

8. MANUTENÇÃO EM MOTORES ELÉTRICOS

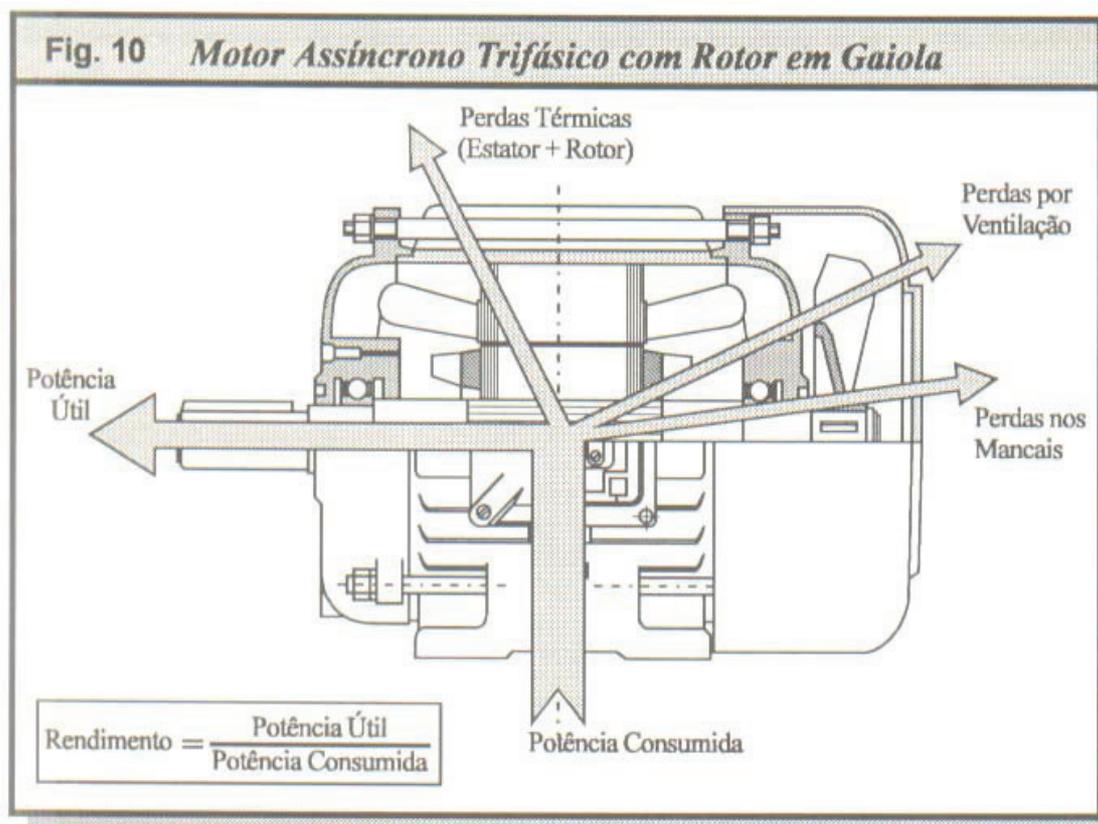
8.1 INTRODUÇÃO

Os motores elétricos são responsáveis por grande parte da energia consumida nos segmentos onde seu uso é mais efetivo, como nas indústrias, onde representam em média mais de 50% do consumo de eletricidade dessas instalações. São, portanto, equipamentos sobre os quais é preciso buscar, prioritariamente, a economia de energia.

Nos motores elétricos as operações de controle de materiais e equipamentos têm na sua maioria um efeito direto sobre o estudo mecânico e elétrico destes equipamentos, agindo direta ou indiretamente sobre seus rendimentos. Neste capítulo são apresentadas ações que, se adotadas pelos técnicos de manutenção, resultarão na melhoria do rendimento dos motores existentes em suas instalações, proporcionando economia de energia elétrica.

Cabe ainda observar que 90% dos motores elétricos instalados são assíncronos com rotor em curto-circuito, sendo portanto este tipo de equipamento objeto da análise a seguir apresentada.

A figura abaixo mostra as principais perdas que ocorrem nos motores elétricos assíncronos:



8.2 CARREGAMENTO CONVENIENTE DOS MOTORES

Um motor elétrico é dimensionado para fornecer um conjugado nominal C_n , a uma 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). Num motor bem dimensionado, o conjugado resistente deve ser menor que o conjugado nominal. Se for igual ou ligeiramente superior, o aquecimento resultante será considerável.

Por outro lado, um motor "sub-carregado" apresente 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 apresente sobrecargas temporárias, a potência do motor deve ser ligeiramente superior à potência necessária.

É importante limitar o crescimento das perdas, realizando adequada manutenção das máquinas e componentes mecânicos de acionamento, como por exemplo: regulagem das folgas, lubrificação adequada, verificação dos alinhamentos, etc.

Finalmente, devemos lembrar que motores individuais são geralmente mais econômicos em energia do que as transmissões múltiplas.

A título de ilustração, apresentamos no quadro a seguir a diminuição do rendimento de um motor assíncrono trifásico de 75 CV, 4 pólos, em função do carregamento apresentado em regime normal de operação.

VARIÇÃO DO RENDIMENTO DE MOTORES DE 75 CV	
Carregamento (%)	Diminuição do Rendimento (%)
70	1
50	2
25	7

8.3 VENTILAÇÃO ADEQUADA

Nos motores auto-ventilados, o ar de resfriamento é fornecido por um ventilador interno ou externo acionado pelo eixo do motor.

O fluxo de ar arrasta consigo poeira e materiais leves que obstruem aos poucos as aberturas ou canais e impedem a passagem do ar e a dispersão normal de calor, o que aumenta fortemente o aquecimento do motor.

Por outro lado, é comum encontrar nas indústrias motores instalados em espaços exíguos que limitam a circulação do ar, provocando aquecimentos excessivos.

Nos motores que utilizam ventilação forçada externa, a parada do grupo moto-ventilador pode causar os mesmos problemas.

Portanto, para assegurar o bom funcionamento das instalações, devem ser tomadas as seguintes precauções:

- limpar cuidadosamente os orifícios de ventilação;
- limpar as aletas retirando a poeira e 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.

8.4 CONTROLE DA TEMPERATURA AMBIENTE

De forma geral, a temperatura limite suportada pelos isolantes do motor é calculada para o funcionamento num ambiente com temperatura de 40°C. Portanto, é importante verificar e controlar a temperatura ambiente para não ultrapassar os valores para os quais o motor foi projetado.

8.5 CUIDADO COM AS VARIAÇÕES DE TENSÃO

O equilíbrio térmico de um motor é modificado quando a tensão de alimentação varia. Uma queda de 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.

8.6 OPERAÇÃO COM PARTIDAS E PARADAS BEM EQUILIBRADAS

Devem ser evitadas as partidas muito demoradas que ocorrem quando o conjugado motor é apenas ligeiramente superior ao conjugado resistente: a sobreintensidade de corrente absorvida, enquanto a velocidade nominal não é atingida, aquece perigosamente o motor. Da mesma forma, uma frenagem por contra-corrente, ou seja, através de inversão do motor, representa, a grosso modo, o custo equivalente a três partidas.

Em todos os casos, é fundamental assegurar-se que o conjugado de partida seja suficiente:

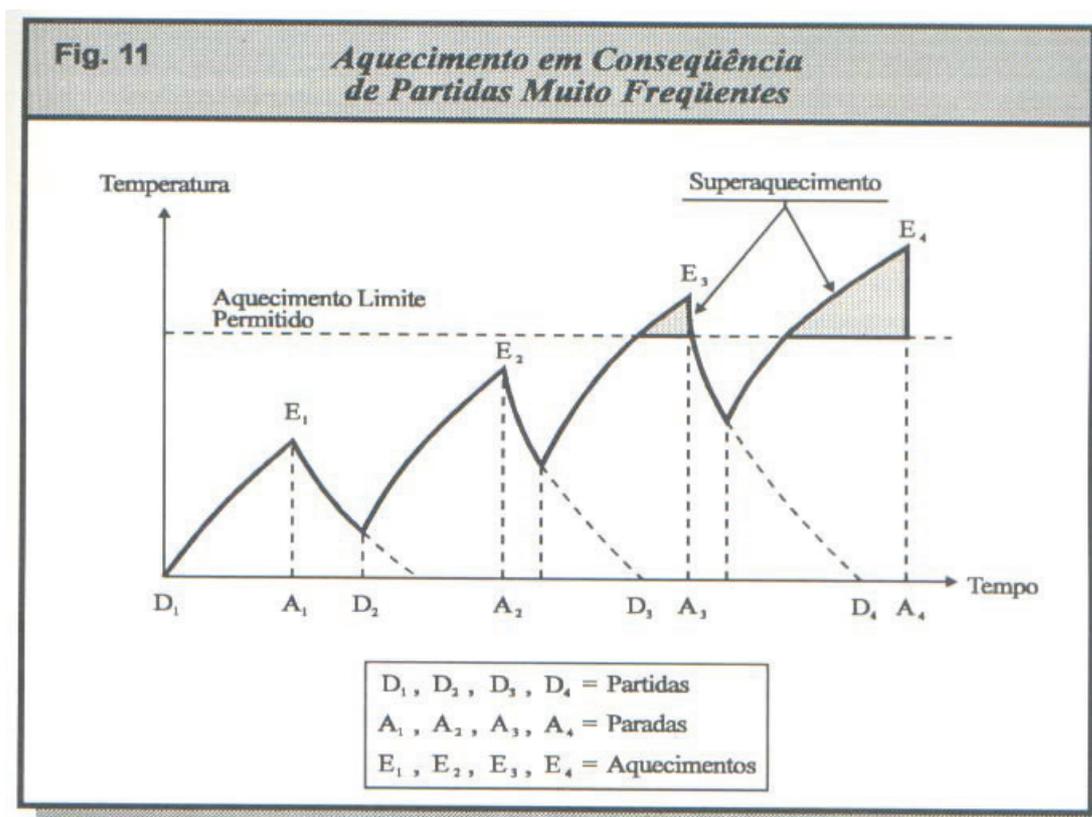
- através da escolha de um motor adequado;
- verificando se a linha de alimentação possui características necessárias para limitar a queda da tensão na partida;
- mantendo a carga acoplado ao motor em condições adequadas de operação, de forma a não apresentar um conjugado resistente anormal.

8.7 PARTIDAS MUITO FREQUENTES

Quando o processo industrial exige partidas freqüentes, essa característica deve ser prevista no projeto do equipamento e o motor deve estar adaptado para trabalhar desta forma.

Porém, em consequência de reguladores de algumas máquinas, pode ser necessário proceder a várias partidas num tempo relativamente curto, não permitindo que o motor esfrie adequadamente.

A figura abaixo mostra que entre cada partida a curva de aquecimento tem sua origem e pico mais elevados e pode ultrapassar rapidamente o limite crítico de temperatura.



Aconselha-se, durante essas regulagens, observar a temperatura do motor, proporcionando tempos de parada suficientes para que a temperatura volte a um valor conveniente.

8.8 DEGRADAÇÃO DOS ISOLANTES TÉRMICOS

A vida útil de um isolante pode ser drasticamente reduzida se houver um sobreaquecimento representativo do motor.

As principais causas da degradação dos isolantes são: sobretensão de linha, sobreintensidade de corrente nas partidas, depósito de poeira formando pontes condutoras, ataque por vapores ácidos ou gases arrastados pela ventilação. Para prevenir a degradação desses isolantes, recomendamos no quadro abaixo algumas medidas a serem tomadas:

PROCEDIMENTOS PARA MANUTENÇÃO DOS ISOLANTES ELÉTRICOS
Equipar os quadros de alimentação com aparelhos de proteção e comandos apropriados e verificar periodicamente o seu funcionamento.
Aproveitar os períodos de parada dos motores para limpar as bobinas dos enrolamentos.
Caso necessário, instalar filtros nos sistemas de ventilação dos motores, proporcionando-lhes manutenção adequada.
Colocar os motores em lugares salubres.
Verificar qualquer desprendimento de fumaça.
Verificar periodicamente as condições de isolamento.
Equipar os motores com dispositivos de alarme e proteção contra curtos-circuitos.
Observar ruídos e vibrações intempestivas.
Observar sinais de superaquecimento e anotar periodicamente as temperaturas durante a operação.
Observar o equilíbrio das correntes nas três fases.
Verificar se a frequência prevista para o motor é realmente igual à frequência da rede de alimentação.

8.9 FIXAÇÃO CORRETA DOS MOTORES E ELIMINAÇÃO DE VIBRAÇÕES

O motor standard é construído para funcionar com eixo horizontal. Para funcionamento com eixo vertical ou outras inclinações, o motor deve ser construído para esse fim, geralmente equipado com um mancal de encosto.

Em poucas palavras, um motor nunca deve ser fixado numa inclinação qualquer de seu eixo sem que se tenha certeza de suas características próprias.

Vibrações anormais causam uma redução no rendimento do motor: elas podem ser consequência de uma falha no alinhamento, de uma fixação insuficiente ou defeituosa do motor em sua base, de folgas excessivas dos mancais, ou ainda de um balanceamento inadequado nas partes giratórias.

Para controlar este problema, podemos tomar algumas medidas preventivas, mostradas no quadro abaixo.

MEDIDAS PARA PREVENIR VIBRAÇÕES

Observar o estado dos mancais

Observar a vida útil média dos mancais (informação fornecida pelos fabricantes)

Controlar e analisar as vibrações de forma muito simples: basta colocar uma ferramenta sobre o mancal, aproximando o ouvido e detectando as falhas pelos ruídos produzidos

Tomar cuidado ao substituir um rolamento por outro

Nas paradas de longa duração, trocar periodicamente a posição de repouso dos rotores dos motores elétricos, assim como das partes móveis das máquinas.

8.10 LUBRIFICAÇÃO CORRETA DOS MANCAIS

É importante saber que a uma temperatura de 40°C, a vida útil de um rolamento de esferas em funcionamento contínuo pode ser de 3 a 4 anos ou mais. No entanto, para cada 10°C de elevação da temperatura de trabalho a vida útil diminui, em média, 50%.

A correta lubrificação dos rolamentos, além de permitir uma melhoria de rendimento, evita a elevação da temperatura que prejudica a vida útil desses equipamentos.

A lubrificação dos rolamentos é feita geralmente com graxa mineral. Quando as temperaturas de operação forem elevadas (de 120°C a 150°C) ou as velocidades de rotação forem acima de 1.500 rpm, usa-se óleo mineral para a lubrificação. Esses óleos devem ter características lubrificantes adequadas às condições de trabalho.

Nos motores de pequena potência, a lubrificação inicial na montagem é prevista de modo a assegurar um número elevado de horas de funcionamento. Às vezes, a reserva de graxa é suficiente para toda a vida útil do equipamento. Nos motores maiores há necessidade de lubrificação externa. A frequência de lubrificação depende do projeto dos mancais e das características dos lubrificantes utilizados. No quadro abaixo são apresentadas algumas recomendações que podem garantir maior vida útil para os rolamentos e um menor consumo de energia.

RECOMENDAÇÕES PARA PROLONGAR A VIDA ÚTIL DOS ROLAMENTOS

Respeitar os intervalos de lubrificação

Não engraxar excessivamente os rolamentos e limpá-los com gasolina antes de colar a graxa nova (salvo se houver evacuador automático de graxa)

Utilizar as graxas recomendadas pelo fabricante em função do serviço e da temperatura.

Para os mancais lubrificadas a óleo, verificar os anéis de retenção e utilizar o óleo recomendado.

Observar a temperatura dos mancais em operação.

Cuidar para que a temperatura ambiente permaneça dentro dos limites normais.

Se o motor precisa funcionar num ambiente anormal, assinalar este fato ao fabricante no momento do pedido.

Durante a limpeza, evitar dos epósitos de poeira nas caixas de rolamentos.

8.11 DEFEITOS MAIS FREQUENTES

TABELA I:

Nº	Defeito	Sistemas Externos	Sintomas Internos	Causas	Razões mais frequentes	Cuidados Futuros
01	Estator queimado por sobrecarga	- Temperatura alta da carcaça; - Cheiro de queimado; - Atuação das proteções; - Baixa Resistência de Isolamento nas 3 fases.	- Cabeças das bobinas uniformemente carbonizadas nas 3 fases.	Sobrecarga baixa durante um tempo longo ou sobrecarga forte por tempo curto.	Ver TAB II	
02	Fase queimada	- Costuma acontecer em motores delta; - Baixa resistência de isolamento à massa de 1 fase; - Baixa resistência ôhmica da fase.	- Bobinas de fase carbonizada; - As duas outras fases intactas; - Sinais de curto na fase.	Falta de uma fase da alimentação. O motor ficou rodando como monofásico (com toda a carga).	- Fusível queimado numa fase; - Condutor de fase com interrupção.	- Verificar cabos e painéis; - Verificar o nível de rorina das proteções.
03	Duas Fases queimadas	- Costuma acontecer em motores Y; - Duas fases com baixa resistência de isolamento à massa; - Resistência ôhmica alterada em uma ou nas duas fases queimadas.	- Duas fases carbonizadas; - Uma fase intacta; - Às vezes, sinais de descarga entre espiras nas fases queimadas.	- Falta de uma Fase- motor rodando em monofásico.	- Cabo de fase interrompido; - Fusível queimado; - Falha no disjuntor térmico.	IDEM ITEM II
04	Curto entre duas fases	- As três fases com resistência de isolamento boa para a massa; - Resistência de isolamento nula entre 2 fases.	- Sinal de descarga entre duas fases, quase sempre na cabeça das bobinas.	- Colapso do isolante; - Sobretensão momentânea (manobra)	- Umidade excessiva; - Baixa resistência de isolamento entre fases; - Motor parado muito tempo.	IDEM ITEM II
05	Curto entre 1 fase e massa	- 2 fases com boa resistência de isolamento entre si; - 1 fase "furada" para a massa; - Resistência ôhmicas certas em duas fases; - Resistência boa ou nula na fase "furada".	- Muitas vezes não são visíveis; NOTA: Algumas proteções não atuam com o defeito se não houver interrupções por arco.			
06	Fase Interrompida	- Nos motores Y: interrupção ôhmica entre um borne e os outros dois; - Nos motores estrela: Nas 3 medições ôhmicas, uma é dupla das outras duas.				

TABELA II: Razões de sobrecarga mais frequentes:

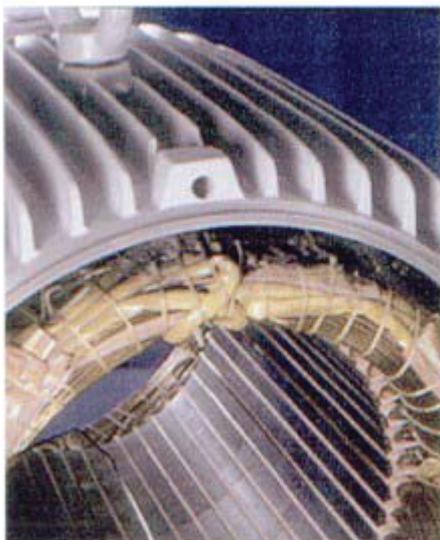
	RAZÕES	FAZER	DETERMINAR	COMPARAR	SOLUÇÕES FUTURAS
01	Motores acoplados a ventiladores e a telas transportadoras com alto tempo de partida.	Análise da partida de motores a partir da curva de binário motor e binário resistente.	Curva de aceleração - Tempo de partida.	Rotor bobinado versus bobinado duplo gaiola.	- Gaiola dupla alta resistência; - Acoplador hidráulico; - Resistência Rotórica.
02	Roçamento do motor no estator devido a falha do rolamento.				Verificar as causas de falha do rolamento.
03	Sobrecarga (pequena) deliberada - regulagem alterada da proteção térmica.				- Proibir sobrecarga; - Colocar motor de maior potência;
04	Tensão excessivamente pequena - sobre-intensidade resultante e má regulagem do relé (ou térmico) de sobre-intensidade.				Ver causa da queda de tensão.

Nas figuras abaixo temos as ilustrações dos principais defeitos listados acima.



Diagnóstico: Queima na bobina auxiliar ou de partida.

Causa: Causada normalmente pela não abertura do conjunto centrífugo-platinado, deixando esta bobina ligada por mais tempo que o especificado. Objetos estranhos que penetrem no interior do motor poderão provocar este defeito.



Diagnóstico: Curto na conexão.

Causa: Defeito de isolamento, causado, caracteristicamente, por contaminações, abrasão, ou oscilação de tensão.



Diagnóstico: Curto contra a massa, na saída da ranhura.

Causa: Defeito de isolamento, causado, caracteristicamente, por contaminações, abrasão, ou oscilação de tensão.



Diagnóstico: Curto entre espiras.

Causa: Defeito de isolamento, causado, caracteristicamente, por contaminações, abrasão, ou oscilação de tensão.



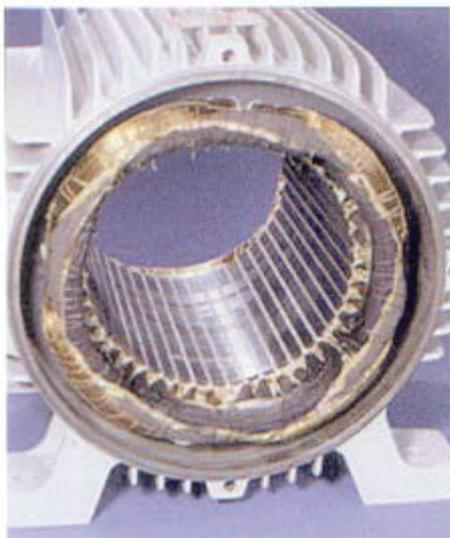
Diagnóstico: Queima por sobrecarga.

Causa: A queima total do isolamento em todas as fases do enrolamento trifásico, origina-se na sobrecarga do motor. Subtensões e sobretensões provocarão o mesmo tipo de falha.



Diagnóstico: Curto entre fases.

Causa: Defeitos de isolamento, causados, caracteristicamente, por contaminações, abrasão ou oscilação de tensão.



Diagnóstico: Fase danificada por desbalanceamento da tensão da rede.

Causa: Tensões desiguais normalmente são motivadas por cargas não balanceadas na rede de alimentação, por conexões deficientes junto aos terminais do motor ou por mau contato. Um desequilíbrio de corrente de 6% a 10% da nominal.



Diagnóstico: Falta de fase, motor ligado em estrela.

Causa: Surge em consequência de interrupção numa fase da rede de alimentação do motor. Geralmente, é um fusível queimado, um contator aberto, uma linha de força interrompida ou conexão deficiente.



Diagnóstico: Queima na bobina principal.

Causa: A sobrecarga do motor provoca a queima total do isolamento da bobina principal do enrolamento monofásico. Subtensões, sobretensões ou ainda, a bobina auxiliar não conectada no momento da partida, causam o mesmo tipo de falha.