

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO GERAL E APLICADA
CENTRO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
CURSO EM ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO EMPRESARIAL

MOTORES ELÉTRICOS – INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO

Autor: Rinaldo marcos Nunes Silva

Orientador: Pedro José Steiner Neto

CURITIBA

2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO GERAL E APLICADA
CENTRO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
CURSO EM ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO EMPRESARIAL

MOTORES ELÉTRICOS – INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO

**Monografia apresentada à Universidade
Federal do Paraná para obtenção de título
de Especialista em Gestão Empresarial**

Orientador: Pedro José Steiner Neto

CURITIBA

2004

SUMÁRIO

1- Introdução.....	Pg 04
1.1- Apresentação do Trabalho.....	Pg 04
1.2- Problema.....	Pg 05
1.3- Objetivos.....	Pg 05
1.3.1- Objetivo Geral.....	Pg 05
1.3.2- Objetivos Específicos.....	Pg 05
1.4- Justificativas.....	Pg 06
1.5- Metodologia.....	Pg 06
2- Trabalho.....	Pg 07
2.1- Instruções Básicas.....	Pg 07
2.2- Instalação.....	Pg 09
2.3- Manutenção.....	Pg 20
2.4- Falhas em Motores Elétricos.....	Pg 25
2.5- Danos em Enrolamentos de Motores Elétricos.....	Pg 28
3- Proposta.....	Pg 32
4- Conclusão.....	Pg 34
Bibliografia.....	Pg 35

1- INTRODUÇÃO

1.1- Apresentação do trabalho

O motor elétrico constitui-se num dos mais notórios inventos do homem ao longo de seu desenvolvimento tecnológico. Sua notável presença nos mais variados setores da sociedade não ocorre por acaso.

É uma máquina destinada a transformar energia elétrica em energia mecânica. É o mais usado de todos os tipos de motores, pois combina as vantagens da energia elétrica - baixo custo, facilidade de transporte, limpeza e simplicidade de comando - com sua construção simples, custo reduzido e grande versatilidade de adaptação às cargas dos mais diversos tipos.

Os motores elétricos são encontrados nas mais variadas formas e tamanhos, cada qual apropriados à sua tarefa. Não importa quanto torque ou potência um motor deva desenvolver, com certeza, você encontrará no mercado aquele que lhe é mais satisfatório.

Alguns motores operam com corrente contínua (CC / DC) podem ser alimentados quer por pilhas/baterias quer por fontes de alimentação adequadas, outros requerem corrente alternada (CA / AC) e podem ser alimentados diretamente pela rede elétrica domiciliar. Há até mesmo, motores que trabalham, indiferentemente, com esses dois tipos de correntes.

No Brasil, quando se fala em motores elétricos, algumas marcas são citadas com muita importância, pois fizeram sua história no decorrer dos anos:

Em 1961 três jovens se uniram para formar a WEG e começaram a fabricar motores elétricos em Jaraguá do Sul-SC. Os primeiros anos foram de trabalho duro para que a resistência a uma marca desconhecida fosse vencida e a qualidade do produto fosse reconhecida. Apesar disso, o crescimento foi acelerado. Hoje a WEG é a maior indústria de motores elétricos da América Latina, está presente em mais de 50 países nos cinco continentes.

A EBERLE S.A. foi fundada em 02 de abril de 1896. Passou por período difícil durante a 2ª Guerra Mundial, onde o quadro nacional e internacional estava abalado. As importações ficam restringidas e a empresa começa a fabricar seus primeiros motores elétricos, que atendem as suas necessidades e as do mercado nacional, uma vez que a EBERLE foi pioneira dessa área em todo o país.

1.2- Problema

Os motores elétricos podem ser *trifásicos* e *monofásicos*. Como são utilizados diretamente em máquinas e equipamentos, eles podem apresentar problemas durante sua vida útil. Existem vários tipos de defeitos com suas possíveis causas. Assim como também existem vários tipos de danos ocasionados no enrolamento do motor.

Porém para que possa desfrutar de todas as suas potencialidades, certos cuidados devem ser observados, dentre os quais os de instalação e manutenção.

1.3- Objetivos

1.3.1- Objetivo Geral

Considerada uma das mais importantes invenções do homem, os motores elétricos são responsáveis por gerar e movimentar grandes negócios em todo o mundo. São utilizados nos mais variados segmentos do mercado, que vão desde residências até grandes grupos industriais.

Portanto, sofrem inovações e aperfeiçoamentos constantes, buscando a qualidade total e a máxima eficiência na sua utilização.

Este trabalho tem como objetivo abordar a importância de se realizar uma perfeita instalação dos motores, bem como se fazer uma manutenção preventiva e eficiente.

1.3.2- Objetivos Específicos

-Informar e alertar sobre a importância de se fazer uma instalação em máquinas e equipamentos dentro das normas de segurança e de forma correta.

-Atentar e conscientizar de que as máquinas e motores elétricos se desgastam e, portanto, são necessárias manutenções preventivas dentro das normas e prescrições de segurança.

1.4- Justificativas

Normalmente as máquinas, equipamentos e motores elétricos são muito exigidos nas suas atividades diárias. E para se obter o máximo de aproveitamento possível no seu uso, as empresas necessitam de qualificação e atualização quando da instalação e manutenção desses equipamentos.

Uma instalação inadequada pode gerar desgaste no motor e reduzir a sua vida útil, fazendo com que a empresa produza menos e tenha mais custo na hora da manutenção ou troca dos mesmos.

Da mesma forma, se não houver acompanhamento periódico nos motores elétricos de uma empresa, realizando manutenções preventivas e até troca dos mesmos, certamente ocorrerão perdas de produtividade, desgastes e até queima do motor.

1.5- Metodologia

A metodologia deste trabalho consiste em detalhado levantamento bibliográfico, seguido de uma proposta de condução de um processo de gestão de instalação e manutenção de parque de equipamento elétricos em empresas.

2- TRABALHO

2.1- Instruções Básicas

Instruções Gerais

Todos os profissionais que realizam serviços em equipamentos elétricos, sejam na instalação, operação ou manutenção deverão ser permanentemente informados e atualizados sobre as normas e prescrições de segurança que regem o serviço, e aconselhados a segui-las. Cabe o responsável certificar-se antes do início do trabalho, de que tudo foi devidamente observado, e alertar seu pessoal para os perigos inerentes a tarefa proposta.

Recomenda-se que este tipo de serviço seja efetuado por pessoal qualificado.

Como medida de segurança, os equipamentos para combate a incêndios e avisos sobre primeiros socorros não deverão faltar no local de trabalho, devendo estar sempre em locais bem visíveis e de fácil acesso.

Fornecimento

Os motores antes de serem expedidos, são balanceados dinamicamente com meia chaveta e testados na fábrica, garantindo o seu perfeito funcionamento.

Ao recebe-los, recomenda-se cuidado e inspeção, verificando a existência de eventuais danos provocados pelo transporte.

Caso eles tenham ocorrido, notificar imediatamente a empresa transportadora e o representante do equipamento mais próximo.

Armazenagem

Os motores não devem ser erguidos pelo eixo, mas sim pelo olhal de suspensão localizados na carcaça. O levantamento ou depósito deve ser suave, sem choques, caso contrario, os rolamentos podem ser danificados.

Se os motores não forem imediatamente instalados, devem ser armazenados em local seco, isento de poeira, gases, agentes corrosivos, dotados de temperatura uniforme, colocando-os em posição normal e sem encosta-los em outros objetos.

Motores armazenados por um período prolongado, poderão sofrer queda de resistência de isolamento e oxidação nos rolamentos.

Os mancais e o lubrificante merecem importantes cuidados durante o período de armazenamento. Permanecendo o motor inativo, o peso do eixo do rotor tende a expulsara graxa para fora da área entre as superfícies deslizantes do rolamento, removendo a película que evita o contato metal-com-metal.

Como prevenção contra a formação de corrosão por contatos nos rolamentos, os motores não deverão permanecer nas proximidades de maquinas que provoquem vibrações, e os eixos deverão ser girados manualmente pelo menos uma vez por mês.

2.2- INSTALAÇÃO

Máquinas elétricas devem ser instaladas em locais de fácil acesso para inspeção e manutenção.

Se a atmosfera do ambiente for úmida, corrosiva ou contiver substâncias ou partículas deflagráveis é importante assegurar o correto grau de proteção. A instalação de motores onde existiam vapores, gases ou poeiras inflamáveis ou combustíveis, oferecendo possibilidades de fogo ou explosão deve ser feita de acordo com as Normas ABNT / IEC 7914, NBR 5418, VDE 0165, NEC – Art. 500, UL-974.

Em nenhuma circunstância os motores poderão ser cobertos por caixas ou outras coberturas que possam impedir ou diminuir o sistema de ventilação e/ou a livre circulação do ar durante seu funcionamento.

A distância recomendada entre a entrada de ar do motor (para motores com ventilação externa) e a parede deve ficar em torno de $\frac{1}{4}$ do diâmetro da abertura da entrada de ar.

O ambiente no local de instalação deverá ter condições de renovação do ar da ordem de 20 m³ por minuto para cada 100 Kw de potência da máquina, considerando temperatura ambiente de até 40°C e altitude de até 1000 m.

Aspectos Mecânicos

Fundações

A fundação onde será colocado o motor deverá ser plana e isenta de vibrações. Recomenda-se, portanto, uma fundação de concreto para motores acima de 100 cv.

O tipo de fundação dependerá da natureza do solo no local da montagem, ou da resistência dos pisos em edifícios.

No dimensionamento da fundação do motor, deverá ser considerado o fato de que o motor pode ocasionalmente, ser submetido a um torque maior que o torque nominal.

Tipos de Bases

a) Bases Deslizantes

Em acionamento por polias, o motor deve estar montado sobre bases deslizantes (trilhos), de modo a garantir que as tensões sobre as correias sejam apenas o suficiente para evitar o deslizamento durante o funcionamento e também para não permitir que trabalhem enviesadas, o que provocaria danos aos encostos do mancal.

b) Chumbadores

Dispositivos para a fixação de motores diretamente dispostos para a fixação de motores diretamente na fundação quando os mesmos requerem acoplamento elástico.

Este tipo de acoplamento é caracterizado pela ausência de esforços sobre os rolamentos e de custos reduzidos.

Os chumbadores não devem ser pintados nem estar enferrujados, pois isto seria prejudicial à aderência do concreto e provocaria o afrouxamento dos mesmos.

c) Base Metálica

Conjuntos moto-geradores são montados e testados na fábrica antes do envio.

Contudo, antes de entrar em serviço no local definitivo, o alinhamento dos acoplamentos deve ser cuidadosamente verificado, pois a configuração da base pode ter alterado durante o transporte em decorrência de tensões internas do material.

A base pode se deformar ao ser rigidamente fixada a uma fundação não adequadamente plana. As máquinas não devem ser removidas da base comum para alinhamento; a base deve ser nivelada na própria fundação, usando níveis de bolha (ou outros instrumentos niveladores).

Quando uma base metálica é utilizada para ajustar a altura da ponta do eixo do motor com a ponta de eixo da máquina, esta deve ser nivelada na base de concreto.

Após a base ter sido nivelada, os chumbadores apertados e os acoplamentos verificados, a base metálica e os chumbadores são concretados.

Alinhamento

A máquina elétrica deve estar perfeitamente alinhada com a máquina acionada, especialmente nos casos de acoplamento direto.

Um alinhamento incorreto pode causar defeito nos rolamentos, vibrações e mesmo, ruptura do eixo.

A melhor forma de se conseguir um alinhamento correto é usar relógios comparadores, colocados um em cada semi-luva um apontando radicalmente e outro axialmente.

Assim é possível verificar simultaneamente o desvio de paralelismo e o desvio de concentricidade ao dar-se uma volta completa nos eixos. Os mostradores não devem ultrapassar a leitura de 0,005mm.

Acoplamento

a) Acoplamento Direto

Deve-se sempre preferir o acoplamento direto, devido ao menor custo, reduzido espaço ocupado, ausência de deslizamento (correias) e maior segurança contra acidentes.

No caso de transmissão com redução de velocidade, é usual também o acoplamento direto através de redutores.

CUIDADOS: Alinhar cuidadosamente as pontas de eixos, usando acoplamento flexível, sempre que possível, deixando folga mínima de 3mm entre os acoplamentos (GAP).

b) Acoplamento por Engrenagens

Acoplamento por engrenagens mal alinhadas dá origem a solavancos que provocam vibrações na própria transmissão do motor.

É imprescindível portanto que os eixos fiquem em alinhamento perfeito, rigorosamente paralelos, no caso de engrenagens cônicas ou helicoidais.

O engrenamento perfeito poderá ser controlado com inserção de uma tira de papel, na qual apareça após uma volta, o decalque de todas os dentes.

c) Acoplamento por meio de Polias e Correias

Quando uma relação de velocidade é necessária, a transmissão por correia é a mais freqüentemente usada.

Montagem de Polias: para a montagem de polias em pontas de eixo com rasgo de chaveta e furo roscado na ponta, a polia deve ser encaixada até na metade do rasgo apenas com esforço manual do montador.

Para eixos sem furo roscado, recomenda-se aquecer a polia de 80°C ou uso de dispositivos. Deve ser evitado o uso de martelos na montagem de polias e rolamentos para evitar marcas nas pistas dos rolamentos. Estas marcas, inicialmente são pequenas, crescem durante o funcionamento e podem evoluir até danificar totalmente.

Funcionamento: deve-se evitar esforços radicais desnecessários nos mancais, situando os eixos paralelos entre si e as polias perfeitamente alinhadas.

Deve ser evitado o uso de polias demasiadamente pequenas porque estas provocam flexões no eixo do motor, devido ao fato de que a tração na correia aumenta á medida que diminui o diâmetro da polia.

Correias que trabalham lateralmente enviesadas transmitem batidas de sentido alternante ao rotor, e poderão danificar os encostos de mancal.

O escorregamento da correia poderá ser evitado com aplicação de um material resinoso, como o breu, por exemplo.

A tensão na correia deverá ser apenas suficiente para evitar o escorregamento no funcionamento.

Aspectos Elétricos

1- Sistema de Alimentação

É muito importante que se observe a correta alimentação de energia elétrica. A seleção dos condutores, sejam os dos circuitos de alimentação dos motores, sejam os dos circuitos terminais ou dos de distribuição, deve ser baseada na corrente nominal dos motores, conforme Norma ABNT – NBR 5410.

Existem vários tipos de bitolas dos condutores que são dimensionados pelos critérios da máxima capacidade de corrente e pela máxima queda de tensão, em função da distância do centro de distribuição ao motor e do tipo de instalação (aérea ou em eletrodutos).

Procede-se da seguinte maneira para determinar a seção do cabo de alimentação.

Determinar a corrente conforme Norma ABNT NBR – 5410, multiplicando a corrente da placa do motor por 1.25 e, localizar o valor resultante na tabela correspondente.

- Se o condutor alimentar mais de um motor, o valor a ser localizado na Tabela deve ser igual a 1.25 vezes a corrente do maior motor somada com a corrente nominal de todos os demais motores.

2- Partida de Motores Elétricos

A partida de motores de indução pode ser dada de acordo com os seguintes métodos:

a) Partida Direta

Sempre que possível, a partida de um motor trifásico de gaiola deverá ser direta, por meio de contadores. Deve-se ter em conta que para um determinado motor, as curvas de conjugado e corrente são fixas, independente da carga, para uma tensão constante.

Caso a partida direta não seja possível, pode-se usar sistema de partida indireta, para reduzir a corrente de partida:

- chave estrela-triângulo
- chave compensadora
- chave série-paralelo
- partida eletrônica (Soft-Star)

b) Chave Estrela – triângulo

É fundamental para este tipo de partida que o motor tenha a possibilidade de ligação em dupla tensão, ou seja, 220/380V, em 380/660V ou 440/760V. Os motores deverão ter no mínimo seis bornes de ligação. Deve-se ter em mente que o motor deverá partir em vazio. A partida estrela-triângulo poderá ser usada quando a curva de conjugado do motor é suficientemente elevada para poder garantir a aceleração da máquina com a corrente reduzida. Na ligação estrela a corrente fica reduzida para 25 a 33% da corrente de partida na ligação triângulo. Também a curva do conjugado é reduzida na mesma proporção. Por esse motivo, sempre que for necessária uma partida estrela-triângulo deverá ser usado um motor com curva de conjugado elevado.

O conjugado resistente da carga não pode ultrapassar o conjugado de partida do motor e nem a corrente, no instante da mudança para triângulo poderá ser de valor inaceitável.

c) Partida com Chave Compensadora

A chave compensadora pode ser usada para a partida de motores sob carga.

Ela reduz a corrente de partida, evitando assim uma sobrecarga no circuito, deixando, porém, o motor com um conjugado suficiente para a partida e aceleração. A tensão na chave compensadora é reduzida através de auto-transformador, que possui normalmente taps de 50, 65 e 80% da tensão nominal.

d) Partida com Chave Série – Paralelo

Para partida em série-paralelo é necessário que o motor seja religável para duas tensões, a menor delas igual a da rede e a outra duas vezes maior. Este tipo de ligação exige nove terminais no motor e a tensão nominal comum é 220/440V, ou seja, durante a partida o motor é ligado na configuração série ate atingir sua rotação nominal e, então, faz-se a comutação para a configuração paralelo.

e) Partida Eletrônica (Soft Start)

O avanço da eletrônica permitiu a criação da chave de partida e estado sólido, a qual consiste de um conjunto de pares tiristores (SCR) (ou combinações de tiristores/diodos), um em cada borne de potência do motor.

O ângulo de disparo de cada par de tiristores é controlado eletronicamente para aplicar uma tensão variável aos terminais de motor durante a aceleração. No final do período de partida, ajustável tipicamente entre 2 e 30 segundos, a tensão atinge seu valor pleno após uma aceleração suave ou uma rampa ascendente, ao invés de ser submetido a incrementos ou saltos repentinos. Com isso, consegue-se manter a corrente de partida (na linha) próxima da nominal e com suave variação.

Além da vantagem do controle da tensão (corrente) durante a partida, a chave eletrônica apresenta também a vantagem de não possuir partes móveis ou que gerem arco, como nas chaves mecânicas. Este é um dos pontos fortes das chaves eletrônicas, pois sua vida útil torna-se mais longa.

3- Proteção dos Motores

Os motores utilizados em regime contínuo devem ser protegidos contra sobre-cargas por um dispositivo integrante do motor, ou um dispositivo de proteção independente, geralmente com relé térmico com corrente nominal ou de ajuste, igual ou inferior ao valor obtido multiplicando-se a corrente nominal de alimentação a plena carga por:

1.25: para motores com fator de serviço igual ou superior a 1.15;

1.15: para motores com fator de serviço igual a 1.0 (NBR540).

Em alguns motores a proteção térmica é efetuada por meio de termoresistências (resistência calibrada), termistores, termostatos ou protetores térmicos. Os tipos de detetores a serem utilizados são determinados em função da classe de temperatura do isolamento empregado, de cada tipo de máquina e da exigência do cliente.

a) Termostato (Sonda Térmica)

São detetores térmicos do tipo bimetálico, com contatos de prata normalmente fechados. Estes se abrem com a elevação de temperatura e voltam a sua forma original quando a temperatura de atuação do bimetálico baixar, permitindo assim o fechamento dos contatos novamente.

Os termostatos podem ser destinados para sistemas de alarme, desligamento ou ambos (alarme e desligamento) de motores elétricos trifásicos, quando solicitado pelo cliente. São ligados em série com a bobina do contator. Dependendo do grau de segurança e da especificação do cliente, podem ser utilizados três termostatos (um por fase) ou seis termostatos (dois por fase).

Os termostatos também são utilizados em aplicações especiais de motores monofásicos. Nestas aplicações, o termostato pode ser ligado em série com a alimentação do motor, desde que a corrente do motor não ultrapasse a máxima corrente admissível do termostato. Caso isso ocorra, liga-se o termostato em série com a bobina do contator.

Os termostatos são instalados nas cabeças de bobinas de fases diferentes.

b) Termistores (PTC e NTC)

São detetores térmicos compostos de sensores semi-condutores que variam sua resistência bruscamente ao atingirem uma determinada temperatura.

PTC – Coeficiente de temperatura positiva

NTC – Coeficiente de temperatura negativa

O tipo PTC é um termistor cuja resistência aumenta bruscamente para um valor bem definido de temperatura especificado para cada tipo. Essa variação brusca na resistência interrompe a corrente no PTC, acionando um relé de saída, o qual desliga o circuito principal. Também pode ser utilizado para sistemas de alarme e alarme e desligamento (dois por fase).

c) Termoresistências (PT – 100)

São elementos onde sua operação é baseada na característica de variação da resistência com a temperatura, intrínseca alguns materiais (geralmente platina, níquel ou cobre). Possuem resistência calibrada que varia linearmente com a temperatura, possibilitando um acompanhamento contínuo do processo de aquecimento do motor pelo display do controlador, com alto grau de precisão e sensibilidade de resposta. Sua aplicação é ampla nos diversos

setores de técnicas de medição e automatização de temperatura nas indústrias em geral. Geralmente, aplica-se em instalações de grande responsabilidade como, por exemplo, em regime intermitente muito regular. Um mesmo detetor pode servir para alarme e para desligamento.

d)Protetores Térmicos

São do tipo bimetálico com contatos normalmente fechados. Utilizados principalmente para proteção contra sobreaquecimentos, em motores de indução monofásicos provocados por sobrecargas, travamento do rotor, quedas de tensão, etc.

Consiste basicamente de um disco bimetálico que possui dois contatos móveis, uma resistência e um par de contatos fixos.

O protetor é ligado em série com a alimentação e, devido a dissipação térmica causada pela passagem da corrente através da resistência interna deste, ocorre uma deformação do disco, tal qual os contatos se abrem e a alimentação do motor é interrompida. Após ser atingida uma temperatura inferior à especificada, o protetor deve religar. Em função do religamento pode haver dois tipos de protetores:

- protetor com religamento automático, onde o rearme é realizado automaticamente
- protetor com religamento manual, onde o rearme é realizado através de um dispositivo manual.

4- Entrada de Serviço

4.1- Exame Preliminar

Antes de ser dada partida inicial a um motor, será necessário:

- a)Verificar se o mesmo poderá rodar livremente, removendo-se todos os dispositivos de bloqueio e calços usados durante o transporte.
- b)Verificar se o motor está corretamente fixado e se os elementos de acoplamento estão corretamente montados e alinhados.

c) Certificar-se de que a tensão e a frequência estão de acordo com o indicado na placa de identificação. O motor operará satisfatoriamente caso a tensão e frequência estejam dentro da faixa estipulada pela Norma NBR 7094.

d) Observar se as ligações estão de acordo com esquema de ligação impresso na placa de identificação e verificar se todos os parafusos e porcas dos terminais estão devidamente apertados.

e) Verificar se motor está devidamente aterrado. Desde que não haja especificações exigindo montagem isolada do motor, será necessário aterrá-lo, obedecendo as vigentes para ligação de máquinas elétricas à terra.

Para isto deverá ser usado o parafuso identificado pelo símbolo geralmente existente na caixa de ligação ou no pé da carcaça.

f) Verificar se os cabos de ligação à rede, bem como as fiações dos controles, a proteção contra sobrecarga esta de acordo com as normas técnicas da ABNT.

g) Se o motor estiver estocado em local úmido, ou estiver parado por muito tempo, medir a resistência de isolamento.

h) Acionar o motor desacoplado para verificar se está girando livremente e no sentido desejado.

Para inverter a rotação do motor trifásico basta inverter as ligações à rede de dois terminais quaisquer.

Os motores de média tensão que possuem uma seta na carcaça assinalando o sentido de rotação podem girar na direção indicada.

4.2- Partida Inicial

Depois de examinar o motor cuidadosamente, dar a partida inicial obedecendo-se a ordem de seqüência regular das operações de acionamento.

4.3- Funcionamento

Acionar o motor acoplado à carga por um período de uma hora no mínimo, para observar se aparecem ruídos anormais ou aquecimento excessivo. Comparar a corrente de linha absorvida com o valor indicado na placa de identificação.

Em regime contínuo, sem oscilação de carga, a corrente absorvida não deve exceder a corrente nominal vezes o fator de serviço indicado na placa.

Todos os instrumentos e aparelhos de medição e controle deverão ficar sob observações permanente a fim de que eventuais alterações possam ser constatadas e sanadas as suas causas.

4.4- Desligamento

Cabe aqui, antes de qualquer indicação, uma advertência muito séria: enquanto um motor estiver rodando, mesmo depois de desligado, constitui perigo de vida tocar em qualquer uma de suas partes ativas.

Em motores trifásicos com rotor em curto-circuito: Bastará abrir a chave do circuito estático e uma vez parado o motor, recolocar o autotransformador, se houver, na posição de partida.

2.3- MANUTENÇÃO

A manutenção dos motores elétricos, adequadamente aplicados, resume-se numa inspeção periódica quanto a níveis de isolamento, elevação de temperatura, desgastes excessivos, correta lubrificação dos rolamentos e eventuais exames no ventilador, para verificar o correto fluxo de ar.

A frequência com que devem ser feitas as inspeções depende do tipo de motor e das condições do local de aplicação do motor.

2.3.1- Limpeza

Os motores devem ser mantidos limpos, isentos de poeira, detritos e óleos. Para limpá-los, deve-se utilizar escovas ou panos limpos de algodão. Se a poeira não for abrasiva, deve-se utilizar o jateamento de ar comprimido, soprando a poeira da tampa defletora e eliminando toda a acumulação de pó contida nas pás do ventilador e nas aletas de refrigeração.

2.3.2- Lubrificação

Os motores até a carcaça 160 não possuem graxeira, enquanto que para motores da carcaça 160 até a carcaça 200 o pino graxeira é opcional. Acima desta carcaça (225 à 355) é normal de linha a presença do pino graxeira. A finalidade de manutenção, neste caso, é prolongar o máximo possível, a vida útil do sistema de mancais.

A manutenção abrange:

- Observação do estado geral em que se encontram os mancais;
- Lubrificação e limpeza;
- Exame minucioso dos rolamentos;

o controle de temperatura num mancal também faz parte da manutenção de rotina. Sendo o mancal lubrificado com graxas apropriadas, a temperatura de trabalho não deverá ultrapassar 70°C.

A temperatura poderá ser controlada permanentemente com termômetros, colocados do lado de fora do mancal, ou com termoelementos embutidos.

Os rolamentos devem ser lubrificados para evitar o contato metálico entre os corpos rolantes e também para proteger os mesmos contra a corrosão e desgaste.

As propriedades dos lubrificantes deterioram-se em virtude de envelhecimento e trabalho mecânico, além disso, todos os lubrificantes sofrem contaminações em serviço, razão pela qual devem ser completados ou trocados periodicamente:

a) Intervalos de Relubrificação

A quantidade de graxa correta é sem dúvida, um aspecto importante para uma boa lubrificação.

A relubrificação deve ser feita de acordo com o tipo de rolamentos, porém se o motor possuir placa adicional com instruções de lubrificação, deverá ser efetuada conforme as especificações de placa.

Para uma lubrificação inicial eficiente, em um rolamento é preciso observar o Manual de Instruções do motor. Na ausência destas informações, o rolamento deve ser preenchido com graxa até a metade de seu espaço vazio (somente espaço vazio entre os corpos girantes).

Na execução destas operações, recomenda-se o máximo de cuidado e limpeza, com o objetivo de evitar qualquer penetração de sujeira que possa causar danos no rolamento.

b) Qualidade e quantidade de graxa

É importante que seja feita uma lubrificação correta, isto é, aplicar a graxa correta e em quantidade adequada, pois uma lubrificação deficiente quanto uma lubrificação excessiva trazem defeitos prejudiciais.

A lubrificação em excesso acarreta elevação de temperatura, devido à grande resistência que oferece ao movimento das partes rotativas e acaba por perder completamente suas características de lubrificação.

Isto pode provocar vazamento, penetrando a graxa no interior do motor e depositando-se sobre as bobinas ou outras partes do motor.

Para a lubrificação dos rolamentos em máquinas elétricas, vem sendo empregado de modo generalizado graxa á base de Lítio, por apresentar estabilidade mecânica e insolubilidade em água.

A graxa nunca deverá ser misturada com outras que tenham base diferente.

c) Instruções para Lubrificação

Injeta-se aproximadamente metade da quantidade total estimada da graxa e coloca-se o motor a girar durante aproximadamente 1 minuto a plena rotação, em seguida desliga-se o motor e coloca-se o restante da graxa.

A injeção de toda a graxa com o motor parado, pode levar a penetração de parte do lubrificante no interior do motor.

É importante manter as graxadeiras limpas antes da introdução da graxa a fim de evitar a entrada de materiais estranhos no rolamento.

Para lubrificação use exclusivamente pistola engraxadeira manual.

Etapas de Lubrificação dos Rolamentos:

- Limpar com pano de algodão as proximidades do orifício da graxeira.
- Com o motor em funcionamento, adicionar a graxa por meio de uma pistola engraxadeira até ter sido introduzida a quantidade de graxa recomendada.
- Deixar o motor funcionando durante o tempo suficiente para que se escoe todo o excesso de graxa.

2.3.3- Substituição de Rolamentos

A desmontagem de um motor para trocar um rolamento somente deverá ser feita por pessoal qualificado.

A fim de evitar danos aos núcleos, será necessário após a retirada da tampa do mancal, calçar o entreferro entre o rotor e o estator, com cartolina de espessura correspondente.

A desmontagem dos rolamentos não é difícil, desde que sejam usadas ferramentas adequadas (extrator de rolamentos).

As garras do extrator deverão ser aplicadas sobre a face lateral do anel interno a ser desmontado, ou sobre uma peça adjacente.

É essencial que a montagem dos rolamentos seja efetuada em condições de rigorosa limpeza e por pessoal qualificado, para assegurar um bom funcionamento e evitar danificações.

Rolamentos novos somente deverão ser retirados da embalagem no momento de serem montados.

Antes da colocação do rolamento novo, será necessário verificar se o encaixe no eixo não apresenta sinais de rebarba ou sinais de pancadas. Os rolamentos não podem receber golpes diretos durante a montagem. O apoio para prensar ou bater o rolamento deve ser aplicado sobre o anel interno. Após a limpeza, proteger as peças aplicando fina camada de vaselina ou óleo nas peças usinadas a fim de evitar a oxidação.

2.3.4- Corte de Fios e Bobinagem

Nesta fase deve-se tomar o cuidado quanto as batidas e/ou amassamento dos encaixes das tampas na carcaça e na retirada da caixa de ligação evitando quebras ou rachaduras na carcaça.

2.3.5- Impregnação

Proteger as roscas da carcaça colocando parafusos apropriados e os encaixes de apoio da Caixa de Ligação, cobrindo com esmalte anti-derente (ISSO 287 – ISOLASIL).

O esmalte de proteção das partes usinadas deve ser retirado logo após a cura do verniz de impregnação. Esta operação deve ser feita com a mão, sem uso de ferramentas cortantes.

2.3.6- Montagem

Fazer inspeção de todas as peças visando detectar problemas como: trincas nas peças, partes encaixadas com incrustações, roscas danificadas, etc.

Montar fazendo uso de martelo de borracha e bucha de bronze, certificando-se de que as partes encaixam entre si perfeitamente.

Os parafusos devem ser montados com as respectivas arruelas de pressão, sendo apertadas uniformemente.

2.3.7- Testes

Girar o eixo com a mão, observando problemas de arraste nas tampas e anéis de fixação.

2.3.8- Montagem da Caixa de Ligação

Antes da montagem da caixa de ligação, deve-se proceder a vedação das janelas de passagem de cabos na carcaça utilizando espuma auto- extingüível (1ª camada), e em motores à prova de explosão existe ainda uma segunda camada composta de mistura de resina Epóxi ISSO 340 com pó de quartzo.

O tempo de secagem de referida mistura é de 2 (duas) horas, período durante o qual a carcaça não deve ser movimentada, devendo ser movimentada, devendo permanecer com as janelas (saída dos cabos) virada para cima.

Após a secagem, observar se houve uma perfeita vedação das janelas, inclusive na passagem dos cabos.

Montar a caixa de ligação e pintar o motor.

2.3.9- Recomendações Gerais

Qualquer peça danificada (trincas, amassamento de partes usinadas, roscas defeituosas) deve ser substituída, não devendo em hipótese alguma ser recuperada.

Quando se trata de reparos em motores à prova de explosão IPW 55, os retentores deverão obrigatoriamente ser trocados na montagem do mesmo.

2.4- FALHAS EM MOTORES ELÉTRICOS

Análise de Causas e Defeitos de Falhas em Motores Elétricos:

DEFEITO	POSSÍVEIS CAUSAS
Motor não consegue partir	<ul style="list-style-type: none">-Falta de tensão nos bornes do motor-Baixa tensão de alimentação-Conexão errada-Numeração dos cabos trocada-Carga excessiva-Platinado aberto-Capacitor danificado
Baixo torque de partida	<ul style="list-style-type: none">-Ligação interna errada-Rotor falhado-Rotor descentralizado-Tensão abaixo da nominal-Frequência abaixo da nominal-Frequência acima da nominal-Capacitância abaixo da especificada-Capacitores ligados em série ao invés de paralelo
Conjugado máximo baixo	<ul style="list-style-type: none">-Rotor falhado-Rotor com inclinação de barras acima do especificado-Rotor descentralizado-Tensão abaixo da nominal-Capacitor permanente abaixo do especificado
Corrente alta em carga	<ul style="list-style-type: none">Tensão fora do nominalSobrecargaFrequência fora da nominalCorreias muito esticadasRotor arrastando no estator

<p>Corrente alta à vazio</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Entreferro acima do especificado -Tensão acima do especificado -Ligação interna errada -Rotor descentralizado -Rotor arrastando -Rolamentos com defeito -Tampas com muita pressão ou mal encaixadas -Chapas magnéticas sem tratamento -Capacitor permanente fora especificado -Platinado/centrifugo não abrem
<p>Resistência de isolamento baixa</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Isolantes de ranhura danificados -Cabinhos cortados -Cabeça de bobina encostado na carcaça -Presença de umidade ou agentes químicos -Presença de pó sobre o bobinado
<p>Aquecimento dos mancais</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Graxa em demanda -Excessivo esforço axial ou radical da correia -Eixo torto -Tampas frouxas ou descentralizados -Falta de graxa -Matéria estranha na graxa
<p>Alto nível de ruído</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Desbalanceamento -Eixo torto -Alinhamento incorreto -Rotor fora do centro -Ligações erradas -Corpos estranhos entreferro -Objetos presos entre o ventilador e defletor -Rolamentos gastos -Combinações de ranhuras inadequadas -Aerodinâmica inadequada

<p>Sobreaquecimento do motor</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Ventilação obstruída -Ventilador menor -Tensão ou frequência fora do especificado -Rotor arrastando -Rotor falhado -Estator sem impregnação -Sobrecarga -Rolamento com defeito -Partidas consecutivas -Entreferro abaixo do especificado -Capacitor permanente inadequado -Ligações erradas
<p>Vibração excessiva</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Rotor fora de centro -Desbalanceamento na tensão da rede -Rotor falhado -Ligações erradas -Rotor desbalanceado -Mancais com folga -Rotor arrastando -Eixo torto -Folga nas chapas do estator -Uso de grupos fracionários em bobinagem de motor monofásico de capacitor permanente

2.5- DANOS EM ENROLAMENTOS DE MOTORES ELÉTRICOS

A vida útil do enrolamento de um motor elétrico pode ser menor, se for exposto à condições de operação desfavoráveis, sejam elétricas, mecânicas ou de meio ambiente.

Existem tipos diferentes de danos causados em enrolamento do motor, os quais as indústrias de motores repassam a seus clientes através de fotos ilustrativas, auxiliando a identificação das causas para que se possa tomar as providências preventivas. Portanto, alguns danos são provocados pelo uso indevido, não sendo caracterizados como garantia.

TIPO DE MOTOR	DANOS	CAUSAS
Trifásicos e Monofásicos	Curto de espiras	Defeitos de isolamento, causados, caracteristicamente, por contaminações, abrasão ou oscilação de tensão.
Trifásicos e Monofásicos	Bobina curto-circuitada	Defeitos de isolamento, causados, caracteristicamente, por contaminações, abrasão ou oscilação de tensão.
Trifásicos e Monofásicos	Curto, contra massa na saída da ranhura	Defeitos de isolamento, causados, caracteristicamente, por contaminações, abrasão ou oscilação de tensão.
Trifásicos e Monofásicos	Curto, contra massa dentro da ranhura	Defeitos de isolamento, causados, caracteristicamente, por contaminações, abrasão ou oscilação de tensão.

Trifásicos e Monofásicos	Curto na conexão	Defeitos de isolamento, causados, caracteristicamente, por contaminações, abrasão ou oscilação de tensão.
Trifásicos e Monofásicos	Queima por sobrecarga	Queima total do isolamento em todas as fases do enrolamento trifásico, origina-se na sobrecarga do motor. Substensões e sobretensões provocarão o mesmo tipo de falha.
Trifásicos e Monofásicos	Queima por rotor bloqueado	Queima total do isolamento, em todas as fases do motor, normalmente é motivada por correntes muito altas no enrolamento do estator, devido a condição de rotor bloqueado. Isto também pode ocorrer devido a partidas e reversões excessivas.
Trifásicos e Monofásicos	Queima por pico de tensão	Defeitos de isolamento como este normalmente são causados por pico de tensão, que ocorrem, muitas vezes, na comutação de circuitos de força, descarga atmosférica, descarga de capacitores e de dispositivos de força de semi-condutores.

Trifásicos	Curto entre fases	Defeitos de isolamento, causados, caracteristicamente, por contaminações, abrasão ou oscilação de tensão.
Trifásicos	Falta de fase (ligado em estrela)	O defeito de “falta de fase” surge em consequência de interrupção numa fase da rede de alimentação do motor. A causa geralmente é um fusível queimado, um contator aberto, uma linha de força interrompida ou por conexão deficientes.
Trifásicos	Falta de fase (ligado em triângulo)	O defeito de “falta de fase” surge em consequência de interrupção numa fase da rede de alimentação do motor. A causa geralmente é um fusível queimado, um contator aberto, uma linha de força interrompida ou por conexão deficientes.
Trifásicos	Fase danificada por desbalanceamento da tensão da rede	A queima do isolamento numa fase do enrolamento do estator pode resultar de tensão desigual entre fases. 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%.
Monofásicos	Queima na bobina auxiliar	A queima da bobina auxiliar ou de partida é causada normalmente pela não abertura do conjunto centrifugo-platinado, deixando esta bobina ligada por mais tempo que o especificado. Objetos estranhos que penetrem no interior do motor poderão provocar este defeito.
Monofásicos	Queima na bobina principal	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.

3- PROPOSTA

A proposta de implantação de uma equipe destinada a cuidar permanentemente da instalação e manutenção de equipamentos elétricos na empresa, mantendo sempre um pessoal capacitado para minimizar os problemas com queda ou má-performance de equipamentos.

A equipe ficaria organizada da seguinte forma:

1. Chefe de equipe, 1 profissional com formação mínima de técnico em instalações elétricas. Preferencialmente esta profissional também deveria ter noções básicas de gestão de equipes, coordenação, bem como conhecimentos técnicos da operação da empresa.
2. Técnicos eletricitas = 3 profissionais com formação mínima de técnico em instalações elétricas
3. Auxiliares gerais = 2, com formação mínima de segundo grau completo, com a finalidade de auxiliar os técnicos nas operações de montagem e desmontagem de equipamentos de altas dimensões.

A subordinação desta equipe seria ao diretor de produção, e entre as atividades principais e funções estariam:

1. Instalação e remoção de equipamentos. Sob demanda, a cada aquisição, substituição ou descarte de equipamentos elétricos, ou operacionais, permitindo que as partes elétricas dos equipamentos sejam instaladas sem demoras e com a qualidade necessária, incluindo todo o trabalho de preparação local
2. Inventário de equipamentos instalados. Para cada equipamento instalado uma relação de características técnicas, fornecedor, assistência técnica e programa de manutenção preventiva.
3. Programa de manutenção preventiva. De acordo com as especificações do inventários, deve ser elaborado um programa de manutenção preventiva, pelo qual existirá uma previsão de manutenção preventiva a ser operacionalizada pelo setor de instalações

elétricas. Esta programação deverá prever a troca ou reparação de equipamentos em condições inadequadas de uso.

4- CONCLUSÃO

Ficou constatado que o motor elétrico é de suma importância na vida da humanidade, tanto em residências como no comércio e na indústria. E, principalmente, que se não houver uma instalação adequada dos mesmos, respeitando suas formas e especificações, eles não terão o rendimento e a vida útil que lhe é atribuída quando da sua fabricação.

Também ficou provado que todo motor elétrico tem a necessidade de se fazer manutenções preventivas constantes, de forma correta e com produtos apropriados, evitando assim danos precoces devido a sua utilização.

São várias as vantagens para uma empresa, quando seguem algumas regras de instalação e manutenção em seus motores elétricos, dentre os quais: menor consumo de energia elétrica, maior produtividade, aumento da vida útil do bem e menor probabilidade de defeito.

BIBLIOGRAFIA

Manual de Instalação e Manutenção de Motores elétricos - Empresa: WEG Motores Ltda

Internet – consulta ao sites das indústrias de motores elétricos:

www.weg.com.br

www.eberle.com.br

www.siemens.com

www.abb.com

www.google.com.br (vários assuntos sobre motores elétricos)

www.cadê.com.br (vários assuntos sobre motores elétricos)

Manual de Danos em Enrolamento de Motores Elétricos - Empresa: Eberle Motores