

Berliner Luft.

Ventiladores

Instalação
Operação
Manutenção



ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
2	CUIDADOS ANTES E DURANTE A INSTALAÇÃO	3
	2.1 Aspectos gerais	3
	2.2 Cuidados no transporte	3
	2.3 Condições de armazenagem	5
	2.4 Fundações	6
	2.5 Espaço requerido e folga necessária	8
	2.6 Fixação de conexões	9
	2.7 Motores elétricos	10
	2.7.1 Sistema de alimentação	10
	2.7.2 Aterramento	11
	2.7.3 Sistemas de partida	11
	2.7.4 Proteção de motores	13
	2.8 Placa de identificação	14
3	OPERAÇÃO	15
	3.1 Verificações preliminares	15
	3.2 Cuidados durante a partida	16
	3.3 Observações durante a primeira hora de funcionamento	16
	3.4 Verificações após 72 horas da partida	17
4	MANUTENÇÃO	18
	4.1 Limpeza	18
	4.2 Pintura	18
	4.3 Vibrações	19
	4.4 Ruído	22
	4.5 Rotores e hélices	24
	4.6 Polias e correias	26
	4.7 Base do motor.....	27
	4.8 Acoplamentos elásticos.....	28
	4.9 Motores elétricos	31
	4.10 Mancais e rolamentos	33
	4.10.1 Rolamentos rígidos de esferas GRAE ou Y	34
	4.10.2 Rolamentos autocompensadores com duas carreiras de esferas ou rolos	37
	4.10.3 Cuidados especiais com rolamentos	42
	4.11 Filtros de ar	42
	4.12 Segurança	43
	4.13 Testes preventivos	44
5	INSTRUÇÕES PARA PROCURA DE DEFEITOS	46
	5.1 Vazão de ar abaixo do esperado	46
	5.2 Vazão de ar acima do esperado	46
	5.3 Vibrações excessivas	47
	5.4 Ruído excessivo	48
	5.5 Sobrecarga do motor elétrico	49
	5.6 Comentários gerais	49
6	CERTIFICADO DE GARANTIA	52



1 - INTRODUÇÃO

Este manual tem por objetivo levar aos clientes e usuários os conhecimentos e recomendações básicas necessárias à correta instalação, operação e manutenção de ventiladores industriais BerlinerLuft.

Seu conteúdo é resultado de pesquisas em projetos, experiências laboratoriais e de campo, relatórios, literaturas técnicas e acima de tudo, da prática adquirida no decorrer do tempo.

Por mais simples que possa parecer, a instalação, operação e manutenção de um ventilador industrial requer especial atenção e cuidados específicos de maneira a se alcançar um perfeito funcionamento e vida longa não só do ventilador em si, mas do sistema como um todo.

Importante:

Leia com atenção o **Certificado de Garantia** no final deste manual.

2 - CUIDADOS ANTES E DURANTE A INSTALAÇÃO

2.1 - Aspectos gerais

Todos os ventiladores BerlinerLuft. são fabricados segundo as mais seguras técnicas construtivas, de forma a se obter um equipamento que preencha todos os requisitos indispensáveis para um ideal funcionamento. Para tanto, os materiais e componentes empregados são previamente controlados em sua qualidade, o mesmo se podendo dizer com relação a mão-de-obra e seqüência construtiva.

Antes do embarque, todos os ventiladores BerlinerLuft. são individualmente testados para que nos certifiquemos de suas normais condições de trabalho, entretanto, nossa preocupação não cessa aí, pois de nada bastaria tal empenho caso não fossem seguidos alguns critérios e cuidados que a primeira vista parecem óbvios, mas que, caso não observados, podem comprometer em muito a vida útil de um ventilador e muitas vezes até inutilizá-lo.

2.2 - Cuidados no transporte



Os ventiladores BerlinerLuft. são fornecidos embalados com a chamada “embalagem standard” ou com a “embalagem Especial”.

A embalagem standard é composta de um estrado de madeira onde o ventilador é aparafusado para receber em sua volta o chamado engradado.

A embalagem especial, composta do mesmo estrado para fixação do ventilador, recebe um total fechamento em madeira compensada.

Ventiladores de grande tamanho, muitas vezes necessitam viajar bipartidos em caminhões para cargas especiais, dispensando o uso de embalagem.



Em todas as situações, nas operações de carga e descarga de ventiladores, devem ser evitados quaisquer pontos de içamento senão os especificamente projetados para tal.

Nunca suspenda um ventilador pelo seu eixo, rotor, flanges, polias ou protetores.

Um içamento pelo eixo por exemplo, poderá fazer com que este empene ao mesmo tempo que aplicará toda a carga sobre os rolamentos, comprometendo-os e até inutilizando-os.

Um içamento pelo rotor poderá causar uma deformação ocasionando um deslocamento em relação a sua geometria original e conseqüentemente seu desbalanceamento.

Para descarregar ou transportar um ventilador embalado, o faça de preferência com uso de uma empilhadeira, utilizando o espaço destinado à introdução dos garfos na parte inferior da embalagem.

Caso o ventilador já esteja sem embalagem, a operação com empilhadeira se dará de forma normal, utilizando-se como base de apoio a própria base do ventilador, tendo-se o cuidado de evitar amassamentos junto à coluna da empilhadeira.

Para os casos de içamentos com guincho, talha ou equivalente, a forma ideal é envolver e suspender a embalagem com cordas ou correias. Sem a embalagem utilize os olhais ou furos especialmente projetados para tal.

Antes de proceder a qualquer operação de içamento ou transporte do ventilador certifique-se se o peso do mesmo é compatível com o seu equipamento. Lembre-se que qualquer queda por menor que seja, poderá comprometer o funcionamento dinâmico do ventilador. Este descuido traz como conseqüências mais freqüentes, danos aos mancais e rolamentos do ventilador, empenamentos de eixo, desalinhamento do acionamento, avarias na estrutura e carcaça do ventilador e danos aos rolamentos do motor.

Estes tipos de problemas são comumente ocasionados nos desembarques e movimentos manuais, quando estes se dão de maneira errônea ou imprópria. O uso de pranchas ou plataformas muitas vezes facilitam o manuseio e evitam os dissabores das avarias.

IMPORTANTE:

Ao efetuar o recebimento de um ventilador BerlinerLuft., certifique-se da inexistência de eventuais danos provocados durante o transporte. Para tanto recomenda-se uma inspeção visual da embalagem e do próprio equipamento. Em caso de anomalia leve, a alternativa em receber ou não o equipamento fica a cargo do próprio cliente.

Em caso de alguma irregularidade que julgar grave, recuse-se a receber a carga notificando imediatamente a fábrica ou seu representante.

***Faça um relato da ocorrência nos documentos de entrega da transportadora e entre em contato com a fábrica.
(o motorista do caminhão deve também assinar o documento).***

Lembramos que mesmo que ocorram danos visualmente leves, existe a possibilidade de ser atingido algum componente vital do ventilador.

Lembre-se que somente a transportadora é responsável pelas ideais condições de transporte.



2.3 - Condições de armazenagem

Se os ventiladores não forem imediatamente instalados, deve-se ter o cuidado de armazená-los em local isento de poeira, temperatura elevada, umidade e outros agentes danosos. Nunca posicione um ventilador senão em sua posição normal, evitando que o mesmo fique encostado em outros objetos, empilhando de maneira perigosa ou com qualquer tipo de volume sobre o mesmo.

Uma boa alternativa para armazenagem é, após a rotina de inspeção de recebimento, reconstituir a embalagem do ventilador de forma a deixá-lo depositado em condições mais seguras.

Para as movimentações no depósito atente para as recomendações transcritas no item **“2.2 Cuidados no transporte.”**

Mesmo armazenado, um ventilador exige certos cuidados de manutenção de forma a não haver surpresas quando de sua instalação.

Para o caso de mancais de caixa bipartidos (linha SNA ou SNH), o lubrificante ali contido, possui um tempo de vida útil que não deve ser ultrapassado. Mesmo em condições favoráveis de armazenagem, este período é relativamente curto em ventiladores parados. Permanecendo o ventilador inativo, o peso do conjunto girante tende a expulsar a película de graxa contida entre as superfícies de contato dos elementos dos rolamentos (esferas ou rolos e pistas), permitindo o toque metal com metal e em consequência um possível ponto de corrosão, a chamada corrosão por contato, que inutiliza completamente o rolamento. Este fenômeno tende a se ampliar caso os ventiladores sejam armazenados em locais próximos a máquinas que provoquem vibrações.

Motores elétricos também estão sujeitos aos mesmo tipo de problema.

IMPORTANTE:

Recomendamos girar periodicamente os elementos girantes de ventiladores e motores manualmente de maneira a movimentar o lubrificante contido no rolamento.

Efetue a troca de graxa quando o intervalo de armazenagem sem movimentação manual do conjunto for superior a 45 dias.

Boa prática também consiste em retirar as correias em ventiladores com este tipo de transmissão.

De qualquer forma, existem condições de se concluir por verificação simples o estado em que se encontra a graxa. Modificações em sua coloração, viscosidade não homogênea, presença de umidade, oxidação ou outro contaminante, são motivos suficientes para que se processe a troca de graxa, mesmo que um dos sintomas apareça isoladamente. Todas as instruções para remoção da graxa velha e introdução da nova podem ser verificados no item **“3.10 Mancais e Rolamentos.”**

Já nos casos de rolamentos de lubrificação permanente, os problemas de armazenagem são menores. Caso isentos de ataque de agentes externos (umidade, ácidos, etc.), um dos poucos cuidados a serem dispensados é o do giro manual periódico para movimentação do lubrificante.



Com relação ao motor elétrico, a presença de umidade, temperatura elevada ou sujeira durante a armazenagem, podem comprometer a resistência do isolamento do enrolamento.

Recomenda-se verificar e testar esta resistência antes da entrada em serviço sob risco de queima do motor.

Se o ambiente do depósito for excessivamente úmido, recomendam os fabricantes uma verificação periódica destes valores.

A medição da resistência do isolamento de um motor elétrico é feita utilizando-se um aparelho chamado MEGGER. Muito embora os fabricantes de motores não estabeleçam regras fixas para o valor real da resistência do isolamento, uma vez que são inúmeras as variantes que envolvem o assunto, existe uma fórmula para indicar a ordem de grandeza dos valores que podem ser esperados em motores limpos, secos, à temperatura de 40°C, quando a tensão de ensaio é aplicada durante 1 minuto.

A resistência R_m do isolamento é dada pela fórmula:

$$R_m = U_n + 1$$

Onde: R_m é a resistência do isolamento mínima recomendada em $M\Omega$ com o enrolamento à temperatura de 40°C e U_n a tensão nominal do motor em kV.

Se o ensaio for feito em temperatura diferente, será necessário corrigir a leitura para 40°C. Consulte o fabricante do motor para obter este valor.

Se for verificado que a resistência de isolamento é menor que os valores obtidos pela fórmula acima, os motores terão que ser submetidos a um processo de secagem, que deve ser feito pela assistência técnica do fabricante.

Observados todos os pontos concernentes à armazenagem dos ventiladores não deixe de observar os cuidados posteriores no momento de prepará-los para a instalação.

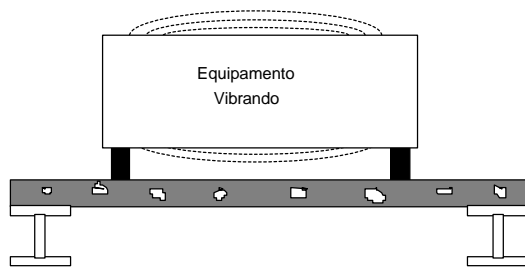
2.4 - Fundações

A grande maioria dos ventiladores, por serem relativamente leves, não necessitam fundações especiais para assentamento. Basta uma base nivelada que tenha condições de receber sobre si os equipamentos que deverão ficar totalmente apoiados (nunca em balanço), e fixados por meio de chumbadores, parafusos, etc.

Importante realçar que nunca se deve compensar a irregularidade do piso através do aperto nas roscas dos chumbadores. Isto fará com que a estrutura do ventilador se deforme ocasionando sérias conseqüências.

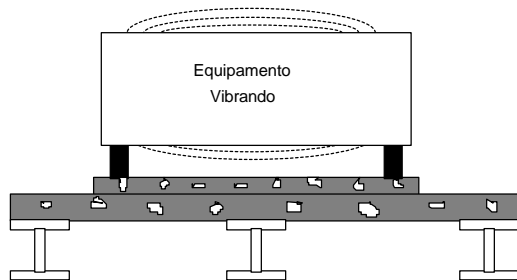
À medida que o peso, rotação e potências dos ventiladores forem se tornando críticos, tornam-se também maiores as exigências referentes à base de assentamento. Mesmo cuidadosamente balanceados, ventiladores industriais são fontes inerente de vibrações, que podem se propagar para a fundação, provocando transmissão de ruídos extremamente nocivos.

Especial atenção deve ser dispensada quanto ao apoio e isolamento de vibrações geradas por ventiladores grandes e de baixa rotação, principalmente se instalados em pisos elevados.



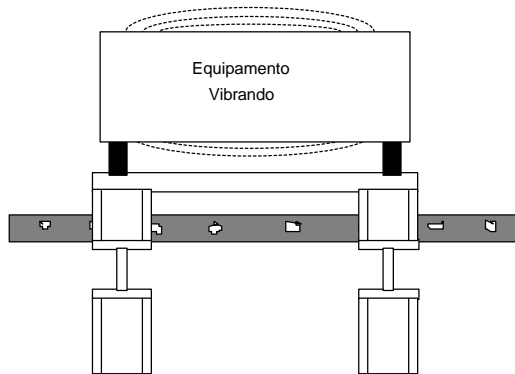
RUIM

Concentração do peso do equipamento entre vigas causa excessiva deflexão da laje e transmissão de vibrações mesmo com equipamentos isolados.



BOM

Base de inércia adiciona massa e melhora a rigidez da laje.



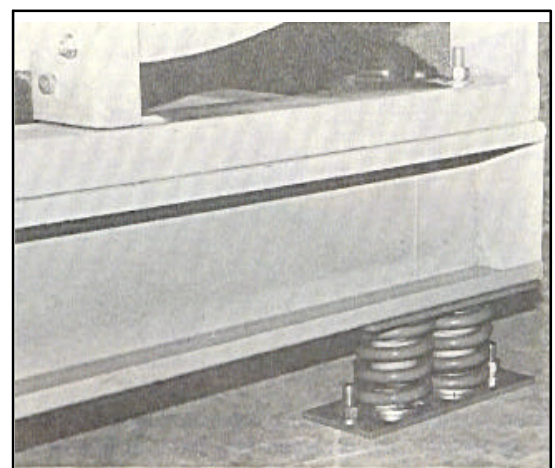
MELHOR

Equipamento montado em base de aço sobre a extensão de duas colunas isola virtualmente a laje de qualquer vibração.

Para casos menos críticos, ventiladores de baixo peso e rotações relativamente elevadas apoiados diretamente em base rígida sobre o solo por exemplo, a alternativa do uso de coxins de borracha tem garantido um bom resultado prático.

Ao utilizar coxins de borracha, procure se certificar que a frequência natural do coxim (normalmente em torno de 30 Hz) não coincida com a de trabalho do ventilador, do contrário, ao invés de isolar ou amortecer as vibrações estas poderão ser ampliadas.

Em qualquer caso, somente amortecedores de molas com frequências de utilização definidas garantem uma perfeita atenuação das vibrações geradas pelo conjunto ventilador-motor elétrico.



Ventilador apoiado sobre amortecedores de molas



2.5 - Espaço requerido e folgas necessárias

Sempre é importante em um projeto que se atente para a ideal localização do ventilador, não somente no que tange à facilidade de conexões de dutos, como também aos espaços requeridos para manutenção, aspiração de ar, etc.

O primeiro ponto a ser verificado é o dimensional do modelo selecionado. Nos catálogos técnicos da BerlinerLuft., o cliente terá toda facilidade em coletar não somente as cotas dimensionais como também o peso do equipamento. Verifique previamente as portas ou aberturas pelo qual o ventilador terá que transitar até chegar ao seu local de instalação.

Todos os ventiladores centrífugos acima do diâmetro 1400 mm inclusive, são fornecidos com carcaça bi-partida horizontalmente para facilitar seu transporte e deslocamento. O conjunto girante (rotor, mancais, rolamentos, eixo, polia movida), restritos a metade inferior do ventilador, não necessitam ser desmontados. A união das partes inferior e superior da carcaça do ventilador se dá por meio de perfis aparafusados entre si. A aproximação da secção superior para assento na inferior deve ser feita com extrema cautela de forma a eliminar qualquer risco de choque com o rotor.



Ventilador bipartido em fase de montagem

Outra atenção a dispensar se refere ao espaço requerido para inspeção e manutenção. Prever fácil acesso para relubrificação de rolamentos e espaço operacional para inspeção e manutenção de componentes tais como rolamentos, correias, filtros, motor elétrico, etc.

Importante também prever espaço para remoção e manutenção do rotor quer por desgaste natural, corrosão ou acidentes. Este normalmente é removido e remontado pelo lado da aspiração do ventilador.

Os filtros em gabinetes de ventilação BerlinerLuft. que utilizam filtragem, são montados em um conjunto do tipo gaveta com saída para o mesmo lado em que se encontra o acionamento.

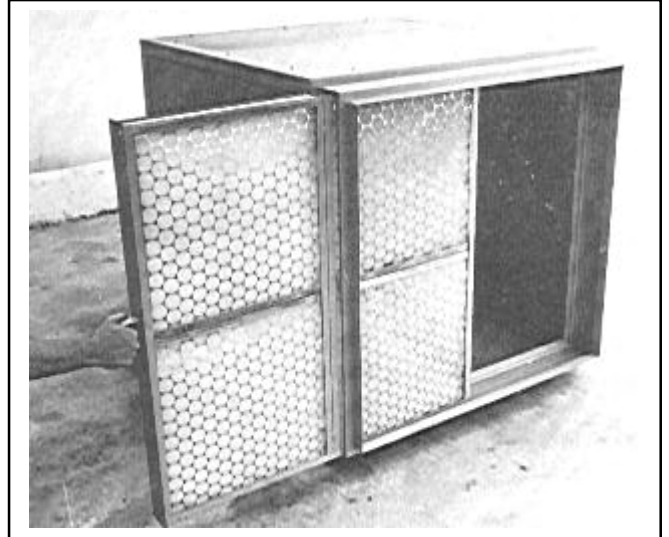
No catálogo técnico BerlinerLuft., poderão ser localizados além do dimensional dos gabinetes de ventilação, os tamanhos das gavetas porta-filtros e dos próprios filtros, estabelecendo com isto a previsão de espaço necessário a sua retirada.



Todos os gabinetes de ventilação BerlinerLuft. possuem painéis removíveis que dão acesso total ao interior do equipamento, o que não impede que se faça a melhor escolha para o posicionamento do acionamento (polias, correias e motor), de modo a facilitar o acesso para manutenção e conexão elétrica.



Montagem de rotor na carcaça.



Gabinete com porta filtros e filtros.

Ao posicionar um ventilador em seu local definitivo, evite que o mesmo fique encostado a paredes, eletrodutos, canos ou outros equipamentos. Isto poderá acarretar em transmissão de vibrações danosas a outros equipamentos.

Cuide para que não ocorra também o estrangulamento nas aspirações ou descarga de ar.

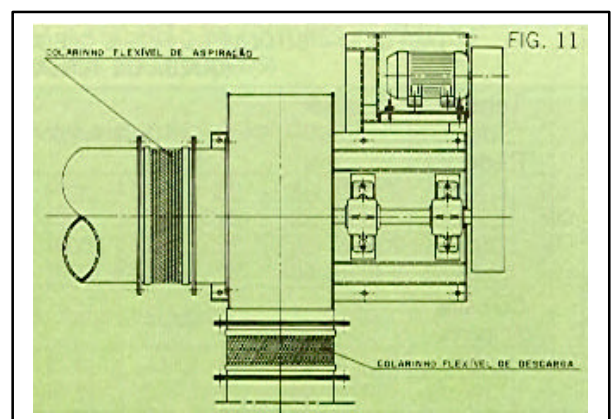
Atente para as regras relativas a aerodinâmica de forma a conseguir a performance que o projeto exige.

2.6 - Fixação de conexões

Estando o ventilador posicionado, nivelado e fixado em seu local de funcionamento, pode-se proceder a instalação dos demais componentes do sistema.

Ligações flexíveis, de tecido plástico, instaladas nas bocas de aspiração ou descarga evitam a transmissão de vibrações para os dutos e vice versa bem como eliminam problemas de desalinhamento.

Quando ocorrer serviços especiais como alta temperatura, alta pressão, transporte de materiais, ar contaminado e outros, devem ser providenciadas ligações próprias para tal.



Ventilador com conexões flexíveis de aspiração e descarga.



O mesmo poderá se dizer com relação aos cuidados com as vedações: quanto maior for a responsabilidade do projeto, melhor devesse ser o tipo de material a ser utilizado nas juntas das tubulações. Respeitando-se as propriedades físico-químicas de cada material, podem ser utilizados como calafetadores a borracha, papelão, fibras sintéticas, amianto, asbesto, silicone, massas de calafetar entre outros.

Apesar de robusta, a carcaça do ventilador não foi projetada para suportar pesos adicionais.

Para tanto não a submeta a esforços com o apoio de dutos, silenciadores, chaminés, etc.

2.7 - Motores elétricos

Apesar de não fazer parte de nossa linha o fornecimento de chave de partida, proteção ou outros acessórios elétricos, é importante que sejam abordados alguns aspectos referentes ao motor elétrico. A seguir, uma abordagem resumida dos principais pontos a observar.

2.7.1 - Sistema de alimentação

A seleção dos condutores de alimentação dos motores deve ser baseada na corrente nominal dos motores conforme normas ABNT.

As tabelas a seguir indicam as bitolas mínimas de condutores em eletrodutos, dimensionados pelos critérios da máxima capacidade de corrente e pela máxima queda de tensão (5%) em função da distância do centro de distribuição ao motor.

Tabela 1 – Bitolas mínimas de cabos para instalação de motores elétricos

Tensão da rede Volts	Distância do motor a entrada de serviço (metros)											
	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100	125	150
110	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100	125	150
220	50	60	70	80	100	120	140	160	180	200	250	300
380	85	100	120	140	170	210	240	280	310	350	430	500
440	100	120	140	160	200	240	280	320	360	400	500	600
Corrente Amperes	Bitolas do condutor (AWG)											
	12	12	12	10	10	8	8	8	6	6	6	4
15	12	12	12	10	10	8	8	8	6	6	6	4
20	12	10	10	10	8	8	6	6	6	6	4	4
30	10	8	8	8	6	6	6	4	4	4	2	2
40	8	8	6	6	6	4	4	4	2	2	2	1/0
55	6	6	6	4	4	4	2	2	2	1/0	1/0	1/0
70	4	4	4	4	2	2	2	1/0	1/0	1/0	2/0	2/0
95	2	2	2	2	2	1/0	1/0	1/0	1/0	2/0	3/0	4/0
125	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	2/0	2/0	3/0	3/0	4/0	250
145	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	3/0	3/0	4/0	250	300
165	3/0	3/0	3/0	3/0	3/0	3/0	3/0	3/0	4/0	4/0	250	350
195	4/0	4/0	4/0	4/0	4/0	4/0	4/0	4/0	250	250	300	350

Para selecionar o cabo de alimentação, determine a corrente em amperes a suportar multiplicando a corrente de placa do motor por 1,25 e localize o valor resultante de acordo com a tensão e distância a entrada.

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.



No caso de motores com várias velocidades, deve ser considerado o valor mais alto dentre as correntes nominais dos motores.

Quando o regime de utilização do motor não for contínuo, os condutores devem ter uma capacidade de condução igual ou superior ao produto de sua corrente nominal pelo fator de ciclo de serviço dado na tabela 2.

Tabela 2 – Fator de ciclo de serviço

Classificação do serviço	Tempo de serviço nominal do motor			
	5 min	15 min	30 a 60 min	contínuo
Curto (operação de válvulas, atuação de contatos, etc.)	1.10	1.20	1.50	-
Intermitente (elevadores de passageiros ou carga, ferromentas, bombas, pontes rolantes, etc.)	0.85	0.85	0.90	1.40
Periódico (laminadores, máquinas de mineração, etc.)	0.85	0.90	0.95	1.40
Variável	1.10	1.20	1.50	2.00

2.7.2 - Aterramento

O aterramento visa proteger os operadores e as máquinas acionadas contra possíveis curto-circuitos entre a parte energizada e a carcaça do motor.

Utilize a tabela abaixo para selecionar a bitola mínima de cabo para aterramento.

Potências		II polos 3600 rpm	IV polos 1800 rpm	VI polos 1200 rpm	VIII polos 900 rpm
CV	kW	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
até 10	até 7.5	4	4	4	6
12.5	9	6	6	6	6
15	11	6	6	6	6
20	15	10	10	10	10
25	18.5	10	10	10	16
30	22	16	16	16	16
40	30	16	16	16	16
50	37	25	25	25	25
60	45	25	25	25	25
75	55	35	35	35	35
100	75	35	35	35	70
125	90	70	70	70	70
150	110	70	70	70	70
200	150	70	70	70	70

2.7.3 - Sistemas de partida

Para a partida de motores de indução os seguintes sistemas podem ser utilizados:

Partida direta

Existem conjuntos pré-montados para partida direta de motores que reúnem na mesma caixa, contator tripolar, relé bimetálico (proteção contra sobrecarga) e fusível (proteção contra curto circuito).



É o método mais simples, porém somente viável quando a corrente de partida não afeta a rede de alimentação.

A concessionária de energia deve ser consultada quanto a máxima capacidade de carga suportada pela rede externa.

Lembrando que a corrente de partida de motores de indução atinge valores da ordem de 6 a 7 vezes a corrente nominal, e como a corrente nominal é função da potência, configura-se uma situação em que a respectiva corrente de partida (I_p) deve estar numa relação com a corrente nominal da rede, tal que, durante o tempo de partida, esta corrente (I_p) não venha a alterar as condições de alimentação de outros consumidores devido a queda de tensão causada na rede.

Partida com chave compensadora

Caso a partida direta não seja possível, quer por imposição da concessionária, quer por exigência da própria instalação, pode-se utilizar sistemas de partida indireta com tensão reduzida de maneira a diminuir a corrente de partida.

A chave compensadora reduz a corrente de partida, evitando assim uma sobrecarga no circuito, deixando porém o motor com conjugado suficiente para a partida e aceleração.

A tensão na chave compensadora é reduzida através de um auto transformador que possui normalmente “taps” de 50, 65 e 80% da tensão nominal.

Partida estrela-triângulo

É fundamental para partida com chave estrela-triângulo que o motor tenha a possibilidade de ligação em dupla tensão, e que a maior tensão seja igual à menor multiplicada por 1.73 por exemplo, 220/380 V; 380/660 V; ou 440/760 V.

Os motores deverão ter no mínimo 6 bornes de ligação.

A menor tensão do motor deve corresponder a tensão da rede.

A tabela a seguir mostra as tensões nominais múltiplas mais comuns em motores trifásicos e sua aplicação às tensões de redes usuais. A partida direta ou com chave compensadora é possível em todos os casos da tabela abaixo.

Ligações normais de motores trifásicos

Tensão do motor Volts	Tensão da rede Volts	Partida com chave estrela-triângulo
220/380	220	Sim
	380	Não
380/660	380	Sim
	220	Sim
	380	Não
220/380/440/760	440	Sim

A ligação 660V ou 760V é usada somente para partida com chave estrela-triângulo, em redes de 380V ou 440V, respectivamente.

Todas as ligações para as diversas tensões são feitas pelos bornes localizados na caixa de ligação, de acordo com o esquema que acompanha o motor. Esse esquema poderá estar impresso na placa de identificação ou colocada dentro da caixa de ligação.



2.7.4 - Proteção de Motores

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

- * 1,25 para motores com fator de serviço igual ou superior a 1,15; ou
- * 1,15 para motores com fator de serviço igual a 1,0. (NBR-5410 CAP. 552.2)

Alguns motores já integram dispositivos de proteção contra sobreelevação de temperatura (em casos de sobrecargas, travamento do rotor, baixa tensão, falta de ventilação do motor), tais como: termostato (sonda térmica), termistores, termoresistências ou protetores térmicos, tornando desnecessário o uso de dispositivos independentes.

Termostato (Sonda térmica)

São detetores térmicos do tipo bimetálico, com contatos de prata normalmente fechados. Estes se abrem com a elevação de temperatura e retornam a sua posição original quando a temperatura baixar novamente.

Os termostatos podem ser destinados para sistemas de alarme, desligamento ou ambos. São normalmente ligados em série a bobina do contator.

Termistores

São detetores térmicos compostos de sensores semi-condutores que variam sua resistência bruscamente ao atingirem uma determinada temperatura, interrompendo a corrente e acionando um relé de saída o qual desliga o circuito principal.

Não sofrem desgaste mecânico e tem uma resposta mais rápida em relação a outros detetores, podendo ser utilizados para sistema de alarme ou alarme e desligamento.

Oferecem proteção completa contra sobreaquecimento, sobrecarga, sub ou sobretensões ou frequentes operações de reversão ou liga-desliga.

Termoresistências

Sua operação se baseia na característica de variação da resistência com a temperatura, possibilitando um contínuo acompanhamento do processo de aquecimento do motor pelo display do controlador com alto grau de precisão e sensibilidade de resposta.

Geralmente aplica-se em instalações de grande responsabilidade como por exemplo, em regimes intermitentes muito irregulares, podendo servir para alarme e desligamento.

Protetores Térmicos

Do tipo bimetálico com contatos normalmente fechados são utilizados principalmente para proteção contra sobreaquecimento em motores monofásicos provocado por sobrecargas, travamento do rotor, quedas de tensão, etc.

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 que os contatos se abrem interrompendo a alimentação.

Dois tipos de protetores estão disponíveis; protetor com religamento automático ou com religamento manual através de dispositivo.

Comparativo entre sistemas de proteção de motores

Causas do sobreaquecimento	Proteção em função da corrente		Proteção com sondas térmicas no motor
	Só fusível	Fusível e protetor térmico	
Sobrecarga com corrente 1.2 vezes a corrente nominal	NP	TP	TP
Regimes de carga S1 a S10	NP	SP	TP
Frenagens, reversões e partidas frequentes	NP	SP	TP
Funcionamento com mais de 15 partidas por hora	NP	SP	TP
Rotor bloqueado	NP	SP	TP
Falta de fase	NP	SP	TP
Variação de tensão excessiva	NP	TP	TP
Variação de frequência na rede	NP	TP	TP
Temperatura ambiente excessiva	NP	TP	TP
Aquecimento externo	NP	NP	TP
Obstrução da ventilação	NP	NP	TP

NP - Não protegido

SP - Semi protegido

TP - Totalmente protegido

2.8 - Placa de identificação

A placa de identificação contém dados e valores importantes que definem as características construtivas e de funcionamento do ventilador. Confeccionada em alumínio ou papel adesivo de alta resistência, é fixada por meio de rebites ou colada em local de fácil acesso e visibilidade, geralmente na lateral do ventilador correspondente ao lado de acionamento.

As informações contidas na placa lhes serão sempre úteis, portanto evite que a mesma seja desprendida do aparelho ou receba algum tipo de cobertura que a inutilize ou dificulte sua leitura.

Além dos dados pertinentes ao funcionamento do ventilador, encontra-se impresso na placa o modelo e o número de série do mesmo, e em casos específicos, também seu "TAG Number".

Através do modelo ou TAG number, torna-se fácil ao cliente a distinção entre um e outro ventilador mesmo em casos de lotes de ventiladores iguais.

Junto a placa de identificação são também fixadas, conforme o tipo de mancal e rolamento utilizado, placas com informações sobre intervalo de relubrificação e tipo de lubrificante a ser utilizado.

Sempre que necessário alguma informação adicional, solicitação de assistência técnica ou pedido de peças de reposição, reporte-se a fábrica informando o número de série do ventilador. Isto além de facilitar a busca das fichas técnicas lhe garantirá receber as informações ou componentes que realmente tenham a ver com o equipamento em pauta.



3 - OPERAÇÃO

3.1 - Verificações preliminares

Antes de dar a partida inicial no ventilador, e satisfeitas as recomendações anteriores, atentar para os seguintes itens:

- a) Verificar manualmente se o rotor gira livre e se está devidamente posicionado em relação aos bocais de aspiração. Qualquer constatação de bloqueio ou ruído deve ser averiguada e eliminada. Verifique também durante esta operação se os rolamentos não mostram sinais de ruído indevido.
- b) Caso o conjunto tenha ficado armazenado por longo tempo (mais que 3 meses) sem os devidos cuidados de estocagem, substitua a graxa dos mancais por graxa nova de acordo com as quantidades e tipos constantes nas fichas técnicas ou no item “Manutenção” deste manual.
- c) Inspecionar internamente rotor e carcaça de modo a se certificar da não existência de corpos estranhos ali depositados. Frequentemente cimento ou argamassa utilizados para retoques finais caem dentro do ventilador “colando” nas pás do rotor causando desbalanceamento ou obstruindo drenos.
- d) Certifique-se de que todos os parafusos e porcas estejam devidamente apertados. Avalie as condições de aperto dos parafusos que prendem o rotor ao cubo central e os parafusos prisioneiros e chavetas que prendem o cubo ao eixo. Inspeccione os parafusos de fixação dos mancais e motor elétrico. Verifique parafusos prisioneiros e chavetas das polias movida e motora. Confira o aperto dos parafusos da estrutura, bases, porta de inspeção, conexões e acoplamentos elásticos quando houver.
- e) Remova o protetor de correias e confira o alinhamento das polias e a correta tensão das correias, recolocando após o protetor no lugar.
- f) Certifique-se de que a tensão e a frequência de sua rede estão de acordo com o indicado na placa de identificação do motor.
- g) Observe se as ligações elétricas do motor estão de acordo com o esquema impresso em sua placa. Terminais mal apertados podem provocar sérias conseqüências; utilize cabos elétricos e chaves de comando e proteção adequados.
- h) Verifique se o motor está devidamente aterrado. Mesmo que não haja por parte do projetista elétrico especificações exigindo isolamento do motor é importante aterrá-lo obedecendo as normas vigentes para ligações de máquinas elétricas à terra. Para isso utilize o parafuso de aterramento posicionado na caixa de ligação, no pé do motor ou no seu flange de fixação. Refira-se ao item 1.7.2 para definição da bitola do cabo de aterramento.
- i) Feche todos os dampers e/ou registros da linha de dutos e se possível também a boca de aspiração do ventilador, de modo que a primeira partida seja "a VAZIO".
- j) Faça uma última inspeção visual externa ao ventilador de forma a se certificar que a porta de inspeção esteja devidamente fixada, que não exista nenhum material próximo a aspiração que possa ser succionado ou que não exista nenhuma ferramenta depositada sobre o motor ou ventilador. A vibração pode fazer com que o objeto se desloque correndo o risco de cair entre a transmissão ou na aspiração.



3.2 - Cuidados durante a partida inicial

Satisfeitas as verificações acima, o ventilador estará apto para a partida. Siga então o seguinte roteiro:

- a) Dê a partida no ventilador e, assim que este atingir sua rotação nominal, desligue-o de imediato.
- b) Durante o intervalo entre a rotação máxima e o repouso, verifique se o sentido de rotação coincide com as das setas indicativas e se não ocorre algum tipo de ruído, vibração ou anomalia. No caso de rotação invertida, com motores trifásicos, troque a ligação de dois terminais do motor. Ruídos, vibrações ou outras irregularidades devem ser investigadas e corrigidas.

3.3 - Observações durante a primeira hora de funcionamento

Após tudo averiguado e em perfeitas condições, acione novamente o ventilador agora por um período mais longo.

Desta feita deverá ser observado o seguinte:

- a) Em caso de motores não aterrados (o que deve ser evitado), antes de tocar no equipamento certifique-se da não ocorrência da chamada “fase em massa”. Utilize um voltímetro para esta inspeção. O toque com a mão poderá significar perigo de vida.
- b) Observe com o uso de um amperímetro a corrente absorvida pelo motor em todas as fases e compare com a indicada na placa. Em caso de existência de registros ou dampers, a abertura deve ser realizada em conjunto com a leitura da amperagem. Em condições normais (regime contínuo e sem oscilação de carga), a corrente lida no amperímetro não deve exceder ao valor da corrente nominal da placa (muito embora o motor ainda tenha a folga relativa ao fator de serviço). Para operação em altas temperaturas, deve-se ter o cuidado de só liberar totalmente a passagem de ar pelo ventilador, quando este tiver alcançado sua temperatura nominal. (para movimentar ar frio é necessário maior potência).
- c) Ruídos, vibrações ou outras irregularidades também devem ser averiguadas tão logo venham a aparecer.
- d) Verifique a temperatura do motor. Em condições normais (ambiente de 0° a 40°C, altitude de até 1000 m acima do nível do mar e ausência de agentes agressivos ou perigos na atmosfera), não deverá ocorrer sobreaquecimento do motor.
- e) Verifique a temperatura dos mancais (máximo 90°C para temperatura ambiente 20°C). Geralmente o mancal situado próximo ao acionamento, devido ao maior esforço, tende a ter uma temperatura mais elevada. Após a partida, a temperatura nos mancais aumenta devido ao excesso e acomodação da graxa contida em seu interior tendendo a cair após algum tempo de funcionamento (até duas horas).
Obs.: A mão não substitue o termômetro. Muitas vezes, a temperatura do componente se encontra dentro de limites aceitáveis apesar de não conseguirmos manter a mão sobre o mesmo. Utilize portanto instrumentação adequada.
- f) Verifique a tensão das correias e retensione se necessário.
- g) Caso disponha de outros aparelhos, tais como tacômetro, analisador de vibrações, etc..., pode-se ainda conferir se a rotação do ventilador está de acordo com a velocidade impressa na placa ou se as vibrações (rolamento do motor, rolamentos do ventilador, rotor, conjunto girante) estão dentro dos parâmetros definidos por norma.



- h) Desligue o ventilador, aguarde sua parada total e reinspecione principalmente os itens C e D descritos nas "verificações preliminares". A partir deste momento, o ventilador estará em condições de operar de forma contínua.

3.4 - Verificações após 72 horas da partida

Satisfeitos os itens anteriores, ponha novamente em marcha o ventilador.

Nenhum problema deverá se apresentar, no entanto, não hesite em desligar o ventilador no caso de constatado qualquer ruído, vibração ou sobreaquecimento estranhos e investigue imediatamente o motivo.

Passadas 72 horas de funcionamento, inspecione principalmente tensão de correias. Neste período em operação, o material das correias tende a sofrer algum estiramento. Pó de borracha desprendido das correias pode significar desalinhamento das polias.

Reavalie as condições de fixação de todos parafusos e prisioneiros de chavetas. Com relação a temperatura dos mancais, estes não deverão estar acima de 90°C (considerando temperatura ambiente 20 °C).

Verifique as condições do lubrificante dos mancais e reponha se necessário.

O controle da tensão das correias deve ser repetido a cada 3 meses no mínimo. Para relubrificação dos mancais siga orientações constantes na placa de identificação ou neste manual.



4 - MANUTENÇÃO

4.1 - Limpeza

Sempre que possível, mantenha em boas condições de limpeza os ambientes em que os ventiladores estão instalados.

Excesso de pó, umidade ou outros agentes diminuem a vida útil não só do ventilador como também do motor elétrico, chaves de comando, etc.

Mesmo que o ventilador ou motor tenham recebido tratamento construtivo prevendo ambiente insalubre nunca é demais mantê-los abrigados e efetuar limpezas periódicas como remoção de poeira, detritos, óleos e outros agentes. Isto deve ser feito não só nas partes externas do ventilador e motor, mas também internamente principalmente junto as pás do rotor.

Caso o tipo de serviço em que o ventilador for empregado exigir limpezas internas mais freqüentes e que possam ocasionar acúmulo de material, providencie uma porta de inspeção junto a carcaça de maneira a facilitar este serviço. No caso de necessário lavagens frequentes, instale também um dreno na parte inferior da carcaça.

4.2 - Pintura

Independentemente do esquema de pintura do ventilador, este deve ser inspecionado rotineiramente para que possíveis focos de corrosão que por ventura se apresentem sejam removidos e tratados. Sugere-se que este procedimento seja efetuado a cada seis meses.

Os serviços de raspagem em rotores (principalmente siroccos), devem ser executados com cautela de forma a não ocorrer empenamentos por excesso de pressão da ferramenta sobre as pás.

No caso de necessidade de retoques, atente para os tipos de tintas constantes nos procedimentos de pintura padrões da BerlinerLuft. ou a partir das informações a seguir:

Procedimentos de Pintura Standard BerlinerLuft.

Tipo de pintura	Tinta de fundo	Tinta de acabamento	Cor
Sintético	Alquídico oxido de ferro	Acabamento alquídico	Azul RAL 5015
Epoxi	Epoxi poliamida	Epoxi poliamina	Cinza Munsell N 6.5
Poliuretano	Epoxi poliamida	Poliuretano alifático	Amarelo Munsell 2.5 Y 7/12



4.3 - Vibrações

Um dos parâmetros mais importantes para avaliação das condições de operação de um ventilador em funcionamento é sem dúvida, a análise de seus níveis de vibração.

Uma simples medição pode determinar a necessidade de manutenção corretiva em rolamentos, rebalanceamento do rotor ou polias, desalinhamento de eixo e até correias defeituosas.

Por outro lado, uma manutenção preditiva pode ser implantada através da análise sistemática de medições periódicas permitindo avaliar com antecedência a necessidade de qualquer troca ou reparo.

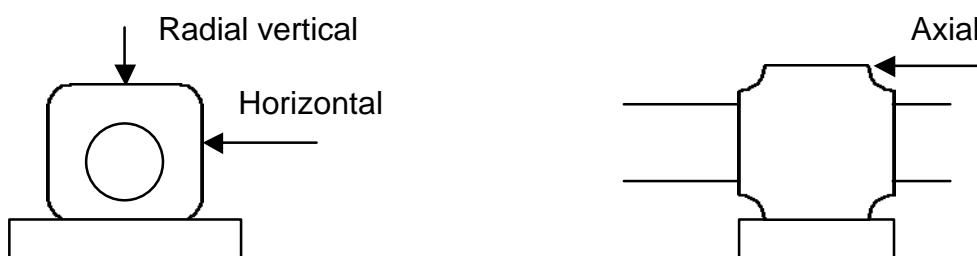
A maior dificuldade consiste em interpretar corretamente os resultados de medição. Mesmo ventiladores exatamente iguais podem ter seu espectro de vibração diferente. Fundações, tolerâncias de balanceamento e dimensionais contribuem para este fato. Apesar de fornecido um guia para identificação e avaliação dos níveis de vibração com suas respectivas frequências de ocorrência, a experiência prática deve também ser considerada como ferramenta indispensável para o estabelecimento de um programa confiável e efetivo.

Os procedimentos de medição devem ser os mais simples possíveis de maneira a que possam ser efetuados pelos operadores de máquinas sem necessidade de muito treinamento, ficando a avaliação final a cargo de um engenheiro.

Dentre os parâmetros de medição, amplitude, velocidade e aceleração, a velocidade de vibração se constitui no mais importante devido sua característica de confiabilidade, segurança e percepção humana.

Os pontos de medição devem sempre se localizar sobre os mancais do ventilador, e as medições devem ser efetuadas nas direções radial e axial.

Devido a dificuldade de se estabelecer uma regra geral de qual o melhor plano radial, se horizontal ou vertical, podem se realizar as duas medições ou estabelecer como base aquela no plano de menor rigidez, no entanto, após determinado o plano, importantíssimo que todas as medições sejam sempre efetuadas no mesmo ponto. Em alguns casos, um furo com rosca ou algum elemento de conexão firmemente fixado ao mancal no ponto de medição facilita sobremaneira a tomada de dados.



A medição de vibração em motores elétricos deve ser realizada sobre a carcaça próximo aos mancais.



Como base para verificação e julgamento dos níveis de vibração de uma máquina podem ser utilizados os critérios publicados pelas normas ISO 2372 e normas VDI 2056.

Qualidade de vibração de máquinas rotativas – ISO 2372

Limites de velocidade de vibração (rms em mm/s)	Base rígida	Base resiliente
0.28	Muito bom	Muito bom
0.45		
0.71		
1.12		
1.8		
2.8	Normal	Normal
4.5		
7.1	Regular	Regular
11.2		
18	Ruim	Ruim
28		
45		

Base rígida corresponde a Classe III da norma = Ventilador montado sobre fundação rígida

Base resiliente corresponde a Classe IV da norma = Ventilador montado sobre amortecedores

A partir portanto do nível de vibração de uma máquina pode-se estabelecer sua condição de funcionamento e tomar as medidas corretivas necessárias.

A partir de um acompanhamento regular, é possível traçar a tendência de aumento dos níveis de vibração permitindo estabelecer com antecedência o período para manutenção.

Todos os rotores e hélices dos ventiladores BerlinerLuft. são balanceados estática e dinamicamente em máquina eletrônica de alta sensibilidade segundo grau de qualidade G 6.3 conforme normas ISO 1940 ou VDI 2060. Com isto, são alcançados níveis mínimos de vibração dentro da faixa “Normal (Base rígida)” da norma. Níveis menores de vibração podem ser alcançados desde que solicitados com antecedência, já que exigem serviços de engenharia e balanceamento especiais.

Convém ressaltar, que apesar de um ventilador enquadrar-se dentro de um nível, digamos, “Regular”, isto não quer dizer que o mesmo necessita urgente manutenção. Somente a experiência e a prática aliada a uma avaliação das condições de instalação e operação podem definir seu estado de funcionamento.

A tabela a seguir auxilia a identificar as características e causas mais comuns de vibração relacionados com a frequência em que ocorrem.



Identificação de Vibrações

Causa	Frequência	Amplitude	Medidas corretivas	Observação
Desbalanceamento	1 * RPM	Constante e reproduzível. Maior na direção radial.	Balancear	Causa mais comum da vibração em máquinas.
Desalinhamento. Eixo torto. Folgas em acoplamentos.	Usual 1 * RPM As vezes 2 * RPM Até 3 a 4 * RPM	Maior na direção axial (50 % ou mais da radial).	Realinhamento. Verificar acoplamentos com comparador.	Vibração axial nula corresponde a um alinhamento perfeito.
Rolamento defeituoso.	Diversas. Geralmente muito elevadas. (20 a 60 kHz)	Radial variável e não reproduzível.	Trocar o rolamento	A maior amplitude ocorre nas proximidades do rolamento.
Excentricidade em mancal ou bucha conica.	1 * RPM As vezes 2 * RPM	Constante e reproduzível. Maior na direção radial.	Reusinar mancal. Trocar bucha.	Mancalovalizado provoca vibrações com 2 * RPM.
Elétrica.	1 * RPM 1a 2 * frequência sincrona (rede).	Radial pequena. Constante e reproduzível.	Corrigir problema elétrico.	Vibração some ao desligar a máquina.
Correias defeituosas.	1, 2, 3 ou 4 * RPM	Radial instável.	Trocar correias. Examinar rasgos das polias.	Podem ser observadas com lâmpada estroboscópica.
Aerodinâmica.	Nº pás * RPM.	Radial e axial pequenas.	Modificar projeto do ventilador.	Verificar problema de ressonância.
Ressonância.	1 * RPM ou muito próximos.	Constante e reproduzível. Maior na direção radial.	Reforçar estrutura, bases e apoio dos mancais ou motor.	Frequência natural da máquina coincide com frequência de vibração.

Na maior parte dos casos, o balanceamento é um dos principais fatores de aumento dos níveis de vibração.

As principais causas que trazem sérios comprometimentos ao balanceamento mesmo antes do ventilador entrar em atividade, são via de regras inadequadas condições de transporte e armazenagem.

Rotores que sofrem pancadas, servem de apoio a outros volumes, são usados como ponto de içamento ou recebem sobre si argamassa ou concreto, perdem as condições originais de balanceamento.

Por outro lado, existem as causas posteriores tais como o desgaste resultante de material abrasivo, a adesão de material pegajoso as pás, acidentes oriundos de objetos estranhos introduzidos no sistema, afrouxamento de parafusos prisioneiros do rotor ou de alguma polia, etc.



Independentemente da causa, sempre que os níveis de vibração forem excessivos ou atingirem a faixa ruim, o ventilador deverá ser retirado de operação.

Examine de forma minuciosa o rotor, rolamentos e correias de forma a constatar o motivo do ocorrido.

Existem casos de fácil solução: quando verificada a existência de material aderido ao rotor, uma boa limpeza certamente resolverá o problema; quando houver desgaste em proporções não acentuadas, um rebalanceamento poderá ser efetuado; casos de parafusos que se afrouxam podem estar muitas vezes ligados a outro tipo de problema: posicione a peça em seu devido local, proceda ao reaperto mas observe a persistência ou não de vibrações; em situações de vibrações oriundas de fluxo turbulento faça uma reavaliação aerodinâmica do circuito de ar.

Tenha sempre cautela: aos primeiros sinais de vibração excessiva desligue o ventilador e não proceda a reparos insatisfatórios.

Lembre-se que em casos de batida ou amassamento do rotor, somente um simples desamassamento e o rebalanceamento podem não bastar e se tornar perigosos. Uma pá de rotor ao se soltar possui a velocidade de uma bala de revólver. Não raros são os casos de ruptura de solda em pás e tampas imperceptíveis à primeira vista.

4.4 - RUIDO

A análise e avaliação de ruídos em ventiladores deve ser efetuada de maneira criteriosa.

Vibrações geram ruído.

Muitos dos problemas de excessivo ruído mais comuns não tem origem realmente acústica, mas provém de fontes vibratórias e poderiam ser evitados se tomadas as devidas precauções quanto ao correto isolamento das vibrações.

Verifique e esgote todas as alternativas e procedimentos descritos no item anterior (Vibrações) antes de direcionar seus esforços para solucionar um problema acústico puro.

Não raro, a fonte de sérios problemas acústicos é a insatisfatória instalação do ventilador somado a incorreta seleção dos amortecedores ou mesmo a inexistência destes.

Também frequentes são os casos de ruídos gerados por contato do rotor com o bocal de aspiração, protetor de polias e correias em contato com as polias, parafusos frouxos, etc., causados principalmente por não serem seguidas as instruções de instalação e posta em marcha do ventilador.

Antes de solicitar assistência técnica, certifique-se que o problema não seja de simples solução e oriundo de falha no cumprimento das recomendações deste manual.

Acústica

O ruído produzido por um ventilador está diretamente relacionado ao seu projeto, vazão de ar, pressão total e principalmente a sua eficiência.



Após decidir qual o tipo mais apropriado de ventilador para uma determinada aplicação, a seleção do tamanho mais adequado deve ser baseada em termos de seu rendimento.

Para uma determinada vazão de ar e pressão estática ou total, o **menor nível de ruído** possível somente será alcançado se selecionado um ventilador em seu ponto de **melhor rendimento** sem qualquer outra consideração.

Velocidade de descarga baixa ou alta não significa necessariamente baixo ou alto nível de ruído.

Para uma melhor compreensão deste assunto, convém salientar o significado dos termos fundamentais em acústica:

Potência sonora representa uma característica básica de medida do ruído emitido pela fonte sonora. É uma propriedade física fundamental da fonte acústica sozinha e, portanto, um parâmetro absoluto para cálculos e comparações de fontes sonoras.

Pressão sonora deve ser determinada para cada ambiente em particular estando relacionada a distância do observador e sujeita a influência de diversos fatores, incluindo tamanho do local, tipo de paredes, forros, divisórias, revestimentos, nível de ruído de fundo e/ou gerado por outros equipamentos.

Os valores fornecidos em curvas e catálogos da BerlinerLuft. referem-se sempre aos níveis de **potência sonora**, pela simples razão de não conhecermos nenhum detalhe do ambiente considerado, distância do observador, existência de outros equipamentos geradores de ruído ou refletivos, tipos de parede, forros, tetos, etc.

O nível de **potência sonora** em si não proporciona uma medida da intensidade do ruído no local considerado. A partir da **potência sonora**, deve-se calcular a **pressão sonora** levando em conta as características da instalação como um todo.

A análise deve considerar seriamente não somente o nível de ruído do ventilador em si mas tendo em vista sua operação em conjunto com o motor e o sistema.

Quando fornecidos valores de **pressão sonora** pela BerlinerLuft., estes devem ser considerados como orientativos e se referem unicamente àqueles produzidos pelo ventilador quando instalado em **campo livre e propagação semi-esférica sem quaisquer outras considerações**.

O menor nível de ruído do ventilador encontra-se em seu ponto de melhor rendimento, aproximadamente no centro de sua curva de desempenho.

Se por qualquer motivo, filtros sujos, fechamento ou abertura de dampers, etc., o ventilador modificar seu ponto de desempenho (vazão de ar x pressão estática), isto poderá acarretar um aumento em seu nível de ruído de até 13 dB, elevando o nível de ruído total, dependendo da situação, a valores insuportáveis.

Grelhas mal dimensionadas, curvas com raio pequeno sem veios, dutos muito leves sem reforços adequados, fixação dos dutos e máquinas diretas a laje constituem também consideráveis fontes de ruído.



Investigue inicialmente as causas do excessivo nível de ruído antes de optar por algum tipo de atenuação ou de solicitar assistência técnica.

Resumo de algumas falhas acústicas comuns em projetos

Equipamento	Falhas comuns de projeto
Ventiladores e unidades de tratamento de ar	<ul style="list-style-type: none">- 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.- Falta de conexões flexíveis nos dutos.- Utilização de polias ajustáveis em motores acima de 3.5 kW.
Sistema de dutos	<ul style="list-style-type: none">- Sub dimensionados – 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.

4.5 - Rotores e hélices

Os rotores e hélices dos ventiladores BerlinerLuft. são fabricados segundo os mais seguros padrões técnicos e de qualidade, com a utilização de materiais que proporcionam performance e resistência mecânica adequadas as condições de trabalho.

Problemas relacionados com necessidade de manutenção em rotores e hélices, estão basicamente ligados ao aparecimento de vibrações cuja abordagem está contida nos capítulos anteriores.

Seja qual for a natureza do reparo a ser feito, a tarefa de retirada do rotor ou hélice em um ventilador deve ser executada com muita cautela de forma a não comprometer o futuro funcionamento.

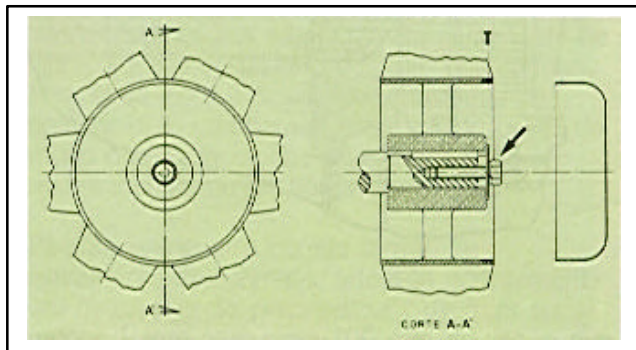
O uso de ferramentas adequadas asseguram um bom resultado da operação.

Como regra geral, após cada desmontagem e remontagem gire manualmente a hélice ou o rotor e proceda a rotina de partida para ventiladores novos.

A seguir, abordaremos algumas características específicas para desmontagens e remontagens de hélices e rotores:

Desmontagem e remontagem de hélices

A desmontagem de hélices de ventiladores axiais se inicia pela retirada da calota fixada ao cubo da hélice, se existente (marque sua posição).



Hélice com calota e parafuso prisioneiro

Após, é necessário afrouxar o parafuso prisioneiro de fixação do cubo da hélice ao eixo e remove-la com auxílio de um extrator.

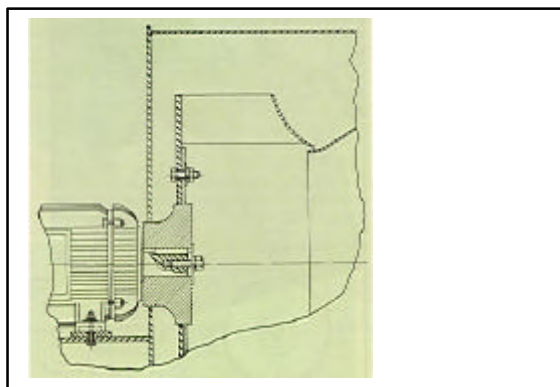
Para a remontagem da hélice atente para não inverter seu lado de montagem.

Antes de introduzi-la no eixo examine a inexistência de rebarbas ou sujeira, unte o eixo com óleo e pressione de forma a entrar sem necessidade de pancadas.

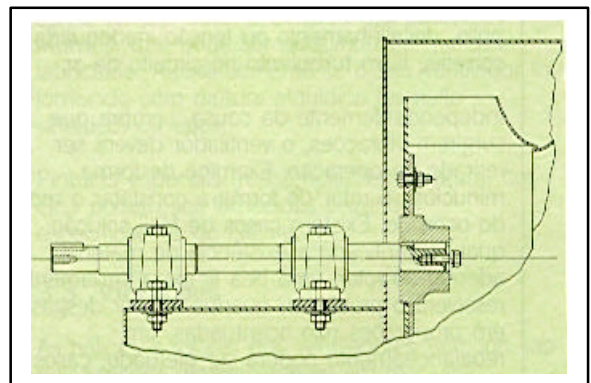
O fato de não conseguir introduzi-la com a mão indica a existência de irregularidade ou sujeira no eixo ou no furo da hélice. Recoloque a chave, fixe o parafuso prisioneiro e recoloque a calota.

Desmontagem e remontagem de rotores em balanço

Caso dos ventiladores centrífugos de arranjo construtivo conforme AMCA 1, 9, e 4.



Ventilador Arranjo 4
Acoplamento direto ao motor elétrico



Ventilador Arranjo 1 ou 9
Acionamento por polias e correias

Remova inicialmente o bocal de aspiração.

Os rotores podem ser fixados a ponta de eixo por anel de pressão e parafuso prisioneiro ou através de parafuso e arruela.

Remova-os e saque o rotor com auxílio de um extrator através da abertura proporcionada pelo remoção do bocal.

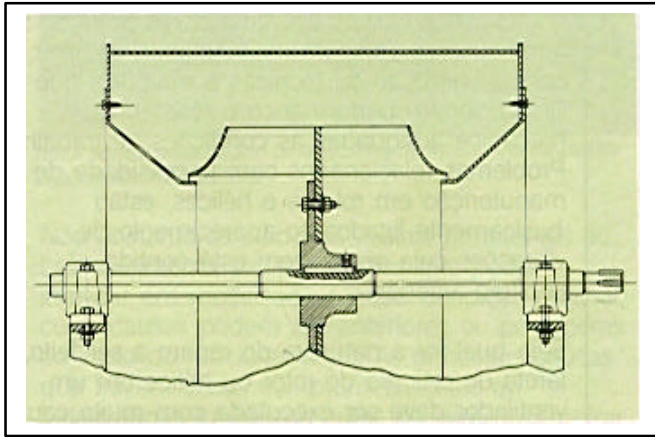
A remontagem se dá na seqüência inversa.

Desmontagem e remontagem de rotores montados no centro do eixo

Caso dos ventiladores com arranjo construtivo conforme AMCA 3 (simples e dupla aspiração) e arranjo 7.

Retire inicialmente o protetor de correias.

Em seguida saque a polia. A remoção do rotor e eixo se dará somente por este lado.



Ventilador Arranjo 3
Rotor montado entre mancais.

Solte os parafusos de fixação do bocal de aspiração bem como os de fixação do suporte do mancal (quadro) a carcaça do ventilador. Solte os parafusos de fixação dos mancais a base (ambos os lados). Com auxílio de uma talha ou guincho, erga a ponta do conjunto eixo-mancais e retire bocal e quadro. Proceda a seguir, com cuidado, na retirada do conjunto eixo-mancais

Para retirar o rotor do eixo, afrouxe os parafusos de travamento do cubo ao eixo, elimine asperezas e sujeiras da superfície do eixo e deslize-o para fora. O uso de óleo lubrificante sempre auxilia nas tarefas de retirada e recolocações de rotores em eixos.

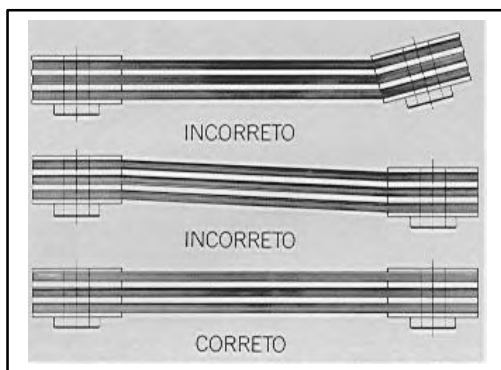
4.6 - Polias e correias

Os sistemas de transmissão por polias e correias em ventiladores BerlinerLuft., são projetados dentro dos padrões específicos ao tipo de serviço de modo a se obter um conjunto de acionamento durável e sem excessivas cargas sobre os rolamentos do ventilador e motor.

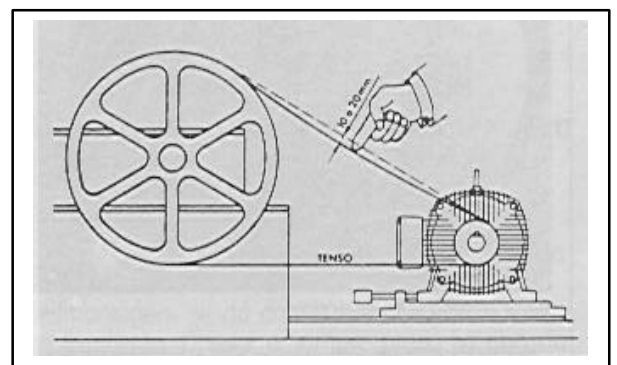
O correto alinhamento e tensão das correias constituem pontos básicos de maneira a manter em boas condições de funcionamento o conjunto girante e dentro dos limites de cargas sobre mancais, rolamentos e estrutura em geral.

Um conjunto desalinhado provoca esforços radiais desnecessários aos rolamentos, o surgimento de vibrações e o desgaste prematuro das correias. Para tanto, com o auxílio de uma régua de comprimento compatível, posicione as polias de modo que as faces das duas toquem de maneira uniforme na borda da régua.

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.



Alinhamento de polias

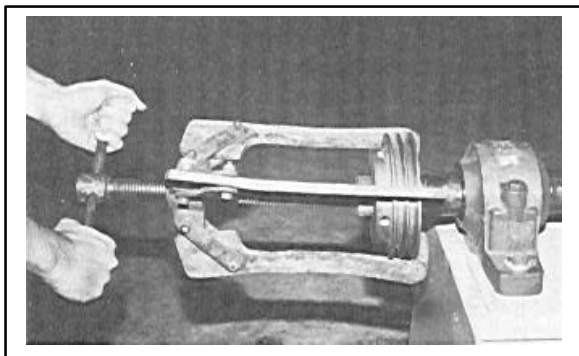


Tensão de correias



Para a correta reposição das correias atente para os seguintes itens:

- a) Faça a troca completa do jogo de correias, sem utilizar correias novas junto com usadas.
- b) Em um mesmo sistema de transmissão use somente correias de um mesmo fabricante e todas com o mesmo número de código (o código determina o lote de fabricação).
- c) Não coloque as correias em polias que apresentem falhas nos canais, asperezas, graxa, óleo, ferrugem ou outras evidências de irregularidades.
- d) Não force a colocação das correias tensionando-as em excesso para a introdução nos canais. Alivie a tensão do esticador de forma a colocá-las naturalmente.
- e) Alinhe de forma correta as polias.
- f) Tensione as correias dentro dos parâmetros estabelecidos.
- g) Após tensionar, torne a verificar o alinhamento das polias. Se o tensor não correr paralelo ao conjunto pode modificar o alinhamento.
- h) Recoloque o protetor de polias e correias em seu local. Nunca deixe o conjunto de acionamento sem o devido protetor. Ele representa segurança não só para os operadores como também para o próprio equipamento, evitando a introdução de objetos estranhos.
- i) Após um período em torno de 72 horas, reavalie as condições de tensão das correias, uma vez que existe a tendência de acomodação das mesmas aos canais das polias.



Retirada de polia com extrator

Sempre que, por qualquer motivo, for necessário a remoção de alguma polia, esta operação deve ser feita com extrema cautela e com o uso de extrator apropriado, nunca esquecendo de afrouxar os parafusos prisioneiros.

O uso de martelos ou chaves de aço para retirar ou recolocar polias por meio de batidas, poderá remanchar a ponta do eixo, danificar a chaveta ou seu rasgo ou ainda quebrar bornes ou raios nas polias.

Ao retirar alguma polia atente para sua posição de montagem. Uma inversão no lado de colocação muitas vezes impede seu alinhamento original com a outra.

Após a remontagem torne a conferir a colocação da chaveta e o aperto dos parafusos prisioneiros.

4.7 - Base do motor

Nos casos de acionamento por polias e correias, a base além de receber o assento do motor elétrico tem ainda a função de servir como elemento tensor do jogo de correias.

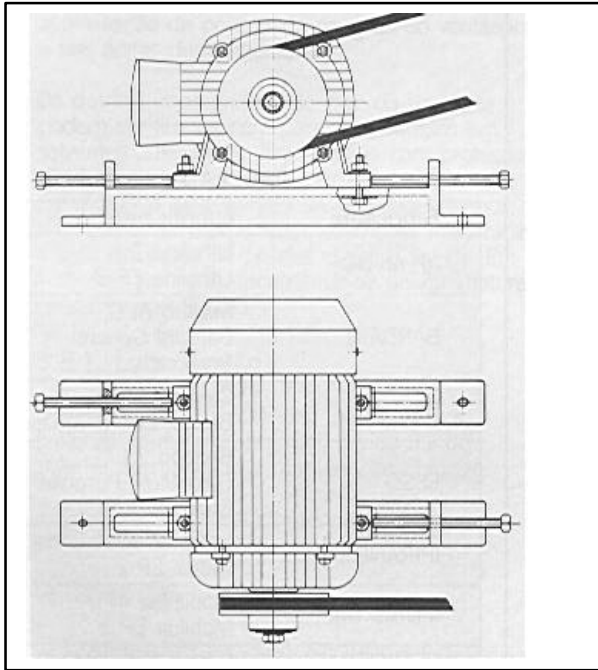
De uma maneira geral, a BerlinerLuft. dispõe de dois tipos de tensores de correias: trilhos esticadores e bases reguláveis.

As bases com trilhos esticadores constituem-se de dois perfis em ferro fundido ou aço fixados a base única (ventilador/motor) sobre os quais se desloca o motor.

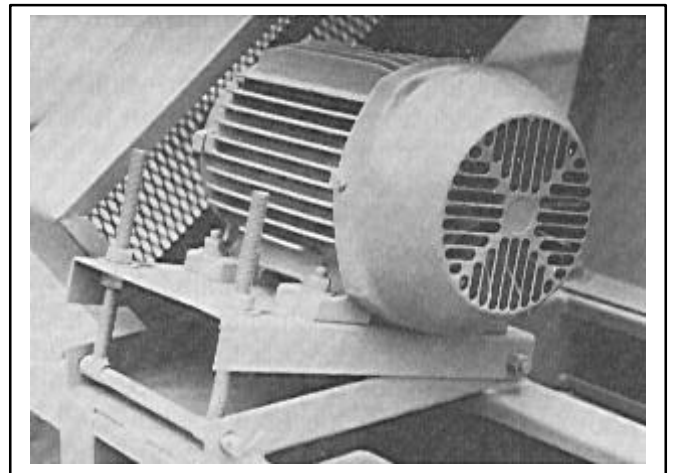


Este deslocamento é efetuado por dois parafusos que também auxiliam em seu alinhamento. Após o alinhamento e a correta tensão das correias, o motor pode ser fixado pelos parafusos que prendem seus pés aos trilhos.

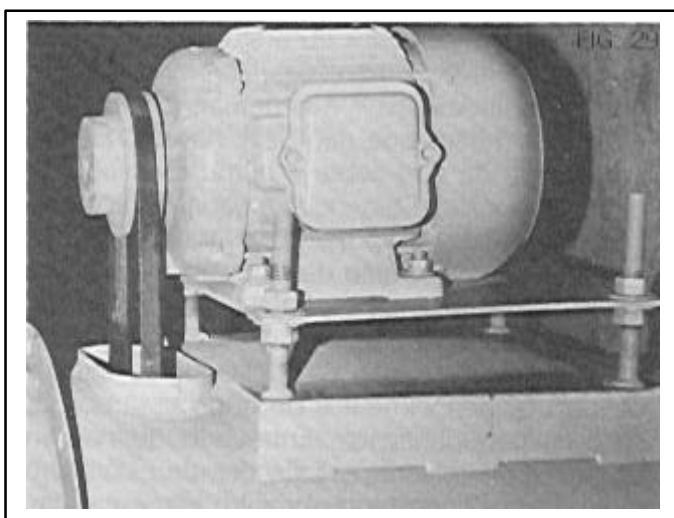
Bases reguláveis são em sua maioria presas a própria carcaça do ventilador. Seu formato em " V " , com uma articulação no vértice, possibilita o abrir ou fechar necessário ao tensionamento ou afrouxamento das correias. Na extremidade oposta ao vértice, hastes tensoras permitem o ajuste e alinhamento final das polias.



Motor montado sobre trilhos esticadores.



Motor montado sobre base regulável.



Base para motor elétrico em ventilador axial.

Nos ventiladores axiais de acionamento indireto, a base regulável é provida de quatro hastes rosqueadas, posicionadas uma em cada canto da base de assento do motor.

Neste tipo de ventilador, o deslocamento do motor se dá de forma perpendicular ao plano horizontal do ventilador

Em qualquer caso, após os devidos alinhamentos e tensionamentos, a base deve ser travada pelas porcas duplas existentes nas hastes rosqueadas.

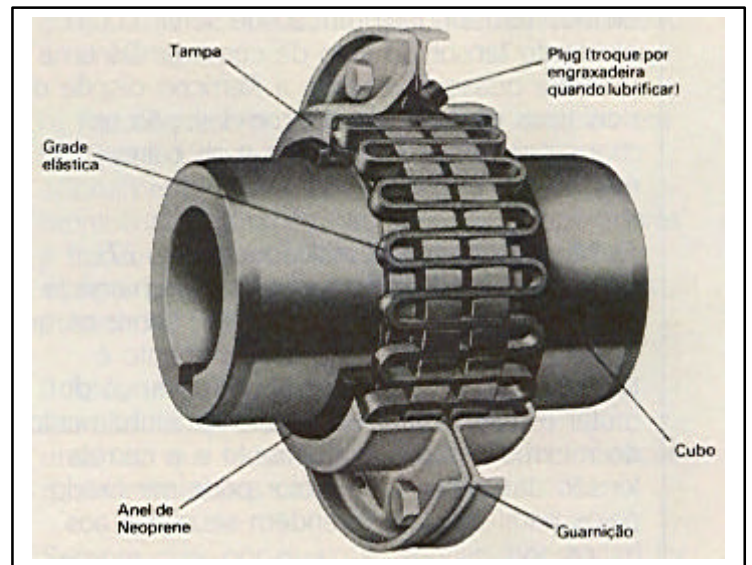


4.8 - Acoplamentos elásticos

Em algumas formas construtivas o ventilador poderá ser acoplado diretamente a um motor elétrico ou a outro ventilador por meio de luvas ou acoplamentos elásticos.

Na maioria dos casos, os ventiladores BerlinerLuft. utilizam acoplamentos do tipo seco ou não lubrificável (com elemento elástico) os quais não necessitam lubrificação.

Em situações de maiores esforços ou outras especificações de projeto, são utilizados acoplamentos com grade (lubrificáveis) providos de tampas bipartidas no plano horizontal ou vertical.



Acoplamento elástico com grade.

Relubrificação de acoplamentos

Acoplamentos com grade devem ser relubricados a intervalos regulares (máximo de 6 (seis) meses) com graxa a base de lítio grau NLGI 2.

Para sua relubrificação, retire os bujões de ambas as tampas e em um deles rosqueie um pino graxeiro.

Com pistola engraxadeira manual, lubrifique até que a graxa saia pelo orifício oposto. Retire novamente o pino graxeiro e reponha os bujões.

Desmontagem de acoplamentos elásticos

Se necessário a remoção do acoplamento para alguma manutenção, tal como troca de rolamento, retirada de rotor e outras, proceda conforme abaixo.

São necessários somente chaves de boca e de fenda.

Acoplamento com elemento elástico

Solte os parafusos prisioneiros que fixam os cubos ao eixo.

Deslize os cubos em direções opostas horizontalmente sobre o eixo.

Retire o elemento elástico.

Acoplamento com grade

Retire os parafusos de união das tampas.

Desloque-as cuidando para não danificar as vedações.

Para remoção da grade, inicie pela dobra final introduzindo uma chave de fenda na dobra da grade utilizando os dentes do cubo como apoio. Gradualmente alterne os lados até que a grade saia das ranhuras.



Remontagem de acoplamentos elásticos

Para a remontagem de acoplamentos, são necessários chaves de boca, martelo de fibra ou borracha, régua (melhor relógio comparador) e calibre de laminas.

Primeiro, certifique-se do perfeito alinhamento entre os eixos. Isto pode ser verificado com auxílio da régua ou do relógio comparador.

Após, verifique as faces das duas pontas de eixo que deverão estar paralelas e com uma folga que varia de acordo com o tamanho e tipo de acoplamento.

Acoplamento com elemento elástico

Introduza os dois cubos nas respectivas pontas de eixo de maneira que as faces dos cubos fiquem rente a ponta de eixo.

A folga entre as faces dos cubos deve se situar entre 2 a 3 mm.

Verifique e ajuste o alinhamento paralelo assentando a régua perpendicularmente sobre os cubos ou com auxílio do relógio comparador. Gire o acoplamento e repita o procedimento.

Deslize os cubos horizontalmente de maneira a introduzir o elemento elástico e torne a juntá-los sem pressionar.

Aperte os parafusos prisioneiros que fixam os cubos ao eixo.

Certifique-se novamente do alinhamento repetindo o procedimento com a régua ou relógio.

Realinhe se necessário.

Acoplamento com grade

Introduza as duas tampas com vedações nas respectivas pontas de eixo.

Introduza os dois cubos nas respectivas pontas de eixo de maneira que as faces dos cubos fiquem rente a ponta de eixo.

Verifique com o calibrador a folga entre as faces dos cubos que deve ser de 3.2 mm. Verifique e ajuste o alinhamento paralelo assentando a régua perpendicularmente sobre os cubos ou com auxílio do relógio comparador. Gire o acoplamento e repita o procedimento.

Aperte todos os parafusos de fixação e repita os procedimentos com relação a folga entre faces e alinhamento paralelo.

Realinhe se necessário.

Encha a folga e as ranhuras com graxa e assente a grade com o martelo de fibra ou borracha.

Encha os espaços em torno da grade com graxa e coloque as tampas com a respectiva vedação apertando seus parafusos.

Certifique-se que os pontos de lubrificação foram fechados com os bujões.

Desalinhamentos axiais ou angulares entre os eixos irão provocar vibrações, ruídos e esforços indesejáveis aos demais componentes.

Nunca esqueça a recolocação das chavetas e o devido aperto dos parafusos de travamento.

Os elementos de blindagem, anéis de vedação, juntas, guarnições e tampas, devem ficar perfeitamente assentados para evitar oscilações e vazamentos.



4.9 - Motores Elétricos

A manutenção de motores elétricos, resume-se basicamente em uma inspeção periódica quanto a temperatura dos mancais, seus níveis de isolamento, possíveis desgastes e eventuais exames no ventilador.

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

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 empregar um jateamento de ar comprimido, soprando a sujeira da tampa defletora e eliminando toda acumulação de pó contida nas pás do ventilador e nas aletas de refrigeração. Em motores com proteção IP44 recomenda-se uma limpeza na caixa de ligação. Esta deve apresentar os bornes limpos, sem oxidação, em perfeitas condições mecânicas e sem depósitos de pó nos espaços vazios.

A temperatura de operação não deverá ultrapassar a 70 °C. Esta poderá ser controlada permanentemente com termômetros colocados do lado de fora do mancal ou com termoelementos embutidos.

Se necessário substituição de rolamentos, utilize ferramentas adequadas e pessoal qualificado.

A fim de evitar danos ao núcleo será necessário, após a retirada da tampa do mancal, calçar o entreferro entre o rotor e o estator com cartolina de espessura correspondente. Antes da colocação do rolamento novo, verifique se o assento no eixo encontra-se em perfeitas condições. Golpes somente devem ser aplicados com cuidado sobre o anel interno do rolamento com auxílio de um taco de madeira ou outro material macio.

Em rolamentos blindados de um só lado, cuide para que a blindagem fique para dentro do motor.

Nas tabelas abaixo são informados os tipos de rolamentos para motores de uso mais comum.

O ruído nos motores deverá ser observado a intervalos regulares (1 a 4 meses).

Um ouvido bem treinado é perfeitamente capaz de distinguir o aparecimento de ruídos estranhos.

Estetoscópios próprios para este fim, facilmente encontrados no mercado, são o meio mais seguro para a realização desta operação.

A utilização de uma chave de fenda com a ponta encostada na carcaça do motor próximo ao rolamento e a outra extremidade no ouvido, deve se restringir somente a casos sem qualquer risco.

Um zumbido uniforme é sinal de que o rolamento está trabalhando em perfeitas condições.

Lubrificação de motores

Alguns fabricantes fornecem motores com pino graxeiro a partir da carcaça 180. Outros com furo para colocação de pino graxeiro em um dos lados da carcaça para tamanhos entre 160 a 200 e com pino graxeiro em ambos lados da carcaça 225 em diante.



Para tamanhos menores de carcaça, os motores são fornecidos com rolamentos blindados (Z ou ZZ) de lubrificação permanente. No caso de motores de carcaça 160 a 200, a opção pela colocação de pino graxeiro fica condicionada aos intervalos entre relubrificações periódicas. Verifique qual o seu caso consultando as tabela abaixo.

Para uma lubrificação eficiente é importante que tanto a quantidade quanto o tipo de graxa sejam adequados. Uma lubrificação deficiente ou excessiva pode danificar os rolamentos. Para aplicações normais utilize graxa a base de lítio grau NLGI 2.

Para lubrificação proceda conforme a seguir:

- Limpe o pino graxeiro e suas proximidades com um pano.
- Com o motor em funcionamento introduza a graxa em quantidade conforme recomendada nas tabelas abaixo. Utilize exclusivamente pistola manual.
- Deixe o motor em funcionamento durante mais algum tempo até que se escoe o excesso de graxa.

Rolamentos para motores elétricos TFVE construção standard

Carcaça	Motores WEG				Motores Eberle			
	Diant.	Lub.	Tras.	Lub.	Diant.	Lub.	Tras.	Lub.
56					6200 ZZ	Não	6200 ZZ	Não
63	6201 Z	Não	6201 Z	Não	6201 ZZ	Não	6201 ZZ	Não
71	6203 Z	Não	6202 Z	Não	6203 ZZ	Não	6200 ZZ	Não
80	6204 Z	Não	6203 Z	Não	6204 ZZ	Não	6201 ZZ	Não
90	6205 Z	Não	6204 Z	Não	6205 ZZ	Não	6202 ZZ	Não
100	6206 Z	Não	6205 Z	Não	6206 ZZ	Não	6203 ZZ	Não
112	6307 Z	Não	6206 Z	Não	6306 ZZ	Não	6204 ZZ	Não
132	6308 Z	Não	6207 Z	Não	6308 ZZ	Não	6206 ZZ	Não
160	6309 C3	Opc	6209 Z C3	Não	6309 ZZ	Não	6306 ZZ	Não
180	6311 C3	Opc	6211 Z C3	Não	6310	Sim	6210 ZZ	Não
200	6312 C3	Opc	6211 Z C3	Não	6312	Sim	6212 ZZ	Não
225	6314 C3	Sim	6314 C3	Sim	6312	Sim	6212 ZZ	Não
250	6314 C3	Sim	6314 C3	Sim	6313	Sim	6213 ZZ	Não
280	6314 C3*	Sim	6314 C3*	Sim	6314	Sim	6214 ZZ	Não
	6316 C3	Sim	6316 C3	Sim	6316	Sim	6216	Sim
315	6314 C3*	Sim	6314 C3*	Sim	6316	Sim	6316	Sim
	6319 C3	Sim	6316 C3	Sim	6317	Sim	6316	Sim
355	6314 C3*	Sim	6314 C3*	Sim	6317	Sim	6316	Sim
	6322 C3	Sim	6319 C3	Sim	6322	Sim	6317	Sim

* - Motores de II polos

Lub. - Pino graxeiro

Opc - Opcional



Intervalos de lubrificação em horas de funcionamento e quantidade de graxa

Rolamento	II polos		IV polos		VI polos		VIII polos		Graxa (g)
	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	
6309	5300	6900	10400	11600	13400	15000	16000	17800	13
6310	4900	6400	9700	11000	12900	14600	19500	17300	15
6311	4300	5900	9500	10900	12700	14400	15300	17000	18
6312	3800	5400	9300	10300	12400	14300	15200	16500	21
6313	3100	4900	8900	10100	12200	14000	14800	16100	24
6314	1100	2000	4100	5000	5900	6500	6900	7600	27
6216	700	1600	4100	4700	5700	6500	6800	7500	19
6316	700	1600	4100	4700	5700	6500	6800	7500	34
6317	800	1300	3900	4700	5600	6300	6700	7400	37
6319	-	800	3700	4500	5400	6100	6500	7100	45
6322	-	-	3100	4000	5000	5700	6100	6700	60

Graxas para rolamentos de motores elétricos

Para temperaturas de trabalho de -20 a 130 °C		Para aplicação em baixa temperatura		
Fabricante	Tipo	Fabricante	Tipo	Temperatura
Esso	Beacon 2	Esso	Unirex N2	-40 a 200 ° C
Shell	Alvania R2	Molikote	Dow Corning 33	-73 a 200 ° C
Petrobrás	Lubrax GMA 2	Molikote	TTF 52	-52 a 100 ° C

4.10 - Mancais e Rolamentos

Os rolamentos são componentes vitais para o bom funcionamento de um ventilador. Qualquer avaria, descuido, falta de manutenção ou manuseio errôneo podem provocar inúmeras conseqüências: ruídos, vibrações, aquecimento, etc., e por fim, a fatal paralização do equipamento e conseqüentemente do sistema que estiver dependendo deste.

Os ventiladores BerlinerLuft. até tamanho 1000 na construção standard, são fornecidos com rolamentos rígidos de esferas série GRAE ... NPPB FA 106 (INA) OU Y ... (SKF), com fixação ao eixo por anel de trava excêntrico.

Para ventiladores de tamanhos maiores, ou de construção especial, são utilizados rolamentos autocompensadores com duas carreiras de esferas (série 12...K, 22...K FAG/SKF) ou rolamentos autocompensadores com duas carreiras de rolos (série 222...CCK FAG/SKF).

Refira-se a tabela a seguir para ventiladores standard ou a ficha técnica do referido ventilador para obtenção destes dados.



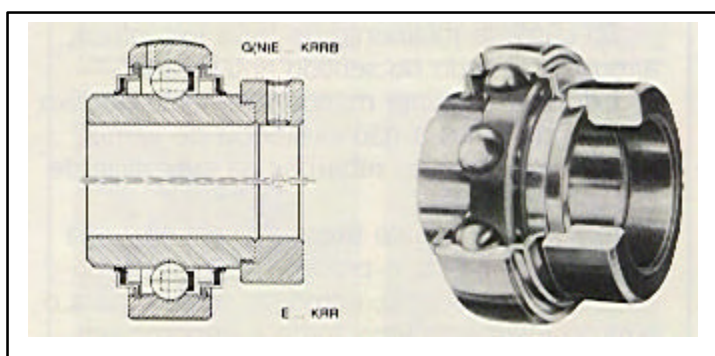
Rolamentos para ventiladores standard: BSD/BLD – dupla aspiração arranjo 3
BSS/BLS – simples aspiração arranjo 3
BSS/BLS – simples aspiração arranjo 1

Ventiladores dupla aspiração	Ø eixo	Rolamento		Intervalo de relubrificação		Quant. de graxa (g)
		INA (1)	SKF(2)	BSD	BLD	
160	20	GRAE 20	Y 20	-	-	-
180	20	GRAE 20	Y 20	-	-	-
200	20	GRAE 20	Y 20	-	-	-
225	20	GRAE 20	Y 20	-	-	-
250	20	GRAE 20	Y 20	-	-	-
280	25	GRAE 25	Y 25	-	-	-
315	25	GRAE 25	Y 25	-	-	-
355	30	GRAE 30	Y 30	-	-	-
400	30	GRAE 30	Y 30	-	-	-
450	35	GRAE 35	Y 35	-	-	-
500	35	GRAE 35	Y 35	-	-	-
560	40	GRAE 40	Y 40	-	-	-
630	40	GRAE 40	Y 40	-	-	-
710	50	GRAE 50	Y 50	-	-	-
710 T	50	GRAE 50	Y 50	12600	9100	11
800 T	50	GRAE 50	Y 50	12600	9100	11
900 T	60	GRAE 60	Y 60	12600	9100	14
1000 T	60	GRAE 60	Y 60	12600	9100	14

(1) Todos com sufixo NPPB FA 106

(2) Todos com sufixo FA 106

4.10.1 - Rolamentos rígidos de esferas (GRAE ou Y)



Rolamento tipo GRAE

Constituem-se dos chamados rolamentos de lubrificação permanente com placas de vedação de ambos os lados. Autocompensadores devido ao perfil externo esférico, absorvem qualquer possível dealinhamento do eixo.

O sistema de travamento do rolamento ao eixo é efetuado por um parafuso prisioneiro localizado no anel excêntrico de fixação.

Os rolamentos rígidos de esferas são fornecidos com a dosagem de graxa correta e, na maioria dos casos não requerem relubrificações periódicas.

Ventiladores de tamanho 160 a 710 são fornecidos com rolamentos envoltos em anel de borracha montados em suportes estampados de aço galvanizado, lubrificadas “para a vida”.



Relubrificação de rolamentos GRAE ou Y

Ventiladores fornecidos com rolamentos montados em suportes de ferro fundido (710 T a 1000 T) apesar de não requererem relubrificação na maioria dos casos, podem ser relubrificados quando operarem em condições de excessiva umidade, poeira ou rotações elevadas.

Instale um pino graxeiro no furo existente no suporte caso não fornecido.

Com uma pistola manual **e o ventilador em funcionamento**, introduza graxa nova até que a mesma saia pela folga das vedações.

Utilize graxa a base de lítio grau NLGI 2.

A pressão de injeção não deve ser excessiva, caso contrário, poderá danificar as placas de vedação.

Desmontagem e remontagem de rolamentos GRAE ou Y

Para eventuais trocas de rolamentos da série GRAE ou Y, proceda da seguinte forma:

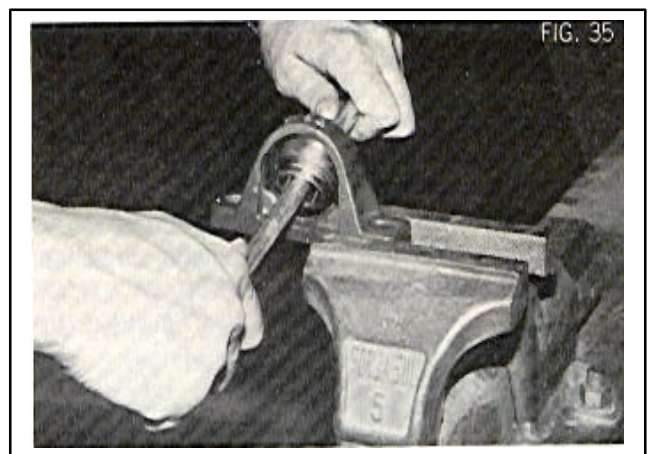
- Remova verniz, ferrugem, rebarbas ou qualquer obstáculo que possa prejudicar o deslizamento do rolamento pelo eixo.
- Solte o parafuso prisioneiro do anel excêntrico
- Remova o anel girando-o no sentido anti-horário (se muito apertado, pequena batida com um pino no furo correspondente do anel ajudam a soltá-lo)
- Dependendo do peso do rotor, fixe e apoie-o de tal maneira a não danificar o próprio rotor ou os bocais de entrada de ar

a) Ventiladores com suportes estampados em aço:

- Solte os parafusos que fixam o suporte a carcaça do ventilador.
- Retire o conjunto suporte-rolamento.
- Desmonte o suporte.
- Retire-o da capa de borracha.
- Troque o rolamento e para a remontagem proceda exatamente na ordem inversa.

b) Ventiladores com suportes em ferro fundido:

- Solte os parafusos que fixam o suporte ao quadro ou base do ventilador.
- Retire o conjunto suporte-rolamento.
- Fixe o suporte em uma morsa e com uma haste ou barra de ferro introduzida no furo do rolamento imprima um esforço angular para cima fazendo com que o rolamento se desloque de sua sede no mancal, possibilitando sua retirada.
- Troque o rolamento.
- Para a remontagem proceda exatamente na ordem inversa.





Observação:

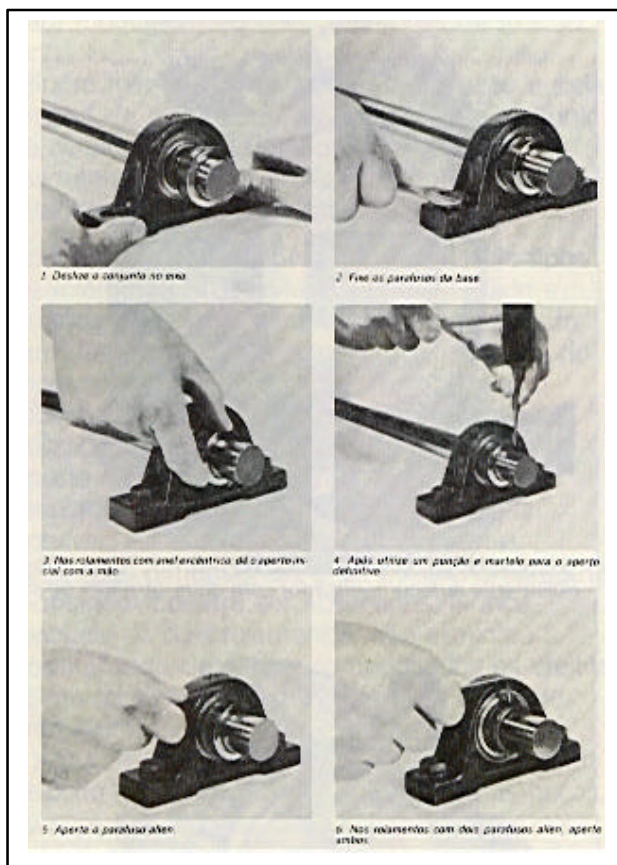
Quando recolocar o rolamento na sede do mancal, o esforço de introdução deve ser o suficiente para que este entre livremente no mancal. Caso o rolamento entre muito folgado (deslizando facilmente) substitua o suporte por outro com melhor ajuste.

Por outro lado, um esforço demasiado pode eliminar suas folgas internas tornando-o impróprio para operação ou até danificá-lo.

O valor do esforço de introdução do rolamento no mancal somente pode ser estabelecido a partir do bom senso e da experiência prática.

Esta operação, como muitas outras que envolvem manutenção em ventiladores deve ser executada por pessoal experiente.

Um bom mecânico ao "sentir" que o rolamento irá entrar de maneira forçada no suporte deve suspender a operação e proceder a troca do suporte ou o ajuste da pista interna do suporte com auxílio de um raspador.



Fixe os parafusos da base do mancal no equipamento e gire algumas voltas o rotor manualmente antes de fixar definitivamente o rolamento ao eixo. Isto fará com que o rolamento assumira sua correta posição tanto no eixo como no próprio mancal;

O anel de trava excêntrico deve estar voltado para fora do ventilador e deve ser apertado girando-o no **sentido de rotação do eixo**, inicialmente com a mão, e após com uma leve batida com um pino adequado. Somente então apertar o parafuso de travamento.

Após a montagem do conjunto mancal/rolamento, polia, etc., efetue uma pintura nas partes expostas do eixo com verniz apropriado. Isto irá facilitar em muito futuras manutenções.

A utilização de alguns adesivos leves tipo "Loctite" entre anel e eixo previnem contra o aparecimento de ferrugem interna além de auxiliar em um melhor ajuste.

Importante:

Antes de recolocar o ventilador novamente em operação gire o rotor manualmente de maneira a se certificar de seu livre movimento e proceda a um teste de partida conforme descrito nos itens 2.2 e 2.3.

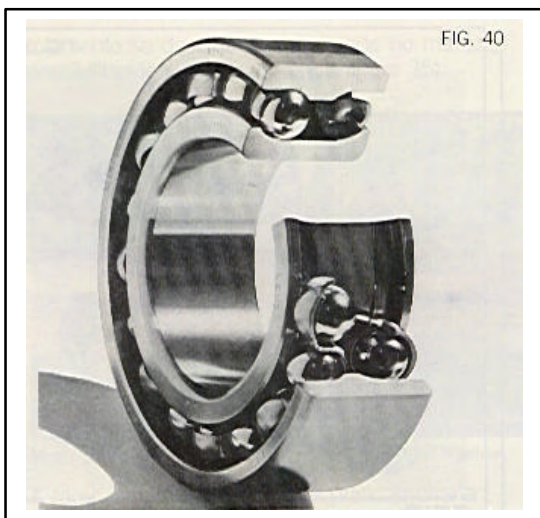


4.10.2 - Rolamentos autocompensadores com duas carreiras de esferas ou de rolos

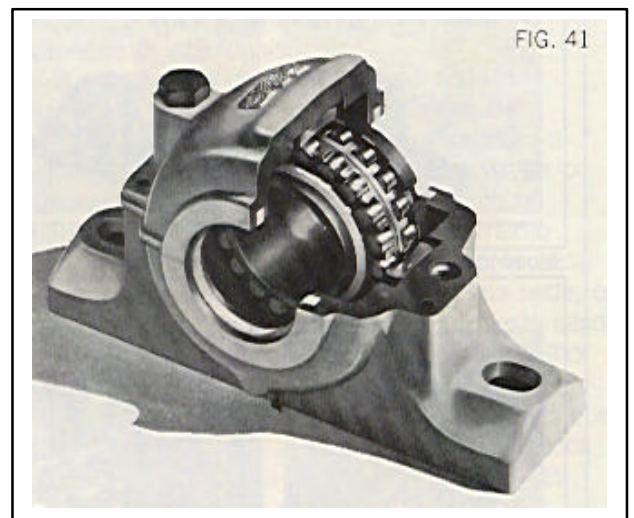
Todos os ventiladores BerlinerLuft. que utilizam mancais de ferro fundido SNA ou SNH, são providos de rolamentos autocompensadores de furo cônico com duas carreiras de esferas ou duas carreiras de rolos. A definição do tipo de rolamento, se de esferas ou rolos, está relacionada com o projeto do ventilador segundo critérios de vida útil e resistência mecânica, motivo pelo qual em uma manutenção nunca se deve substituir uma série por outra ou ainda inverter sua posição de montagem.

Rolamentos autocompensadores se caracterizam por terem propriedades de autoalinhamento, ou seja, permitem pequenas distorções angulares do eixo em relação a caixa sede do rolamento. São fixados ao eixo através de buchas cônicas que facilitam a manutenção possibilitando desmontagens e remontagens extremamente rápidas.

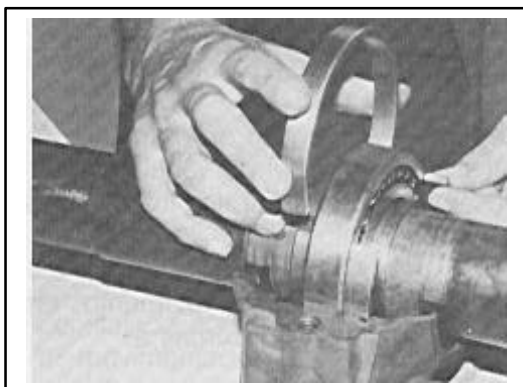
As caixas bipartidas utilizadas com estes rolamentos são fabricadas em ferro fundido e usinadas de acordo com tolerâncias que asseguram um perfeito ajuste entre o rolamento e sua sede.



Rolamento autocompensador com duas carreiras de esferas.



Mancal bipartido SNH completo com vedações e rolamento autocompensador de duas carreiras de rolos.



Somente bloqueie o rolamento do lado do acionamento.

Anéis de bloqueio são colocados no suporte do lado do acionamento de maneira a evitar o deslocamento axial do rolamento deste lado. Do lado oposto ao acionamento o rolamento mantém-se livre e montado no centro da sede do suporte de forma a absorver pequenas dilatações do eixo ou diferenças dimensionais e de posicionamento.

Nunca bloqueie os dois rolamentos. Isto eliminará a possibilidade de compensação dos efeitos acima mencionados resultando em seu desgaste prematuro.



Relubrificação de rolamentos autocompensadores

O período no qual um rolamento lubrificado com graxa irá funcionar satisfatoriamente sem relubrificação depende do tipo de rolamento, do seu tamanho, da rotação, da temperatura de trabalho e do tipo de graxa utilizado.

Os intervalos de relubrificação (em horas de trabalho) bem como o tipo de graxa, são fornecidos em placas fixadas junto as placas de identificação dos ventiladores.

Na falta desta, podem ser calculados de acordo com fórmula abaixo, válida para condições normais de carga e temperaturas de 70 °C medidas no anel externo.

Os intervalos devem ser reduzidos a metade para cada 15 °C acima de 70 °C ou podem ser ampliados reciprocamente para cada 15 °C inferiores a 70 °C.

Em qualquer caso, convém não adotar períodos superiores a 6 meses.

$$\text{Intervalo de lubrificação} = K \left(\frac{14 \cdot 10^6}{N (d)^{1/2}} - 4 \cdot d \right)$$

onde: N = rotação de trabalho do rolamento em 1/min.

d = diametro do eixo em mm.

Tipode rolamento	Valores de K	
	Intervalo de lubrificação	Vida útil da graxa
Autompensador de rolos / rolos cônicos	1	2
Rolos cilíndricos	5	15
Radiais de esferas	10	20

Na maior parte dos casos, os períodos de relubrificação são relativamente longos permitindo programação antecipada para relubrificação.

Nestes casos, quando da parada do equipamento, retire a parte superior da caixa bipartida, expondo o rolamento. Depois de remover a graxa usada, preenche-se devidamente com a nova.

No caso de relubrificações frequentes, instale uma graxeira na tampa superior da caixa.

Com o ventilador em funcionamento e uma pistola manual insira lentamente graxa nova até que a graxa usada saia pelas vedações.

As quantidades de graxa para cada relubrificação podem ser calculadas conforme fórmula, no caso de relubrificações frequentes, ou retiradas da tabela abaixo quando a troca for total.

Quantidade de graxa para relubrificação frequente

$$G = 0.005 \cdot D \cdot B$$

onde: G = quantidade de graxa para relubrificação em gramas.

D = diametro externo do rolamento em mm.

B = largura total do rolamento em mm.



Quantidade de graxa por mancal para troca total

Tamanho do mancal (SNA ou SNH)	Quantidade de graxa (g)	Tamanho do mancal (SNA ou SNH)	Quantidade de graxa (g)
506	40	516	280
507	50	517	320
508	65	518	400
509	80	519	500
510	100	520	600
511	130	522	850
512	150	524	1000
513	190	526	1000
515	240	528	1200

Os ventiladores BerlinerLuft. que utilizam caixas bipartidas com rolamentos autocompensadores de esferas ou de rolos, saem de fábrica com uma quantidade inicial de graxa, normalmente permitindo seu pleno funcionamento até o primeiro intervalo de relubrificação (vide instruções de partida).

Quando das trocas totais de graxa, não é necessário a desmontagem e lavagem dos componentes. Faça isto somente nos casos em que exista o risco de que permaneça na graxa residual algum contaminante que mesmo em quantidade pequena, possa causar risco ao rolamento (poeira, ferrugem, limalhas, etc.).

Na relubrificação é importante se ater ao tipo de graxa empregada. Afora serviços especiais em baixa ou alta temperatura, os ventiladores BerlinerLuft. com mancais bipartidos saem da fábrica fornecidos com graxa a base de lítio grau NLGI 2.

Ao relubrificar procure fazê-lo de preferência com o mesmo tipo de graxa de forma a não ocorrer a incompatibilidade das bases.

Graxas a base de lítio e cálcio podem ser misturadas entre si, mas nunca com as de base sódica.

Tipos de graxas para rolamentos

Para temperaturas de trabalho de -20 a 130 °C		Para aplicação em baixa temperatura		
Fabricante	Tipo	Fabricante	Tipo	Temperatura
Esso	Beacon 2	Esso	Unirex N2	-40 a 200 ° C
Shell	Alvania R2	Molikote	Dow Corning 33	-73 a 200 ° C
Petrobrás	Lubrax GMA 2	Molikote	TTF 52	-52 a 100 ° C

Alguns ventiladores aplicados a sistemas considerados críticos, que operem 24 horas, e necessitem relubrificação frequentes, são fornecidos com dispositivos automáticos de relubrificação.

Este dispositivo, instalado na parte superior da caixa do mancal, consiste de um cilindro contendo graxa, um temporizador regulável entre 1 a 12 meses e uma célula de gás.

A intervalos regulares, a célula libera gás hidrogênio que aciona um embolo expelindo a graxa para o interior do mancal.



Seu corpo transparente permite fácil visualização da quantidade de graxa remanescente em seu interior e conseqüentemente seu período de troca.

Para regulagem do temporizador proceda conforme exemplo abaixo:

Suponhamos que a quantidade de graxa calculada para cada relubrificação seja de 20 gramas (aproximadamente 10 bombeadas com pistola manual) e o intervalo de lubrificação 25 dias. Sabendo que o conteúdo do tubo é de 125 g de graxa, teremos um tempo de duração para o sistema de 156 dias ($125 \div 20 * 25$), que correspondem a 5.2 meses.

Ajuste o temporizador para 5 meses.

Desmontagem e remontagem de rolamentos autocompensadores

Após retirar protetor de correias, polias e acoplamento se existir, proceda da seguinte forma:

- Remova verniz, ferrugem, rebarbas ou qualquer obstáculo que possa prejudicar o deslizamento do rolamento pelo eixo.
- Dependendo do peso do rotor, apoie-o de tal maneira a não danificar o próprio rotor ou os bocais de entrada de ar. Em ventiladores com rotor em balanço cuidado com o efeito alavanca no mancal do lado do acionamento que pode ser provocado se o rotor não estiver suficiente e corretamente apoiado. Quando o peso do rotor for considerável e o apoio não puder ser realizado de forma segura aconselha-se a retirar o rotor do eixo.
- Remova as tampas superiores dos mancais tendo o cuidado de não trocar uma pela outra (lembre-se que elas não são intercambiáveis).
- Retire os anéis de bloqueio do mancal correspondente ao lado do acionamento e também um pouco de graxa de forma a facilitar a visualização dos componentes.
- Marque a posição da bucha de fixação junto ao eixo e desamasse a orelha da arruela de travamento da porca da bucha com uma chave de fenda e martelo.
- Solte algumas voltas a porca com auxílio de uma chave de gancho ou na sua ausência, com auxílio de um punção e martelo.
- Suspenda o eixo de maneira que os rolamentos saiam do interior do mancal e possam ser retirados por deslizamento.
- Com um martelo e uma ferramenta semi tubular adequada, solte o rolamento da bucha cônica com pequenas batidas em torno do seu anel interno.
- Retire a porca e o rolamento.

Antes de iniciar a remontagem, limpe o mancal, eixo, bucha cônica, porca de fixação, arruela de travamento e anéis de bloqueio.

Em rolamentos novos (vide "Cuidados Especiais na Manutenção de Rolamentos") aplique uma quantidade de graxa adequada no interior dos rolamentos preenchendo os espaços entre as esferas ou rolos. Rolamentos em bom estado, após lavagem com águarrás ou querosene, devem também ser preenchidos imediatamente com graxa.

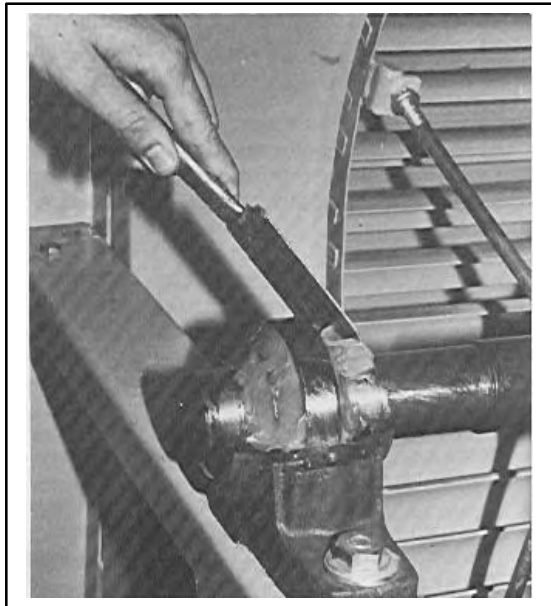
Para remontagem:

- Coloque as buchas cônicas atentando ao seu correto posicionamento tanto no sentido axial como com relação a posição das porcas:
 - a) em ventiladores com rotor em balanço, as buchas devem ser posicionadas com as porcas voltadas para o lado do acionamento.

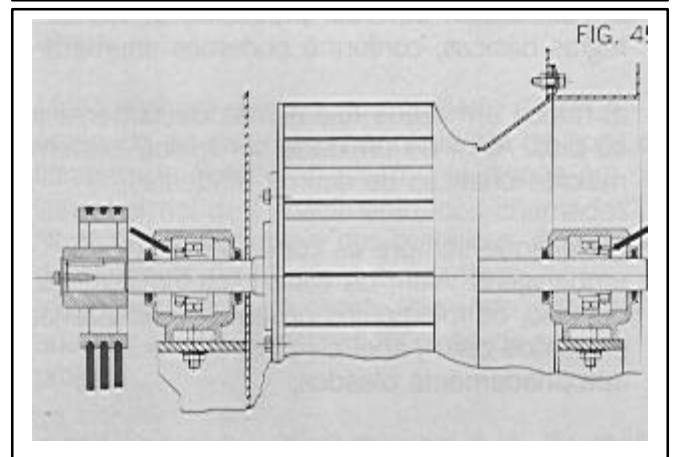
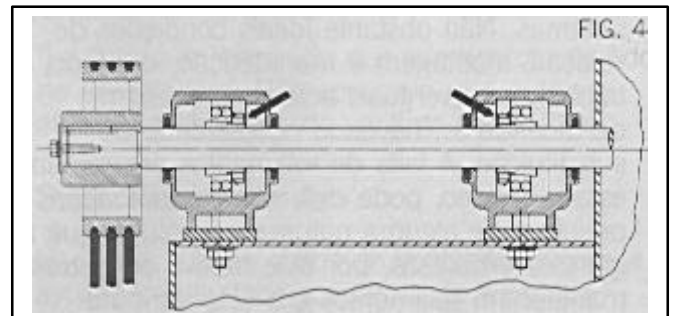


b) em ventiladores com rotor entre mancais, as buchas devem ser posicionadas com as porcas voltadas para o lado de fora do ventilador.

- Introduza os rolamentos já devidamente engraxados, arruela de travamento e porcas.
- Aperte as porcas inicialmente com a mão e depois com o uso de uma chave gancho.
- Baixe com cuidado novamente o eixo posicionando os rolamentos no centro da sede do mancal.
- Dobre a presilha da arruela de travamento.
- Recoloque os anéis de bloqueio no mancal do lado do acionamento (um de cada lado) deixando o outro desbloqueado.
- Preencha o restante da caixa com graxa até ocupar aproximadamente 1/3 de seu volume, distribuindo a mesma ao redor e dos dois lados dos rolamentos.
- Recoloque as vedações e as tampas nos correspondentes mancais.
- Após completar a remontagem, repinte qualquer parte por ventura afetada e proteja o eixo com verniz adequado.



Lubrificação de rolamento em mancal bipartido tipo SNH.



Montagem de buchas cônicas em ventiladores.

Importante:

Antes de recolocar o ventilador novamente em operação gire o rotor manualmente de maneira a se certificar de seu livre movimento e proceda a um teste de partida conforme descrito nos itens 2.2 e 2.3.



4.10.3 - Cuidados especiais com rolamentos

Ao se proceder a manutenção de máquinas e equipamentos e em especial de ventiladores, devemos observar certos requisitos importantes relacionados a rolamentos:

- a) Nunca efetue manutenção de rolamentos em bancas de trabalho sujas e próximos a ambientes impróprios.
- b) Utilize ferramentas limpas e adequadas.
- c) Para limpar rolamentos utilize solventes adequados (águarrás, querosene, etc.) e dois vasilhames: um para a primeira limpeza e outro para a lavagem final. Não utilize panos ou trapos que desfiem. Nunca use estopa.
- d) Rolamentos novos devem permanecer embalados em papel oleado. Somente desembrulhá-los ao efetuar o serviço.
- e) Nunca lave rolamentos novos. Estes já vem de fábrica pré-lubrificado com óleo protetor, miscível com qualquer graxa.
- f) Limpe sempre, mesmo sendo nova, a parte interna das caixas (mancais) antes de montar os rolamentos.
- g) Atente para as instruções dos fabricantes com relação a armazenagem de rolamentos novos de maneira a evitar contratempos e eventuais problemas.
- h) Rolamentos novos devem ser comprados de fornecedores conhecidos e idôneos. Devem possuir a marca e referência gravados em uma das faces e arestas do anel interno arredondadas e negras. Não raro são encontrados no comércio rolamentos de assento interno cilíndrico retificados para assento cônico.

4.11 - Filtros de Ar

Dois tipos preponderantes de filtros de ar são fornecidos normalmente em gabinetes de ventilação e, também em alguns casos com ventiladores:

- Filtros metálicos (Grau de filtragem G0)
- Filtros sintéticos (Grau de filtragem G3)

A medida em que é utilizado, o filtro gradativamente diminui sua capacidade de permeabilidade ao ar, aumentando em decorrência a perda de carga e conseqüentemente reduzindo a vazão de ar do sistema.

O período 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 intervalos 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 meios que sinalizem o alcance do ponto mínimo de vazão de ar estabelecido.

Dentre os métodos utilizados para detectar este limite, o de uso mais corrente é o manômetro, instrumento que mede a pressão diferencial antes e depois do filtro, podendo incluir dispositivo de alarme.

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



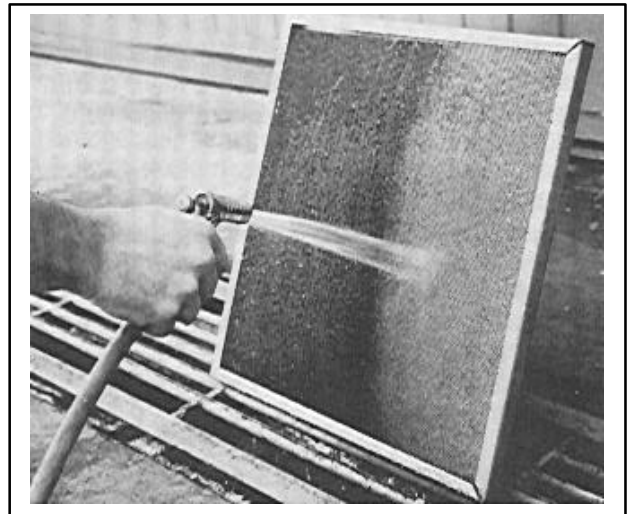
O único cuidado a tomar quando da troca é de posicionar o novo filtro com o reforço voltado para o lado da saída de ar.

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.



Em filtros de alumínio impregnados com óleo, após lavagem torne a impregná-los novamente utilizando óleo viscoso TONNA 68 da SHELL ou similar. Banhe-os em óleo e deixe escorrer durante algum tempo de forma a escoar os excessos, antes de colocá-los novamente em operação.

4.12 - Segurança

A atenção e o cuidado exigidos com ventiladores está relacionado com seu tamanho, rotação e potência e principalmente seu local de instalação.

Se existir a menor possibilidade de perigo para transeuntes, operadores e mecânicos, medidas preventivas e regras rígidas deverão ser estabelecidas e seguidas de maneira a evitar qualquer acidente.

A seguir alguns conselhos úteis:

- a) O sistema de transmissão deve estar devidamente protegido. Nunca retire o protetor com o ventilador em movimento e nem esqueça sua recolocação.
- b) Bocas de aspiração e/ou descarga expostas, devem ser protegidas adequadamente de maneira a evitar a entrada de corpos estranhos ao sistema ou eventuais toques acidentais. Caso não tenham sido fornecidas, providencie você mesmo.
- c) Ao ligar um ventilador com descarga livre, certifique-se da inexistência de corpos estranhos em seu interior, e, mesmo assim, nunca se posicione em frente ao fluxo de ar. Pequenas partículas podem ser lançadas como projéteis constituindo grande perigo.
- d) Os ventiladores BerlinerLuft. são projetados para operar na temperatura e rotação impressos na placa de identificação. Modificar estas condições de serviço sem prévia consulta, além de implicar em perda da garantia, pode redundar em sérios riscos.
- e) Durante a operação do ventilador, nunca permita a abertura de portas de inspeção. Esta poderá ser violentamente ejetada assim que liberada.



- 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 recoloca as tampas e confira o aperto dos parafusos.
- g) Durante a manutenção certifique-se da impossibilidade de alguém acionar inadvertidamente o ventilador. Instale uma chave elétrica próximo ao ventilador ou retire os fusíveis do painel colocando placas de advertência.
- h) Nunca instale o motor elétrico sem um eficiente dispositivo de proteção e aterramento. Evite as chamadas “ligações provisórias” que muitas vezes cam no esquecimento e só são substituídas devidamente após algum acidente.
- i) 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”.
- j) Não permita que um ventilador continue a funcionar em casos de ruídos ou vibrações sem detectar suas causas e corrigí-las. Trincas em polias, eixo, rotor, mancais, carcaça do motor, etc., requerem imediata substituição do componente.
- k) 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.
- l) Não force a parada do ventilador utilizando a mão ou alguma ferramenta sobre as correias, polias ou rotor.
- m) Após cada manutenção onde necessário desmontagem e remontagem de componentes proceda as verificações preliminares e cuidados concernentes à partida de ventiladores.

4.13 - Testes Preventivos

Verificação visual

- Verifique visualmente as condições externas do ventilador, motor e mancais, quanto ao surgimento de trincas, rupturas de soldas ou qualquer outra irregularidade.
- Excesso de pó de borracha junto ao protetor indica desgaste demasiado de correias, geralmente em decorrência de desalinhamento das polias.
- Graxa ou óleo vazando dos mancais pode significar defeito nos retentores ou que o lubrificante tenha expirado sua vida separando sabão e óleo. Isto pode comprometer ou até mesmo deixar o rolamento sem lubrificação, além de propiciar entrada de umidade e sujeira.
- Vibrações excessivas também podem ser avaliadas pelo simples toque de mão sobre a carcaça do ventilador ou sobre os mancais.

Teste de temperatura

As temperaturas de trabalho do ventilador devem ser verificadas utilizando um termometro nos mancais do ventilador e motor elétrico. Caso não dispor de termometro, a mão pode ser utilizada com restrições, já que conforme a sensibilidade da pessoa, o diagnóstico poderá ser completamente incorreto.



Teste de escuta

Recomendamos utilizar para o teste de escuta estetoscópios próprios para este fim facilmente a disposição no mercado.

Caso não disponível, pode ser utilizada uma simples chave de fenda longa encostando uma ponta no mancal e a outra extremidade junto ao ouvido, no entanto, esta operação deve ser realizada com muito cuidado, já que qualquer escorregão pode fazer com que a ponta entre em contato com corpos rotativos.

Escute o rolamento.

Caso este apresente um ruído suave (silvo), tudo estará em ordem.

Um ruído tipo batimento indica correias demasiadamente frouxas.

Teste de vibração (vide item 3.3 Vibrações)

Utilize sempre que possível um analisador de vibrações com filtro de frequência.

Uma simples medição pode determinar a necessidade de manutenção corretiva em rolamentos, rebalanceamento do rotor ou polias, desalinhamento de eixo e até correias defeituosas.

Os pontos de medição devem sempre se localizar sobre os mancais do ventilador, e as medições devem ser efetuadas nas direções radial e axial.




A medição de vibração em motores elétricos deve ser realizada sobre a carcaça próximo aos mancais.

Em alguns casos, a mão e a experiência prática constituem condições razoavelmente suficientes para avaliar o nível de vibração de um ventilador.

Apoie a palma da mão sobre locais estratégicos tais como mancais, motor elétrico, bases e a própria carcaça do ventilador. Em caso de alta vibração pare o ventilador e investigue a causa.



5 - INSTRUÇÕES PARA A PROCURA DE DEFEITOS

5.1 - Vazão de ar abaixo do esperado	
Defeito provável	Correção
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 
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 (más condições de 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.
Obstrução de dutos	- Certifique-se da inexistência de alguma obstrução no sistema de dutos, tais como tecidos plásticos de proteção, panos, etc. (capacetes já foram encontrados no interior 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.

5.2 - Vazão de ar acima do esperado	
Defeito provável	Correção
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.


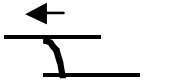
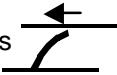


5.3 - Vibrações excessivas (vide também item 3.3 – Vibrações)	
Defeito provável	Correção
Rotor danificado ou fora de balanceamento.	<ul style="list-style-type: none">- Verifique o rotor quanto a material aderido a suas pás.- Certifique-se que as soldas estão em perfeitas condições.- Verifique se o rotor não está amassado ou torto.
Tensão excessiva das correias	<ul style="list-style-type: none">- O tensionamento acima do recomendado das correias pode provocar deflexão excessiva no eixo resultando em operação dentro da faixa de ressonância. Corriga o tensionamento.
Incorreto alinhamento de mancais.	<ul style="list-style-type: none">- Verifique o alinhamento.
Rolamentos com defeito.	<ul style="list-style-type: none">- Com o ventilador em movimento escute o ruído dos rolamentos. Rolamentos com defeito produzem um ronco.
Bucha cônica excêntrica	<ul style="list-style-type: none">- Verifique com relógio comparador a concentricidade da bucha.
Eixo torto ou excêntrico.	<ul style="list-style-type: none">- Verifique com relógio comparador a concentricidade do eixo.- No caso de substituição do eixo, substitua também mancais, rolamentos e buchas.
Incorreto alinhamento de polias.	<ul style="list-style-type: none">- Verifique o alinhamento e certifique-se que as correias não sofreram danos devido ao desalinhamento.
Incorreto alinhamento de acoplamentos flexíveis.	<ul style="list-style-type: none">- Verifique o alinhamento de ambas as metades com relógio comparador.- Certifique-se que o acoplamento não sofreu danos devido ao desalinhamento.
Amortecedores incorretos.	<ul style="list-style-type: none">- Certifique-se que os amortecedores são os recomendados e que estão instalados nos pontos indicados conforme desenhos.
Vazão de ar muito acima da esperada	<ul style="list-style-type: none">- 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”.
União soltas ou frouxas.	<ul style="list-style-type: none">- Verifique que todos os parafusos estejam devidamente apertados.
Rotação muito alta.	<ul style="list-style-type: none">- 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.	<ul style="list-style-type: none">- 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	<ul style="list-style-type: none">- 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	<ul style="list-style-type: none">- Troque as correias e examine os rasgos das polias.
Fundação instável.	<ul style="list-style-type: none">- Verifique se o ventilador está corretamente instalado e chumbado na base.
Desbalanceamento do rotor do motor elétrico.	<ul style="list-style-type: none">- Desacople o motor e verifique seu nível de vibração sem carga.



5.4 - Ruído excessivo	
Vibração gera ruído. Conduza inicialmente uma verificação completa conforme descrita no item anterior "Vibrações excessivas" antes de proceder as verificações abaixo.	
Efeito	Causa provável e correção
Ronco	<ul style="list-style-type: none">- 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)	<ul style="list-style-type: none">- 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	<ul style="list-style-type: none">- Vazamento nos dutos. Inspeccione 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)	<ul style="list-style-type: none">- 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 reselectione outro ventilador mais adequado.- Ventiladores em paralelo operando em diferentes rotações. Ajuste as rotações dentro de uma faixa de tolerância máxima de 10 %.
Zumbido	<ul style="list-style-type: none">- Rotor desalinhado ou raspando no bocal ou carcaça. Realinhe e rebalanceie o rotor.- Isolamento inadequado de vibrações em máquinas de alta rotação, 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.



5.5 – Sobrecarga do motor elétrico	
Defeito provável	Correção
Vazão de ar acima do esperado.	<ul style="list-style-type: none"> - Conduza a verificação conforme item 5.2 – 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.	<ul style="list-style-type: none"> - 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.	<ul style="list-style-type: none"> - 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.	<ul style="list-style-type: none"> - Verifique se o sentido de rotação do rotor é compatível com o desenho de suas pás. <p>Rotor tipo sirocco – pás curvadas para a frente</p>  <p>Rotor tipolimit load – pás curvadas ou voltadas para trás</p> 

5.6 - 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 consequências.

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.

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.

Danos ao motor elétrico

Grande parte dos problemas com motores elétricos são gerados em consequência 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.

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.

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. Tolerancias fora das recomendações ou muito amplas entre rolamento e eixo provocam desgaste do eixo (cava) resultando em sua substituição.

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 patinação das usadas e redução da vida útil da nova.



Desalinhamento de polias provoca desgaste prematuro não só das correias, como também dos próprios canais das polias.

Tensionamento excessivo resulta em esforço demasiado sobre rolamentos e eixo assim como um tensionamento insuficiente provoca patinagem e desgaste.

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.

Aspiração de material abrasivo

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

Aspiração de material aderente

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.

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



CERTIFICADO DE GARANTIA

A **BerlinerLuft. do Brasil Ltda** garante seus equipamentos contra defeitos de fabricação, nos termos deste certificado, pelo prazo de 12 (doze) meses, a contar da data de emissão da respectiva nota fiscal.

A garantia ora estipulada é extensiva também aos componentes adquiridos de terceiros, independente do fato de seu fabricante assumir ou não qualquer responsabilidade.

Esta garantia não cobre danos ou defeitos comprovadamente oriundos de mau uso, imperícia, imprudência, negligência, sobrecargas, deficiências da rede elétrica, intempéries e os decorrentes do transporte, assim como os danos em partes e/ou peças sujeitas a desgaste natural.

Cessam os efeitos da garantia:

- a) se durante o transporte e/ou armazenagem não forem seguidas as recomendações técnicas estabelecidas pela **BerlinerLuft. do Brasil Ltda**;
- b) se o equipamento não for instalado e/ou operado de acordo com as recomendações estabelecidas pela **BerlinerLuft. do Brasil Ltda**;
- c) se por algum eventual período de parada do equipamento não forem ministradas as recomendações técnicas estabelecidas pela **BerlinerLuft. do Brasil Ltda** específicas para tais casos;
- d) se durante o período de garantia não forem efetuados os serviços de manutenção estabelecidas pela **BerlinerLuft. do Brasil Ltda**;
- e) se houver adulteração ou destruição da placa ou qualquer outra identificação que acompanhe o equipamento;
- f) se houver destruição parcial ou total do equipamento, ou ainda defeitos decorrentes de controle inadequado de temperatura, tensão elétrica, volume de ar, entrada de materiais estranhos no equipamento ou mesmo casos fortuitos ou de força maior (incêndio, inundação, guerra, greve,...), conforme previsto na legislação vigente;
- g) se forem introduzidas modificações no equipamento e/ou efetuadas substituições de partes e/ou peças por outras que não as originais de fábrica, sem prévia autorização da **BerlinerLuft. do Brasil Ltda**;
- h) se o comprador deixar de efetuar qualquer pagamento devido à **BerlinerLuft. do Brasil Ltda**, dentro dos prazos estabelecidos.

A **BerlinerLuft. do Brasil Ltda** coloca à disposição de seus clientes e usuários seu Manual de Instalação, Operação e Manutenção, onde constam todas as informações relativas ao cumprimento dos itens a,b,c e d do presente certificado. Argumentações de desconhecimento do teor, forma ou conteúdo do Manual não isentarão o cliente dos efeitos cessantes de garantia previstos neste certificado.

O mau funcionamento ou paralização do equipamento, ainda que devido a defeitos de fabricação, em hipótese alguma onerará a **BerlinerLuft. do Brasil Ltda** com eventuais perdas e danos consequentes ou emergentes.

No caso de necessidade de reposição de qualquer peça ou componente, tal reposição fica condicionada à devolução pelo cliente do item reposto.

As peças e/ou componentes importados utilizados nos equipamentos terão garantia nos limites e condições estipulados neste certificado. A **BerlinerLuft. do Brasil Ltda** fica desde já desobrigada de repor peças e/ou componentes importados, se eventualmente, forem sustadas suas importações por ordem de autoridades governamentais.

O período de garantia não será, em hipótese alguma, prorrogado, quer por parada do equipamento, armazenamento prolongado ou assistência técnica durante sua vigência.

As obrigações decorrentes deste Certificado de Garantia somente serão cumpridas por **BerlinerLuft. do Brasil Ltda** em sua sede, situada na Rua Visconde de São Leopoldo 382, Rio Grande do Sul, correndo por conta do cliente todas as despesas de envio do equipamento, incluindo , seguros, embalagens, fretes e demais encargos, inclusive os de natureza fiscal.

Fábrica:
Rua Visconde de São Leopoldo, 402
CEP 93025-400 - São Leopoldo - RS
Fone/Fax: (51) 589-3912
E-mail: berlinerluft@berlinerluft.com.br

Vendas:
Rua Jaguaré, 101
CEP 05344-030 - São Paulo - SP
Fone: (11) 3765-1438 - (11) 3714-8840
E-mail: vendas@berlinerluft.com.br
www.berlinerluft.com.br