

Termografia em manutenção preditiva: conceitos e aplicabilidades em máquinas e equipamentos industriais

André Melo de Abreu*
Ítalo Miranda Soares**
Sandro Talyuli de Oliveira Souza***

Resumo

Questões sobre a gerência de manutenção preditiva têm sido amplamente discutidas nas últimas décadas. Uma variedade de técnicas tem sido usada para o monitoramento da vibração, aquecimento e desgaste de equipamentos industriais. Este artigo apresenta uma breve revisão bibliográfica sobre os conceitos, aplicações e possibilidades do uso da termografia como forma de manutenção preditiva de equipamentos industriais. Para alcançar este objetivo o estudo faz uma breve abordagem dos diferentes tipos de manutenção e suas aplicabilidades.

Palavras-chave: Manutenção preditiva. Termografia. Prevenção.

Introdução

A mecanização dos processos produtivos trouxe consigo a necessidade da criação de sistemas de gerenciamento de manutenção que monitorassem os equipamentos industriais evitando desgaste, quebras e mau funcionamento das máquinas de modo a tornar equipamentos e instalações disponíveis o maior tempo possível para operação.

Esta disponibilidade tornou-se possível graças a programas de gestão de manutenção. A manutenção é o conjunto de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão utilizadas no ciclo de vida de uma máquina ou componente (CABRAL, 2006 apud FARIA, 2011).

Os custos com manutenção são a principal parte dos custos operacionais das indústrias de manufatura e de produção. Nas indústrias alimentícias, por exemplo, a manutenção representa 15% do custo dos bens produzidos; nas indústrias pesadas como as siderúrgicas, indústrias de papel e celulose ela pode representar até 30% dos custos totais da produção. Portanto, a gerência ineficaz da manutenção pode significar sérios prejuízos para a produção diminuindo a competitividade do produto no mercado global (ALMEIDA, 2011).

Dentre as diferentes formas de manutenção, a preditiva é reconhecidamente uma técnica eficaz. As técnicas preditivas se baseiam em condições, ou seja, em fazer, regularmente, o monitoramento do estado mecânico, eletroeletrônico, eletropneumático, eletro-hidráulico e elétrico dos equipamentos e instalações; além de monitorar

o rendimento operacional de equipamentos e instalações. As técnicas de manutenção preditiva incluem a análise de vibração, ultrassom, ferrografia, tribologia, monitoria de processo, inspeção visual, termografia dentre outras (ALMEIDA, 2011; SALLES e LIMA, 2011).

Esse monitoramento diminui as ações de manutenção corretiva, pois reduz os intervalos entre reparos por quebras; reduz, ainda, os procedimentos de manutenção preventiva e seus reparos programados. O resultado é a maximização do rendimento do processo produtivo.

Tipos de manutenção

A idéia de manutenção existiu desde épocas remotas, mas o termo só começou a ser conhecido por volta do século XVI na Europa central, simultaneamente ao surgimento do relógio mecânico e dos primeiros técnicos em montagem e assistência. A Revolução Industrial consolidou a prática de manutenção e ela se tornou uma necessidade durante a Segunda Guerra Mundial. Após a guerra, Inglaterra, Alemanha, Itália e principalmente o Japão alicerçaram seu desempenho industrial nas bases da engenharia e manutenção (TELECURSO, 2011a).

Pesquisas recentes sobre a eficiência da gerência de manutenção indicam que um terço de todos os custos desse processo são desperdiçados com procedimentos desnecessários ou realizados inadequadamente. A indústria americana gasta, em média, 200 bilhões de dólares por ano com manutenção de equipamentos. Esse custo representa um significativo impacto sobre a produtividade e o lucro na produção (ALMEIDA, 2011).

Portanto, a gerência ineficaz da manutenção resulta numa grande perda financeira, eleva os custos e afeta qualitativamente os produtos, tornando-os menos competitivos no mercado global. De acordo com Almeida (2011), a principal causa da ineficácia da gerência de manutenção é a ausência de dados que quantifiquem a real necessidade de reparo ou manutenção da

* 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.

maquinaria, equipamentos e sistemas da planta industrial. De modo geral, o planejamento de manutenção tem sido elaborado a partir de informações estatísticas ou quando há falha nos equipamentos.

A percepção de que a manutenção exerce um impacto direto sobre a qualidade do produto, os custos de produção e o lucro é recente. Nas últimas duas décadas o avanço tecnológico na área de microprocessadores e instrumentos computadorizados de monitoramento da capacidade operativa de equipamentos, maquinaria e sistemas fabris contribuiu para o aperfeiçoamento dos programas de gerenciamento e operações de manutenção. O uso de modernos equipamentos permite que a equipe de manutenção reduza ou elimine reparos desnecessários. Os resultados são: menor índice de falhas nas máquinas, redução do impacto negativo da operação de manutenção sobre o rendimento da planta industrial de manufatura e de produção.

Para entender melhor os programas de gerência de manutenção é necessário considerar primeiro as técnicas de gerência. Faria (2011) declara que a manutenção divide-se em duas categorias: a proativa e a reativa. A proativa está relacionada à reparação ou reconstrução de um equipamento ou máquina; a reativa relaciona-se, de modo geral, ao conceito de prevenção que nas últimas décadas evoluiu alcançando a ideia preditiva.

Sobre os tipos de manutenção o módulo de mecânica do Telecurso 2000 (2011a) destaca dois tipos: a planejada e a não planejada. A manutenção planejada classifica-se em quatro categorias: preventiva, preditiva, TPM (Manutenção Produtiva Total) e Terotecnologia.

A manutenção preventiva consiste no conjunto de procedimentos e ações antecipadas que visam manter a máquina em funcionamento. A manutenção preditiva é um tipo de ação preventiva baseada no conhecimento das condições de cada um dos componentes das máquinas e equipamentos.

A evolução do conceito de prevenção e os diferentes tipos de manutenção

A primeira forma de manutenção usada pelas indústrias foi a manutenção reativa, ou seja, um máquina ou componente trabalhava até sua avaria. Nesta perspectiva havia muito desperdício, perda de tempo e de esforços humanos. Ações para manter, prever e assegurar que o bem tivesse o tempo de vida para o qual foi desenhado não eram previstas neste tipo de manutenção (U.S.Department of Energy, 2007 apud FARIA, 2011).

Al-Shayea (2007, apud FARIA, 2011) afirma que a manutenção reativa pode ser dividida em dois tipos: manutenção de emergência e manutenção de avaria. A reparação, substituição ou reconstrução de uma máquina são atividades da manutenção reativa.

A avaria ou quebra de uma máquina ou equipamento pode representar um sério risco para os trabalhadores. Dhammar (2004, apud FARIA, 2011) informa que há uma forte relação entre a ocorrência de acidentes e a manutenção reativa, pois numa situação reativa algumas pessoas arriscam sua integridade física na tentativa de solucionar um problema inesperado.

Outra forma de manutenção que se assemelha à reativa é a manutenção corretiva, que segundo Al-Shayea (2007, apud FARIA, 2011) é realizada para que o equipamento volte ao estado de desempenho funcional normal. A manutenção corretiva se distingue da reativa pelo fato de as suas atividades serem planejadas e realizadas regularmente com a finalidade de manter o equipamento em condições operacionais normais. A manutenção corretiva está subdividida em três tipos: manutenção curativa, diferida e manutenção de paragem corretiva.

A partir da análise dos problemas e prejuízos ocasionados pelas quebras e paradas e os obstáculos à melhoria da qualidade, as indústrias passaram a dar ênfase à manutenção preventiva que é uma das formas de manutenção proativa.

O conceito de manutenção preventiva teve origem nos Estados Unidos e foi introduzido no Japão em 1950. Neste período os donos de fábricas se preocupavam em valorizar e manter seu maquinário e equipamentos, por isso precisavam considerá-los em termos de custos e ciclo de vida (TELECURSO, 2011b).

A partir de 1960, as indústrias reconheceram a manutenção e a confiabilidade como elementos imprescindíveis à eficiência. A partir de então, o enfoque da manutenção passa a ser a confiança no setor produtivo quanto à qualidade do serviço de manutenção.

As atividades da manutenção preventiva consistem de um conjunto de ações realizadas em intervalos de tempo ou de funcionamento da máquina. O objetivo é identificar o início de degradação de uma máquina para que ela funcione de modo seguro e eficiente, reduzindo a probabilidade de quebra ou degradação do funcionamento de um equipamento além de reduzir ao mínimo os fatores que contribuem para as avarias e minimizar as consequências da quebra (ALMEIDA, 2011).

A quebra é a falha visível. A falha visível é causada por um conjunto de falhas invisíveis como num *iceberg*. Logo, se a manutenção evitar as

falhas invisíveis, a quebra deixará de ocorrer. As falhas invisíveis podem não ser detectadas por dois motivos: físicos ou psicológicos. Dentre os motivos físicos, encontram-se as falhas que não são visíveis por estarem em local de difícil acesso ou por estarem encobertas por detritos ou sujeiras. Os motivos psicológicos relacionam-se ao fato de as falhas deixarem de ser detectadas pelo despreparo e falta de capacitação dos operadores ou mantenedores (TELECURSO, 2011b). Portanto, um programa eficaz de manutenção deve conhecer as falhas invisíveis do processo de produção em seus aspectos físicos e psicológicos.

A manutenção preditiva

A natureza da atividade industrial define a melhor forma de manutenção proativa a ser adotada. Para conhecer as causas invisíveis da falha de um equipamento, a manutenção preditiva apresenta-se como uma forma eficaz de manutenção.

A manutenção preditiva é um tipo de ação baseada no conhecimento das condições de cada um dos componentes das máquinas e equipamentos. Esses dados são obtidos por meio de um acompanhamento do desgaste de peças vitais de conjuntos de máquinas e de equipamentos. Testes periódicos são efetuados para determinar a época adequada para substituições ou reparos de peças (TELECURSO, 2011b).

A manutenção preditiva baseada na condição utiliza medições e métodos de processamento de sinais para diagnosticar a condição do equipamento durante operação. As técnicas de monitoramento incluem: análise de vibração, ultrassom, ferrogafia, tribologia, monitoria de processo, inspeção visual, e outras técnicas de análise não destrutivas. A combinação destas técnicas oferece os meios de monitoramento direto de todos os equipamentos e sistemas críticos em uma fábrica (ALMEIDA, 2011).

Dentre as vantagens da monitoração da condição, está o controle ou eliminação de sinais estranhos antes de ocorrer a deterioração da máquina. Portanto, o equipamento opera a um ótimo nível e a sua vida útil é maximizada e o risco de falha diminuído. As situações de paragem e os respectivos inconvenientes e custos de horas extras são praticamente eliminados.

Alguns investigadores classificam a manutenção preditiva como um tipo de manutenção preventiva. A principal diferença entre manutenção preventiva e preditiva é que a manutenção preditiva utiliza a monitoração da condição do equipamento para definir as necessidades de reparo, a manutenção preventiva é baseada no tempo e depende de estatísticas de vida média. A desvantagem da manutenção preditiva baseada na condição é a forte

dependência da veracidade e correta interpretação da informação recebida (AL-SHAYEA, 2007 apud FARIA, 2011).

Termografia

Processos produtivos e equipamentos mecânicos que produzem calor podem se beneficiar da manutenção preditiva por termografia. A termografia é uma técnica de manutenção que detecta por radiação infravermelha a temperatura de equipamentos e máquinas. Através desta técnica é possível identificar regiões onde a temperatura está alterada em relação a um padrão estabelecido. “É baseada na medida da radiação eletromagnética emitida por um corpo a uma temperatura acima do zero absoluto” (MALDAGUE, 1993; DERENIAK, 1996 apud PELLIAZARI et al., 2006).

A inspeção termográfica é uma técnica não destrutiva realizada para medir temperaturas ou observar os padrões de distribuição de calor utilizando sistema infravermelho. O objetivo é obter informações relativas à condição operacional de um componente, equipamento ou processo (VERATTI, 2011).

Um sistema de manutenção termográfico possui recursos que permitem a realização de tarefas de análise preditiva nos campos de redes elétricas, equipamentos mecânicos, redes de vapor, fornos, reatores e processos.

Veratti (2011) ao abordar as principais características de um sistema básico de inspeção termográfica esclarece que os instrumentos usados para transformar a radiação infravermelha em informação térmica são os termovisores e radiômetros. As informações podem ser qualitativa ou quantitativa. Os termovisores possuem objetivas intercambiáveis que possibilitam adequar o campo de visão do aparelho às necessidades específicas de cada observação. O registro das imagens térmicas é digital e permite o acoplamento do sistema a microcomputadores para processamento da informação.

Atualmente os radiômetros possuem miras infravermelhas que facilitam o posicionamento dos aparelhos e a rápida visualização da área sensoreada. Os modelos de uso geral apresentam campo de visão de 1:60 e são adequados para as tarefas básicas de inspeção preditiva como a medição de temperaturas em quadros elétricos de média e baixa tensão, mancais de redutores, motores elétricos e fornos de menor porte (VERATTI, 2011).

O manuseio desse equipamento requer a capacitação dos operadores. Além do conhecimento das limitações dos equipamentos, os operadores devem saber se as informações

colhidas são confiáveis e se podem orientar as ações da manutenção. Os programas aplicativos utilizados são capazes de classificar os componentes elétricos aquecidos considerando as temperaturas máximas admissíveis para cada tipo de componente além da influência da carga e do vento (em instalações externas). Um aplicativo assim permite a emissão de relatórios com a classificação correta dos componentes aquecidos em termos de criticidade e de risco para o sistema produtivo (VERATTI, 2011).

Um dos mais importantes parâmetros a serem considerados para a aplicação da termografia em uma empresa é o retorno do investimento. A implantação de um Sistema Básico de Inspeções Termográficas certamente produzirá resultados de detecção de falhas que se reflitam em alterações térmicas de equipamentos e máquinas.

O uso da termografia em sistemas elétricos

As perdas de energia são cada vez menos aceitáveis em sistemas de geração e transmissão de energia elétrica. Além de eliminar as perdas, os sistemas que geram ou conduzem energia também devem reduzir as falhas e os prejuízos delas decorrentes. Essas necessidades têm impulsionado o desenvolvimento de técnicas de inspeção e manutenção preditiva. Entre estas técnicas se encontra a termografia empregada na inspeção de componentes e sistemas elétricos.

Para a detecção de alteração da temperatura alguns critérios devem ser considerados. A Engelétrica (2011) destaca alguns critérios: um componente está aquecido quando sua temperatura é maior que a temperatura do ambiente; o aquecimento é calculado pela diferença entre a temperatura do componente e a temperatura do ambiente; fatores como carga e evento devem ser considerados; nas inspeções internas os cuidados devem estar voltados para a carga, nível de utilização da instalação, circuito ou equipamento; o aquecimento máximo admissível para um componente ou equipamento é igual a diferença entre a máxima temperatura admissível e a temperatura ambiente.

Os componentes do sistema elétrico que podem acarretar interrupções no fornecimento de energia, muitas vezes causando danos irreparáveis são: disjuntores; chaves seccionadoras; bases e fusíveis; barramentos e condutores em geral; conexões; transformadores de distribuição, dentre outros.



Figura 1 - Inspeção termográfica no sistema elétrico para detecção de pontos de aquecimento

Fonte: <http://www.laborsolutions.com.br/termografia.html>

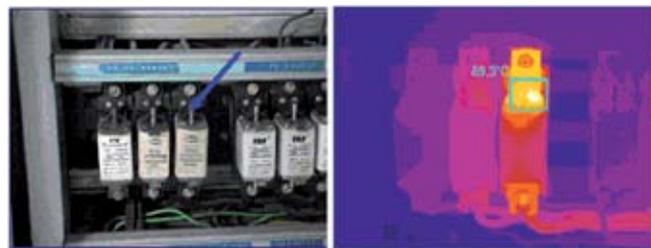


Figura 2 - Imagem de termografia de transformadores onde foi detectada uma distribuição térmica irregular

Fonte: Disponível em <http://www.thermoconsult.com.br/aplicacoes-mecanicas.html>

São consideradas anomalias térmicas as ocorrências das seguintes condições: temperatura superior à máxima temperatura para o componente avaliado; qualquer aquecimento superior à 25°C em relação ao ambiente com exceção de resistências de aquecimento, núcleos de algumas bobinas, lâmpadas acesas e resistores; equipamento elétrico com temperatura superior a outro equipamento idêntico nas mesmas condições de carga e trabalho; equipamentos que não são visualizados pelo termovisor, mas que despertem suspeita de aquecimento periférico (ENGELETRICA, 2011).

O uso da termografia infravermelha em sistemas mecânicos

Quando estão em atividade os sistemas mecânicos geram energia térmica. Um dos maiores problemas em sistemas mecânicos são as temperaturas excessivas. Uma quantidade excessiva de atrito pode ser causada pelo desgaste, desalinhamento ou condições inadequadas de lubrificação. A imagiologia térmica infravermelha é capaz de avaliar o estado de aquecimento dos

equipamentos (BRANCO, 2011)

A termografia infravermelha é uma importante ferramenta para o monitoramento de equipamentos mecânicos. As câmaras infravermelhas permitem a monitoração da temperatura enquanto o equipamento está em funcionamento.

Grande parte dos equipamentos mecânicos possui limites de temperatura usados como padrões de verificação. A imagiologia térmica infravermelha pode ser aplicada em uma variedade de equipamentos como bombas, motores, mancais, roldanas, ventiladores, acionamentos dentre outros (BRANCO, 2011).

Em sistemas mecânicos a termografia infravermelha é útil para localizar uma área problemática e indicar a raiz do superaquecimento. De modo geral, o calor é produzido no interior de um componente que não está visível para a câmera. Esse calor se apresenta como um padrão sobre a superfície do objeto e, assim, a câmera infravermelha o detecta. Procedimentos complementares como análise de vibração, análise de óleo e ultrassom podem ser empregados para localizar o problema e determinar a causa da falha (BRANCO, 2011).

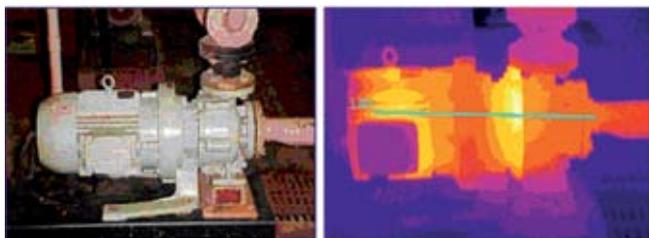


Figura 3 - Termografia em motores elétricos para verificação de aquecimento
Fonte: Disponível em <http://www.thermoconsult.com.br/aplicacoes-mecanicas.html>

Considerações finais

Em qualquer sistema industrial, a improvisação é sinônimo de prejuízo. Quando se improvisa, pode-se até evitar a paralisação da produção, mas perde-se em eficiência. Métodos preditivos estabelecidos pelos técnicos de manutenção evitam a improvisação e asseguram um trabalho uniforme e seguro.

Os sistemas industriais são projetados e mantidos para desempenhar seu potencial produtivo dentro dos requisitos de qualidade. As práticas de manutenção do desempenho de equipamentos e máquinas têm por objetivo a implementação de técnicas que minimizem a frequência e a quantidade de operações de manutenção, a melhoria do processo de manutenção, a otimização dos recursos e a maximização da utilização dos meios de manutenção (FARIA, 2011).

Uma gestão de manutenção bem sucedida deve considerar os fatores técnicos tradicionais e também novos fatores como a relação entre custo e eficiência, tempo de implementação, confiabilidade, segurança e qualidade total (DHILLON, 2002 apud FARIA, 2011).

Em vez de esperar as falhas do equipamento, a empresa deve optar por uma manutenção preditiva. A manutenção preditiva através da termografia em equipamentos mecânicos e elétricos reduz a manutenção corretiva; reduz os custos de manutenção e o consumo de energia elétrica, pois contribui para o prolongamento da eficiência operacional dos sistemas analisados.

Referências

ALMEIDA, Márcio Tadeu. Manutenção preditiva: confiabilidade e qualidade. Disponível em: <<http://www.mtaev.com.br/download/mnt1.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

BRANCO, Renata. Análise de Sistemas Mecânicos usando termografia infravermelha. Disponível em: <<http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/2299-analise-de-sistemas-mecanicos-usando-termografia-infravermelha/>>. Acesso em: 2 mar. 2011.

ENGELETRICA. Termografia. Disponível em: <http://www.engeletrica.com.br/eng_termografia.htm>. Acesso em: 3 maio 2011.

FARIA. Iolanda Balcky. Seleção de um redutor de engrenagem para um agitador e planejamento das ações de manutenção. Disponível em: <http://run.unl.pt/bitstream/10362/2511/1/Faria_2009.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2011.

LABOR E SOLUTIONS. Termografia. Disponível em: <<http://www.laborsolutions.com.br/termografia.HTML>>. Acesso em: 13 abr.2011.

LIMA. Walter Costa; SALLES, José Antonio Arantes. Manutenção Preditiva: caminho para a Excelência e Vantagem Competitiva. Disponível em: <<http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/616.pdf>>. Acesso em: 2 de abril de 2011.

PELLIZARI, E.; Martins C. O. D.; MENEZES, A. F. S.; REGULY A. Aplicações da termografia como ferramenta de manutenção preditiva em conectores elétricos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS DE MATERIAIS. Disponível em: <<http://www.metallum.com.br/17cbecimat/resumos/17Cbecimat-307-001.pdf>>.

TELECURSO 2000. Introdução à manutenção. Aula 1. Disponível em: <http://www.aditivocad.com/baixar-apostila.php?id=51b&rf=telecurso_2000_

manutencao _mecanica&ld=2d1e4c4>. Acesso em: jan. 2011a.

TELECURSO 2000. TPM Planejamento, Organização e Administração. Aula 2. Disponível em: <http://www.aditivocad.com/baixar-apostila.php?id=51b&rf=telecurso_2000_manutencao_mecanica&ld=2d1e4c4>. Acesso em: jan. 2011b.

VERATTI, Atílio Bruno. Sistema Básico de Inspeção Termográfica. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/login?redirect=/content/ABAAAAXCEAE/programa-tpm-8-pilares-manutencao>>. Acesso em: 12 abr. 2011.