

MANUAL



- ✓ **Instalação**
- ✓ **Operação**
- ✓ **Manutenção**

projelmec

REVISÃO: 3
EMISSÃO: 15/07/22

Índice

1 – INTRODUÇÃO	3
2 – REFERÊNCIAS	3
3 – RECEBIMENTO	3
4 – INSTALAÇÃO	3
5 – OPERAÇÃO	4
6 – MANUTENÇÃO	5
6.1. Segurança	5
6.2. Limpeza	5
6.3. Vibrações e Defeitos	5
6.4. Ruído	6
6.5. Defeitos em Polias e Correias	6
6.6. Defeitos em Rolamentos	8
6.7. Lubrificação	8
6.8. Pintura	8
6.9. Filtros de ar	8
6.10. Armazenagem	9
6.11. Programa de Ação Preventiva	9
7 – DESMONTAGEM E MONTAGEM	9
7.1. Ventiladores Centrífugos	9
7.1.1. Desmontagem	9
7.1.2. Montagem	10
7.2. Ventiladores Axiais	10
7.2.1. Desmontagem	10
7.2.2. Montagem	10
8 – GUIA PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMUNS	10
8.1. Vazão de ar abaixo do esperado	10
8.2. Vazão de ar acima do esperado	11
8.3. Vibrações excessivas	11
8.4. Ruído excessivo	12
8.5. Sobrecarga do motor elétrico	13
8.6. Comentários gerais	13
8.6.1. Danos a carcaça do ventilador	14
8.6.2. Danos ao rotor ou hélice	14
8.6.3. Danos ao motor elétrico	14
8.6.4. Danos aos mancais e rolamentos	14
8.6.5. Empenamento e desgaste de eixos	14
8.6.6. Danos ao sistema de transmissão	14
8.6.7. Aspiração de corpos estranhos	14
8.6.8. Serviços em alta ou baixa temperatura	15

Manual Técnico de Instalação, Operação e Manutenção

1 - INTRODUÇÃO

Este manual tem como objetivo dar algumas orientações e mostrar alguns cuidados que se deve ter na instalação, manutenção e operação de ventiladores. Ele foi desenvolvido com base em dados de projetos e na experiência adquirida pela Projelmec, desde 1974, na fabricação e montagem de ventiladores industriais, sistemas de ventilação, exaustão, transporte pneumático e equipamentos afins.

Além das recomendações aqui descritas, é imprescindível o operador não abandonar as técnicas normais de instalação, operação e manutenção.

2 - REFERÊNCIAS

- Manual de Motores Elétricos (EBERLE/WEG/KOHLBACH)
- Manual de instalação e manutenção de motores elétricos (WEG/EBERLE)
- Catálogo de rolamentos (SKF/INA)
- Manual para projetar transmissões industriais de correias em “V” (Orion-Gates)
- Guia de manutenção e reposição de rolamentos (SKF)

3 - RECEBIMENTO

Os equipamentos fabricados pela Projelmec, antes de seu envio ao cliente, são inspecionados, tanto em aspectos construtivos e de acabamento, quanto em condições de funcionamento.

É recomendável que, assim que recebido, o equipamento seja inspecionado pelo cliente, pois podem ocorrer danos no transporte do equipamento até o operador. Qualquer irregularidade deverá ser comunicada imediatamente ao Departamento de Assistência Técnica da Projelmec (fone: 3451-5100)

4 - INSTALAÇÃO

* Qualquer transporte ou içamento dos ventiladores deve ser feito através de alças ou furos para içamento localizado na carcaça dos mesmos. Nunca movimente os ventiladores apoiando-os pelo rotor, bocais de aspiração, bocais de descarga, polias e protetor de polias. Em hipótese alguma atravesse cabos ou madeiras entre as pás dos rotores ou hélices.

* Pelo desenho de conjunto do ventilador, se obtém as dimensões e furações básicas, necessárias à preparação das fundações. Como o ventilador é uma peça rotativa, recomenda-se a utilização de amortecedores. Uma outra maneira seria a preparação de uma base sólida e pesada, em concreto armado, com um peso mínimo igual a três vezes o peso do equipamento a suportar, para absorver as frequências de vibração. Em ventiladores axiais fixados diretamente na tubulação, deve-se ter o cuidado de fazê-lo em local com rigidez suficiente para suportar o ventilador e não causar excitações de vibração no sistema.

* Instale o ventilador na posição apropriada sobre a fundação, alinhando o ventilador em relação aos dutos, de modo que fique na posição correta, e nivele-o. Repare que o desnivelamento do ventilador pode ocasionar vibrações, o rotor/hélice batendo na carcaça, o desbalanceamento do rotor/hélice, a redução da vida útil dos rolamentos, o ruído excessivo, o empenamento do eixo, etc.

* As conexões aos dutos são feitas após o ventilador estar pronto para entrar em operação. Não se devem forçar flanges que não encaixam, pois poderá ocorrer uma distorção da carcaça ou desalinhamento dos dutos. Adicionalmente, recomenda-se o uso de ligações elásticas. Quando for usado em altas temperaturas, devem ser providenciadas vedações eficientes e juntas de expansão adequadas para evitar esforços adicionais nos dutos ou no ventilador. Não submeta o ventilador a esforços desnecessários. Os dutos, silenciadores, chaminés, etc, não deverão ser suportados pela carcaça do ventilador.

* Certifique-se de obter da rede elétrica uma alimentação adequada a carga do equipamento e uma tensão que não ultrapasse os limites máximos de +/- 10% do valor nominal. Para o sistema de partida,

recomenda-se, cuidados especiais na seleção da chave elétrica, levando em conta que o motor parte com carga, bem como o uso de proteção contra curto circuito e sobrecarga. Atende-se, no caso, pelas normas fixados pelas Companhias de Fornecimento de Energia, bem como às recomendações dos fabricantes a respeito dos equipamentos a utilizar. Uma proteção adicional, por meio de um relé por falta de fase e subtensão é recomendável.

* 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. O trilho mais próximo da polia é colocado de forma que o parafuso de posicionamento fique entre o motor e a máquina acionada. O motor é aparafusado nos trilhos e posicionado na fundação. A polia motora é então alinhada de forma que seu centro esteja no mesmo plano da polia a ser movida e, os eixos do motor e da máquina estejam em paralelos. A correia não deve ser demasiadamente esticada.

* A máquina elétrica deve estar perfeitamente alinhada com a máquina acionada, especialmente nos casos de acoplamento direto. Um alinhamento incorreto pode ocasionar defeitos nos rolamentos, vibração e mesmo, ruptura do eixo. A melhor forma de se conseguir um alinhamento correto em ventiladores arranjo 8 é usar relógios comparadores, colocados um em cada semi-luva, um apontando radialmente e outro axialmente. Assim é possível verificar simultaneamente o desvio de paralelismo e desvio de concentricidade, ao dar-se a volta completa nos eixos. Os mostradores não devem ultrapassar os limites estabelecidos pelo fabricante da luva (favor solicitar).

* Em instalações de ventiladores em ambientes expostos ao tempo deve-se conferir se o equipamento adquirido tem condições para tal, ou seja, a pintura adequada, o motor blindado, etc. Caso não tenha certeza contate a fábrica.

5 - OPERAÇÃO

Para colocar o ventilador em funcionamento, proceda às instruções a seguir:

- * Certifique-se que o rotor gira livremente, quando acionado manualmente. Qualquer ruído ou bloqueio eventual deverá ser verificado e completamente eliminado.
- * O rotor deverá estar posicionado adequadamente entre as duas laterais da carcaça e perfeitamente posicionado em relação aos bocais de aspiração, no caso de ventiladores centrífugos, ou com as pás equidistantes da carcaça, no caso de ventiladores axiais.
- * Verifique a existência de algum corpo estranho ou resto de material dentro da carcaça do ventilador ou nos dutos, retirando-os.
- * Examine o alinhamento dos mancais.
- * Verifique a quantidade correta de lubrificante no rolamento, completando-o se necessário.
- * Assegure-se que todos os parafusos e porcas estejam bem fixadas. As vibrações e esforços produzidos durante o transporte, montagem e instalação poderão causar alguma folga no aperto.
- * É de particular importância verificar os parafusos e porcas, quanto ao aperto e instalação, que fixam o rotor ao cubo e os mancais à base, bem como os parafusos prisioneiros e chavetas que fixam o cubo do rotor ou núcleo da hélice e polias ao eixo do ventilador e motor.
- * Certifique-se que a porta de inspeção, dreno e demais acessórios estejam seguramente fixados.
- * Verifique a tensão e alinhamento de polias e correias. Um alinhamento defeituoso ou uma sobretensão só farão reduzir a vida útil das correias e sobrecarregar os rolamentos (ver item 6.4).
- * Dê a partida no equipamento, certifique-se de que o sentido de rotação está correto e desligue-o novamente assim que atingir a rotação nominal. Durante este período observe atentamente qualquer anormalidade, determinando sua causa e corrigindo. Verifique e reaperte, se necessário os parafusos e chavetas de fixação, que poderão se soltar devido a tendência de acomodação dos elementos.

* O equipamento, a partir daí, estará apto para o funcionamento.

* Quando inicia-se o funcionamento de um ventilador nota-se, primeiramente, um aumento de temperatura dos mancais, devido a acomodação do lubrificante no alojamento. Após aproximadamente uma hora de trabalho a temperatura atinge o máximo valor, que poderá durar até dois dias, depois cai até o nível normal, permanecendo sem maiores oscilações durante um longo período.

6 - MANUTENÇÃO

6.1. Segurança

- a) Todos os elementos rotativos, tais como polias, eixo, rotor, etc, deverão ser protegidos, convenientemente, evitando qualquer contato acidental com pessoas ou objetos estranhos.
- b) Uma proteção especial deverá ser providenciada nas bocas de descarga e, principalmente, na entrada de ar do sistema, pois qualquer objeto que, por ventura entre na corrente de ar, transforma-se num projétil, podendo causar danos irreparáveis.
- c) Os limites de temperatura e rotação nunca devem ser ultrapassados, para evitar danos ao equipamento.
- d) Durante a operação do ventilador nunca permita a abertura de nenhuma porta de inspeção, pois esta poderá ser violentamente ejetada, causando sérios danos.
- e) Recomenda-se o uso de uma chave seccionadora de segurança para evitar uma partida acidental durante o período de manutenção do ventilador.
- f) Não retire a tampa superior dos mancais bipartidos com o ventilador em movimento. Aguarde a parada total do rotor para fazê-lo. Após efetuar a manutenção recoloque as tampas e confira o aperto dos parafusos.
- g) Nunca instale o motor elétrico sem um eficiente dispositivo de proteção e aterramento. Evite as chamadas “ligações provisórias” que muitas vezes caem no esquecimento e só são substituídas devidamente após algum acidente.
- h) Em caso de trabalho em ambiente de risco (que contenha gases, vapores, poeiras ou fibras inflamáveis e explosivos), não instale o ventilador sem antes se certificar de que o mesmo é apropriado para tal. Para este tipo de ambiente o ventilador deve ser “à prova de faísca” e o motor elétrico “à prova de explosão”.
- i) Não permita que um ventilador continue a funcionar em casos de ruídos ou vibrações sem detectar suas causas e corrigí-las. Trinças em polias, eixo, rotor, mancais, carcaça do motor, etc., requerem imediata substituição do componente.
- j) Ao acionar um ventilador e constatar que o mesmo está girando com rotação invertida, espere o mesmo parar totalmente antes de dar nova partida no outro sentido. Um contragolpe desta ordem acarreta esforços demasiados em todo o sistema de acionamento, chegando até a inutilizar componentes e o próprio rotor.
- k) Não force a parada do ventilador utilizando a mão ou alguma ferramenta sobre as correias, polias ou rotor.
- l) Após cada manutenção onde é necessário desmontagem e remontagem de componentes, proceda as verificações preliminares e cuidados de partida dos ventiladores.

6.2. Limpeza - A limpeza do ventilador deve ser realizada periodicamente, utilizando qualquer produto neutro de limpeza, sem o uso de solventes, para que a pintura não seja atacada. Recomenda-se observar, quando da limpeza do equipamento, o surgimento de pontos de corrosão ou ferrugem, removendo-os e protegendo adequadamente, visando uma maior vida útil do ventilador. Deve-se atentar, no rotor/hélice, para se limpar todas as palhetas/pás igualmente, pois se alguma(s) não for(em) limpa(s) pode(m) causar o desbalanceamento do rotor/hélice.

6.3. Vibrações e Defeitos - Todo ventilador da Projelmec tem suas partes rotativas balanceadas estática e dinamicamente na própria fábrica, em modernas máquinas de balanceamento. No entanto, se o rotor trabalha em um meio com material abrasivo ou algum material que se prenda às suas pás material, haverá, provavelmente, uma alteração em suas condições originais de balanceamento. A consequência disto será o aparecimento de vibrações e ruídos, implicando também na redução da vida útil dos rolamentos. Pode também ocorrer uma vibração devido a batidas ou choques bruscos, quando do transporte ou instalação. Sempre que houverem vibrações ou ruídos excessivos, o ventilador deverá ser retirado de operação e feito um exame nas suas partes rotativas. Se o rotor ou hélice sofrer desgaste, mas estiver ainda aproveitável, deverá ser novamente balanceado antes de ser remontado. Se for verificada a

existência de material aderido ao rotor, uma boa limpeza deverá solucionar o problema. As vibrações e ruídos poderão, no entanto, ser de natureza aerodinâmica, causadas por uma turbulência no fluxo de ar ou gás. Más condições de aspiração, tais como uma parede frontal próxima a aspiração ou descarga do ventilador, uma curva de aspiração com raio muito pequeno, etc, poderão causar esta turbulência. Também se o cálculo da resistência do sistema não estiver correto, poderá surgir este fenômeno e a solução é diminuir a resistência, removendo, por exemplo, “dampers” desnecessários, aumentando a área de descarga, raios de curvaturas, etc. Como orientação geral, os valores máximos de amplitudes de velocidades de vibração radial e longitudinal medidas nos mancais, na altura dos rolamentos, na frequência de rotação do ventilador, é de 6.3mm/s. Os valores acima deste deverão ser diagnosticados e corrigidos de acordo com métodos de análise de vibrações.

6.4. Ruído - Muitos dos problemas de excesso de ruído provém de fontes vibratórias e poderiam ser evitados se tomadas as devidas precauções quanto ao correto isolamento das vibrações. No caso do ruído não ser de origem vibratória investigue inicialmente as causas deste antes de optar por algum tipo de atenuação ou de solicitar assistência técnica. Segue listado abaixo alguns erros comuns em projetos:

Erros comuns em projeto de ventiladores ou sistema de ventilação:

- * Seleção em um ponto de operação ineficiente.
- * Folga insuficiente ou más condições do duto de aspiração.
- * Acessórios ou atenuadores muito próximos a aspiração ou descarga do ventilador.
- * Amortecedores de vibração inadequados.

Erros comuns em sistema de dutos:

- * Dutos sub-dimensionados ou seja velocidade de ar excessiva.
- * Alta perda de carga (alta turbulência) de componentes (curvas, joelhos, atenuadores, dampers, etc.).
- * Componentes instalados muito próximos um do outro.
- * Falta de revestimento acústico nos dutos ou silenciadores.
- * Contato dos dutos com paredes ou lajes.
- * Utilização de dutos retangulares não controlam ruídos de baixa frequência.
- * Utilização de revestimento acústico nos dutos ou silenciadores muito curtos para atenuar ruídos de baixa frequência.
- * Curvas muito próximas ao ventilador (deverá ter no mínimo 2,5 vezes o diâmetro equivalente para velocidades de descarga de até 12m/s e adicionar 1 diâmetro equivalente a cada 5m/s).

6.5. Defeitos em Polias e Correias - O acionamento por polias ou correias deverá estar cuidadosamente alinhado (fig.1), o que minimiza a sollicitação sobre as correias e a possibilidade de alguma delas vir a saltar nas canaletas das polias. Um alinhamento poderá ser obtido com o auxílio de uma régua colocada junto às faces das duas polias. O funcionamento correto das correias é de extrema importância. Uma tensão baixa provoca patinação e, conseqüentemente, excessivo calor nas correias, ocasionando falhas prematuras. Por outro lado, uma tensão alta gera sobrecarga nos eixos, ocorrendo além da falha da correia, uma menor durabilidade nos rolamentos. Para se averiguar a correta tensão de estiramento das correias, adota-se normalmente um deslocamento perpendicular de mais ou menos 1 mm para cada 100 mm de vão, o que na maioria dos casos resulta numa média entre 10 a 20 mm. É preferível deixar a correia mais aliviada do que sobretensionada. Uma boa verificação deverá ser feita, observando-se o prescrito pelos fabricantes de correias. Ao efetuar a reposição de correias, atente para os seguintes detalhes:

- Substitua todo o jogo de correias, se possível, de um mesmo fabricante e de um mesmo código. Atente para que as correias tenham o mesmo comprimento (este pode variar de um lote para outro);
- É aconselhável a troca das correias a cada 6 meses, devido a desgaste do tempo e partida.
- Elimine qualquer aspereza, óleo ou graxa das polias;
- Alivie a tensão do sistema, soltando os parafusos do motor, até poder colocar as correias, sem forçá-las;
- Alinhe, cuidadosamente, as polias movida e motora;
- Tensione as correias até o seu valor correto, de acordo com o fabricante da correia e do motor;
- Deixe a transmissão funcionar durante algum tempo (aproximadamente 48 horas) para que as correias adaptem-se às polias e tensione, novamente se necessário.
- A carga radial máxima das correias não deverá exceder os valores recomendados pelo fabricante do motor elétrico.

A fig.2 mostra algumas condições que se deve verificar para não reduzir a vida útil das correias.

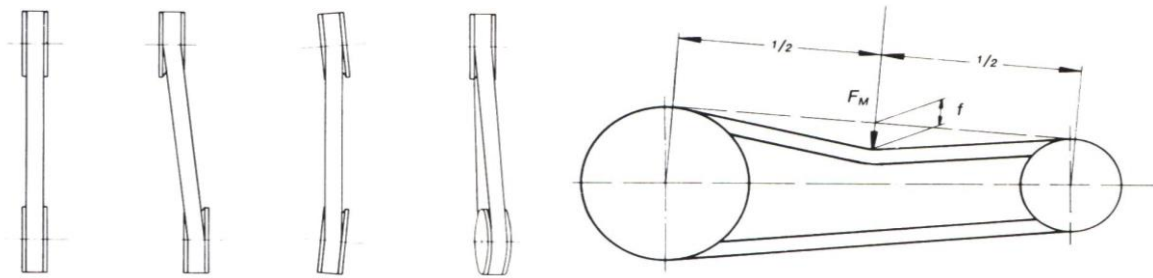


Fig. 1 – Ajuste de polias (esquerda) e desenho ilustrativo do ponto de aplicação da carga de deflexão (direita)

Correia maior que o canal da polia			Correia menor que o canal da polia
Conjunto de correias desequilibrado			Pré-tensionamento excessivo
Tensão Insuficiente			Deslizamento
Polia muito pequena			Sobrecarga
Polia quebrada			Polias descentradas ou desbalanceadas
Canal da polia gasta			Canal da polia não uniforme
Presença de pó e poeira			Presença de água ou umidade nas polias

Fig.2 – Condições de trabalho que reduzem a vida útil e a capacidade de transferência de movimento nas correias em V (V-Beltz)

6.6. Defeitos em Rolamentos - Como complemento à manutenção e como precaução contra paradas desnecessárias, verifique regularmente, durante a operação, o estado dos rolamentos, com o auxílio dos métodos correntes recomendados pelos fabricantes. Abaixo estão algumas orientações:

- Teste de escuta – Encoste um bastão de madeira, chave de fenda ou estetoscópio no alojamento (fig.3a), o mais próximo possível do rolamento, e ponha o ouvido na outra extremidade. Se tudo estiver bem, deverá ser ouvido um ruído suave. Um rolamento danificado apresentará um som diferente, inclusive com características irregulares. Um ruído metálico e uniforme indica falta de lubrificação.
- Teste de temperatura (fig.3b) – Se a temperatura do alojamento estiver muito alta ou com variações bruscas, há a indicação de que algo está errado (falta ou excesso de lubrificante, sujeira no rolamento, sobrecarga, retentor com muita pressão, etc,...).

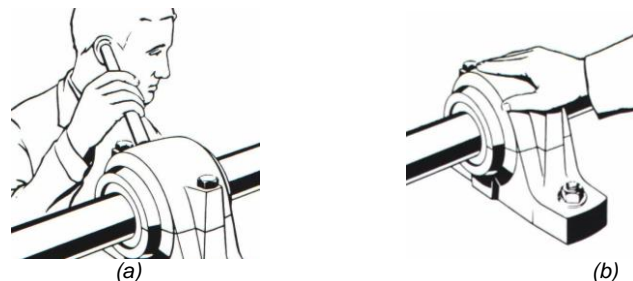


Fig.3 – Figuras ilustrativas do (a) teste de escuta, (b) teste de temperatura

6.7. Lubrificação - Recomenda-se atenção à graxa que será utilizada na relubrificação periódica, pois a mistura de graxas não é recomendável. Da mesma forma, caso se deseje trocar a graxa, é necessário que remova todo o resíduo existente, para não haver misturas.

- *Lubrificação de Mancais de Caixa:* Se os rolamentos forem do tipo “blindado”, já possuem lubrificação para toda a vida útil, não sendo necessário lubrificá-los. Se os rolamentos forem comuns, a relubrificação deverá ser efetuada de acordo com os intervalos de lubrificação descritos na placa do ventilador. Quando os intervalos de lubrificação são reduzidos, o mancal deve ser provido de engraxadeira. Limpe-a antes de injetar nova graxa. A lubrificação pode ser efetuada, inclusive, durante o funcionamento. A graxa nova penetra por um dos lados do rolamento, expulsando a graxa velha pelo outro lado para fora do alojamento do rolamento. Periodicamente, recomenda-se abrir a caixa, lavar todos os componentes em aguarrás ou querosene e renovar toda a graxa. Quando os mancais não possuem engraxadeiras, deve-se, por ocasião da parada programada da máquina, retirar as tampas superiores ou laterais para ter acesso aos rolamentos. Após retirar completamente a graxa usada, introduz-se graxa nova entre os elementos do rolamento até 1/3 de seu volume. Carrega-se também, a caixa com graxa até 1/3 de sua capacidade e monta-se novamente o conjunto. Além de uma lubrificação periódica, os rolamentos devem, também periodicamente, passar por uma completa revisão e limpeza. A frequência deste procedimento depende, sobretudo, das condições de serviço. Rolamentos montados em máquinas onde a paralisação é crítica devem ser verificados freqüentemente.

6.8. Pintura - A Projelmec possui alguns sistemas de pintura utilizados conforme o tipo e utilização dos ventiladores. Em caso de uma eventual reforma ou retoque na pintura, contate com nossa assistência técnica.

6.9. Filtros de ar - Os filtros de ar são normalmente fornecidos em gabinetes de ventilação. Sua capacidade de permeabilidade ao ar diminui gradativamente a medida que é utilizado, aumentando assim a perda de carga e com isso reduzindo a vazão de ar do sistema. O intervalo de troca ou manutenção do filtro depende essencialmente do limite mínimo de vazão de ar que se necessita.

Em casos de simples ventilação, a condição do filtro deve ser verificada a períodos regulares, permitindo estabelecer após algum tempo seu período de troca ou manutenção de acordo com as condições do ambiente.

Em casos mais críticos, onde a quantidade de ar constitui-se em fator fundamental para manter as condições do ambiente, deve-se utilizar métodos que sinalizem o alcance do ponto mínimo de vazão de ar estabelecido, tais como o uso de manômetros para medir a pressão diferencial, podendo incluir ainda dispositivo de alarme.

Filtros sintéticos, normalmente em poliéster, são descartáveis devendo ser substituídos quando sujos.

Filtros metálicos, também chamados de regeneráveis, são fornecidos com elemento filtrante em aço galvanizado ou alumínio. Para sua limpeza utilize um esguicho de água, de preferência sob pressão, quente e adicionado de detergente. Inicie a lavagem pela face mais limpa. Após lavagem, seque-o com ar comprimido.

6.10. Armazenagem - Se o ventilador não for montado logo após o recebimento, atente para os seguintes aspectos:

- O lubrificante contido no mancal possui um tempo de vida útil que não deverá ser ultrapassado. Este período em ambiente normais, isto é , sem poeira, umidade, exposição do sol, chuva, etc, é de aproximadamente dois meses. Após este período deverá ser efetuada a substituição do lubrificante;
- O eixo e demais partes usinadas são cobertas, na fábrica, por uma tinta de proteção. No entanto, para maior segurança, proteja-os com óleo, graxa, etc.
- Semanalmente, movimente o rotor do ventilador, manualmente, para evitar o aparecimento de pontos de corrosão localizados nos rolamentos.
- Armazene os equipamentos em lugar abrigado das intempéries e afastado de poeiras ou gases que possam provocar danos.
- Só armazene os equipamentos na mesma posição em que ele irá trabalhar.
- Os equipamentos saem de fábrica protegidos por plástico tipo filme e engradado de madeira, devido a esta proteção é necessário a retirada da mesma para poder se efetuar os processos acima.

6.11. Programa de manutenção preventiva:

- * Intervalo de Lubrificação: de acordo com o preconizado na placa do ventilador.
- * Medição do nível de vibração: a cada 500 horas de funcionamento.
- * Limpeza: mensalmente, para ambientes normais e semanalmente, para ambientes mais agressivos.
- * Inspeção de Corrosão: a cada 6 meses.

Observação: Em caso de equipamentos de regime contínuo de trabalho aconselha-se a aquisição de peças sobressalentes para reposição em eventual necessidade.

7 - DESMONTAGEM E MONTAGEM

Recomenda-se, inicialmente, que só se execute a desmontagem e montagem do equipamento se possuir as ferramentas adequadas para o serviço a ser executado e se este for realizado por pessoa qualificada, sob pena de danificá-lo de forma irreparável. Verifique, antes de iniciar a manutenção, se está desligado da rede elétrica e que não tenha como ser ligado acidentalmente. As ferramentas necessárias para se realizar a manutenção são, basicamente, as seguintes:

- Jogo de chaves de boca e chaves estrela;
- Jogo de chaves Allen;
- Saca-polias e saca-rotor (fig.4);



(a)



(b)

Fig. 4 – (a) saca-rotor (ou saca-hélice); (b) saca polias

- Chaves de fenda.
- Chave torque (para parafuso ponta broca)

7.1. Ventiladores Centrífugos:

7.1.1. Desmontagem

- a) Afrouxar os parafusos esticadores do motor, até ter-se condições de retirar a correia sem forçá-las;
- b) Liberar os parafusos-prisioneiros da polia e retirá-la, usando a saca-polias;
- c) Retirar os mancais, soltando os parafusos de fixação;
- d) Retirar a base do mancal, afrouxando os parafusos de fixação de seu suporte;
- e) Retirar o(s) bocal(is) de aspiração, afrouxando os parafusos de fixação presos à lateral da carcaça;
- f) Retirar o conjunto rotor-eixo;
- g) Separar o eixo do rotor, soltando os parafusos de fixação.
- h) Para a desmontagem dos demais componentes, afrouxar os parafusos de fixação. Quanto ao cubo do rotor, lembrar que se for desmontado, provavelmente, será necessário rebalanceamento do conjunto, na montagem.

7.1.2. Montagem

- a) Fixar o eixo ao rotor, através dos parafusos de fixação do cubo;
- b) Posicionar o conjunto eixo-rotor, observando-se o correto alinhamento em relação à carcaça;
- c) Fixar o bocal através dos parafusos de fixação presos à lateral da carcaça;
- d) Fixar a base do mancal, através dos parafusos de fixação;
- e) Fixar a polia ao eixo, através dos parafusos prisioneiros, introduzindo-a no eixo cuidadosamente. Caso seja necessário, utilizar um martelo de borracha ou similar, dando batidas leves na massa central da polia;
- f) Colocar a correia e apertar os parafusos esticadores do motor, até conseguir-se a tensão ideal da correia.

7.2. Ventiladores Axiais:**7.2.1. Desmontagem**

- a) Afrouxar o parafuso central, que fixa a hélice ao eixo;
- b) Retirar a hélice do eixo, com o saca-hélice bem fixado, não usando o martelo.
- c) Em caso de acoplamento indireto, ou seja, por polias e correias, afrouxar os parafusos do protetor de polias (se houver) e da tampa de acesso a polia movida (em caso de ventilador com arranjo 9). Soltar as correias, e depois as polias (através do saca-polias).

7.2.2. Montagem

- a) Antes da montagem, retirar todas as rebarbas do eixo, chaveta e furos, usando-se uma lixa fina
- b) Lubrificar o eixo, chaveta e furos;
- c) Em caso de acoplamento indireto, fixar as polias (através do saca-polias), depois colocar as correias. Fixar também os parafusos do protetor de polias (se houver) e da tampa de acesso a polia movida (em caso de ventilador com arranjo 9).
- d) Colocar a hélice no lugar, sem forçar, pois os ajustes são deslizantes;
- e) Fixar bem o parafuso central, com arruela central e uma de pressão;
- f) Verificar as folgas entre a hélice e a carcaça, antes de ligar, certificando-se se estão equânimes.

8 – GUIA PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMUNS**8.1. Vazão de ar abaixo do esperado***Sentido de rotação incorreto*

- Verifique se o sentido de rotação está correto e coincidente com o indicado pelas setas colocadas na carcaça.

Rotor montado com sentido de rotação invertido

- Verifique se o sentido de rotação do rotor é compatível com o desenho de suas pás. Em rotores tipo sirocco, as pás são curvadas para a frente e em rotores tipo limit load, as pás são curvadas ou voltadas para trás

Rotação muito baixa

- Verifique rotação do motor elétrico pela placa de identificação e por medição.

- Verifique se os diâmetros de polias conferem com aqueles especificados nas folhas de dados, se não foram instaladas invertidas, ou ainda a falta de alguma chaveta.
- Verifique a tensão das correias. (*tensão baixa*: as correias patinam e não transmitem a necessária rotação; *tensão alta*: especialmente em ventiladores pequenos, o motor não atinge a rotação nominal devido a sobrecarga)

Perda de carga do sistema acima do projetado

- Recalcule a perda de carga do sistema (curvas ou acessórios logo na aspiração ou descarga geram perdas adicionais).
- Verifique se o sistema de dutos está de acordo com o projeto.
- Certifique-se que os filtros de ar estejam limpos.

Dutos obstruídos

- Certifique-se da inexistência de alguma obstrução no sistema de dutos.
- Verifique se foram realmente abertos os buracos na laje por onde passa o duto.

Registros fechados

- Certifique-se que todos os registros estejam devidamente ajustados na posição correta.

Vazamentos

- Verifique se o sistema de dutos está devidamente conectado, com suas juntas vedadas e se portas de inspeção ou acesso estão fechadas.

8.2. Vazão de ar acima do esperado

Rotação muito alta

- Verifique rotação do motor elétrico pela placa de identificação e por medição.
- Verifique se os diâmetros de polias conferem com aqueles especificados nas folhas de dados ou se não foram instaladas invertidas.

Perda de carga do sistema abaixo do projetado

- Recalcule a perda de carga do sistema.
- Verifique se o sistema de dutos está de acordo com o projeto.
- Com filtros de ar limpos, a perda de carga é menor.

Registros totalmente abertos

- Certifique-se que todos os registros estejam devidamente ajustados na posição correta.

Entrada de ar falso

- Verifique se o sistema de dutos está devidamente conectado, com suas juntas vedadas e se portas de inspeção ou acesso estão fechadas.

8.3. Vibrações excessivas

Rotor danificado ou fora de balanceamento

- Verifique o rotor quanto a material aderido a suas pás.
- Certifique-se que as soldas estão em perfeitas condições.
- Verifique se o rotor não está amassado ou torto

Tensão excessiva das correias

- O tensionamento acima do recomendado das correias pode provocar deflexão excessiva no eixo resultando em operação dentro da faixa de ressonância. Corrija o tensionamento.

Incorreto alinhamento de mancais

- Verifique o alinhamento.

Rolamentos com defeito

- Com o ventilador em movimento escute o ruído dos rolamentos. Rolamentos com defeito produzem um ronco.

Bucha cônica excêntrica

- Verifique com relógio comparador a concentricidade da bucha

Eixo torto ou excêntrico

- Verifique com relógio comparador a concentricidade do eixo.
- No caso de substituição do eixo, substitua também mancais, rolamentos e buchas.

Incorreto alinhamento de polias

- Verifique o alinhamento e certifique-se que as correias não sofreram danos devido ao desalinhamento.
- Incorreto alinhamento de acoplamentos flexíveis.
- Verifique o alinhamento de ambas as metades com relógio comparador.
- Certifique-se que o acoplamento não sofreu danos devido ao desalinhamento.

Amortecedores incorretos

- Certifique-se que os amortecedores são os recomendados e que estão instalados nos pontos indicados conforme desenhos.

Vazão de ar muito acima da esperada

- Em alguns ventiladores, o ponto de operação pode cair fora de seu limite máximo gerando vibrações e ruído.
- Conduza a correção conforme indicado em “Vazão de ar acima do esperado”.

Uniãoes soltas ou frouxas

- Verifique que todos os parafusos estejam devidamente apertados.

Rotação muito alta

- Verifique rotação do motor elétrico pela placa de identificação e por medição.
- Verifique se os diâmetros de polias conferem com aqueles especificados nas folhas de dados ou se não foram instaladas invertidas.

Sentido de rotação invertido

- Verifique se o sentido de rotação está correto e coincidente com o indicado pelas setas colocadas na carcaça.
- Verifique se o sentido de rotação do rotor é compatível com o desenho de suas pás.

Elétrica

- Se a vibração some imediatamente após cortar alimentação elétrica, analise instalação elétrica e certifique-se que o motor está em perfeitas condições.

Correias com defeito

- Troque as correias e examine os rasgos das polias

Fundação instável

- Verifique se o ventilador está corretamente instalado e chumbado na base.

Desbalanceamento do rotor do motor elétrico

- Desacople o motor e verifique seu nível de vibração sem carga

8.4. Ruído excessivo

Vibração gera ruído. Conduza inicialmente uma verificação completa conforme descrita no item anterior “Vibrações excessivas” antes de proceder as verificações abaixo.

Ronco

- Excessiva velocidade no duto. Substitua por um duto maior ou adicione outro. Substitua acessórios com alta perda de carga por outros com melhor performance aerodinâmica.
- Ruído excessivo do ventilador devido a má seleção. Substitua o ventilador por outro mais eficiente. Instale atenuadores de ruído ou coloque revestimento acústico nos dutos.
- Rolamentos danificados. “Escute” seu funcionamento.

Rumor (vibração)

- Pobres condições de aspiração ou descarga do ventilador. Mova o ventilador, reconfigure o duto de aspiração ou descarga de acordo com recomendações de norma ou retire a obstrução.

- Vibração excessiva do ventilador (vide item anterior).
- Ventilador operando em um ponto instável de sua curva de desempenho. Isto normalmente acontece quando a perda de carga do sistema de dutos é muito alta forçando o ventilador a operar próximo ou no ponto de instabilidade (stall). Reduza a perda de carga do sistema ou substitua o ventilador por outro mais adequado.
- Isolamento de ventiladores ineficiente em relação ao prédio. Instale amortecedores adequados. Toda a tubulação, para líquidos ou elétrica bem como dutos devem ser instalados através de fixação resiliente.
- Fonte não-HVAC comum; isolamento inadequado da vibração de motores de tração de elevadores.

Silvo ou assobio

- Vazamento nos dutos. Inspeção e vede qualquer vazamento.
- Fluxo de ar excessivo em caixas VAV ou grelhas. Reduza o volume de ar com auxílio de registros.
- Correias ou polias raspando nas proteções. Corrija a posição do protetor.
- Bocal de aspiração em contato com rotor. Instale ligações flexíveis entre dutos e ventilador. Dutos não devem ser instalados diretamente nas bocas de entrada ou saída do ventilador. Ajuste a posição do bocal de aspiração. Ajuste a posição axial do rotor em relação ao bocal.

Surge (ronco ou zumbido que vai e volta)

- Instabilidade do ventilador devido a más condições de aspiração ou descarga. Reveja as condições de aspiração ou descarga aumentando áreas de entrada e melhorando as condições aerodinâmicas de componentes do sistema.
- Instabilidade do ventilador devido a operar na porção esquerda de sua curva de desempenho. Modifique a rotação do ventilador de maneira a mover o ponto de operação para a direita. Reveja o projeto tentando reduzir a perda de carga do sistema ou resselecione outro ventilador mais adequado.
- Ventiladores em paralelo operando em diferentes rotações. Ajuste as rotações dentro de uma faixa de tolerância máxima de 10 %.

Zumbido

- Rotor desalinhado ou raspando no bocal ou carcaça. Realinhe e rebalanceie o rotor.
- Isolamento inadequado de vibrações em máquinas de altorotação, exemplo um chiller. Assegure-se que o equipamento repousa livre sobre os amortecedores sem contatos com o piso ou paredes.
- Tubulação ou dutos com contato rígido entre equipamento e prédio. Instale conexões e contatos flexíveis.

8.5. Sobrecarga do motor elétrico

Vazão de ar acima do esperado

- Perda de carga do sistema abaixo do calculado.
- Rotação do ventilador muito alta.

Tensão da rede muito baixa

- Verifique se a tensão da rede elétrica encontra-se dentro dos limites normais.

Densidade do fluido

- Verifique se a densidade do meio está conforme a de projeto. A densidade poderá variar de acordo com modificações de temperatura, altitude ou até devido ao diferente mix de gases.

Liberdade de rotação prejudicada

- Verifique se rotor, eixo, rolamentos e motor giram livres.
- Verifique se não existe alguma obstrução a livre movimentação da transmissão.
- Selos muito apertados podem frear a movimentação do eixo.

Sentido de rotação incorreto

- Verifique se o sentido de rotação está correto e coincidente com o indicado pelas setas colocadas na carcaça.

Rotor montado com sentido de rotação invertido

- Verifique se o sentido de rotação do rotor é compatível com o desenho de suas pás.

Rotor tipo sirocco – pás curvadas para a frente

Rotor tipolimit load – pás curvadas ou voltadas para trás

8.6. Comentários gerais

Grande parte dos problemas que afetam o bom funcionamento de um ventilador podem ser evitados se corrigidos com antecedência. As verificações preliminares, os cuidados durante a partida do ventilador, as manutenções periódicas e uma rotina de testes preventivos são cuidados que irão contribuir em muito para um longo período de vida do equipamento.

Abaixo seguem comentários a respeito dos problemas mais comuns que podem ocorrer com ventiladores e suas conseqüências.

8.6.1. Danos a carcaça do ventilador

Ocasionalmente podem ocorrer durante o transporte, armazenagem ou com o ventilador já em seu local de funcionamento. Geralmente se originam em decorrência de içamentos irregulares ou quedas durante o manuseio podendo gerar danos ao rotor e rolamentos.

8.6.2. Danos ao rotor ou hélice

Hélices e rotores são calculados para resistirem aos esforços de trabalho até o limite de suas classes de funcionamento. Fatores de segurança permitem um funcionamento além da rotação limite de classe. Consulte qual o limite máximo no caso da necessidade de elevar a rotação de um ventilador.

Nunca submeta um ventilador a operar em temperaturas superiores ao seu limite de funcionamento.

Rotores ou hélices que sofrem pancadas, possuem material aderido às pás, trabalham com aspiração de material abrasivo ou perderam por qualquer motivo sua condição original de balanceamento, correm o risco de ruptura por aceleração da fadiga em decorrência do excesso de vibração.

8.6.3. Danos ao motor elétrico

Grande parte dos problemas com motores elétricos são gerados em conseqüência da operação em alta temperatura, quer por amperagem excessiva, por ambiente muito quente ou por interrupção da ventilação do motor.

Falta de fase ou ligação em tensão errada provocam sua queima.

Bornes de ligação mal apertados provocam faiscamento e queima do isolamento dos fios terminais.

Motores deverão ser isolados com classe de temperatura e grau de proteção adequados ao ambiente. Áreas perigosas e agentes agressivos também devem ser levados em conta. Em ambientes muito úmidos devem ser previstos motores com resistência de aquecimento. Elas impedem a condensação de água durante paradas ocasionais, mantendo o enrolamento aquecido não comprometendo a resistência do isolamento do enrolamento.

8.6.4. Danos aos mancais e rolamentos

Raramente ocorrem danos aos mancais, no entanto, vibração excessiva ou aperto irregular dos parafusos da base podem causar trincas. Também podem ter sua sede danificada devido ao deslizamento do rolamento quando emperrado.

Rolamentos já estão mais sujeitos a avarias, a começar pela ação de agentes do próprio ambiente: sujeira, umidade, produtos químicos e temperatura contribuem para reduzir sua vida útil.

Uma queda acidental do ventilador mesmo de pequena altura, poderá acarretar a deformação das pistas de rolagem. A deterioração do lubrificante, quer por uso inadequado, paradas longas ou por não atendimento aos intervalos de relubrificação, resulta em atrito elevado e conseqüente inutilização do rolamento.

Esforços não previstos em projeto, vibrações excessivas, incrementos de rotação, desalinhamento ou tensão incorreta nas correias também são causas para danos em curto espaço de tempo.

8.6.5. Empenamento e desgaste de eixos

Muito embora os eixos sejam projetados com ampla margem de segurança, não é de todo impossível a ocorrência de seu empenamento, quer por tensão demasiada de correias, por seu uso como ponto de içamento ou alguma batida acidental. Tolerâncias fora das recomendações ou muito amplas entre rolamento e eixo provocam desgaste do eixo (cava) resultando em sua substituição.

8.6.6. Danos ao sistema de transmissão

Nunca troca apenas uma das correias de um jogo. A mistura de correias usadas e novas impossibilita o correto tensionamento da transmissão resultando em patinagem das usadas e redução da vida útil da nova.

8.6.7. Aspiração de corpos estranhos

Corpos estranhos quando aspirados por um ventilador não projetado para tal, poderão implicar em danos ao rotor e carcaça e , dependendo da situação, até na sua total destruição.

Material abrasivo atravessando o rotor provoca desgaste irregular nas pás e conseqüente perda de balanceamento. Motores, mancais e rolamentos não podem ficar no fluxo de ar.

Rotores e hélices quando sujeitos a passagem de ar contendo materiais que possam aderir a suas pás, tais como tinta, gordura ou fuligem, perdem gradativamente seu balanceamento original. Ventiladores para estas aplicações devem possuir porta de inspeção e dreno para permitir lavagens periódicas.

É desaconselhável a utilização de ventiladores cujo arranjo construtivo exponha motor, mancais e rolamentos ao fluxo de ar com algum tipo destes materiais.

8.6.8. Serviços em alta ou baixa temperatura

Ventiladores para trabalhos em alta ou baixa temperatura, devem ser previamente especificados para tal. O uso de lubrificantes não adequados à faixa de temperatura de trabalho, implica em danos aos rolamentos. Rotores não adequados ao uso em alta temperatura perderão sua geometria inicial e conseqüentemente seu balanceamento.

Pintura não adequada a alta temperatura se degenera expondo o material aos riscos de corrosão.