pt 100, que utiliza a Platina com 100 (0°C). A faixa de medição desses instrumentos é de -200 a 850°C e o erro não supera $\pm 1^{\circ}\text{C}$ na maior parte da faixa de medição. Esse instrumento é superior ao termopar.

c) Termistores: Utilizam a propriedade dos semicondutores variarem a sua resistência com a variação da temperatura. São conhecidos como NTC's, coeficiente de dilatação térmica negativa. Utilizam a mistura de diversos materiais em sua fabricação. A faixa de medição é de -250 a 200°C e a precisão é de $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$, podendo sofrer influência do meio onde aplicado. Esse instrumento é utilizado em locais que exigem a medição de pequenas variações da temperatura.

(2) Instrumentos com Sensores sem Contato:

Esses instrumentos utilizam sensores que medem a radiação térmica emitida pelos corpos. O nome mais comum para esses aparelhos é radiômetro. Atualmente existe uma grande diversidade de modelos disponíveis no mercado de instrumentos. A sua faixa de medição depende do modelo utilizado, podendo variar entre -32 e 2000°C . A precisão também irá depender do modelo e faixa de uso, estando na maior faixa da aplicação em $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

O uso desse aparelho é bastante simples, porém alguns detalhes de utilização devem ser conhecidos, para evitar grandes erros na sua utilização. Os principais fatores que devem ser verificados para uma correta utilização desses instrumentos são:

- Princípio de Funcionamento do Radiômetro: O radiômetro captura a energia emitida por qualquer objeto aquecido através de ondas infravermelhas. O infravermelho faz parte do espectro de radiações eletromagnéticas, tais como: ondas de rádio, raio

gama, ultravioleta, raio X, luz visível e micro-ondas. Na prática as ondas na faixa de 0,7 a 14 microns indicam a temperatura do objeto.

- **Distância para a Leitura:** A resolução óptica é a característica que define o campo de utilização do radiômetro. A área de interesse para a medição deve estar dentro da capacidade de resolução do aparelho.

- **Condições do Ambiente:** Alguns fatores no local de medição podem afetar a precisão desse tipo de instrumento. Vapores, sujeira e fumaça podem afetar a qualidade da leitura devido à obstrução do sensor óptico. Ruído, campo eletromagnético, vibrações e outras condições adversas podem interferir na medição, devendo ser evitado. Os equipamentos podem ter acessórios para minimizar esses efeitos, devendo ser consultado o manual do fabricante.

- **Temperatura do Ambiente:** Os radiômetros têm limitações com relação à temperatura de exposição do aparelho. As variações bruscas de temperaturas no local de medição podem exigir intervalos de medição para garantir a calibração do aparelho às novas condições ambiente.

Requisitos adicionais devem ser verificados nos catálogos e manuais dos aparelhos utilizados para a medição.

Imagem Termográfica

A Termografia Infravermelha é uma aplicação dos instrumentos de detecção infravermelha para identificação de imagens com diferentes temperaturas (termogramas). Os instrumentos para a geração da imagem termográfica seguem conceitos semelhantes aos utilizados pelos radiômetros. Devido às facilidades de utilização desses instrumentos na detecção de diferenças de temperaturas em grandes superfícies, essa técnica possui vasta aplicação nos ambientes industriais. Esses aparelhos são divididos em dois grupos: detecção de energia de radiação de ondas curtas (3 a 5 microns) e aparelhos de detecção de ondas longas (8 a 15 microns). Os aparelhos para a detecção das ondas curtas são mais recomendados devido à variedade de aplicações (elétricas, mecânicas e estruturais). Entretanto, os aparelhos de ondas curtas são mais sensíveis aos raios solares, devendo ser tomadas precauções no uso em ambientes externos. Os aparelhos podem gravar imagens para análises posteriores.

A termografia pode ser utilizada para leituras qualitativas ou quantitativas. A leitura qualitativa permite identificar, de forma eficaz, a diferença de temperatura entre pontos de um equipamento, podendo ser muito útil para a identificação de vazamentos, entupimentos de tubulações, sobrecarga em circuitos elétricos, falhas de

isolamentos elétricos, desgaste em revestimentos refratários, deficiência de funcionamento em mancais e transmissões, deficiência de isolamentos térmicos e outras aplicações relacionados com as diferenças de temperatura.

Vantagens

São várias as vantagens. Dentre elas destacamos:

- Poder realizar inspeções sem interromper o funcionamento de máquinas e equipamentos;
- Poder melhorar a manutenção dos equipamentos, com foco na manutenção dos pontos quando for realmente necessário;
- Poder aumentar a confiabilidade de um equipamento ou instalação, ao ser localizado um problema antes da falha, evitando-se as paradas não programadas;
- Poder melhorar a segurança dos equipamentos, reduzindo os riscos de acidentes;
- Poder economizar dinheiro, já que a manutenção custa bem menos do que os custos com paradas não programadas.
- O uso de imagens térmicas pode resultar em aumento do tempo de produção com redução do tempo de paradas não programadas, resultando em aumento de produção.

Desvantagens

Os componentes inspecionados devem ser relativamente finos e o custo relativamente alto do equipamento.

Desenvolvimento

Os melhoramentos nos sistemas de termografia computadorizada e softwares específicos para o processamento de dados termográficos facilitarão a aplicação dessa técnica, na medida que os ensaios ficam mais precisos.

Considerando-se o numeroso potencial de aplicações do método, o desenvolvimento do ensaio termográfico, em todos os níveis industriais, pode ser até previsto.

Atualmente, outras técnicas estão sendo pesquisadas e analisadas quanto aos fenômenos térmicos em amostras de laboratórios (misturas, têxteis, compostos), associados com os ciclos de fadiga ou tensões de impacto.

Recentemente, a termografia foi utilizada nos testes de veículos no túnel de vento; tanto a indústria automobilística quanto a aeroespacial estão realizando pesquisas nessa área.

Resultados e Discussão

Através do material acima apresentado, pode-se concluir que a análise termográfica atualmente é o método mais avançado de testes não destrutivos existente. O uso de um conjunto de instrumentos sensíveis à radiação infravermelha - termovisores e radiômetros - permite visualizar o perfil térmico

e medir as variações de calor emitido pelas diversas regiões da superfície de um corpo, sem a necessidade de contato físico com ele, fornecendo assim um resultado preciso sobre a situação de um determinado equipamento e mostrando dados que evidenciam qual é a melhor maneira de proceder com o equipamento.

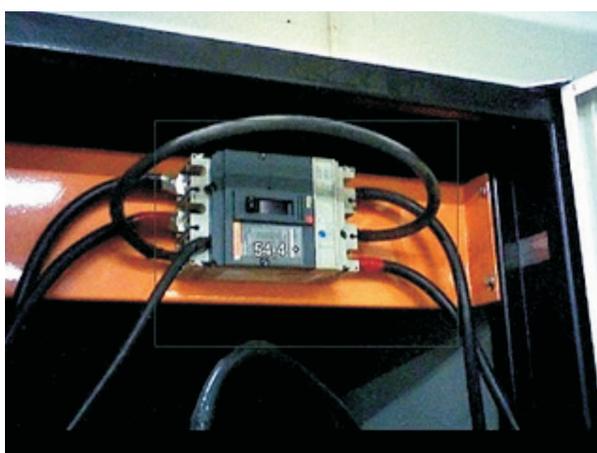
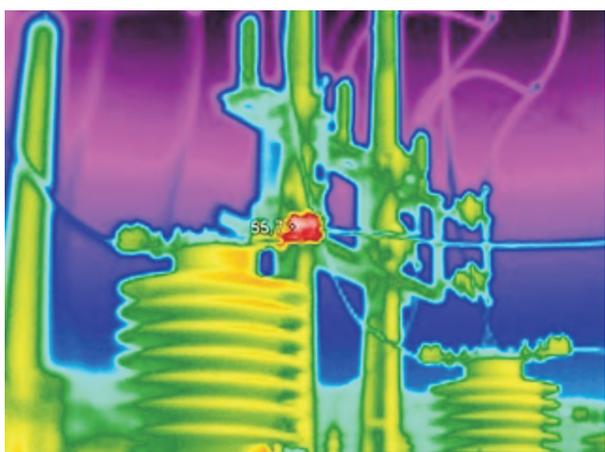
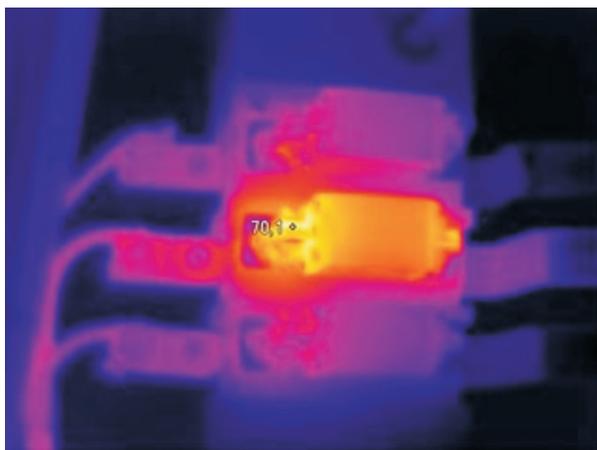
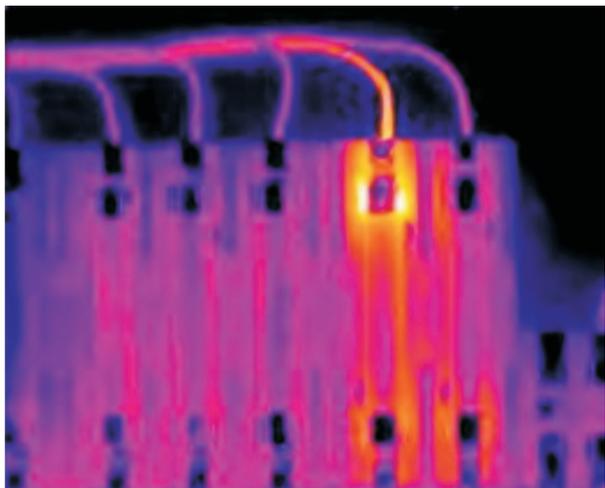


Figura 1 – Disjuntor a olho nu

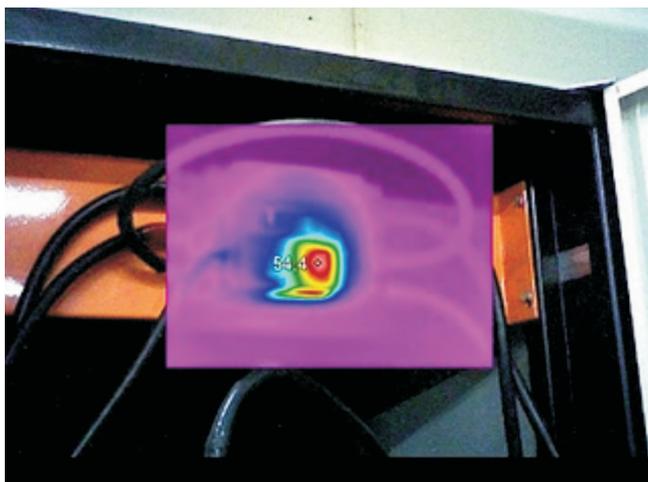


Figura 2 – Mesmo disjuntor analisado com a imagem térmica

Referências

CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DOS MATERIAIS, 17., Disponível em: <<http://www.metallum.com.br/17cbecimat/resumos/17Cbecimat-307-001.pdf>>. Acesso em: dez. 2010.

MAIS, Jason M. Introdução à análise termográfica. Disponível em: <<http://www.skf.com/portal/skf/home/aptitudexchange?contentId=0.296683.296684.296685.296714.341717>>. Acesso em: dez. 2010.

QUAIS são as vantagens em se utilizar uma câmera de imagens térmicas? Disponível em: <<http://termografiabrasil.blogspot.com/2010/03/quais-sao-as-vantagens-em-se-utilizar.html>>. Acesso em: dez. 2010.

O QUE é termografia? Thermal view. Disponível em: <<http://thermalview.com.br/whatis/>>. Acesso em: dez. 2010.

TERMOGRAFIA. Termografia Brasil. Disponível em: <<http://termografiabrasil.blogspot.com/>>. Acesso em: dez. 2010.

TERMOGRAFIA: análise de temperatura. Disponível em <<http://www.scribd.com/doc/7035973/Termografia-Analise-Da-Temperatura>>. Acesso em: dez. 2010.

TERMOGRAFIA em manutenção. Disponível em: <<http://www.artigonal.com/tecnologias-artigos/termografia-em-manutencao-2250767.html>>. Acesso em: dez. 2010.

VERATTI, A.B. Sistema básico de inspeção termográfica. Disponível em: <<http://www.tecem.com.br/site/downloads/artigos/SBIT3a.pdf>>. Acesso em: dez. 2010.

