

Capítulo VII

Sistema de manutenção planejada e em motores elétricos

Por Igor Mateus de Araújo e João Maria Câmara*

O Sistema de Manutenção Planejada (SMP) é formado por instruções, listas e detalhamento de tarefas e de recursos necessários ao seu cumprimento, e constitui-se em uma sistemática dentro do escopo da manutenção preventiva.

Conceitos

Os SMPs compreendem vários procedimentos que visam manter a máquina e os equipamentos em perfeito estado de funcionamento, ou seja, o SMP consiste, essencialmente, na consolidação dos procedimentos de manutenção preventiva dos diversos equipamentos e sistemas de várias origens existentes na organização, de forma padronizada e eficiente, e com a máxima economia de meios.

É um método que tem como propósito permitir a máxima disponibilidade, confiabilidade e desempenho dos equipamentos e sistemas por ele abrangidos, por meio da otimização dos recursos disponíveis para a manutenção.

Desgaste ou deterioração e falhas aleatórias provocam avarias ou degradações de desempenho do material. Para reduzir efeitos de falhas decorrentes de desgastes ou defeitos progressivos, os sinais de desgaste ou deterioração podem ser identificados por meio de testes e verificações, realizados em intervalos adequados e de modo a permitir as competentes ações de manutenção corretiva.

As falhas aleatórias, por sua própria natureza, não podem ser previstas. O sistema, no entanto, deve proporcionar as informações necessárias para o início das atividades de manutenção corretiva.

Características

As atividades de manutenção são conduzidas por meio de uma estrutura organizacional com vários níveis de operação, como departamentos, divisões, seções, etc. Elas são planejadas para cada nível de operação, considerando as demais atividades da organização.

A execução das tarefas de manutenção é descentralizada, cabendo a cada indivíduo a responsabilidade pelo cumprimento da tarefa que lhe foi atribuída. As atividades de cada nível de operação do sistema são controladas, de forma a assegurar a realimentação da informação, sendo o funcionamento do SMP baseado na existência – em níveis estabelecidos pelo próprio sistema – dos seguintes requisitos de documentação: equipamentos e ferramental de teste, sobressalentes e qualificação do pessoal.

Um SMP não entra em funcionamento por si só, nem produz resultados automaticamente. É indispensável a existência, em todos os níveis de operação do sistema, de uma atitude mental positiva, de crença e confiança na eficiência do SMP, que deve ter condições para permitir o início imediato das atividades de manutenção corretiva ao ser identificada avaria durante a execução de rotinas de manutenção preventiva.

São obrigatórios para um SMP a existência de elementos para uma contínua avaliação da eficiência do sistema e de instrumentos para seu aperfeiçoamento.

Organização do SMP

A organização de um SMP pode ser visualizada por meio da descrição das etapas do sistema e da documentação envolvida.

As etapas do sistema

Etapas que compõem um SMP:

- Planejamento: distribuição das atividades de manutenção (rotinas de manutenção) ao longo de um período considerado como ciclo para a organização;
- Programação: programar as tarefas de manutenção a partir do planejamento realizado e dentro do período básico estabelecido para a organização;
- Execução: realização propriamente dita das tarefas de manutenção programadas;
- Registro: consiste no lançamento, em registros próprios, das informações relevantes obtidas durante a execução das atividades de manutenção;
- Controle: inclui o acompanhamento das atividades em cada nível de operação do sistema, a análise dos resultados obtidos e a apresentação das conclusões decorrentes dessa análise;
- Acessórios: são os arquivos, caixas, etiquetas e demais materiais utilizados na operação do SMP.

O projeto de um SMP

O projeto de um SMP deverá seguir a seguinte sequência:

- Definição da lista de equipamentos a serem incluídos no sistema;
- Estabelecimento do ciclo operativo da organização;
- Estabelecimento do período básico ou de referência do SMP;
- Definição da hierarquia do material;
- Definição dos níveis de operação do SMP;
- Caracterização da periodicidade das rotinas;
- Definição da documentação básica (plano mestre, programas, tabelas, quadros, etc.);
- Definição das saídas do sistema;
- Elaboração das instruções para funcionamento.

A documentação do SMP

Os documentos básicos para a operação de um SMP são os seguintes:

- Plano mestre de manutenção: contém a distribuição de todas as rotinas de manutenção ao longo do ciclo determinado;
- Programas de manutenção: documentos que permitem a programação para cada dia do período básico da organização da manutenção preventiva constante do planejamento estabelecido para o ciclo;
- Tabelas e cartões de manutenção: são documentos em formato padronizado, extremamente detalhados, em que constam os

Os motores elétricos de corrente contínua funcionam quando ligados a uma rede de tensão contínua. Os motores de CA são hoje os mais utilizados, podendo ser encontrados em refrigeradores domésticos, máquinas, ferramentas, etc. Os motores de CC são de emprego mais restrito, sendo encontrados na tração elétrica, grandes laminadores, etc.

Vamos estudar com maior profundidade os motores de CA. Eles podem ser classificados, segundo o sistema elétrico de alimentação e o princípio de funcionamento ou arranque, em:

- Motores trifásicos de indução ou assíncrono;
- De rotor em curto ou gaiola de esquilo;
- De rotor bobinado;
- Motores trifásicos de síncrono;
- Motores monofásicos de indução ou assíncrono;
- De arranque capacitativo e marcha indutiva (fase dividida);
- De arranque por repulsão de polo dividido;
- Motores monofásicos..

Carregamento conveniente dos motores

- Conjugado nominal C_n ;
- A velocidade nominal N_n .

Isto é, para uma potência nominal P_n , temos:

$$P_n = C_n \times N_n$$

As perdas elétricas (ou perdas térmicas) variam com o quadrado do conjugado resistente (carga). Em um motor bem dimensionado, o conjugado resistente deve ser menor que o conjugado nominal. Se for igual ou ligeiramente superior, o aquecimento resultante será considerável. No entanto, um motor "subcarregado" apresenta uma sensível redução no rendimento.

O carregamento ideal deveria corresponder à carga do trabalho a ser efetuado, o que nem sempre é fácil de determinar. Se o trabalho exigido da máquina acionada apresentar sobrecargas temporárias, a potência do motor deve ser ligeiramente superior à potência necessária. Finalmente, devemos lembrar que motores individuais são geralmente mais econômicos em energia do que as transmissões múltiplas.

Para ilustrar, apresentamos, no quadro a seguir, a diminuição do rendimento de um motor assíncrono trifásico de 75 CV e quatro polos em função do carregamento apresentado em regime normal de operação.

Variação do rendimento de motores de 75 CV

Carregamento (%)	Diminuição do rendimento (%)
70	1
50	2
25	7

O motor elétrico absorve energia elétrica da linha e a transforma em energia mecânica disponível no eixo. O rendimento define a eficiência com que é feita esta transformação.

Chamando de “potência útil” P_u a potência mecânica disponível no eixo, e de “potência absorvida” P_a a potência elétrica que o motor retira da rede, o rendimento será a relação entre as duas, ou seja:

$$\eta = \frac{P_u \text{ (W)}}{P_a \text{ (W)}} = \frac{736 \cdot P \text{ (cv)}}{3 \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi} = \frac{1000 \cdot P \text{ (kW)}}{3 \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi}$$

ou

$$\eta\% = \frac{736 \cdot P \text{ (cv)}}{3 \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi} \cdot 100$$

Ventilação adequada

O sistema de ventilação bem projetado, além de ter um ventilador eficiente e capaz de movimentar um grande volume de ar, deve dirigir esse ar de modo a “varrer” toda a superfície da carcaça em que acontece a troca de calor. De nada adianta um grande volume de ar se ele se espalha sem retirar o calor do motor.

Para analisar se os motores podem ou não trabalhar nestes ambientes, devem ser informados o tamanho e a quantidade aproximada das fibras contidas no ambiente. Esses fatores são importantes, pois uma grande quantidade de poeira depositada sobre as aletas do motor pode funcionar como um isolante térmico, e fibras de maior tamanho podem provocar, no decorrer do tempo, a obstrução da ventilação, prejudicando o sistema de refrigeração.

Quando o conteúdo de fibras for elevado, devem ser empregados filtros de ar ou efetuar limpeza nos motores, além de:

- Limpar cuidadosamente os orifícios de ventilação;
- Limpar as aletas retirando a poeira e os materiais fibrosos;
- Cuidar para que o local de instalação do motor permita livre circulação de ar;
- Verificar o funcionamento do sistema de ventilação auxiliar e a livre circulação do ar nos dutos de ventilação.

Controle da temperatura ambiente

Motores que trabalham em temperaturas inferiores a -20°C apresentam os seguintes problemas:

- Excessiva condensação, exigindo drenagem adicional ou instalação de resistência de aquecimento, caso o motor fique parado por longos períodos;

- Formação de gelo nos mancais, provocando endurecimento das graxas ou lubrificantes nos mancais, exigindo o emprego de lubrificantes especiais ou graxa anticongelante.

Em motores que trabalham a temperaturas ambientes constantemente superiores a 40°C , o enrolamento pode atingir temperaturas prejudiciais à isolamento. Este fato tem de ser compensado por um projeto especial do motor, usando materiais isolantes especiais ou pela redução da potência nominal do motor.

Dependendo da potência e criticidade do motor, é realizada manutenção preditiva (análise termográfica e análise de vibração).

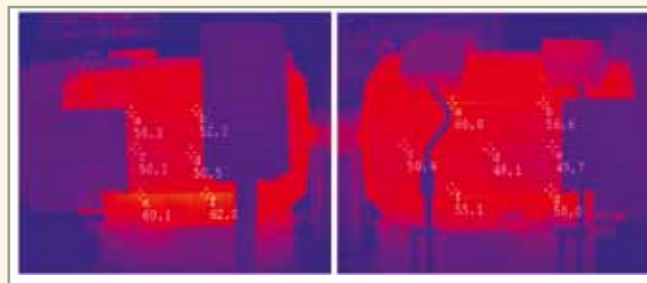


Figura 2 – Ilustrações de análises termográficas e de vibração.

Cuidado com as variações de tensão

A queda na tensão limita o fluxo do circuito magnético, reduzindo as perdas no ferro e a corrente em vazio. Porém, o conjugado motor deve superar o conjugado resistente para impedir o aumento excessivo do escorregamento. Como o conjugado motor é função do produto entre o fluxo e a intensidade da corrente absorvida, se o fluxo diminui, a intensidade da corrente aumenta. Com a corrente em carga aumentada pela queda de tensão, o motor se aquecerá, aumentando as perdas.

Um aumento de tensão de alimentação terá efeitos mais limitados, uma vez que a corrente em vazio aumenta enquanto a corrente em carga diminui.

**IGOR MATEUS DE ARAÚJO é engenheiro eletricista, atua na área de manutenção elétrica desde 2003 e é, atualmente, gestor da Unidade de Manutenção de Subestações e Linhas de Transmissão da Companhia Energética do Rio Grande do Norte (Cosern).*

JOÃO MARIA CÂMARA é técnico em eletrotécnica, engenheiro eletricista, engenheiro de segurança do trabalho e especialista em instrumentação. Foi chefe do departamento de manutenção elétrica da Indústria Têxtil Seridó, professor do departamento de engenharia elétrica da Universidade Federal do Maranhão e, atualmente, é professor e chefe do departamento de engenharia elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br