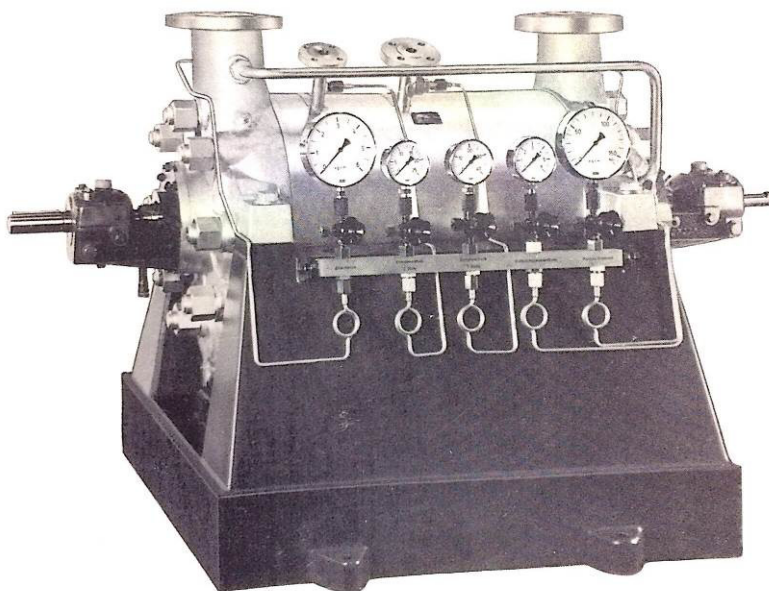


**Bombas centrífugas
de alta pressão de eixo horizontal**



Nº de série (OP): _____

Modelo: _____



Este manual contém informações básicas e notas de precaução. Por favor, leia completamente o manual antes de instalação da unidade, conexões elétricas e comissionamento. E imprescindível atender a todas as outras instruções de operação referente aos componentes desta unidade.

Este manual deve ser mantido próximo a localização da unidade de operação ou diretamente com o conjunto.

Índice

	Página		Página
1. Prefácio	2	7. Comissionamento, partida e parada	11
2. Plaqueta de identificação	3	7.1. Verificações preliminares de Comissionamento	11
3. Transporte	3	7.2. Partida	12
4. Conservação/ Armazenamento	4	7.3. Parada	12
4.1. Procedimentos adicionais de conservação / armazenamento	4	8. Supervisão Durante Operação / Manutenção Preventiva	13
5. Instalação	4	8.1. Supervisão durante operação	13
5.1. Condições prévias	4	8.2. Supervisão Semanal	13
5.2. Preparações	4	8.3. Supervisão Mensal	13
5.3. Instalação do conjunto moto bomba	5	8.4. Supervisão Semestral	13
5.4. Pré alinhamento do conjunto moto bomba	5	8.5. Supervisão Anual	13
5.5. Fixando a base na fundação	7	8.6. Lubrificação	13
5.6. Conectando a tubulação	8	9. Instruções e recomendações especiais	14
5.7. Compensação de vácuo	8	9.1. Descrições	14
5.8. Conexões auxiliares	8	9.2. Prescrições e indicações básicas	19
5.9. Líquido de equilíbrio	8	9.3. Desmontagem	19
5.10. Tubulação de extração	9	9.4. Montagem	24
5.11. Proteção do acoplamento	9	9.5. Peças de reposição	31
6. Acessórios	9	10. Anomalias de funcionamento e suas eventuais causas	33
6.1. Válvula de vazão mínima	9	Check list	34
6.2. Instrumentos de medição	9		
6.3. Acoplamento	9		

1. Prefácio

Este é um equipamento projetado e fabricado com a mais avançada tecnologia.

Objetivando proporcionar aos nossos clientes, uma satisfação e tranquilidade com o equipamento, recomendamos que o mesmo seja colocado em operação e montado conforme as instruções contidas neste manual de serviço.

O presente manual têm por finalidade informar o usuário, quanto à construção e ao funcionamento e proporcionar um serviço de manutenção e manuseio adequado, por isso recomendamos que esse manual de serviço seja entregue ao pessoal da manutenção.

Este equipamento deve ser utilizado de acordo com as condições de serviço para as quais foi selecionado (vazão, altura manométrica total, velocidade, voltagem, frequência, temperatura).

2. Plaqueta de identificação

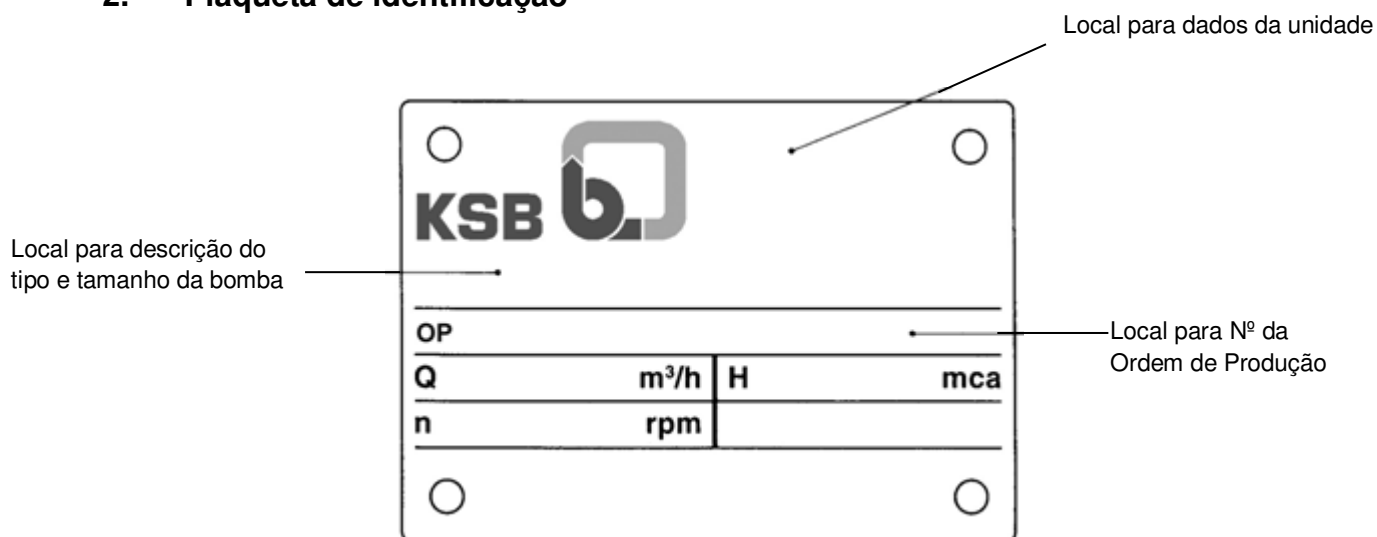


Figura 01 – Plaqueta de identificação

Nas consultas sobre o produto, ou nas encomendas de peças sobressalentes, indicar o tipo de bomba e número de OP. Esta informação pode ser obtida na plaqueta de identificação (Fig. 01) que acompanha cada bomba. Em caso de extravio da plaqueta de identificação, no flange de sucção encontra-se gravado em baixo relevo, o nr. da OP, e no flange de recalque o diâmetro do rotor.

Atenção: Este manual contém instruções e avisos importantes. Sua leitura atenta é obrigatória antes da montagem, da ligação elétrica, da colocação em operação e da manutenção.

3. Transporte

O transporte do moto-bomba ou só da bomba deve ser feito com perícia e bom senso, dentro das normas de segurança. No olhal de içamento do motor deve ser levantado somente este, nunca o conjunto moto-bomba. No caso de transporte do conjunto moto-bomba os cabos de içamento devem ser dispostos tal como representados na fig. 02.

Tratando-se de bombas com base independente ou sem as mesmas, os cabos de transporte devem ser dispostos tal como indicado na fig. 03.

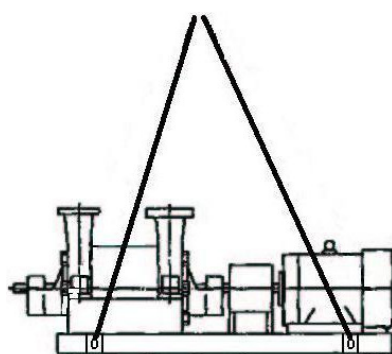


Figura 02

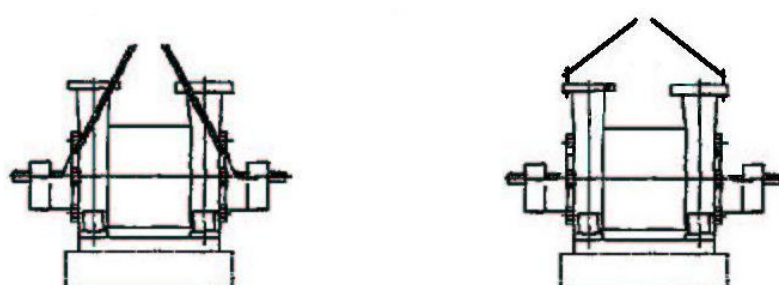


Figura 03

4. Conservação / Armazenamento

Os procedimentos de conservação / armazenamento descritos abaixo são seguidos pela KSB e pela Rede Nacional de Distribuidores e protegem o equipamento por um período de até 6 meses em ambiente coberto. Cabe ao cliente a responsabilidade da continuação do procedimento quando da aquisição da bomba. Quando a bomba após a venda não receber teste de performance, as áreas em contato com o líquido bombeado e que não possuem pintura, por exemplo: caixa de gaxetas, anéis de desgaste, área de vedação de flanges, etc., recebem uma aplicação com pincel de RUSTILO DW 301.

Quando a bomba é com gaxeta e sofre teste de performance, após o teste a mesma é drenada sem desmontar, posteriormente é enchida com RUSTILO DW 301, movimentando o conjunto girante para melhor eficiência da aplicação, em seguida é drenado o RUSTILO.

Áreas do eixo expostas (ponta e região entre apertada gaxeta sobreposta e suporte de mancal) recebem uma aplicação à pincel de TECTYL 506.

Rolamentos montados em suportes de bombas lubrificadas à óleo recebem uma carga de MOBILARMA 524, aplicado em forma de spray.

A bomba deve ser protegida de danos físicos, umidade, poeiras e ambientes agressivos, em local coberto.

4.1 Procedimentos adicionais de conservação / armazenamento

- Bombas estocadas por períodos superiores a 6 meses, deverão ser reconservadas. As mesmas devem ser desmontadas, limpas e reaplicado o processo de conservação / armazenamento.
- Para bombas montadas com gaxeta, as mesmas deverão ser retiradas do equipamento antes deste ser armazenado.
- Selos mecânicos deverão ser limpos com ar seco para eliminar resíduos depositados entre as faces do selo. Não deverão ser aplicados líquidos ou outros materiais de conservação, a fim de não danificar as vedações secundárias (O-rings e juntas planas).
- Todas as conexões existentes, tais como: tomadas para líquidos de fonte externa, escorva, dreno, quench, etc., deverão ser devidamente tampadas.
- Os flanges de sucção e de recalque das bombas são devidamente tampados com adesivos, a fim de evitar a entrada de corpos estranhos no seu interior.
- Antes dos líquidos de conservação serem aplicados nas respectivas áreas, as mesmas devem ser lavadas com gasolina ou querosene até ficarem completamente limpas.
- Bombas montadas aguardando entrada em operação ou instalação deverão ter seu conjunto girante, girado manualmente a cada 15 dias. Em caso de dificuldade usar grifo ou chave-cano, protegendo a superfície do eixo no local de colocação da chave.

As principais características dos líquidos conservantes mencionados neste manual são:

Líquido de conservação	Espessura da camada aplicada (µm)	Tempo de secagem	Remoção	Fabricante
TECTYL 506	80 até 100	½ até 1 hora	Gasolina, benzol, aceite diesel	BRASCOLA
RUSTILO DW 301	6 até 10	1 até 2 horas	Gasolina, benzol	CASTROL
MOBILARMA 524	≤ 6	Fica líquido	Não necessário	MOBIL OIL

Tabela 01

5. Instalação

A montagem e o nivelamento das bombas somente deverá realizar-se por pessoal habilitado e especializado. A instalação e start-up deverá efetuar-se, se possível, por um de nossos montadores autorizados.

Uma montagem incorreta pode causar transtornos na operação, e desgaste prematuro das partes internas da bomba.

5.1 Condições prévias

- 5.1.1 A fundação foi preparada e o concreto assentado.
- 5.1.2 O local de instalação e sua rota foram desobstruídos e são apropriadas para transporte dos componentes do conjunto moto bomba.
- 5.1.3 Meios de transporte adequados e sistema de içamento, incluindo pessoal, estão disponíveis até completar o trabalho de instalação.

- 5.1.4 Dispositivos de alinhamento adequados estão disponíveis.
- 5.1.5 A instalação deve ser executada sem interrupções.
- 5.1.6 Se for executado trabalho de solda no conjunto moto bomba, recomendamos aterrar todas as bases do conjunto moto bomba.

5.2 Preparações

- 5.2.1 Em adição a este manual de serviço, os documentos técnicos sobre os componentes do conjunto moto bomba também são necessários para o trabalho de alinhamento. Se estes componentes estiverem inclusos no escopo de fornecimento da KSB, os documentos relevantes estarão contidos no data book.
- 5.2.2 Verifique se a fundação atende os seguintes critérios:

- 5.2.2.1 As dimensões estão de acordo com o plano de fundação
- 5.2.2.2 A fundação como um todo, e em particular a área ao redor dos furos da fundação, são totalmente horizontais e planos.
- 5.2.2.3 Se estes critérios não forem cumpridos, correções devem ser feitas pelo cliente / usuário responsável.
- 5.2.3 Transporte os componentes do conjunto moto bomba ao local de instalação.
- 5.2.4 Se os componentes do conjunto moto bomba estiverem embalados, a embalagem não deve ser removida até que a instalação seja iniciada. Desta forma, o conjunto moto bomba não será danificado. O consignatário dos componentes fornecidos é responsável pela disposição da embalagem.

Atenção Todas as aberturas dos componentes montados do conjunto moto bomba são fechadas e não devem ser abertas até que seja necessário, durante a instalação.

- 5.2.5 Cubra completamente os componentes do conjunto moto bomba para protegê-los durante todo o período de instalação, contra sujeira de construção, descarga elétrica, poeiras e outras influências ambientais prejudiciais. Tome cuidado especial para proteger adequadamente os instrumentos, cabos elétricos e tubos de conexão. Peças sobressalentes e peças que não serão utilizadas imediatamente devem ser armazenadas.
- 5.2.6 Desmonte e armazene a proteção de acoplamento montada no conjunto moto bomba.

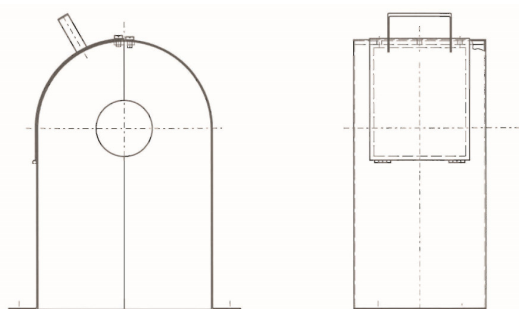


Figura 04

- 5.2.6.1 Desconecte a proteção do acoplamento.
- 5.2.6.2 Desmonte e armazene o espaçador da luva de acoplamento montada como descrito na documentação do fabricante

5.3 Instalação do conjunto moto bomba

- 5.3.1 Nivelamento da base
 - 5.3.1.1 Retirar todos os componentes (bomba, motor, etc.) da base posicionando-a no local da instalação de acordo com o planejamento do local.
 - 5.3.1.2 Utilizando um nível de precisão, inicie o nivelamento da base repeditamente a 180°, a

partir das superfícies usinadas de apoio da bomba e do acionador. Estas superfícies devem ficar niveladas transversal e longitudinalmente dentro de 0,2 mm / m. As correções de nivelamento devem ser feitas através dos parafusos próprios fornecidos na base.

Para ajudar no nivelamento da base, calços de aço carbono devem ser colocados entre a base e a fundação posicionando à esquerda e à direita do ponto de fixação do chumbador.

A altura dos calços de nivelamento deve ser tal que permita que a altura do grauteamento fique no mínimo com 25 mm.

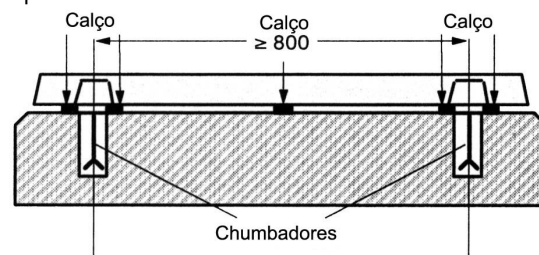


Figura 05

5.4 Pré alinhamento do conjunto moto bomba



Assegure-se de que o acionador não possa ser ligado acidentalmente.

- 5.4.1 Posicione a bomba e acionador sobre a base metálica e inicie o alinhamento do conjunto.
- 5.4.2 No caso de motores elétricos com tolerância axial, seu conjunto girante deve ser colocado no centro magnético como descrito na documentação do fabricante. A posição do conjunto girante não deve ser alterada durante todo o trabalho de alinhamento.
- 5.4.3 Verifique se a distância entre os cubos da luva de acoplamento atende as exigências do plano de fundação e ajuste se necessário.
- 5.4.4 **Verificação do run-out**
Verifique o run-out de cada cubo do acoplamento usando um relógio comparador, veja figura Verificação do run-out. O run-out não deve exceder 0,03 mm; se for excedida, a KSB deve ser informada.

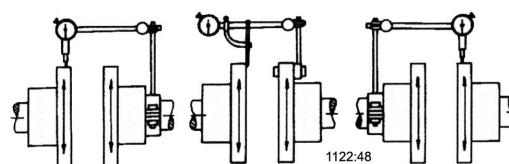


Figura 06 – Verificação do run-out (exemplo)

- 5.4.5 No caso de acionamento por motor elétrico, o alinhamento começa pela bomba. No caso de acionamento por turbina, o alinhamento começa por esta. Logo após se faz o alinhamento de todos os outros componentes do conjunto.

- 5.4.6 Execute o alinhamento com relógios comparadores de acordo com a documentação que faz parte do data book.
As figuras 7 e 8 são exemplos de alinhamento com relógios comparadores:

Atenção A luva de acoplamento não deve ser girada através do dispositivo de alinhamento!

Atenção Ambos os cubos da luva de acoplamento devem ser girados juntos na mesma direção a 90° cada para garantir que os pontos de medição sejam os mesmos.

A = cubo da luva de acoplamento como um ponto de referência para o alinhamento
B = cubo da luva de acoplamento a ser alinhado.

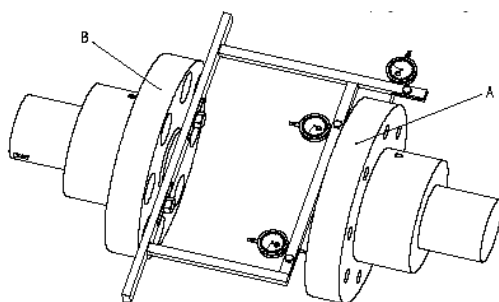


Figura 07 – Conectando o dispositivo de alinhamento da luva de acoplamento com espaçador (exemplo)

A = cubo da luva de acoplamento como um ponto de referência para o alinhamento
B = cubo da luva de acoplamento a ser alinhado

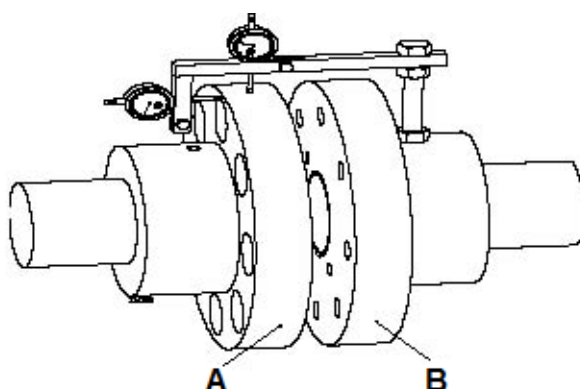


Figura 08 – Conectando o dispositivo de alinhamento da luva de acoplamento sem espaçador (exemplo)

- 5.4.7 Como alternativa, a luva de acoplamento pode ser alinhada usando um dispositivo a laser.

Atenção Utilize somente dispositivos a laser onde a radiação accidental seja evitada e nenhum dano à saúde seja causado pelo dispositivo ótico por ajuste e observação.

Danos à saúde por reflexo ou diretamente, vazamento ou radiação secundária devem ser prevenidos por telas de proteção.

- 5.4.8 Desalinhamento admissível dos cubos de acoplamento (exigências KSB).

- 5.4.8.1 O deslocamento radial Δkr não deve exceder 0,03mm, medido em planos deslocados em 90°.

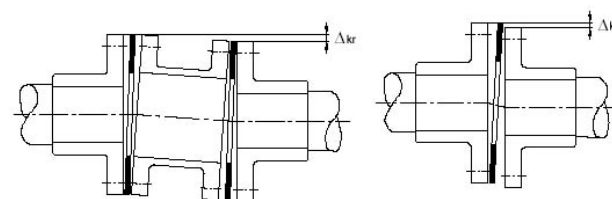


Figura 09 – Deslocamento radial (exemplos)

- 5.4.8.2 O desalinhamento angular ΔkA pode ser 0,03 mm no máximo em direção horizontal e vertical.

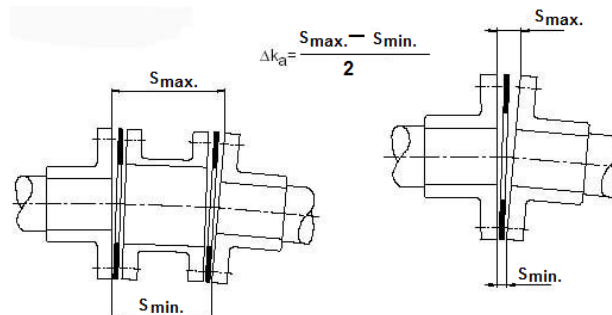


Figura 10 – Desalinhamento angular (exemplos)

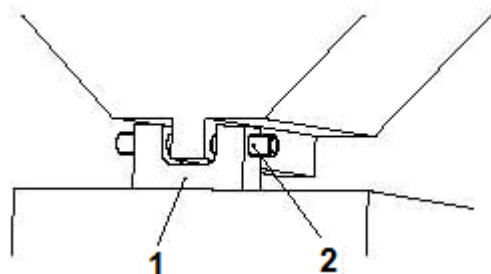
- 5.4.9 Correções do alinhamento na bomba

- 5.4.9.1 A correção da altura é executada através de calços embaixo dos pés do motor.
Em caso de acionamento por turbina, o alinhamento deve ser executado considerando que a turbina deslocará em um determinado valor na posição vertical (dilatação térmica) isto significa que a turbina deve ser posicionado abaixo da linha de centro com o mesmo valor que será deslocado. Recomenda-se nova verificação de alinhamento a quente após 30 minutos de funcionamento.

- 5.4.9.2 Correção lateral da bomba:

- 5.4.9.2.1 Solte as porcas dos prisioneiros usados para fixar os pés da bomba
5.4.9.2.2 Bombas nos tamanhos HDB 100; 125 e 150 soltar as porcas dos parafusos de ajuste e fazer a correção lateral por meio dos

parafusos de ajuste (2) que esta na peça guia (1). Bombas de tamanho menores que 100, na parte inferior pinado com pinos paralelos após o alinhamento final da bomba.



1 = guia do corpo
2 = parafuso de ajuste

Figura 11 – Correção lateral (exemplo)

5.4.9.3 Não aperte as porcas dos parafusos de ajuste firmemente, pois o alinhamento do acoplamento poderá ser repetido diversas vezes, até o posicionamento final.

5.5 Fixando a base na fundação

5.5.1 Chumbadores

Coloque os chumbadores nos furos da base e rosqueie as porcas na extremidade dos mesmos, até que a rosca do chumbador projete aproximadamente 10 mm acima das porcas. Observe o posicionamento dos chumbadores nas suas cavas.

5.5.1.1 Preencha as cavas fixando os chumbadores com grauteamento que não contraia classe de resistência à compressão mínima C 25/30, tamanho da partícula < 5 mm de acordo com a norma DIN 1045-1. A fluxibilidade deve ser produzida com ajuda de um agente de fluxo. Para maiores detalhes ver item 5.5.2.2 abaixo.

5.5.1.2 Grauteamento da base:

5.5.1.2.1 Prepare o grauteamento final para a base até a altura planejada como mostra o plano de fundação.

5.5.1.2.2 Faça provisões para que o composto do grauteamento esteja ligado ao concreto da fundação.

5.5.1.2.3 Preencha todos os campos da base completamente com grauteamento que não contraia classe de resistência à compressão mínima C 25/30, tamanho da partícula < 5 mm de acordo com a norma DIN 1045-1. A fluxibilidade deve ser produzida com ajuda de um agente de fluxo. Complete o grauteamento sem grandes interrupções. Para maiores detalhes, ver item 5.5.2.2 abaixo.

5.5.1.3 Quando o composto do grauteamento estiver solidificado, verifique se as porcas dos chumbadores estão apertadas usando um torquímetro torque de 193 N.m.

5.5.1.4 Faça o alinhamento final do conjunto moto-bomba, conforme descrito na seção 5.4, a partir do item 5.4.4.

5.5.1.5 Após o alinhamento final o pé da bomba e a peça guia devem ser pinadas para evitar perda do alinhamento do conjunto.

5.5.2 Extrato da norma DIN 1045-1

5.5.2.1 Aditivos para concreto

Aditivos são substâncias que são adicionadas ao concreto e que, por ação química ou física ou ambos, alteram as propriedades do concreto, exemplo, sua maleabilidade, endurecimento ou assentamento. Eles acrescentam um volume insignificante.

5.5.2.2 Classe de resistência

Classe de exposição	Compressão mínima	Resistência do cilindro à compressão	Resistência do cubo à compressão
		N / mm ²	N / mm ²
XC4	C25/30	25	30

5.5.3 Agentes adicionais

5.5.3.1 Para concreto e grauteamento – também para estabelecer qualquer reforço na posição – somente aditivos conforme item 5.5.2.1 e exibindo um símbolo de teste válido, e somente conforme as condições mencionadas no certificado de teste.

5.5.3.2 Cloretos, substância contendo cloreto ou outras substâncias, acelerando a corrosão do aço, não devem ser adicionadas para reforçar o concreto, assim como concreto e argamassa em contato com concreto reforçado

5.5.4 Conteúdo mínimo do grauteamento (Conforme norma DIN 1045-2)

Permitido para ligas

Classe de resistência à compressão mínima	Conteúdo mínimo de cimento kg/m ³ do concreto compactado	Valor de água no cimento (WZ) para espessura até 0,40 m
C 25 / 30	270	* W / Z ≤ 0,60

* Proporção da quantidade de água / cimento

5.5.5 Após a cura completa do grauteamento, repetir o alinhamento conforme item 5.4.4.

5.6 Conectando a tubulação

A conexão das tubulações à bomba deve ser executada sem que se produzam tensões. Às tensões que se transmitem desde as tubulações, e passando pela bomba chegam à base/fundação e podem exercer uma influência desfavorável sobre o nivelamento e alinhamento do grupo moto bomba, e consequentemente sobre a operação da máquina.

As dimensões da tubulação de sucção e sua instalação devem ser hidráulicamente favoráveis. Para isso devemos sempre procurar que os raios de curvatura da tubulação sejam grandes, os diâmetros nominais amplos, e o conjunto de válvulas bem dimensionados. Deve ser evitado as reduções bruscas no diâmetro, os cotovelos com segmento soldados, assim como as rebarbas de solda no interior da tubulação.

Antes da 1ª partida em instalações novas, é necessário limpar todos os depósitos, tubulações e conexões.

Com frequência as rebarbas, pingos de solda e outros não se desprendem antes de um certo tempo. Sua entrada na bomba pode ser evitada instalando-se um filtro dentro da tubulação de sucção. A área de passagem livre deste filtro deve ser 3 vezes maior que a área da seção da tubulação, a fim de que não se apresente resistência excessiva (perda de carga) quando eventualmente bloquear a passagem de corpos estranhos.

Para esta aplicação têm dado bons resultados os filtros em forma cônica, com malha de arame (fig. 12), os quais devem ser fabricados com material resistente à corrosão. Durante o período de partida da bomba é necessário observar a pressão de sucção.

Quando se observar uma queda na altura manométrica é porque provavelmente houve um entupimento do crivo, neste caso é necessário executar a sua limpeza. A perda de carga na linha não deve exceder 3m.

Nota: A perda de carga máxima na linha de sucção não deverá exceder a 2 mca.

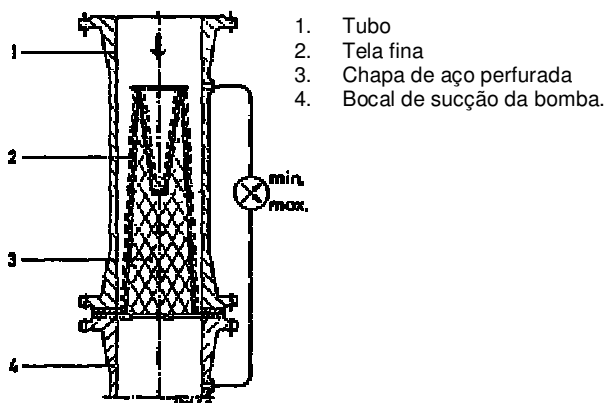


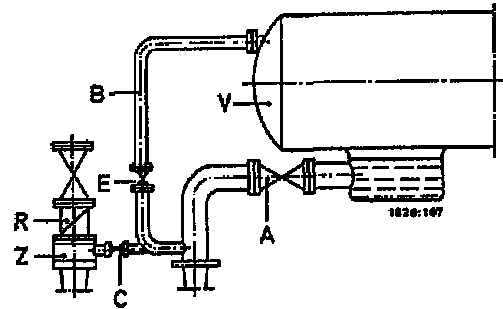
Figura 12

5.7 Compensação de vácuo

Caso a bomba succione de um reservatório sob vácuo é recomendável a instalação de tubulação de compensação de vácuo. A tubulação deve ter um diâmetro nominal mínimo de 25 mm e deve ser

conectada acima do máximo nível admissível para o líquido no reservatório.

Uma união adicional entre a boca de descarga da bomba e a linha de compensação de vácuo, incluindo a válvula de fechamento, facilitará a desaeração da bomba antes da partida (ver fig. 13).



- A Válvula de fechamento principal - sucção
- B Tubulação de compensação de vácuo
- C Válvula de fechamento – à prova de vácuo
- E Válvula de fechamento – à prova de vácuo
- R Válvula de retenção – lado de recalque
- V Reservatório sob vácuo
- Z Peça intermediária de sucção

Fig. 13 – Tubulação de sucção e tubulação de compensação de vácuo

5.8 Conexões auxiliares

As conexões auxiliares (refrigeração, vedação, etc.) necessárias para o perfeito funcionamento da bomba, devem ser verificadas e executadas em conformidade como demonstrado nos desenhos de conjunto, plano de tubulações e demais documentos do fornecimento.

5.9 Líquido de equilíbrio

O fluxo da linha de equilíbrio (QE) são dados como valores médios de várias medições.

Referem-se a velocidade da bomba à 2900 1/min, 50 Hz e pode ser convertido de forma linear para outras velocidades.

O retorno da linha de equilíbrio à sucção ou tanque de alimentação é dependente da temperatura do produto, número de estágio e o NPSH disponível.

Em caso de pressão variável do desaerador, o retorno do líquido de equilíbrio deve ser efetuado, por princípio, ao reservatório de alimentação.

A velocidade do fluxo na tubulação de retorno do líquido de equilíbrio não deve exceder a 5 m/s.

Para retorno do líquido de equilíbrio ao reservatório de alimentação, a pressão do mesmo deve ser de no mínimo 0,5 kgf/cm² superior à pressão de sucção da bomba, não devendo exceder à 2,5% da pressão diferencial adicionada à pressão de sucção da bomba. Caso a linha de retorno tenha comprimento superior a 10 metros deve-se aumentar o diâmetro dos tubos para o próximo diâmetro nominal maior (ver desenho em corte anexo ao data book do produto, para identificar as conexões 14 A e E).

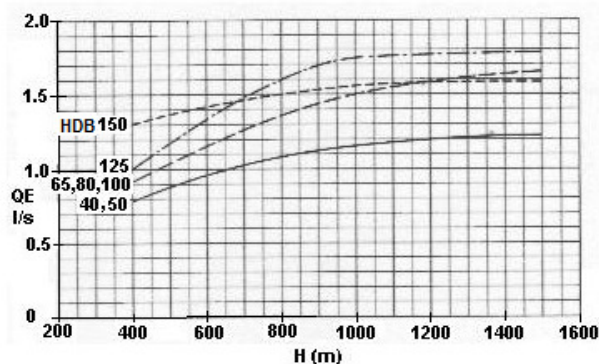


Figura 14 – Vazão nominal do líquido de equilíbrio

5.10 Tubulação de extração

Se a bomba possui flange de extração de fluxo em um ou mais corpos de estágios, deve ser assegurado que ele ou eles estejam sempre abertos durante a operação, a fim de garantir parte do fluxo de operação mínimo necessário para a bomba.

5.11 Proteção do acoplamento

Segundo as prescrições para prevenção de acidentes, a bomba deve funcionar somente caso a proteção do acoplamento tenha sido montada e fixada.

6. Acessórios

6.1. Válvula de vazão mínima

Quando se reduz a vazão de trabalho da bomba não se reduz na mesma medida a potência necessária, e pelo contrário é relativamente alta, inclusive com uma vazão igual a zero. Esta potência absorvida se transforma dentro da bomba em calor, de maneira que se aquece o líquido em seu interior. Com o objetivo de que não se produza evaporação, tem-se que recircular uma determinada vazão mínima.

O valor de vazão mínima contínua de operação é 50% da vazão no BEP (ponto de melhor rendimento) e encontra-se informado na folha de dados da bomba.

Geralmente a derivação da vazão mínima será assegurado através de uma válvula automática (fig. 15). Caso a válvula de vazão mínima tenha sido fornecida, favor consultar o respectivo manual de instruções, o qual segue junto com a documentação do fornecimento.

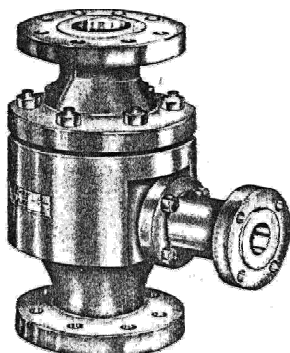


Figura 15 – Válvula de vazão mínima

6.2. Instrumentos de medição

Nosso escopo de fornecimento compreende normalmente os seguintes instrumentos de medição:

- Manômetro para pressão de sucção
- Manômetro para pressão de descarga
- Manômetro para circuito do líquido de equilíbrio
- Manômetro para circuito de vazão mínima
- Manômetro para extração intermediária (se aplicável)
- Termômetro para controle de temperatura dos mancais

6.3. Acoplamento

Os acoplamentos de engrenagem são recomendados para altas velocidades, eixo flutuantes e bombas de alta pressão.

Os modelos com disco de folgas são recomendados para as aplicações com motores com mancais de deslize.

6.3.1. Montagem

6.3.1.1. Cuidado

Todas as partes do acoplamento, especialmente as superfícies de junta e as partes dentadas deverão ser cuidadosamente limpas.

Esquentar o cubo num banho de óleo ou estufa a 135 °C. Não repousar os dentes da engrenagem no fundo do recipiente ou aplicar chama direta nos dentes da engrenagem.

Usar um lubrificante recomendado pelo fabricante da luva elástica.

Preencher com graxa os dentes da tampa e untar levemente com graxa os vedadores antes da montagem.

6.3.1.2. Montagem das partes do acoplamento

Colocar as tampas dentadas com os anéis de vedação sobre os eixos antes da montagem dos cubos como mostra a figura 16. Instalar os cubos em seus respectivos eixos de modo que a face de cada cubo fique rente com a extremidade do seu eixo. Posicionar equipamento em alinhamento aproximado, com distância aproximada entre eixos.

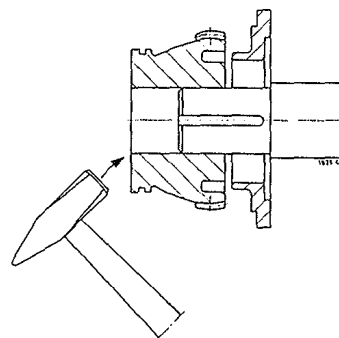


Figura 16

6.3.1.3. Folgas e alinhamento angular

Usar um micrômetro interno como mostrado na figura 17 medir a distância entre eixos e intervalos de 90°. A diferença entre a mínima e a máxima medida não deverá exceder ao limite angular especificado na tabela 02.

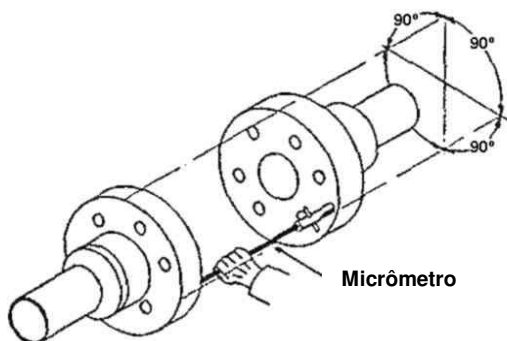


Figura 17

6.3.1.4 Alinhamento paralelo

Alinhar até que uma régua assente em esquadro (ou dentro dos limites especificados na tabela 02). Sobre ambos os cubos como mostra a fig. 18 e também a intervalos de 90 graus. Verificar com calibre de lâminas. O vão livre não pode exceder ao desvio limite especificado na tabela 02. Apertar todos os parafusos fortemente e repetir as etapas 3 e 4. Realinhar o acoplamento se necessário. Engraxar os dentes do cubo.

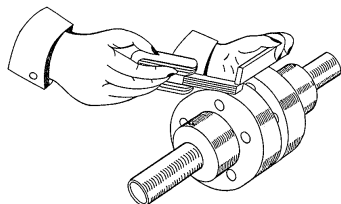


Figura18

6.3.1.5. Montagem e lubrificação

Verificar na tabela 02 a quantidade de graxa necessária. Encher os dentes com graxa, untar levemente os vedadores com graxa e inserir guarnição. Parafusar tampa e guarnição no cubo rígido e aplicar torque nos parafusos. Remover os bujões de cada tampa e completar com graxa ambas as tampas até que transborde pelo furo aberto e recolocar todos os bujões.

PONTOS DE LUBRIFICAÇÃO

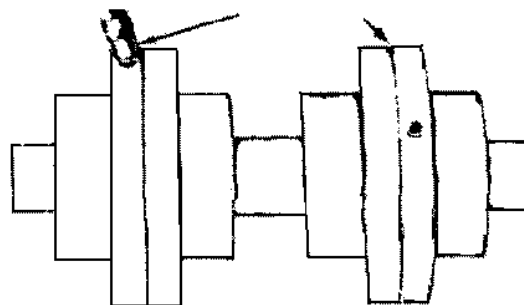


Figura 19

Para determinação de distância entre eixos, medir todo o eixo flutuante ou comprimento do espaçador de flange a flange.

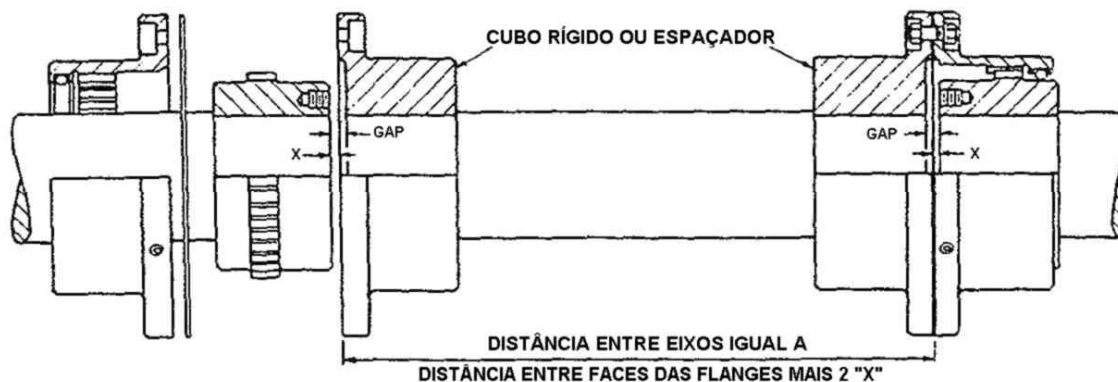


Figura 20

Tamanho		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70
Folga – mm		4	4	4	5	5	6	8	9	9	9	9	13
Dimensão "x" – mm		2	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	5
Aperto do parafuso Com torque, Kg x cm	G 31 e G 51	85	155	155	380	380	765	765	765	1350	1350	....	....
	G 32 e G 52	80	160	330	650	650	1170	1170	1170	1300	1300	1300	1960
Graxa Peso Kg	Fig.20: Acoplamento, cada extremidade	0,015	0,03	0,09	0,12	0,17	0,23	0,40	0,54	0,79	0,96	1,68	3,15
	Fig.20: Espaçador, no comp. Kg x m	0,015	0,015	0,015	0,03	0,03	0,06	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	Fig. 20 Acoplamento sem espaçador	0,03	0,06	0,17	0,23	0,34	0,45	0,79	1,07	1,58	1,58	3,45	6,30
Tamanho do parafuso de extração do cubo de engrenagem – UNC (pol.)		....	....	5/16"-18	3/8"-16	1/2"-13	5/8"-11	3/4"-10	3/4"-10	3/4"-10	3/4"-10	7/8"-9	1"-8

Tabela 02 – Dados de instalação do acoplamento

ATENÇÃO: Os limites de alinhamento da bomba e do acionador são indicados no item 5.4.4 até 5.4.8.2.

7. Comissionamento, partida e parada

7.1. Verificações preliminares de comissionamento

A fim de prevenir-se da ocorrência de qualquer falha antes da colocação do equipamento em marcha, recomendamos a análise e preenchimento do "check-list" do Anexo I.

7.1.1. Lubrificação

Verificar a lubrificação dos mancais e acoplamento estando seguro de que a quantidade e o tipo de lubrificante estejam conforme especificado. Veja item 9.1.3. para verificar os detalhes da lubrificação tais como quantidade, tipo de óleo, etc.

7.1.2. Vedação do eixo

Verifique a vedação do eixo conforme item 9.1.4.

7.1.3. Enchimento da bomba e verificações complementares

Antes da partida, a bomba e a tubulação de sucção devem estar adequadamente desaeradas e totalmente preenchidas com o líquido a ser bombeado. A válvula de isolamento da tubulação de sucção deve estar totalmente aberta.

Todas as conexões auxiliares previstas e aplicáveis ao fornecimento (selagem, vedação, resfriamento, etc.) devem estar completamente abertas e com seu fluxo controlado.

A válvula de fechamento da linha de compensação de vácuo "E" (se aplicável) deve estar aberta e fechar a válvula de fechamento "C" a prova de vácuo (veja figura 13).

7.1.4. Comprovação do sentido de rotação

O sentido de rotação deve corresponder ao indicado pela seta disposta sobre a bomba. O sentido de rotação do motor já deve ter sido verificado com o equipamento desacoplado, e deve ser verificado

novamente partindo-se o conjunto moto bomba por um breve instante, parando-a imediatamente após. Montar a proteção do acoplamento.

7.1.5 Comissionamento

Se o comissionamento levar mais de 5 meses após a instalação, as seguintes verificações devem ser repetidas:

1. Assegurar-se que os acoplamentos estão perfeitamente alinhados.
2. Verificar se a tubulação principal está conectada livre de tensões.
3. Com acoplamento dentado deve ser possível o deslocamento deste na direção axial.
4. Retire os mancais da bomba, limpe e troque (veja a secção "Desmontagem da bomba").
5. Verifique a vedação do eixo.
6. Verificar os equipamentos de medição e monitoramento.
7. Se o acionador é um motor elétrico, verifique o sentido de rotação do conjunto ligando e desligando imediatamente.
O sentido de rotação deve estar de acordo com a seta no corpo da bomba.
8. Siga as instruções de partida para acionamento por turbina.

7.2. Partida

7.2.1. Geral

A partida da bomba deve ser efetuada sempre contra a válvula de recalque fechada, (se aplicável, fechar também a válvula da extração intermediária). Abrir a válvula de descarga somente após a bomba ter atingido sua velocidade nominal de operação e ajustar o ponto de operação através desta válvula. Controlar a perda de pressão na linha de sucção por meio de um manômetro de pressão diferencial, certificando-se que esta perda de pressão não deve exceder a 2m.

7.2.2. Partida com turbina

Caso o acionador seja uma turbina à vapor certas recomendações devem ser observadas.

- Turbinas com partida "rápida".
São as turbinas preparadas para partida imediata, ou seja, encontram-se aquecidas por meio da linha de "by-pass" do escape ou outro meio qualquer e estão prontas para entrar em operação.
Quando acionadas devem subir sua rotação até a rotação nominal da bomba, ou pelo menos, até a sua rotação mínima.
- Turbinas com partida "lenta"
São turbinas que necessitam ser pré-aquecidas para partir, ou seja, não possuem meios para manter-se aquecidas quando em "stand-by".
Nesta situação o pré-aquecimento ou a 1ª partida da turbina deve ser feita desacoplada da bomba e pode-se assim ir elevando-se gradativamente a rotação da mesma até atingir-se a temperatura desejada.

Em hipótese alguma deve se acoplar a bomba e manter-se a turbina no denominado "giro lento" para efeito de manter a turbina aquecida e pronta para partida.

O denominado "giro lento" é uma condição de operação da turbina em rotação bastante baixa e abaixo da rotação mínima indicada para a bomba e têm um efeito desfavorável para o sistema de disco e contra-disco de compensação axial da bomba.

Portanto, nestas situações recomenda-se ao fabricante da turbina que disponibilize algum meio de manter a turbina aquecida, que não rotacione a bomba em baixas rotações.

Estando a turbina aquecida e no ponto para partida a mesma deve subir sua rotação até a rotação nominal da bomba, ou pelo menos, até sua rotação mínima.

7.2.3. Partida com motor elétrico

Caso o acionador seja um motor elétrico deve-se atentar para o tipo de partida, de modo a evitar-se que a bomba opere em uma faixa de rotação abaixo da mínima indicada.

A melhor condição é partir o motor elétrico até atingir sua rotação plena rapidamente.

Caso seja utilizado inversor de frequência deve-se observar a rotação mínima indicada para a bomba a ser alcançada diretamente.

No caso de partida com soft-starter, chave compensada ou estrela-triângulo deve ser feito ajuste para atingir a rotação mínima do equipamento em não mais que 10 segundos

7.3. Parada

Feche a válvula de recalque (se aplicável, fechar também a válvula de extração intermediária). Caso exista uma válvula de retenção na linha de recalque, a válvula de fechamento pode permanecer aberta desde que haja uma contrapressão suficiente.

Desligar o acionador e verificar que a bomba tenha giro até sua total parada suave, isento de perturbações e silencioso.

Caso a bomba venha a permanecer parada no local instalado por longo tempo, fechar a válvula de fechamento da linha de sucção.

Nas bombas cuja alimentação do fluido bombeado seja proveniente de reservatório sob vácuo, a vedação do eixo deve ser efetuada por líquido de selagem mesmo quando a bomba estiver parada.

Em casos de locais sujeitos a geadas e/ou paradas prolongadas, a ser drenados e salvaguardá-los contra congelamento.

No caso de acionamento com inversor de frequência ou soft-starter a parada deverá ser imediata, a existência de rampas de desaceleração são extremamente danosas ao sistema de equilíbrio da bomba.

8. Supervisão Durante Operação / Manutenção Preventiva

Dependendo da disponibilidade de mão-de-obra e da responsabilidade da bomba instalada, recomendamos as supervisões descritas a seguir, sendo que em caso de anormalidade o responsável pela manutenção deve ser imediatamente avisado.

8.1. Supervisão durante a operação

A bomba deve funcionar de forma suave e uniforme em todos os momentos.

A bomba não deve funcionar a seco.

A operação prolongada contra uma válvula de descarga fechada (>10 min.) deve ser evitada, mesmo que o sistema de fluxo mínimo esteja em operação (cavitação parcial irá desgastar a válvula de fluxo mínimo).

A temperatura do rolamento pode se superior a temperatura ambiente até 50°C, mas não ultrapassar 80°C.

Verifique a posição do conjunto girante usando o indicador de posição (ver item 9.1.1).

As válvulas de retenção nas linhas de recalque devem permanecer abertas durante a operação.

Ver item 9.1.4 para maiores detalhes do monitoramento de vedação do eixo.

Verifique as pressões das linhas de sucção e recalque assim como as temperaturas de ambos.

Verifique o fluxo líquido de refrigeração e temperatura (se aplicável). A diferença máxima entre a temperatura de entrada e saída é de 10°C. Recomenda-se registrar essas informações em um diário de bordo.

Bombas de reservas devem ser acionadas e imediatamente desligadas uma vez por semana para mantê-las operacionais. Verifique também a integridade das conexões auxiliares. Os elementos de acoplamento flexível devem ser regularmente verificados e substituídos, logo que apresentem sinais de desgaste.

Equipamentos de medição

Os flanges de sucção e descarga de cada bomba deve ser equipada com medidor de pressão e termômetro tendo disponível uma faixa de pressão e temperatura envolvida, adicionalmente uma válvula na tubulação do medidor de pressão.

Quando as condições da linha de sucção exigir, o flange de sucção deve ser equipado com manovacuômetro (equipamentos adicionais de medição estão disponíveis sob consultas).

8.2 Supervisão Semanal

Verificar:

- a) Ponto de operação da bomba.
- b) Corrente consumida pelo motor e o valor da tensão da rede.
- c) Pressão de sucção.

d) Vibrações e ruídos anormais.

e) Nível de óleo.

f) Vazamento das gaxetas.

g) Posição do pino de controle do desgaste do dispositivo de equilíbrio do empuxo axial.

ATENÇÃO!

Substituir imediatamente o dispositivo quando o pino atingir a marca mais próxima da bomba.

h) Existindo bomba de reserva instalada, a mesma deve ser colocada em operação semanalmente.

8.3 Supervisão Mensal

Verificar:

- a) Intervalo de troca de óleo. Vide item 9.1.3.4.
- b) Temperatura dos mancais. Vide item 9.1.2.
- c) Controlar a temperatura do líquido de resfriamento. Vide item 9.1.4.

8.4 Supervisão Semestral

Verificar:

- a) Parafusos de fixação da bomba, do acionador e da base.
- b) Alinhamento do conjunto bomba-acionador.
- c) Lubrificação do acoplamento (quando aplicável).
- d) Substituir o engaxetamento se necessário.
- e) Dispositivo de proteção contra operação inferior à vazão mínima.
- f) Recalibração dos instrumentos de medição.

8.5 Supervisão Anual

Desmontar a bomba para manutenção. Após limpeza inspecionar minuciosamente o estado de todas as peças.

Nota: Em instalações com boas condições de operação e líquido bombeado não agressivo, os materiais da bomba e a supervisão anual poderá ser bianual.

8.6. Lubrificação

Controlar a lubrificação dos mancais e do acoplamento com respeito a qualidade e fluxo, segundo o indicado no item 9.1.3.

9. Instruções e recomendações especiais

(para número de peças veja desenho do fornecimento).

9.1. Descrições

9.1.1 Dispositivo indicador da posição do conjunto girante

O indicador de posição (623.1) do dispositivo está rosqueado na tampa do mancal (361) do lado do recalque e está dotado de duas marcas que se encontram em posição perpendicular ao eixo da bomba. A marcação do lado externo mostra a posição do conjunto girante da bomba em operação normal quando os dispositivos de compensação do empuxo hidráulico axial (601 e 602) estão em condições de "novos".

A marcação do lado da bomba (a uma distância de 2,0 mm da marcação do lado externo) indica o desgaste máximo admissível do dispositivo de compensação do empuxo hidráulico axial.

Quando o extremo do pino de controle (624) coincide com a marcação do lado da bomba sobre o indicador de posição (623.1) isto significa que o grau de desgaste atingiu ao máximo permissível e que os componentes do dispositivo de compensação do empuxo hidráulico (601 e 602) devem ser trocados por novos (figs. 21 e 22).

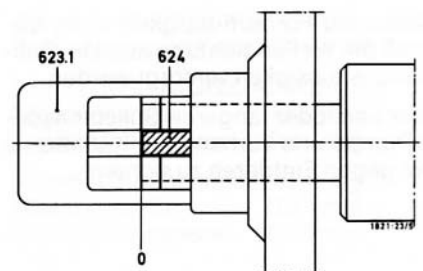


Figura 21 – Posição normal do conjunto girante

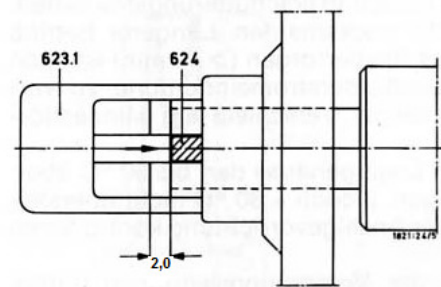
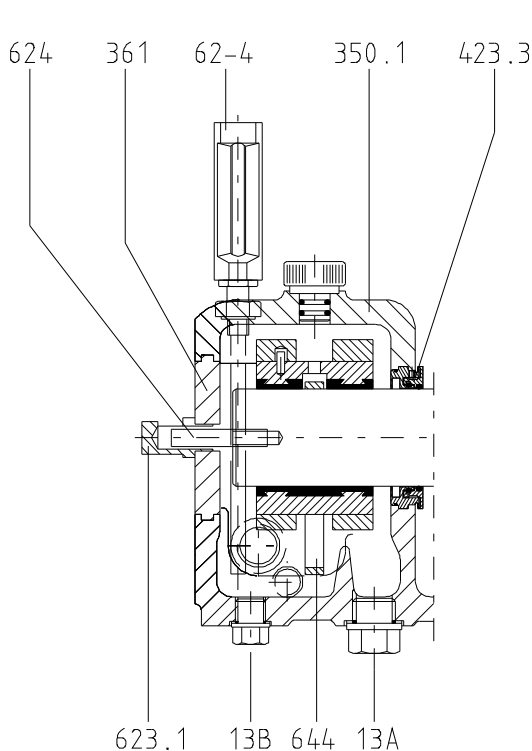
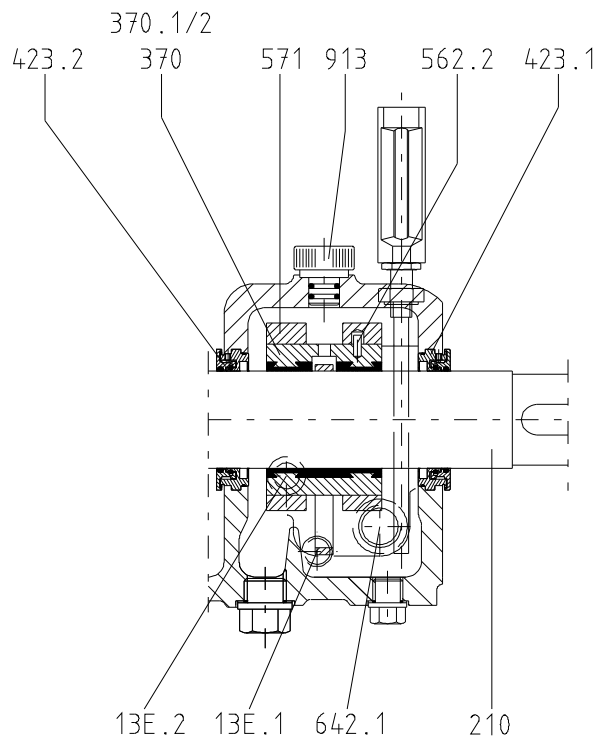


Figura 22 – Nesta posição do conjunto girante, parar a bomba

9.1.2. Arranjo dos mancais



Lado não acionado



Lado acionado

Figura 23 A – Estrutura do mancal

NR. PEÇA	DENOMINAÇÃO
210	Eixo
350.1	Corpo de mancal
361	Tampa do mancal
370	Casquilho de mancal
370.1/2	Casquilho de mancal
423.1/.2/.3	Isolador de mancal
507.1	Anel centrifugador
562.2	Pino
571	Abraçadeira
623.1	Indicador de posição
624	Pino atuação
62-4	Termômetro
642.1	Indicador de nível
644	Anel lubrificador
913	Respiro
13 A	Saída de óleo
13 B	Saída de óleo
13 E	Entrada de óleo
7A	Saída de refrigeração
7E	Entrada de refrigeração
8B	Dreno da caixa de gaxeta
4M	Conexão para controle de temperatura

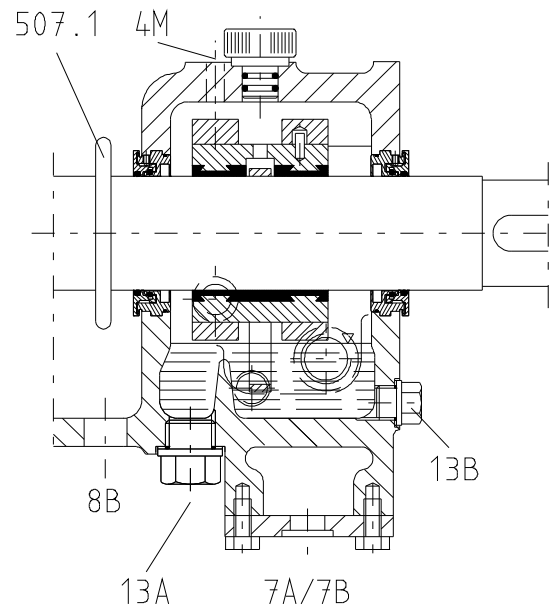


Figura 23 B – Caixa de mancais com refrigeração

O eixo (210) é suportado radialmente por dois mancais de deslize (370).

Os casquilhos de mancal são fixados através das abraçadeiras (571), no corpo de mancal (350.1).

Para lubrificação por óleo sob pressão proveniente de central externa são utilizadas as conexões 13 A e 13 E2. O corpo de mancal (350.1) deve ser refrigerado caso a temperatura do fluido bombeado seja superior a 150 °C, ou caso a temperatura ambiente seja mais elevada que 45 °C, utilizando-se as conexões 7A e 7B conforme figura 23B.

Para produtos com temperaturas acima de 200°C, os mancais devem ser sempre refrigerados.

9.1.3. Lubrificação

9.1.3.1. Lubrificação por óleo

- a) Lubrificação com banho de óleo e anel pescador (veja figura 23A e 23B)

Para a lubrificação com anel pescador a parte inferior do corpo de mancal (350.1) deve estar cheia de óleo até que o anel esteja imerso no mesmo e que garanta uma lubrificação segura dos mancais depois das primeiras voltas do eixo.

Para a verificação do nível de óleo é previsto um visor de nível de óleo (642.1).

Verifique a tabela 03 para obter o volume de óleo por mancal.

- b) Lubrificação com óleo sob pressão


A alimentação de óleo para os mancais durante a operação pode ser proveniente de uma central de lubrificação separada ou desde a turbina de acionamento, turbo-variador hidráulico ou caixa de engrenagens.

A bomba de óleo da central de lubrificação, ou uma bomba de óleo auxiliar para os casos de alimentação desde a turbina ou outro equipamento, deve lubrificar a bomba principal antes da partida e continuar a lubrificação inclusive depois que a bomba principal tenha sido desligada durante o período de rotação por inércia até a parada.

A descrição da central de lubrificação forçada, se aplicável, encontra-se em documentação específica fornecida com o data-book do equipamento.

Veja a tabela 03 para obter o consumo de óleo.

9.1.3.2. Qualidade do óleo

Designação	Óleo lubrificante CLP 46 DIN 51 517 ou HD 20W / 20 SAE
Símbolo para DIN 51 502	
Viscosidade cinemática à 40 °C	46 + / - 4 mm ² /s
Ponto de fulgor (conf.Cleveland)	+ 175 °C
Ponto de solidificação (pour point)	- 15 °C
Temperatura de aplicação ¹⁾	Maior que a temperatura permitida no mancal

¹⁾ Para temperatura ambiente abaixo de 10°C outro tipo de lubrificação disponível deve ser usado

9.1.3.3 Quantidade de óleo

Tamanho construtivo	Mancal de deslize			Acessório – dispositivo de compensação do empuxo axial ³⁾		
	Diâmetro interno x comprimento (mm)	Volume de óleo por mancal (l) ¹⁾	Consumo de óleo sob pressão (l/min) ²⁾	Com mancal de rolamento		Consumo adicional de óleo sob pressão para mancal axial de segmentos (l/min) (Ver figs. 41A e 41B)
				Execução do mancal (Veja fig.40) DIN 628	Volume do óleo (l)	
40/50	35 x 50	0,40	2	Rolamento de esferas com contato angular 3309-C3	0,2	6
65	45 x 60	0,40	3	Rolamento de esferas com contato angular 3310-C3	0,4	6
80	45 x 60	0,40	3			6
100	50 x 60	0,50	4			8
125	65 x 75	0,70	6			10
150	75 x 85	1,30	8			10

Tabela 03: Tamanhos de mancal e volume de óleo / consumo

Observações: ¹⁾ Para lubrificações com banho de óleo e anel pescador

²⁾ Para lubrificação com óleo sob pressão

³⁾ Para construção com dispositivo de compensação do empuxo axial veja item 9.4.6.

9.1.3.4. Períodos de lubrificação e de troca de óleo

Para lubrificação em banho de óleo com anel pescador a primeira troca de óleo deve ser efetuada com aproximadamente 300 horas de serviço e todas as outras trocas subsequentes, a cada 3000 horas de serviço.

Para lubrificação com óleo sob pressão a quantidade e qualidade do óleo no reservatório da central de lubrificação deve ser controlada a cada mês. Trocar a cada 8000 horas de serviço.

9.1.3.5. Tubulações de óleo para lubrificação sob pressão

As tubulações de alimentação de óleo devem ser conectadas às conexões de entrada e saída dos mancais da bomba na obra, durante a instalação e seguindo os desenhos do fornecimento.

As tubulações de retorno devem ser instaladas com inclinação de aproximadamente 2 graus em direção ao reservatório.

ATENÇÃO

A conexão das tubulações deve ser executada de tal forma a deixá-las isentas de tensões.

a) Limpeza das tubulações de óleo

Desrosquear todos os pontos de conexão e fechar um dos lados das tubulações de óleo.

Preencher cuidadosamente os tubos com ácido clorídrico inibido.

(Atenção! O ácido se aquece e pode respingar ou formar espuma).

Preparação do Ácido Clorídrico inibido:

Ao ácido clorídrico técnico de 30-37% encontrado no comércio deve-se adicionar 13 gramas de resina Brindi por Kg diluindo-se a mistura em 6 volumes adicionais de água (por exemplo: para 50 Kg de ácido clorídrico se adicionam 650 gramas de resina Brindi e se diluem com 300 litros de água). Pode empregar-se também outros inibidores, devendo ter-se em conta as quantidades de composição dependentes da classe do inibidor.

A duração da decapagem é de aproximadamente 4 horas a 20 °C.

Logo após retirar o ácido e lavar as tubulações com água fria. Os restos de ácido se neutralizam com uma solução de soda a 0,5% (500 gramas de soda / 100 litros de água). Depois de um tempo de reação de 1 a 2 horas, retirar a solução de soda e lavar novamente com água. Imediatamente após, soprar com ar quente, secar e revesti-las com o óleo a ser usado em serviço.

ATENÇÃO

Ao trabalhar com ácido clorídrico é obrigatório o uso de máscaras protetoras e de luvas de proteção e em caso de ácido concentrado deve-se usar máscara respiratória.

Misturar cuidadosamente o ácido clorídrico na água, não o contrário.

b) Lavagem dos circuitos de óleo

Antes da primeira partida, depois de trabalhos de reparo ou depois de longas paradas, efetuar com a bomba de óleo a lavagem das tubulações de óleo durante várias horas, limpando os filtros do circuito.

Esta lavagem deve ser efetuada estando desmontados os casquilhos de mancal (370). Depois de terminada a lavagem, controlar o óleo no reservatório quanto à limpeza e se necessário, limpá-lo ou trocá-lo.

Limpar cuidadosamente com óleo de lavagem os corpos de mancal, depois de terminada a lavagem do circuito, e antes da montagem dos casquilhos de mancal.

Efetuar a lavagem de óleo imediatamente antes da colocação em serviço.

9.1.4. Vedação do eixo

A vedação do eixo é feita por engaxetamento. A modificação posterior, para outros tipos de vedação, é possível. Peças de substituição e trabalhos de reparos exigem prévia consulta ao fabricante da bomba.

9.1.4.1. Gaxeta

No caso de bombeamento de produtos com temperaturas de -5 até 105 °C não haverá necessidade de resfriamento da gaxeta HW (HW = água quente). Com temperaturas de produtos a bombear de 105 até 150 °C, o resfriamento da gaxeta é necessário (conexões 7E.1/7A.1); com temperaturas acima de 150 °C, deverá ser resfriado adicionalmente também o aperta-gaxeta (ligação 7E.2/7A.2). Vide fig. 25 e 25A.

A figura 24 mostra o fluxo necessário para o líquido de resfriamento. Foi admitido, nesta monograma, um aquecimento de $\Delta t = 10$ °C do líquido de resfriamento. Caso o diferencial de temperatura Δt seja diferente, o fluxo do líquido de resfriamento sofrerá alteração, segundo fórmula abaixo:

$$10 \cdot Q$$

----- = fluxo efetivo do líquido de resfriamento

$$\Delta t$$

A temperatura do líquido de resfriamento não deverá exceder nas saídas dos pontos de refrigeração, a 50°C. Os valores da monograma incluem 10% para resfriamento do aperta-gaxeta.

Para o resfriamento dos mancais, adicionar 10%.

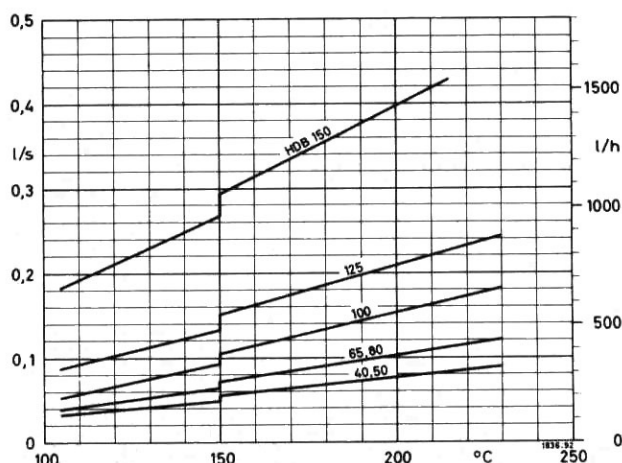


Figura 24 – Fluxo do líquido de resfriamento

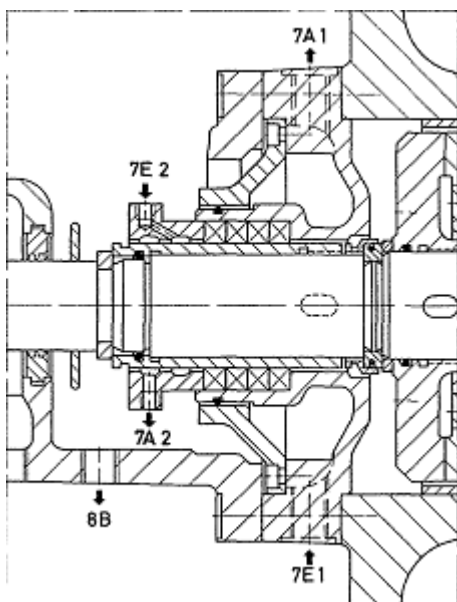


Figura 25 – Engaxetamento em execução HW

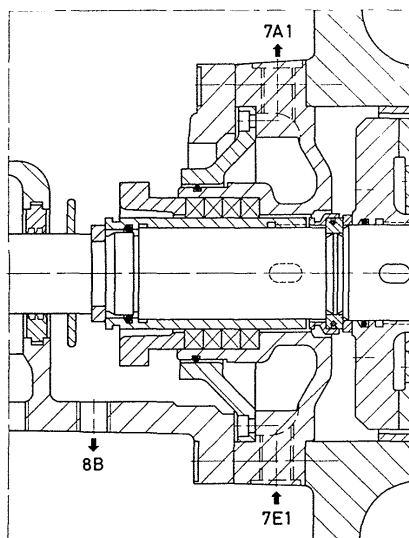


Figura 25A – Engaxetamento em execução HW com apertagem resfriada

9.1.4.2. Engaxetamento da câmara de vedação

Na escolha da gaxeta deverá ser observada, impreterivelmente, a sua compatibilidade com o produto a bombear. Utilizar, por princípio, material de engaxetamento novo.

Com pressões de sucção superiores a 15 bar é recomendável a pré-prensagem individual das gaxetas. (O dispositivo para este fim poderá ser fornecido, a pedido). A pressão da pré-prensagem é de 50 bar.

A câmara de engaxetamento e as buchas protetoras do eixo deverão ser limpas criteriosamente e untadas com disulfeto de molibdênio. Introduzir os anéis de gaxeta individualmente, prensando-os para o interior por meio do aperta-gaxeta. Dispor os cortes dos anéis de gaxeta sempre defasados em aproximadamente 90 °C (Vide fig. 26). Observar que haja guia suficiente para o aperta-gaxeta.

Prensar apenas suavemente os anéis de gaxeta introduzidos, através do aperta-gaxeta e respectivas porcas. Deslocar as porcas e reapertá-las manualmente. Controlar, sob pressão do líquido de entrada, se o aperta-gaxeta assenta uniformemente, utilizando-se de um apalpador.

ATENÇÃO

Toda gaxeta deverá pingar levemente durante o funcionamento.

Volume de gotejamento, de 2 até 3 l/h.

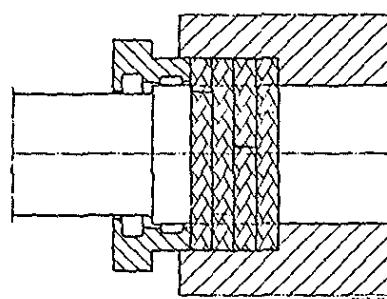


Figura 26 – Engaxetamento

Tamanhos	Câmara de engaxetamento (mm)	Quantidade dos anéis	Dimensões do cordão de gaxeta por câmara (mm)
40 e 50	Ø 45/ Ø 65 x 45	4	10 x 10 x 850
65 e 80	Ø 66/ Ø 90 x 50	4	12 x 12 x 1000
100	Ø 70/ Ø 95 x 50	4	12 x 12 x 1100
125	Ø 80/ Ø 115 x 53	4	12 x 12 x 1300
150	Ø 101/ Ø 125 x 53	4	12 x 12 x 1450

Tabela 04 – Medidas para câmara de engaxetamento e o cordão de gaxeta

9.2. Prescrições e indicações básicas

ATENÇÃO

Antes do início da desmontagem deve-se ter absoluta segurança de forma a prevenir qualquer possibilidade de ligação accidental. As válvulas nas tubulações de sucção e recalque deverão estar fechadas. O corpo da bomba deverá ter atingido a temperatura-ambiente, não estar sob pressão e se achar vazio.

Retirar a graxa, protetor do acoplamento e separar o acoplamento (ver secção 6.3 "Acoplamento").

Retirar, caso existam os espaçadores.

Extrair as gaxetas.

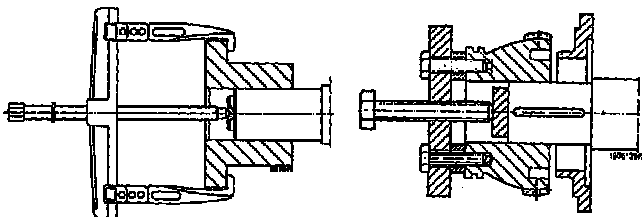
Controlar o alinhamento da bomba junto ao acoplamento e anotar o resultado (ver secção 5.44 até 5.4.8.2)

Desmontar, segundo necessidade, as tubulações adutoras. Executar a desmontagem e a montagem somente tendo à mão os desenhos em corte correspondentes.

9.3. Desmontagem

9.3.1. Mancal lado livre

1. Desrosquear o indicador (623.1) e o pino (624) referente a posição do conjunto girante, caso aplicável. Na execução com dispositivo de alívio do empuxo axial e bomba de engrenagem acoplada ao eixo, tal indicador e pino não existem.
2. Caso aplicável, remover a bomba de engrenagem (632) e a peça de junção (145) do eixo da bomba soltando as porcas (920.9).
3. Remover o dispositivo de compensação do empuxo axial soltando os prisioneiros (902.4) do corpo de mancal (350.2), quando este acessório estiver incluso na bomba.
4. Deslocar e retirar as porcas de fixação da caixa do mancal superior (350.1).
5. Retirar as partes superiores da caixa de mancal (350.1).
6. Deslocar e retirar a abraçadeira do mancal (733).
7. Retirar a tampa do mancal (361), caso aplicável.
8. Desmontar o casquilho de metal patente superior (370), anéis de lubrificação (644) e manter os isoladores de mancal (423) no eixo.
9. Verificar a elevação do conjunto girante conforme secção 9.4.8.
10. Retirar os mancais patente (370).
11. Deslocar as portas (920.2) e os parafusos (902.1), extrair os pinos cônicos (560.2) e retirar os corpos de mancais (350.1).
12. Manter o anel centrifugador (507.1) no eixo.



9.3.2. Mancal lado acoplado

1. Proceder à desmontagem conforme itens 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 acima
2. Extrair a metade do cubo do acoplamento com auxílio do dispositivo (fig. 27).

9.3.3. Vedação do eixo

1. Retirar os aperte gaxeta (452.1/2) ou as sobrepostas caso a vedação seja feita por selos mecânicos
2. Retirar a câmara de engaxetamento (451) e tampa da câmara de resfriamento (165).

Tamanho 40 e 50

3. Deslocar a luva protetora do eixo (524.1/2) e extraí-la do eixo (210), sob observância da rosca – direita e esquerda, respectivamente

Tamanhos 65 a 150

4. Retirar o anel elástico (932.3) e extrair a luva protetora do eixo (524.1).

Tamanhos 65 a 125

5. Retirar a chaveta do lado de sucção e extrair do eixo a bucha distanciadora (525.1).

9.3.4. Dispositivo de equilíbrio

Tamanho 40 e 50

1. Extrair o disco de balanceamento (601), usando um extrator.

Tamanhos 65 a 150

2. Extrair o anel de encosto (505.1) e retirar o anel bi-partido (501).
3. Extrair o anel distanciador (504.1).
4. Extrair o disco de equilíbrio (601) com o dispositivo de extração (fornecido se solicitado)
5. Caso necessário, deslocar os parafusos prisioneiros do contra disco de equilíbrio (602) extraíndo este último, utilizando o dispositivo de extração (fornecido se solicitado), de dentro do corpo de pressão (107) e em seguida, extrair a bucha distanciadora (525.2) do eixo.

ATENÇÃO

Caso a desmontagem do corpo da bomba não seja prevista, medir aproximadamente a folga radial total. Apoiar o relógio comparador, para este fim, em base firme (por exemplo: flange ou boca de recalque) aplicando-o no assento do disco de equilíbrio (fig. 28), suspendendo cuidadosamente o eixo até o ponto morto superior. Não deverá ocorrer nenhuma deflexão adicional do eixo, pois isto implicaria fatalmente numa medição errada. A folga de diâmetros constatada por este processo, não deverá ser superior a 0,8 mm. Caso contrário, a bomba deverá ser recondicionada. A comprovação exata das folgas dos rotores só é possível com a desmontagem completa da bomba.

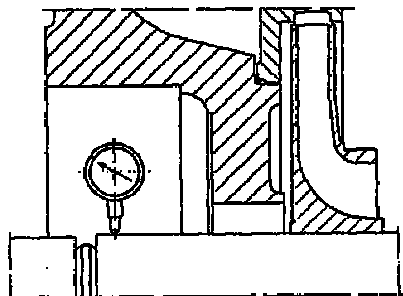


Figura 28 - Determinação aproximada das folgas nos rotores

9.3.5. Corpo da bomba

1. Soltar, em cruz, no lado de recalque, as porcas (920.1) dos tirantes (905), até obtenção de uma pré-tensão relativamente reduzida.
2. Deslocar os parafusos de fixação dos pés da bomba e dos cavaletes-guia, retirar a bomba da base e colocá-la sobre cavaletes de montagem. Com as bocas de sucção e recalque em disposição igual (para cima ou para baixo), a bomba poderá ser colocada também sobre estas, para fins de desmontagem.

ATENÇÃO

Não danificar as faces de vedação dos flanges. Não aplicar os cabos de transporte no eixo da bomba.

3. Retirar a capa (680).
4. Deslocar totalmente as porcas do lado de recalque (920.1) e extrair os tirantes (905).
5. Calçar a bomba nos corpos de estágio (108) com madeira ou cavaletes de montagem para livrar as peças a serem subsequentemente desmontadas.
6. Desmontar e levantar o corpo de pressão (107) com o difusor (171.2) do corpo de estágio (108). Não danificar as superfícies de vedação.

ATENÇÃO

Os corpos de estágio (108) devem ser corretamente marcados antes da desmontagem, para que as peças na remontagem, coincidam na mesma sequência e disposição entre si (veja fig.29).

7. Extrair as luvas distanciadoras (525.2).
8. Extrair o eixo, o rotor (230) do último estágio.
9. Desmontar os corpos de estágio (108) com os difusores (171.1), buchas de estágio (521) e rotores (230/231) dos estágios subsequentes. Os rotores (230/231) e bucha de estágio (521) se acham fixados no eixo (210) por meio de chavetas comuns e estão marcados com algarismos caracterizando-os como uma só unidade.
10. Após desmontagem do último corpo de estágio (108) extrair conjuntamente do corpo de sucção (106), o eixo (210) com rotor (231) e a seguir extrair este último do eixo (210).
11. Armazenar os corpos de estágio de maneira a não danificar as superfícies de vedação (veja fig. 29).

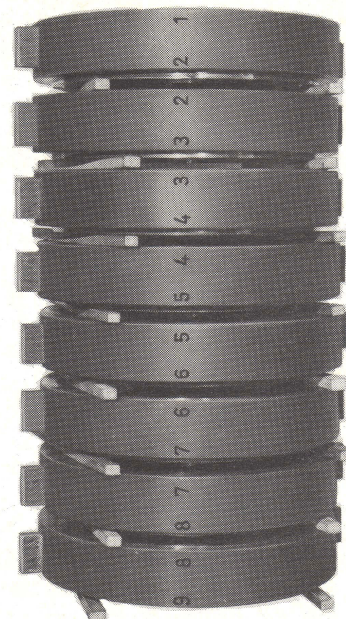


Figura 29 – Armazenamento dos corpos de estágio.

9.3.6 Controle das peças da bomba

9.3.6.1 Eixo (210)

Controlar entre pontas, a concentricidade do eixo. A excentricidade máxima admissível (batida do eixo) é de 0,03 mm. O realinhamento do eixo não deverá ser executado, nem a quente nem a frio e sim deverá ser ele substituído, no caso da sua excentricidade ser superior à admissível.

ATENÇÃO

Observar que a centragem do eixo seja perfeita, para evitar erros de medição.

9.3.6.2 Corpos de sucção (106), pressão (107), e estágio (108), rotores (230/231), buchas distanciadoras (525.1/2), buchas de estágio (521).

Controlar todas as superfícies de vedação quanto ao seu estado. O plano paralelo das faces de vedação deverá ser medido em 4 pontos da circunferência, por meio de micrômetro. Não deverá haver um desvio superior a 0,005 mm. Faces de vedação danificadas deverão ser retificadas. A rugosidade da superfície não deverá ser superior a $Ra = 0,8 \mu m$ (acabamento fino). No caso de impossibilidade de usinagem das superfícies de vedação, as faces danificadas poderão ser retificadas também com o emprego de ferramentas de polimento.

Achando-se o corpo da bomba ajustado à linha de flexão do eixo, então as superfícies em dois corpos de estágio, estão torneados de tal maneira, que a distância entre as faces na parte superior, seja por determinado valor menor que na parte inferior. Estes corpos de estágio se acham marcados na sua circunferência superior, com "OBEN = EM CIMA" e com número de referência do corpo de estágio. No caso de reusinagem

das faces de vedação a diferença de medida deverá ser estritamente mantida.

As ferramentas de polimento consistirão de um rebolo retificador e mandril de centragem. (utilizar somente pasta de polir de granulação fina).

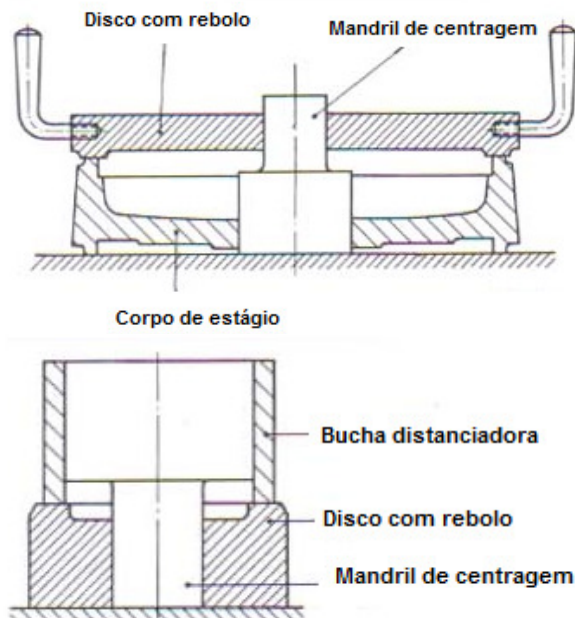


Figura 30 – Polimento das faces de vedação

A refrigeração de uma superfície de vedação usando a contra peça correspondente para a retificação (por exemplos os corpos estágios) não é admissível sendo que devido a isto se perdem os ajustes de centragem

Os rotores (230 / 231), corpos de estágio (108) e difusores (171.1/2) estão equipados com anéis de desgaste substituíveis – anéis de desgaste do rotor (503) anéis de desgaste do corpo (502) e buchas de estágio (541).

Verificar os anéis de desgaste quanto a sinais de desgaste e verifique as folgas do rotor conforme tabela 05.

Os anéis de desgaste devem ser reusinados até o limite da máxima folga permitida.

O aumento da folga causado para reusinar deve ser também ajustado em todos os pontos da bomba.

Se a folga do rotor exceder o valor máximo indicado na tabela 05, novos anéis de desgastes devem ser montados para restabelecer as folgas como novas.

Exemplo

Substituição do anel de desgaste do corpo (502).

1. Retire o anel de desgaste do corpo do seu encaixe tomando cuidado para não danificar o assento (ver fig. 31).
2. Prende o novo anel no furo (o resfriamento do anel facilita este trabalho).
3. Alisar os rotores (230, 231), na região dos anéis de desgaste (503), para um diâmetro comum baseando-se em um anel de desgaste mais fortemente marcado.
Sulcos profundos podem permanecer como estão.
4. Calcular o diâmetro médio atual de todos os anéis de desgaste dos rotores retificados. Acrescentando

neste “como novo” a folga conforme tabela 05 para diâmetro do furo do anel de desgaste do corpo, tolerância 0,04 mm.

5. Alinhar o corpo de estágio (108) e o corpo de sucção (106) com o anel de desgaste do corpo montado para cima.

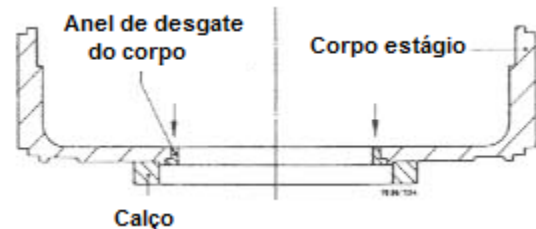


Figura 31

9.3.6.3 Mancal de deslize (370)

Controlar as paredes internas das furações e eliminar eventuais falhas por meio de rasqueteamento.

Controlar os ajustes na sede do mancal de deslize (370) e corpos de mancal (350). Após montagem e com a abraçadeira de mancal (571) firmemente apertada, o mancal de metal patente não deverá mover-se em sua sede. No caso de um ajuste folgado, então as duas meias faces (superior e inferior) da abraçadeira (571) deverão ser rasqueteadas, até que os mancais de metal patente, após o seu devido aperto, tornem a assentar firmemente em sua sede. No caso de montagem de novos casquilhos, os respectivos assentos, por princípio, deverão ser ajustados da forma acima descrita.

9.3.6.4. Vedação do eixo

As luvas protetoras do eixo (524.1/2) só poderão ser retificadas levemente. Se a luva protetora do eixo e os componentes do selo mecânico estão danificados estes precisam ser substituídos por novas. Utilizar exclusivamente gaxetas novas.

ATENÇÃO

Nunca permita que os anéis o-rings em EPDM entre em contato com óleo ou graxa

9.3.6.5 Dispositivo de equilíbrio

Controlar o disco (601) e contra-disco de equilíbrio (602), assim como a bucha distanciadora (525.2), quanto a defeitos eventuais.

Em caso de fricção do disco de equilíbrio (601) no contra-disco (602) as superfícies desgastadas deverão ser recuperadas por usinagem (utilizar mandril com ponta garantem às faces, girantes uma precisão de rotação suficiente, em relação às furações. (Reusinagem máxima de 2 h = 2 mm, vide fig. 32). Ranhuras isoladas e de maior profundidade, poderão permanecer.

Retificação do dispositivo de equilíbrio: no caso de ultrapassar a reusinagem de 2 h, deverão ser instaladas peças novas (601/602). Na totalidade em que foram usinados o disco de equilíbrio (601) e o contra-disco (602) também deve ser usinada a luva

distanciadora (525), para garantir o mesmo posicionamento anterior do conjunto girante, em relação ao corpo da bomba. Deverá ser observado que as faces frontais das luvas distanciadoras (525.2), sejam absolutamente plano-paralelas. O disco de equilíbrio (601), após reusinagem, não deverá encostar na chaveta, no fundo da ranhura. Proceder ao controle de superfícies através da aplicação de azul da Prússia e conforme parágrafo 9.3.6.6. Na necessidade de remoção de um defeito (rebarba) entre o contra-disco (602) e luva distanciadora (525.2), as respectivas folgas deverão ser utilizadas conforme tabela 05.

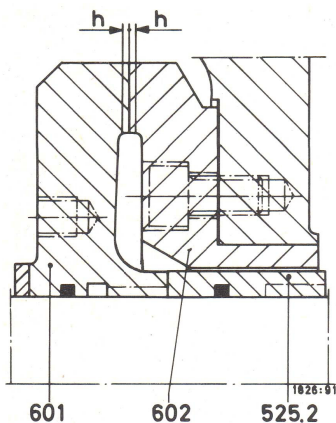


Figura 32 - Serviços de retoque no dispositivo de equilíbrio

9.3.6.6. Controle de retoques no dispositivo de equilíbrio

No caso de retoques no dispositivo de equilíbrio e também na montagem de peças (601, 602, 525.2) novas, deve-se aplicar uma fina camada de azul da Prússia na superfície de deslizamento do disco de equilíbrio (601), proceder a uma rigorosa limpeza da superfície de deslizamento do contra-disco de equilíbrio (602). Monta-se a seguir o dispositivo segundo parágrafo 9.4.3 itens 1 até 8 e luva protetora do eixo, caixa de engastamento e mancais, segundo parágrafo 9.4.6 item 1 a 3.

ATENÇÃO

Não colocar as vedações de borracha
Girar vagarosamente o conjunto girante, pressionando-o para o lado de sucção. A seguir, puxar o conjunto girante para o lado de recalque (pressão), desmontando todas as peças, com exceção do contra-disco (602). Toda a superfície de deslizamento ou pelo menos $\frac{3}{4}$ da região superior, deverá apresentar uma impressão uniforme de tinta que reproduz uniformemente o recalque da face contrária. Caso isto não ocorra, o contra-disco (602), deverá ser reusinado e o controle descrito repetido a seguir.

9.3.6.7 Balanceamento do conjunto girante da bomba

Na hipótese de reusinagem ou troca de partes do conjunto girante, este deverá ser balanceado dinamicamente. A excentricidade residual máxima admissível é de 5 μ m.

Montagem do conjunto girante

A partir do lado do acionamento:

Tamanhos 40 e 50

1. Colocar a chaveta do 1º estágio e empurrar a luva distanciadora (525.1) sobre o eixo e por sobre a chaveta.
2. Girar a luva protetora do eixo (524.1), sem a vedação de borracha sobre o eixo.

Tamanhos 65 até 125

3. Sobrepor a luva distanciadora (525.1), colocar a chaveta, sobrepor a luva protetora do eixo (524.1) e fixá-la com o anel elástico (923.3).

Tamanho 150

4. Colocar a chaveta, sobrepor a luva protetora do eixo (524.1) e fixá-la com anel elástico.

Tamanhos 40 até 150

5. Colocar no eixo (210) a chaveta do cubo de acoplamento e montar este último com o respectivo dispositivo

A partir do lado oposto ao do acionamento:

Tamanhos 65 até 150

1. Colocar a chaveta para o rotor de 1º estágio (231) na ranhura do eixo (210).

Tamanhos 40 até 150

2. Colocar os rotores e luvas de estágio dos estágios seguintes, por sobre o eixo, na sequência correta. Sobrepor a luva distanciadora (525.2) e o disco de equilíbrio (601), sem as vedações de borracha.

Tamanhos 40 e 50

3. Aparafusar no eixo e apertar firmemente a luva protetora do eixo (524.2). Controlar a folga axial de 0,3 mm, entre rotor (230) e a bucha protetora (524.2). Eventualmente ajustar, mediante retoque da bucha distanciadora (525.1) – vide fig.34.

Tamanhos 65 até 150

4. Sobrepor o anel distanciador (504.1), colocar na ranhura do eixo o anel bi-partido (501) e fixá-lo por meio do anel de encosto (505.1). Controlar a folga axial de 0,3 mm entre rotor (230) e bucha distanciadora (525.2).
5. Colocar a chaveta na ranhura do eixo (210), montar a bucha protetora do eixo (524.1) sem a vedação da borracha e fixá-la por meio do anel elástico (932.2).

OBSERVAÇÃO:

No caso de bombas com dispositivo de compensação do empuxo axial e mancais de segmentos, empurrar a luva distanciadora (525.3) por sobre o eixo. Colocar a chaveta, empurrar o disco de mancal (384) e bucha distanciadora (525.4) por sobre o eixo (210), apertando-os através da porca do mancal (920.8), ou fixar o pinhão (87-1) na extremidade do eixo, caso seja uma bomba de engrenagem acoplada ao eixo.

6. Antes do balanceamento dinâmico, o conjunto girante deverá ser controlado quanto à sua concentricidade, na região dos rotores (anéis de desgaste), nas luvas de estágio do disco de equilíbrio e nos pontos de mancais. O valor medido não deverá ultrapassar 0,03 mm.
7. Antes da introdução definitiva, o conjunto girante deverá ser desmontado novamente, em sequência contrária.

9.3.6.8 Folga do conjunto girante

	Nova folga		Folga máxima admissível	
	Ferro fundido mm no Ø	Aço cromo mm no Ø	Ferro fundido mm no Ø	Aço cromo mm no Ø
Anel de desgaste ^{1º} estágio x rotor	0,45	0,55	1,1	1,1
Anel de desgaste do 2º estágio x rotor	0,30	0,40	1,0	1,0
Luva de estágio do difusor	0,30	0,40	1,0	1,0
Luva distanciadora x contra-disco de equilíbrio	0,35	0,35	1,0	1,0
Eixo-corpo de sucção	1,00	1,00	2,0	2,0

Tabela 05 – Folgas no conjunto girante

ATENÇÃO

Caso os valores apurados estiverem acima dos indicados como máximos admissíveis na tabela “Folgas do conjunto girante” – tabela 05, então as peças de desgaste deverão ser substituídas por novas. Quando se tornarem necessárias, numa ou em mais partes do interior do corpo da bomba, novas peças de desgaste, a substituição deverá abranger, por princípio, todas as peças de desgaste para a composição das folgas originais

9.4 Montagem

9.4.1. Montagem da bomba

A montagem da bomba deverá ser feita sob observância das boas práticas de engenharia e construções mecânicas. As passagens e pontos de ajuste das diversas peças, antes da montagem, deverão ser revestidas por grafite ou meios semelhantes. Proceder igualmente para as uniões roscadas. As guarnições de borracha e retentores radiais para vedação dos eixos deverão ser inspecionadas quanto a possíveis defeitos e caso necessário, substituídas por novas.

As juntas planas devem ser substituídas por novas.

Neste caso, observar rigorosamente a espessura da junta anterior.

OBSERVAÇÃO

Sempre lubrificar os anéis o-rings antes da montagem final com silicone fluido ou se não disponível com sabão líquido. Nunca montar os anéis o-rings a seco.

Os torques de aperto indicados para porcas e parafusos devem ser observados. A tabela 06 indica os torques de aperto dependente do material usado.

Classe (Material)	8.8	10.9	A.-50	A.-70	1.4462	1.4462 (Tigges*) A-80
0.2% tensão de escoamento $R_{p0.2}$ em N/mm ² ¹⁾	640	900	210	450		624
				250	450	
Rosca métrica ISO	Torque de aperto M_A in Nm					
M6	10.4	14.9	3.40	7.30		10.3
M8	25.2	36.1	8.30	17.7		25.0
M10	49.5	71.0	16.2	34.8		49.2
M12	85.2	122.2	28.0	59.9		84.8
M16	211	302.7	69.2	148		209.9
M20	412	591.9	135	290		410.4

* Fabricante

¹⁾ Valores nominais para DIN ISO 898 Parte 1, DIN ISO 3506 e DIN EN 28839

Tabela 06

9.4.1.1. Preparativos

Antes da montagem deverá ser controlada a exatidão do comprimento “E” do corpo de estágio (108) e do rotor (230) com bucha de estágio (521) a ele pertencente.

Eventual diferença de comprimento deverá ser compensada somente na bucha de estágio (521), de maneira que seja $E_1 = E_2$ (fig. 33). No caso de necessidade de reparos na bucha de estágio, encurtá-la em ambas as faces frontais, mediante fixação num dispositivo de sujeição.

Desvio do plano paralelo admissível 5 µm.

Tamanhos 40 e 50

Controlar o jogo axial das peças girantes, no próprio conjunto girante antes de ser montado. Empurrar, para este fim os rotores, luvas de estágio, disco de equilíbrio e luvas distanciadoras (525.1/2) por sobre o eixo e apertar ambas as luvas protetoras do eixo. A folga axial deverá ser de 0,3 mm (vide fig. 34) e deverá ser obtida, eventualmente, por meio de reparos nas luvas distanciadoras (525.1). No caso de uso de luvas distanciadoras novas sobressalentes, este serviço de reparos, em via de regra, se torna necessário.

ATENÇÃO

Não danificar as superfícies de encosto dos corpos de estágio (108), rotores (230/231) e luvas de estágio (521). Limpar rigorosamente todas as peças da bomba, especialmente as superfícies frontais de contato.

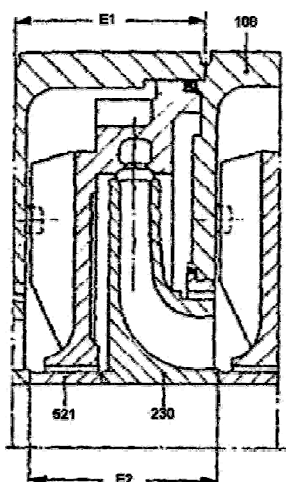


Figura 33 – Medição dos estágios

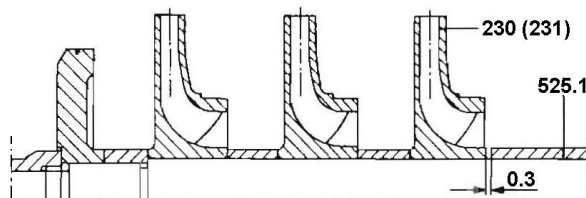


Figura 34 – Folga axial do conjunto girante (tamanho 40 e 50)

9.4.2 Montagem do corpo da bomba

1. Untar o eixo (210) com dissulfeto de molibdênio.

Tamanhos 40 e 50

2. Colocar a chaveta para o rotor de 1º estágio e empurrar a luva distanciadora (525.1) por sobre o eixo e a chaveta. Girar a luva protetora do eixo (524.1) inclusive o anel "O" (412.5) por sobre o eixo e apertar. Empurrar, pelo lado oposto ao do acionamento, por sobre o eixo, o rotor do 1º estágio e a luva (521) e introduzir o eixo no corpo de sucção (106).

Tamanhos 65 até 125

3. Sobrepor, pelo lado de acionamento do eixo, a luva distanciadora (525.1), colocar a chaveta na ranhura, sobrepor a luva protetora do eixo (524) e fixar por meio do anel elástico (932.3). Controlar a folga axial de 0,5 mm entre o eixo e a luva distanciadora (525.1), restabelecendo-a caso se torne necessário.

Tamanhos 150

4. Colocar a chaveta do lado de acionamento na ranhura, sobrepor a bucha protetora do eixo (524) e fixá-la com o anel elástico (932.3). Controlar a folga axial de 1.0 mm da bucha protetora do eixo (524) e o ressalto do eixo.

Tamanhos 65 até 150

5. Colocar chavetas para o rotor do 1º estágio, empurrar o rotor (230) a partir do lado oposto ao de acionamento, por sobre o eixo, e a bucha de estágio (521), introduzindo o eixo no corpo de sucção (106).

Tamanhos de 40 até 150

6. Montar o difusor (171.1) no corpo de estágio (108). Montar o corpo de estágio pré-montado desta forma, no corpo de sucção (106) e observar a sequência correta dos corpos de estágio.
7. Montar da mesma maneira os estágios seguintes (estágio = rotor, luva e corpo de estágio com difusor).
Apoiar os corpos de estágio, após cada montagem.
8. Após montagem de cada estágio, controlar a folga axial total $Sa_1 + Sa_2$ do rotor (mínimo 5 mm).

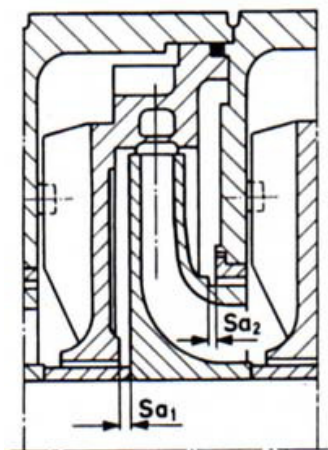


Figura 35 – Jogo axial total

9. Colocar o difusor (171.2) do último estágio no corpo de recalque (pressão) (107).
10. Montar o corpo de recalque (107), com o difusor do último estágio (171.2) e anel de desgaste (512) já colocados.
11. Colocar nos tirantes (905) do lado de sucção, as arruelas (550.1), aparafusar e centralizar as porcas sextavadas (920.1) e introduzir os tirantes (905) no corpo, pelo lado de sucção.
12. Lubrificar as arruelas e roscas com bisulfeto de molibdênio, no lado recalque e apertar manualmente por meio de uma chave fixa normal. Assegurar o contato metal-metal entre os corpos de estágio (108).
13. Colocar a bomba sobre a base, assegurando que os pés da bomba estejam assentados sobre a base.
14. As porcas dos tirantes devem ser apertadas de acordo com as marcas da escala de graduação (marcas somente nas porcas)
Anéis do aperto de acordo com as marcas da escala de graduação.
As porcas dos tirantes devem receber um pré torque de 10Nm para assegurar que os corpos estão com as faces de contato metal – metal na direção axial.
Após isto o torque nas porcas devem ser aplicados de acordo com as marcas da escala de graduação indicadas no plano de fundação.

9.4.3. Montagem do dispositivo de equilíbrio

Tamanhos 125 até 150

1. Se aplicável insira a bucha (540), montar o contra disco de equilíbrio (602), fixando-o no corpo de recalque.

Tamanhos 40 até 100

2. Montar a junta plana (400.1) e contra-disco de equilíbrio (602) no corpo de recalque (107) e apertar os parafusos Allen (914.1).

Tamanhos 40 e 50

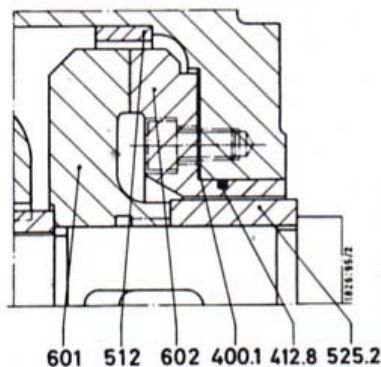
3. Sobrepor a bucha distanciador (525.2) ao eixo, empurrando-a até o encosto. Colocar a chaveta, introduzindo a seguir o disco de equilíbrio (601) no eixo até encostar na bucha distanciadora (525.2).
4. Girar a bucha protetora (524.2), inclusive anel o'ring (412.5) por sobre o eixo (210), apertando-os. Observar as roscas à direita e à esquerda.

Tamanhos 65 até 150

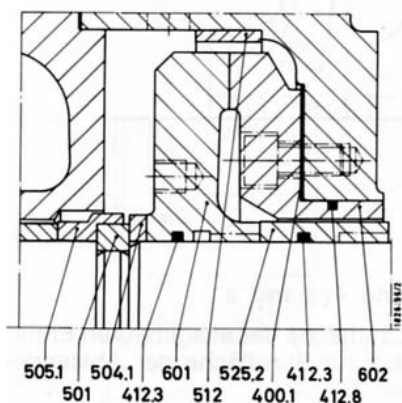
5. Colocar o anel o'ring (412.3), empurrar a bucha distanciadora (525.2) por sobre o eixo e a chaveta, até o encosto do rotor. A chaveta do último estágio deverá encaixar na ranhura da bucha distanciadora (525.2).
6. Colocar o outro anel o'ring (412.3) na ranhura do disco de equilíbrio (601). Colocar a chaveta na ranhura do eixo, empurrando o disco de equilíbrio (601) por sobre o eixo até o encosto da bucha distanciadora (525.2).
7. Proceder a medição do anel distanciador (504.1) segundo parágrafo 9.4.4. "ajuste do conjunto girante".
8. Sobrepor ao eixo o anel distanciador (504.1), colocar na ranhura do eixo o anel bipartido (501) e sobrepor o anel de encosto (505.1).

OBSERVAÇÃO

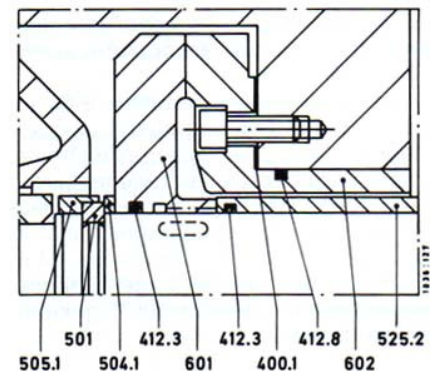
Observar parágrafos 9.3.3.6 "Controle de retoques no dispositivo de equilíbrio".



Tamanhos 40 e 50
Figura 36A



Tamanhos 65 até 100
Figura 36B



Tamanho 125 e 150
Figura 36C

9.4.4. Ajuste do conjunto girante

Ponto de partida:

Tamanhos 40 até 150

Os corpos de sucção, recalque e de estágios, se acham devidamente apertados por meio dos parafusos tirantes e o contra-disco de equilíbrio (602) montado no corpo de pressão (107), com emprego de uma junta plana (400.1) em perfeitas condições. Nos tamanhos 125 e 150 a junta plana (400.1) não é utilizada.

Encostar o conjunto preliminarmente no lado de recalque (pressão) do corpo, a seguir empurrá-lo de volta em sentido da sucção e verificar a medida "x", conforme indicado na figura 37.

ATENÇÃO

Esta disposição do conjunto girante não deverá ser alterada durante o processo de medição.

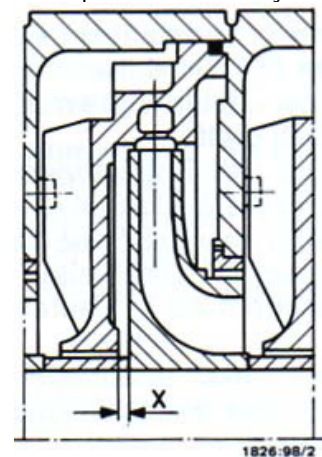


Figura 37

Tamanhos construtivos	Sem dispositivo de compensação do empuxo axial medida "x" em mm	Com dispositivo de compensação do empuxo medida "x" em mm
40 até 100	2,0	2,5
125	3,0	3,5
150	3,5	3,5

Ajuste do rotor, preparativo

Ajuste do conjunto girante

Medir a distância "a" entre a superfície de deslizamento do contra disco de equilíbrio (602) e o cubo do último rotor (Fig. 38).

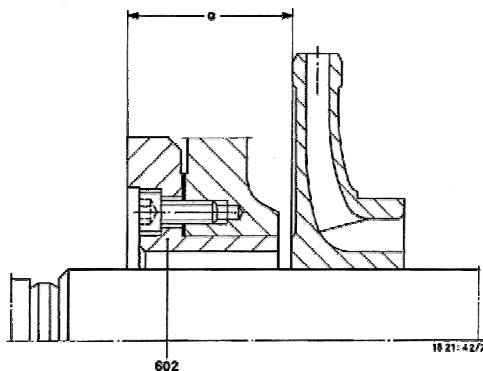


Figura 38 – Ajuste do conjunto distancia "a"

Medir a distância "b" da superfície de deslizamento do disco de equilíbrio (601) desmontando, até a face frontal da luva distanciadora (525.2) (Fig. 39).

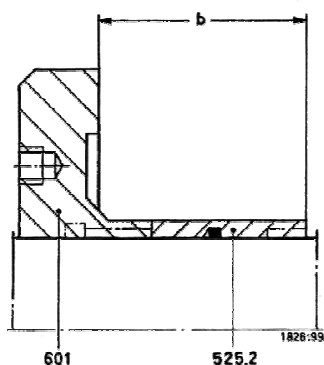


Figura 39 – Ajuste do conjunto girante distancia "b"

Encurtar a bucha distanciadora (525.2) de tal maneira que as medidas sejam equivalentes, ou seja: $a = b$.

Tamanhos 40 e 50

Observar parágrafo 9.4.1.1. "Preparativos" e fig. 34.

Tamanhos 65 até 150

Encurtar o anel distanciador (504.1) plano-paralelamente e de tal maneira que a folga axial entre o mesmo e o anel bipartido (501) seja de:

0,3 mm nos tamanhos de 65 até 125

0,5 mm no tamanho 150

O desvio do plano paralelo não deverá ser maior que 0,005 mm.

Sobre montagem definitiva, consulte parágrafo "Montagem do dispositivo de equilíbrio".

9.4.5. Montagem da vedação do eixo

Tamanhos 65 até 150

1. Colocar a chave e empurrar sobre o eixo a luva protetora (524), inclusive o anel o'ring (412.5).

Tamanhos 40 até 150

2. Colocar a caixa de gaxeta (451) incluindo a junta plana (400.3).
3. Colocar o anel o'ring (412.5). Montar a tampa da câmara de resfriamento (165) incluso junta plana (400.2) e os prisioneiros do aperta gaxeta.
4. Empurrar o aperta gaxeta (452.1) por sobre a luva protetora do eixo (524.1) sem introduzi-la na câmara de engaxetamento
5. Empurrar por sobre o eixo o anel centrífugador (507.1) e os protetores de mancal (423), lado interno dos mancais, caso façam parte do fornecimento.

ATENÇÃO

- O engaxetamento da caixa de gaxeta deverá ocorrer somente após o alinhamento final e antes da colocação em operação
- Caso a bomba seja fornecida com selos mecânico considerar as recomendações do fabricante ou documentação específica para fazer a instalação dos mesmos.

9.4.6. Montagem dos mancais

1. Inserir o isolador de mancal (423.2 e 423.3) no eixo.
2. Montar a parte inferior do corpo do mancal (350).
3. Montar a parte inferior do casquilho (370) entre os eixos (310) e o suporte de mancal. Inserir o isolador de mancal (423.1) no eixo. Montar metade da luva de acoplamento usando um dispositivo adequado. Ver fig. 44.
4. Levante o conjunto girante (ver secção 9.4.8 "ajuste do conjunto girante").
5. Montar a parte superior do casquilho (370), a tampa do mancal (361) e o corpo superior do mancal (350). Fixar o corpo do mancal usando os pinos cônicos. Furar e alargar os furos se necessário.
6. Montar o indicador de posição do conjunto girante (623.1) e o pino indicador (624) no lado descarga.
7. Controlar a marcação do indicador para a posição do conjunto girante (623.1), com o disco de equilíbrio (601) encostado no contra disco (602); caso necessário, proceder a nova marcação (vide parágrafo 9.1.1 – Dispositivo indicador da posição do conjunto girante).
8. Caso a bomba seja fornecida com dispositivo de compensação do empuxo axial proceder a fixação do mesmo no corpo de mancal, conforme indicado nas figuras 40, 41 A E 41 B e na sequência seguir os itens 5 e 6 anteriores.
Caso o fornecimento contemple, além do dispositivo de compensação axial, uma bomba de engrenagem diretamente acoplada ao eixo da bomba, considerar na montagem os detalhes indicados na figura 42.

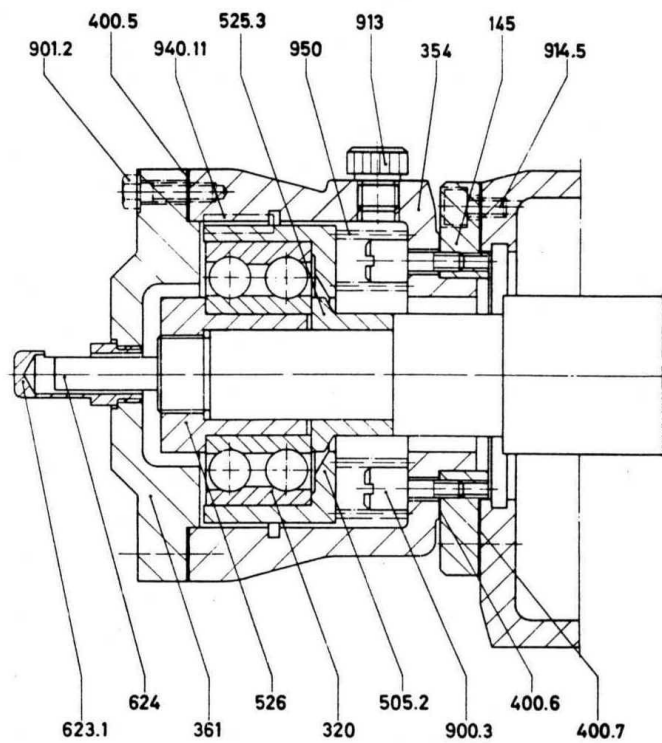


Figura 40 – Dispositivo de compensação do empuxo axial com rolamento
Bomba: Mancal desliza com anel lubrificador

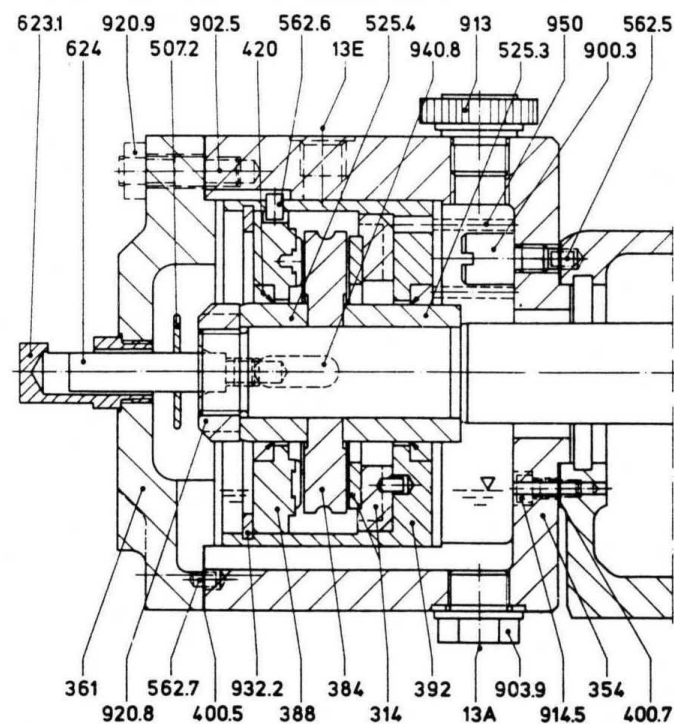


Figura 41A– Dispositivo de compensação do empuxo axial com mancal axial de segmentos
Bombas tamanhos 40 até 125: Mancal desliza com injeção de óleo sob pressão

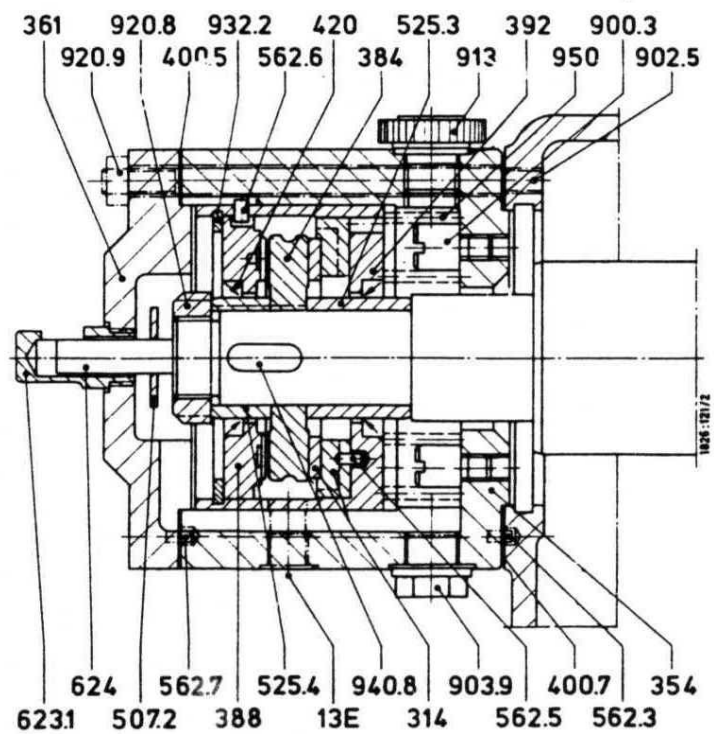
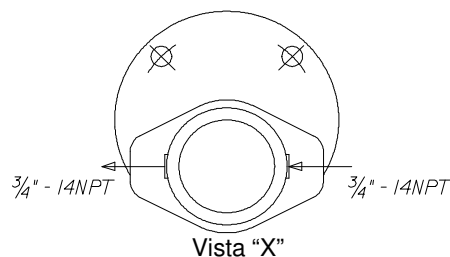
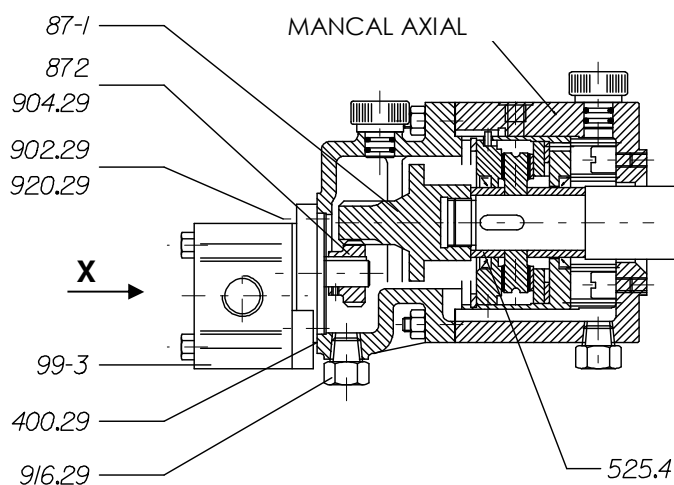


Figura 41B - Dispositivo de compensação do empuxo axial com mancal axial de segmentos
Bombas tamanho 150: Mancal desliza com injeção de óleo sob pressão



Peça	Qtd	Descrição
400.29	1	Junta plana
525.4	1	Luva distanciadora
87-1	1	Pinhão
872	1	Engrenagem
99.3	1	Bomba de engrenagem
902.29	2	Prisioneiro
904.29	1	Pino roscado
916.29	1	Bujão
920.29	2	Porca

Figura 42 – Bomba de engrenagem

Peças da bomba de engrenagem

9.4.7 Acoplamento (vide item 6.3)

Proceder a colocação e extração dos acoplamentos, somente com emprego de dispositivos apropriados (vide fig.43 e 44). Para colocação a quente, aquecer o cubo em banho de óleo ou sobre uma chapa de aquecimento elétrica (temperatura de 80-100 °C).

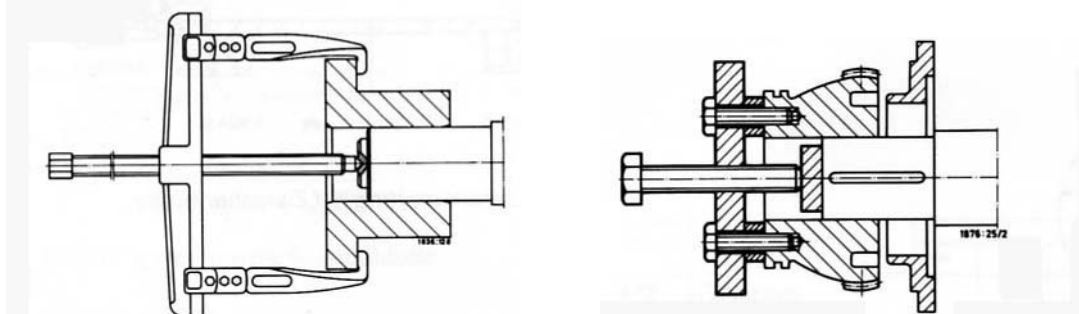


Figura 43 – Extração do cubo do acoplamento

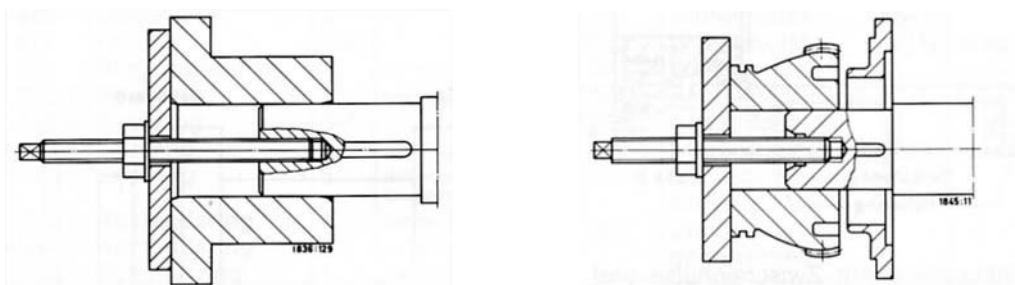


Figura 44 – Colocação do cubo do acoplamento

9.4.8 Ajuste do conjunto girante

Proceder o controle somente com a bomba fria e cubo de acoplamento colocado (temperatura medida na boca de sucção = $< 50^{\circ}\text{C}$).

Alinhar em sentido lateral a caixa do mancal inferior (350).

Para efeito de alinhamento lateral da caixa do mancal, o flange desta se acha dotado de parafusos de ajuste em disposição horizontal.

O alinhamento lateral correto terá sido conseguido no momento em que o casquilho de metal patente inferior (370) possa ser introduzido e que possa girar para os dois lados, com facilidade, em sua sede entre eixo (210) e parte inferior da caixa do mancal (350). Em caso de constatação, por ocasião do controle, de aumento nas folgas entre o conjunto girante e o corpo da bomba dentro dos limites admissíveis; então a metade do valor equivalente ao aumento das folgas radiais deverá ser acrescida à medida indicada na parte superior da caixa de mancal, para o rasqueteamento.

Posicionar relógios comparadores sobre o eixo (lados de sucção e recalque) com o conjunto girante em posição "0" (posição "0" significa: ambos os casquilhos desmontados. O valor de ajuste corresponde a este estado).

Introduzir os casquilhos de metal patente inferiores (370) nos lados de sucção e de recalque e proceder à

leitura de alteração vertical ocorrida na disposição do conjunto girante, no relógio comparador.

O conjunto girante deverá se mover para cima a metade do valor da folga radial do rotor mais 0,05 até 0,1 mm. Verifique a medição considerando através da reinstalação do corpo inferior do casquilho (370).

A medição deverá corresponder ao valor inicial. Utilize uma peça de madeira para facilitar a inserção da parte inferior do casquilho.

O conjunto girante deve ser alinhado verticalmente por meio de parafuso de ajuste (901.4) existente no flange do suporte de mancal

9.5 Peças de reposição

Por ocasião de encomenda, solicitamos indicar o número das peças e o número da ordem de produção encontrado na plaqueta de identificação da bomba.

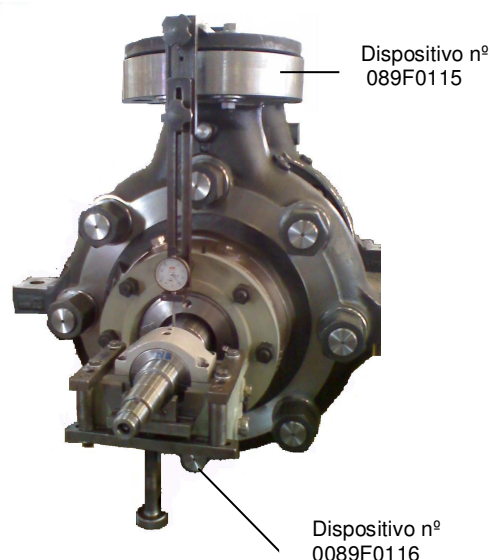
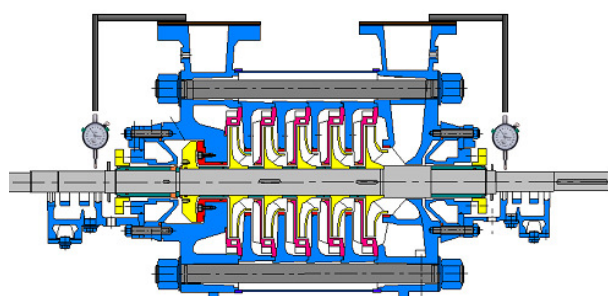


Fig. 45 – Instalação do relógio comparador para levantamento do eixo

9.5.1. Lista das peças principais

PEÇA	DENOMINAÇÃO	QTDE.	OBSERVAÇÃO
210	EIXO	1	SOMENTE NO TAMANHO 150 NO TAMANHO 150 SÃO AS PEÇAS 370.1/2
230	ROTOR	n	
231	ROTOR DE SUCÇÃO	1	
370	CASQUILHO DE METAL PATENTE	2	
400.1	JUNTA PLANA	1	SOMENTE NOS TAMANHOS 65 A 150
400.2	JUNTA PLANA	2	
400.3	JUNTA PLANA	2	
412.1	ANEL O'RING	n	
412.2	ANEL O'RING	1	
412.3	ANEL O'RING	1	
412.4	ANEL O'RING	2	
412.5	ANEL O'RING	2	
412.6	ANEL O'RING	1	
412.9	ANEL O'RING	2	
461	GAXETA	2	
501	ANEL BIPARTIDO	1	
502.1	ANEL DE DESGASTE	1	SOMENTE NO TAMANHO 150, CASO SOLICITADO CASO SOLICITADO, TAMANHO 150 QTDE: n-1
502.2	ANEL DE DESGASTE	n-1	
503.1	ANEL DE DESGASTE	1	
503.2	ANEL DE DESGASTE	5	
504.1	ANEL DISTANCIADOR	1	SOMENTE NOS TAMANHOS 65 A 150
505.1	ANEL DE ENCOSTO	1	SOMENTE NOS TAMANHOS 65 A 150
521	LUVA DE ESTÁGIO	n-1	SOMENTE NOS TAMANHOS 40 E 50
524.1	LUVA PROTETORA DO EIXO	2 (1)	
524.2	LUVA PROTETORA DO EIXO	1	SOMENTE NOS TAMANHOS 40 E 50
525.1	LUVA DIST. LADO/SUCÇÃO	1	CASO SOLICITADO
525.2	LUVA DIST. LADO/PRESSÃO	1	
541	LUVA DE ESTÁGIO	n-1	
601	DISCO DE EQUILÍBRIO	1	
602	CONTRA-DISCO DE EQUILÍBRIO	1	

n = N° ESTÁGIOS

9.6 Figuras em corte e relação de peças

Vide desenhos do fornecimento.

10. Anomalias de funcionamento e suas eventuais causas

Bomba com vazão insuficiente	Acionador com sobrecarga	Bomba com pressão excessiva	Mancal com temperatura elevada	Bomba com vazamentos	Vazamentos excessivos na vedação do eixo	Vibração durante operação da bomba	Temperatura da bomba se eleva acima da admissível	Funcionamento irregular da bomba	Oscilação da pressão e respectivamente do volume do líquido de equilíbrio	Causas	Sugestões ¹⁾
•										Bomba recalca contra uma pressão excessiva	Abrir mais o registro, até obtenção do ponto de serviço
•										Excessiva contra-pressão.	Montagem de um rotor/rotores maiores ²⁾ . / Aumentar rotação (turbina, motor de combustão interna). / Controlar a instalação quanto à sujeira / impurezas.
•						•	•	•	•	Bomba e tubulação não totalmente desaeradas ou não totalmente cheia	Desaerar / encher totalmente a bomba e tubulação
•										Tubulação adutora ou rotor / rotores obstruídos	Eliminar sedimentações na bomba ou nas tubulações.
•										Formação de bolsas de ar na tubulação.	Modificar a tubulação. / Prever válvula de escape de ar
	•		•		•	•		•		A bomba esta empenada ou com vibrações ressonantes na tubulação	Verifique a conexão da tubulação e garanta a fixação da bomba. Se necessário reduza a distância entre as abraçadeiras da tubulação. Fixe a tubulação com material anti-vibração.
•						•	•	•	•	NPSH disponível insuficiente	Corrigir o nível do líquido na sucção / Abrir totalmente o registro da tubulação de sucção / Modificar caso necessário a tubulação adutora, caso as resistências na mesma sejam excessivas Controlar os filtros instalados / Manter a velocidade de queda de pressão, admissível.
			•						•	Aumento empuxo axial ²⁾	Corrigir o ajuste do conjunto girante
•										Aspiração de ar pela vedação do eixo	Limpar o canal do líquido de selagem ou aduzir. / Eventualmente, líquido externo com aumento da pressão. Renovar o engaxetamento
•										Sentido de rotação inverso	Inverter duas fases da rede elétrica de alimentação.
•	•									Funcionamento do motor apenas com 02 fases	Substituir os fusíveis defeituosos. / Verificar as conexões do cabo elétrico.
•								•		Rotação muito baixa ²⁾	Aumentar a rotação / Aumentar a tensão
						•		•		Mancais defeituoso	Substituir.
			•			•	•	•		Fluxo insuficiente da bomba	Aumentar o fluxo para novos mancais.
•	•					•			•	Desgaste nas partes internas	Substituir as peças desgastadas por novas
	•					•		•		Contra-pressão da bomba inferior à indicada na encomenda	Regular corretamente a pressão de serviço na tubulação de pressão. Em caso de sobrecarga constante, rebaixar eventualmente rotor / rotores ²⁾
•										Densidade ou viscosidade do líquido bombeado, superior à indicada na encomenda	²⁾
•					•					Uso de materiais inadequados	Trocar a combinação dos materiais.
•	•									Rotação muito elevada	Reduzir a velocidade (turbina, motor de combustão interna ^{2) 3)}
•				•						Tirantes, vedações e gaxetas	Apertar os tirantes, trocar os selos e gaxetas por novas
					•					Vedação defeituosa	Substituir a vedação
•					•					Marcas de desgaste ou rugosidade na luva protetora do eixo	Montar nova luva protetora do eixo. / Trocar vedação do eixo. / Verificar a linha de equilíbrio. / Checar as folgas da bucha e luva de estrangulamento.
					•					Refrigeração insuficiente ou câmara do líquido de resfriamento suja.	Aumentar o volume do líquido de resfriamento. / Limpar a câmara do líquido de resfriamento. / Limpar o líquido de resfriamento.
					•					Vibrações durante operação da bomba	Melhorar as condições de sucção. / Realinhar a bomba. / Rebalancear os rotores. / Aumentar a pressão de sucção da bomba.
			•		•	•		•		Conjunto mal alinhado	Controlar o acoplamento e realinhar se necessário
			•					•		Lubrificação insuficiente. / Excessiva ou lubrificante não apropriado.	Completar, reduzir, ou substituir o lubrificante
			•							Inobservância da distância de acoplamento	Corrigir distância segundo plano de instalação
•										Tensão de serviço insuficiente	Aumentar a voltagem
					•			•		Conjunto girante desequilibrado	Limpar o conjunto girante. / Balancear o conjunto girante
									*	Verificar a linha de equilíbrio	Verificar a condição de funcionamento da bomba. / Verificar a linha de retorno. / Verificar as pressões da bomba. / Verificar as folgas do conjunto girante e o dispositivo de equilíbrio.

¹⁾ Para eliminação de defeitos em peças sob pressão, a bomba deverá ser despressurizada.

²⁾ Requer consulta à KSB.

³⁾ A falha poderá ser sanada também por meio de alteração do diâmetro do rotor.

ANEXO I – START-UP CHECK LIST

		SIM	NÃO	N.A.
	Rev.1			
	CLIENTE:			
	BOMBA:			
	ACIONADOR:			
	OP:			
	TAG:			
	SERVICO:			
	PLANO DE SELAGEM:			
1	Check list hidráulico			
1.1	A válvula de sucção está completamente aberta? E estão todas as placas de fechamento removidas?			
1.2	Há líquido disponível na bomba (válvula da linha de sucção está aberta)?			
1.3	Está o líquido em uma condição de fluxo livre?			
1.4	Está a linha de fluxo do líquido cheia / escorvada?			
1.5	Esta tubulação da linha de sucção ao reservatório de abastecimento submersa ou suficiente para evitar a formação de vórtices?			
1.6	Estão os crivos de sucção corretamente dimensionados?			
1.7	Há provisões para medir-se a queda de pressão nos filtros de sucção em caso de entupimento?			
1.8	Está a pressão de sucção adequada para providenciar NPSH suficiente?			
1.9	Se a bomba possui uma bomba booster na sucção, as leituras de pressão desta bomba estão corretas?			
1.10	A linha de descarga permanece totalmente cheia quando a bomba esta parada (em stand-by)?			
1.11	A bomba está escorvada?			
1.12	A bomba está escorvada e as válvulas de “vent” estão abertas? A bomba foi girada manualmente para limpar as passagens do rotor?			
1.13	Bombas bombeando líquidos quentes devem estar pré-aquecidas antes da partida			
1.14	Existem as facilidades necessárias para a medição da vazão da bomba e consumo de potência como um auxílio para futuros diagnósticos?			
1.15	Existem conexões para medição das pressões de sucção e descarga como auxílio para futuros diagnósticos?			
1.16	A válvula de recirculação automática está aberta?			
1.17	A válvula de re-ciclo automática está aberta: (quando aplicável)			
1.18	A perda de carga na linha de descarga é suficiente para a partida (Como padrão padronizar ou adotar uma abertura de válvula em torno de 20%).			
1.19	A linha de descarga está aberta?			
1.20	Há possibilidade da linha de descarga danificar-se durante a operação?			
1.21	Há possibilidade fluxo reverso do sistema?			
1.22	Se a bomba é do tipo que possui uma linha de equilíbrio para balance hidráulico, é certo que não há obstruções nesta linha?			

ANEXO I – START-UP CHECK LIST

		SÍM	NÃO	N.A.
	Rev.1			
	CLIENTE:			
	BOMBA:			
	ACIONADOR:			
	OP:			
	TAG:			
	SERVIÇO:			
	PLANO DE SELAGEM:			
2	Check list mecânico			
2.1	O bloco de fundação é suficiente rígido?			
2.2	O pedestal da base está com sua refrigeração ligada (quando aplicável)			
2.3	O sistema de pre-aquecimento está funcionando corretamente? (quando aplicável)			
2.4	O alinhamento do conjunto é afetado quando a bomba e as tubulações são cheias de líquido?			
2.5	O alinhamento do conjunto foi alterado significativamente após o aquecimento à temperatura de operação?			
2.6	O alinhamento do flange foi checado antes e após o aperto dos elementos de fixação?			
2.7	O conjunto girante pode ser fácil e manualmente rotacionado sem notar-se ruídos metálicos			
2.8	Sentido de rotação do acionador está correto?			
2.9	No caso de uso de inversores de frequência deve ser assegurada uma rotação mínima da primeira velocidade crítica para bombas multiestágio em 2 pólos(HDA, HDB, WK, WL, Multitec), ou seja, acima de 2000 rpm			
2.10	Foram checados os apertos de todos os elementos de fixação dos equipamentos à base?			
2.11	Se possível, checar o posicionamento do anel pescador de óleo.			
2.12	Checar o nível do óleo no mancal ou no copo lubrificador, quando aplicável			
2.13	Se o mancal é lubrificado à graxa, assegurar-se que o volume de graxa não é demasiado			
2.14	Quando aplicável, checar o estado da graxa. Parece velha ou nova?			
2.15	No caso de uso de copo lubrificador, checar se a instalação da bomba é fixa.			
2.16	Quando aplicável, deve ser checado a refrigeração por água do mancal			
2.17	Se a bomba utilize gaxeta, deve ser checado se a sua fixação não está demasiadamente apertada.			
2.18	Se a bomba utilize gaxeta, deve ser assegurada a lubrificação da mesma durante o star-up no caso de sucção negativa			
2.19	A proteção de acoplamento está fixada?			
2.20	Pode se checar se a câmara de selagem está escurvada?			
2.21	Alguns tipos de bombas requerem um pré-aquecimento antes da partida. Checar se este é o caso.			
2.22	No caso de selos mecânicos duplos, a pressão do líquido barreira deve ser checada. (Trata-se de um auxílio p/ diagnóstico de falha do selo primário)			
2.23	No caso de selos mecânicos duplos, a temperatura do líquido barreira (entrada e saída) deve ser checada. (Trata-se de um auxílio p/ diagnostico de falha do selo primário)			
2.24	No caso de selos mecânico duplos, pode se provar que a pressão do líquido barreira excede a pressão de sucção antes do star-up			
2.25	Quando aplicável, deve ser checada a funcionalidade do sistema de névoa de óleo.			
2.26	Para bombas multiestágios (HDA, HDB) com linhas de extração, estas linhas devem permanecer sempre abertas, caso recomendado na respectiva folha de dados da bomba.			

ANEXO I – START-UP CHECK LIST

		SIM	NÃO	N.A.
	Rev.1			
	CLIENTE:			
	BOMBA:			
	ACIONADOR:			
	OP:			
	TAG:			
	SERVIÇO:			
	PLANO DE SELAGEM			
	Check list dos acessórios			
3.1	No caso de uso de válvulas de recirculação, estão as mesmas corretamente instaladas?			
3.2	No caso de bombas multiestágio (HDA, HDB, WL) com linhas de equilíbrio com retorno para o desaerador está a válvula de segurança (alívio) corretamente “calibrada”.			
3.3	No caso de uso de sistema de lubrificação forçada (ULF) para os mancais, os seguintes itens devem ser checados: <ul style="list-style-type: none"> - A pressão de saída da ULF está correta? Checar sentido de giro do acionador - Há vazamentos nas linhas de alimentação e retorno da ULF e mancais? - Caso aplicável, checar as temperaturas de entrada e a saída de refrigeração do trocador de calor. - Os elementos de controle e monitoração (pressostatos, termostatos, manômetros, termômetros, chaves de fluxo, etc) estão corretamente “calibrados” e em funcionamento. 			
3.4	No caso de bombas multiestágio HDB com bombas de engrenagem acoplada direto no eixo deve-se checar a pressão fornecida pela mesma durante operação.			
3.5	Para demais acessórios (motor elétrico, turbina, selos mecânico, válvulas, acoplamentos, variadores de velocidade, etc) é recomendado verificar-se os requisitos específicos de operação / manutenção de cada um.			

19.10.2020

A1836.8P/5

KSB Bombas Hidráulicas SA
Rua José Rabello Portella, 400
Várzea Paulista SP 13220-540
Brasil <http://www.ksb.com.br>
Tel.: 11 4596 8500 Fax: 11 4596 8580
SAK – Servicio de Atendimento KSB
e-mail: gqualidade@ksb.com.br
Fax: 11 4596 8656