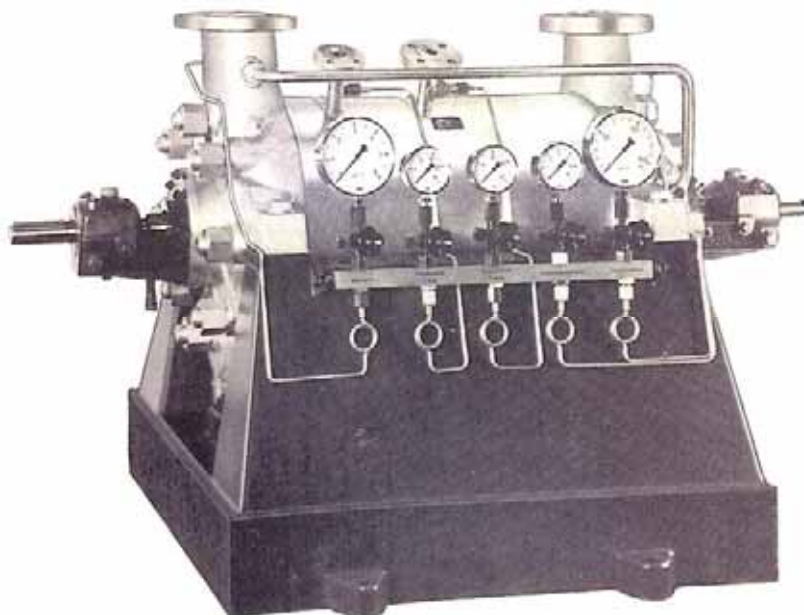


Bomba centrífuga de alta pressão



1. Aplicação

A bomba KSB HDB é recomendada para alimentação de caldeiras, centrais termelétricas, assim como na produção de água sob pressão em instalações de pressão ou decapagem.

2. Descrição Geral

Horizontal, multiestágio, com corpo de sucção, recalque e de estágios bipartidos radialmente e montagem em linha de centro. A vedação entre os corpos de estágio é metálica e a união dos componentes é feita por tirantes que mantêm a junção das superfícies metálicas, sob pressão. Os corpos de estágio e os tirantes, são envoltos por uma camisa.

3. Denominação

Marca KSB HDB 100 / 7
Modelo _____
Diâmetro nominal do flange recalque (mm) _____
Quantidade de estágios _____

4. Dados de Operação

Tamanhos	- DN 40 até 150
Vazões	- até 700 m ³ /h
Elevações	- até 2.500 m
Temperatura	- até 200°C
Rotação	- até 5.500 rpm
Pressão final	- até 230 bar

Informação legal / Direitos autorais

Manual Técnico HDB

Todos os direitos reservados. O conteúdo aqui fornecido não deve ser distribuído, copiado, reproduzido, editado ou processado para qualquer outro propósito, nem de outro modo transmitido, publicado ou disponibilizado a terceiros sem o prévio consentimento expresso do fabricante.

Sujeito a modificações técnicas sem aviso prévio.

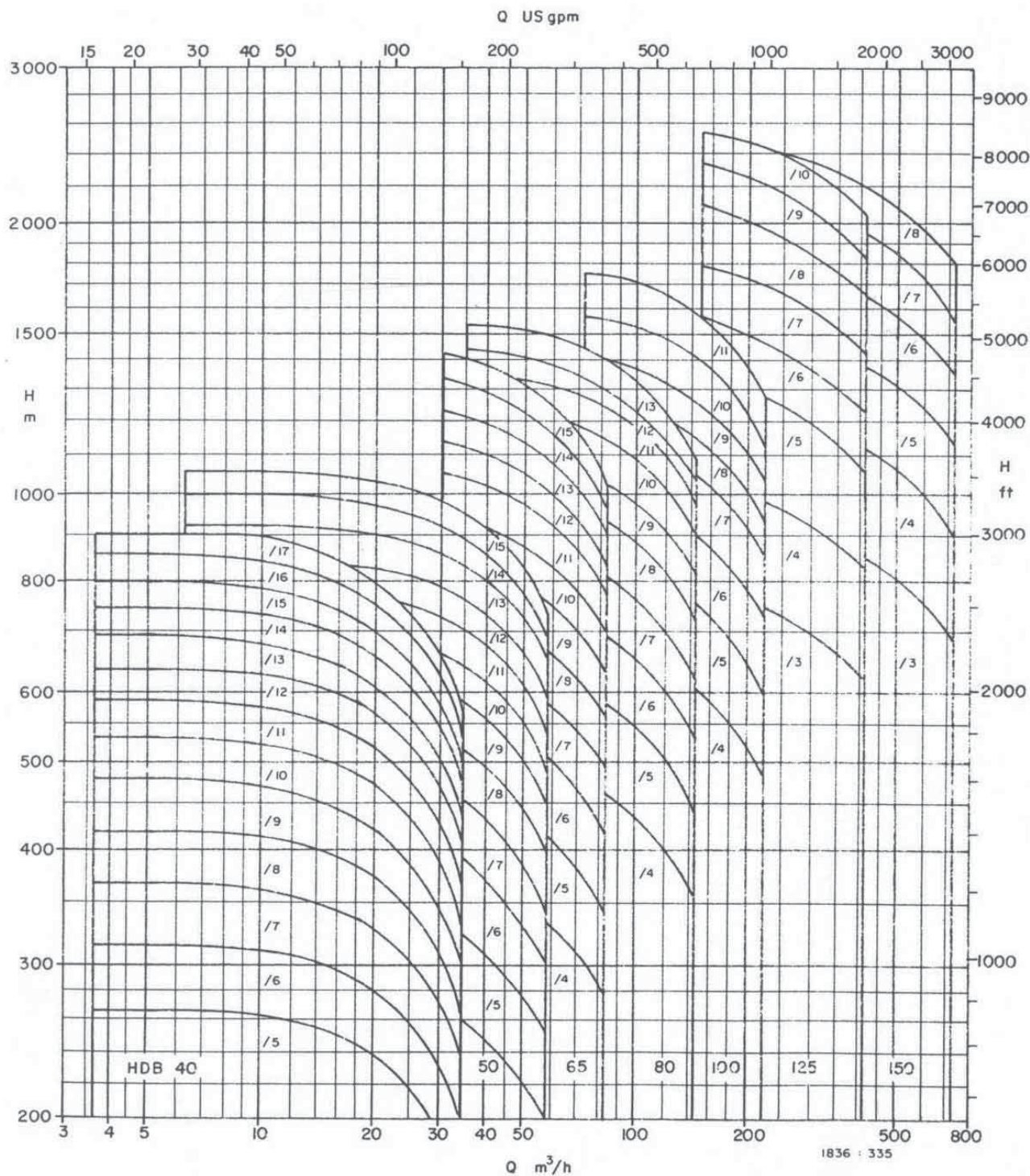
© KSB Brasil Ltda., Várzea Paulista 17/06/2019

Índice

1. Aplicação	1
2. Descrição Geral	1
3. Denominação	1
4. Dados de Operação	1
5. Campo de Aplicação – 60 Hz	5
6. Campo de Aplicação – 50 Hz	6
7. Dados Construtivos	7
8. Descrição Geral	8
8.1 Corpo	8
8.2 Rotor	8
8.3 Eixo	8
8.4 Vedação do eixo	8
8.5 Equilíbrio do empuxo axial	8
8.5.1 Descrição e princípio de funcionamento do dispositivo de equilíbrio do empuxo axial	8
8.6 Mancais	10
8.7 Acessórios (opcionais)	10
9. Dados Técnicos	11
9.1 Fluxo de descarga para o equilíbrio das forças axiais	11
9.2 Limites de pressão e temperatura	12
9.3 Limites de rotação em função do diâmetro do rotor e material	13
9.4 Rotações críticas	13
9.5 Regulagem da rotação	14
9.6 NPSH requerido	15
10. Construção	16
10.1 Montagem do conjunto e ambiente de trabalho	16
10.2 Corpo	17
10.3 Rotores	17
10.4 Eixo	17
10.5 Mancais e Tipos de Lubrificação	17
10.5.1 Mancais	17
10.5.2 Dispositivo para compensação do empuxo axial	19
10.5.3 Tipos de lubrificação	23
10.5.3.1 Execução com mancais deslizantes e lubrificação sob pressão	23
10.6 Vedações do eixo	26
10.6.1 Gaxeta	26
10.6.2 Selo mecânico	27
10.7 Resfriamento	28
10.7.1 Vedação por gaxeta	28
10.7.1.1 Temperatura do líquido bombeado entre 105°C e 150°C	28
10.7.2 Vedação por selo mecânico	29
10.7.2.1 Com circulação e sem resfriador (-5°C até +70°C)	29
10.7.2.2 Sem circulação e com resfriamento da câmara de selagem (71°C até 120°C)	29
10.7.2.3 Com resfriamento da câmara de selagem e selos mecânicos em paralelo (121°C até 180°C)	29
10.7.2.4 Para uma temperatura ambiente > 45°C e uma temperatura do líquido bombeado > 150°C até 180°C	30
10.7.2.5 Com circulação para um trocador de calor para cada selo mecânico e resfriamento da câmara de selagem	30

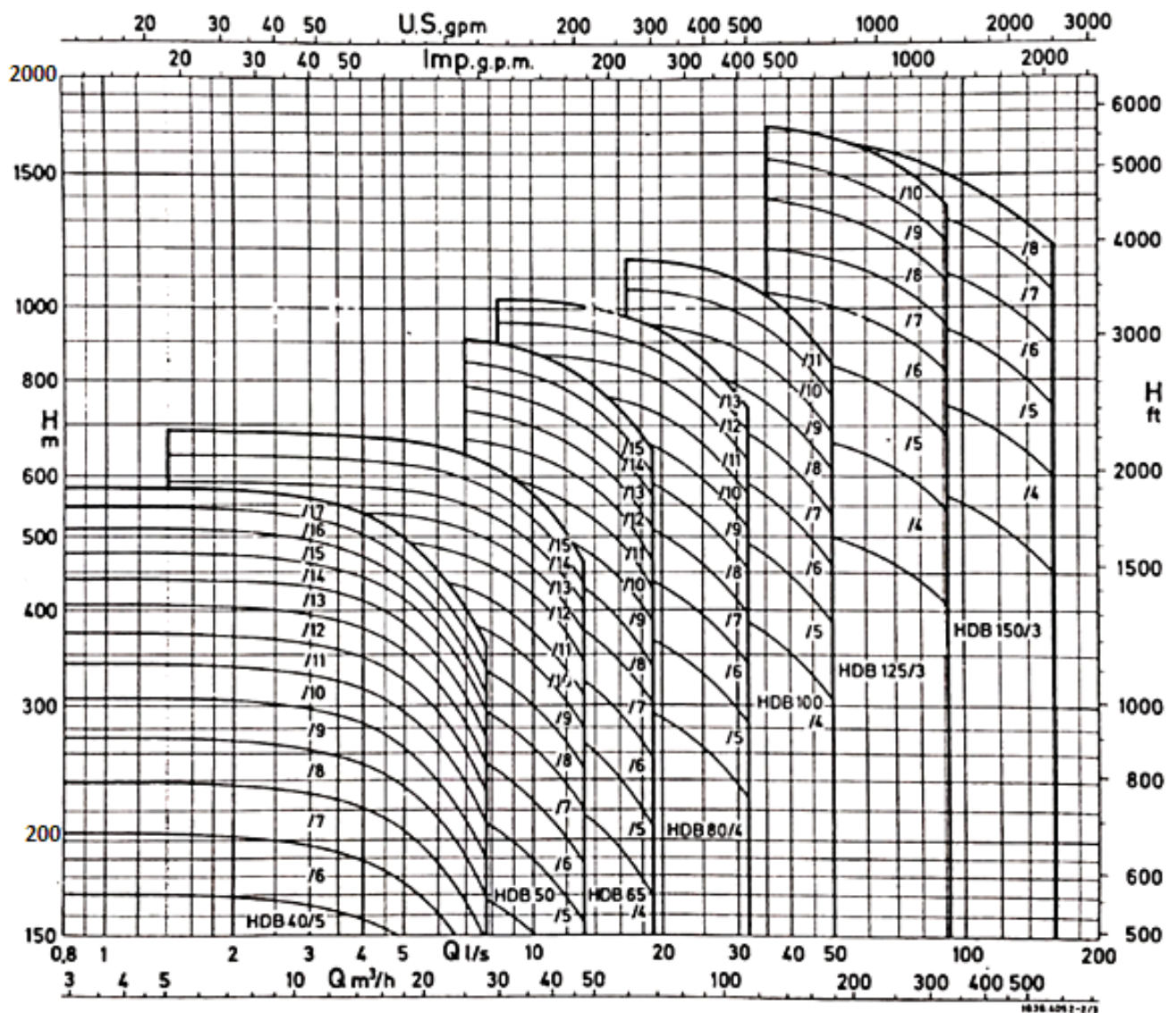
10.8 Câmara de aquecimento	32
10.9 Inércia	32
10.10 Acionamento	32
10.11 Acoplamentos	32
10.11.1 Proteção do Acoplamento	32
10.11.2 Bases	32
11. Materiais	33
11.1 Diretrizes para a escolha de materiais para as bombas de alimentação de caldeira	33
11.1.1 Regras Gerais	33
12. Combinações de Materiais	34
12.1 Folgas	35
13. Forças e Momentos	35
13.1 Posição do centro de gravidade	36
14. Peças sobressalentes	36
15. Dimensões	36
16. Desenhos de Corte e Listas de Peças	38
16.1 Tamanhos 40 e 50	38
16.2 Tamanhos 65, 80 e 100	39
16.3 Tamanhos 125 e 150	40
16.4 Acessórios especiais	42
16.4.1 Estágio cego	42
16.4.2 Corpo de estágio com extração intermediária	43
16.4.2.1 Combinações dos materiais para extrações intermediárias roscadas e soldadas	43
16.4.3 Bomba de engrenagem acoplada ao eixo da bomba	43
16.4.4 Instalação de válvula de vazão mínima	43
16.4.5 Filtros	44
16.4.6 Dispositivos	45
16.4.7 Ferramentas	46
17. Curvas características	46

5. Campo de Aplicação – 60 Hz



Rotação: 3550 rpm

6. Campo de Aplicação – 50 Hz



Rotação: 2900 rpm

7. Dados Construtivos

Tamanho da Bomba			40	50	65	80	100	125	150									
Dados Construtivos			30						25									
Pressão máxima de sucção (bar)			30						25									
Pressão máx. recalque (bar)	Combinação de material	01	160															
		02	230															
Pressão diferencial máx. por estágio (bar)	Combinação de material	01e 02	26						28	35.5								
Pressão máx. Teste Hidrostático (bar)	1ºestágio	Comb. material	01e 02	60														
	Demais estágios		01	230						200								
			02	275														
Vazão mínima			0,5 x Qopt															
Vazão máxima			1.15 x Qopt.															
Temperatura máx (°C)			Ver item 8.2															
Sentido de rotação			Acionamento do lado Sucção: sentido horário (visto do lado de acionamento)															
Flanges ANSI B16.5(1)	Sucção	300 # RF		ANSI B16.5 - 150 # RF / ANSI B16.5 - 300 # RF														
	Recalque	ANSI B16.5 - 900 # RF / ANSI B16.5 - 1500 # RF																
Mancais de deslize DxL (mm)			35x50		45x60		50x60		65x75	75x85								
Volume de óleo por mancal de deslize (l)			0.4						0.5	0.7	1.3							
Vazão de óleo p/ lubrif. sob pressão (l/s) por mancal			0.033		0.05		0.066		0.1	0.133								
Vazão de óleo adicional necessária para lubrif. dispositivo de absorção de empuxo hidráulico axial (l/s)			0.1						0.133	0.166								
Dispositivo de compensação do empuxo axial com mancais de rolamento	Rolamentos contato angular com duas carreiras esferas		3309-C3		3310-C3													
	volume de óleo		0.2		0.4													
P/n máx. admissível eixo (kW/rpm) – Material	SAE1045		0.0635		0.1405		0.1833		0.6000	0.9500								
	AISI 6F3		0.1022		0.1714		0.2415		0.6210	0.9780								
Tipo de mancal (2)			GR	GD	GR	GD	GR	GD	GR	GD	GR	GD	GR	GD	GR	GD		
Rotação máxima por número de estágios (3)	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	GD ACOPLA- MENTO > 50kg	≤ 50kg	-	-	3000	3600	3000	3600
	4	-	-	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3000	3000	4500	3000	3600	3000	3600	3000	3600
	5	3600	5500	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3000	3000	4500	3000	3600	3000	3600	3000	3600
	6	3600	5500	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3000	3000	4500	3000	3600	3000	3600	3000	3600
	7	3600	5500	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3000	3000	4500	3000	3600	3000	3600	3000	3600
	8	3600	5500	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3000	3000	4500	3000	3600	3000	3600	3000	3600
	9	3600	5500	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3000	3000	4400	3000	3600	-	-	-	-
	10	3600	5500	3600	5500	3600	5000	3600	4300	3000	3000	4200	3000	3600	-	-	-	-
	11	3600	5500	3600	5500	3600	4800	3600	4250	3000	3000	4000	-	-	-	-	-	-
	12	3600	5500	3600	5300	3600	4700	3600	4200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13	3600	5500	3600	5100	3600	4600	3600	4100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	14	3600	5200	3600	4900	3600	4400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	3600	4800	3600	4700	3600	4300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16	3600	4400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17	3600	4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Número mínimo de estágios			5		4						3							
Momento inércia J=GD² /4 (Kgm²) com água	1º estágio	0.00715		0.01210		0.02185		0.03180		0.06605		0.25455		0.50000				
	cada estágio adicional	0.00415		0.00750		0.01575		0.02110		0.04415		0.14525		0.26250				
Peso final da bomba por número de estágios em kg	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1200	1735	-	-		
	4	-	-	279	374	564	780	1300	1900	-	-	-	1300	1900	-	-		
	5	214	300	401	605	830	1400	2065	2665	-	-	-	1400	2065	-	-		
	6	228	321	428	664	880	1500	2230	2995	-	-	-	1500	2230	-	-		
	7	242	342	455	687	930	1600	2395	3160	-	-	-	1600	2395	-	-		
	8	256	363	482	728	980	1700	2560	3400	-	-	-	1700	2560	-	-		
	9	270	384	509	769	1030	1800	-	-	-	-	-	1800	-	-	-		
	10	284	405	536	810	1080	1900	-	-	-	-	-	1900	-	-	-		
	11	298	426	563	851	1130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	12	312	447	591	892	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	13	326	468	618	933	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	14	340	489	645	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	15	354	510	672	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	16	368	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	17	382	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Tabela 1 – Dados construtivos

A pressão não deve ser menor que 25% da pressão no ponto de operação nem menor que 15 bar.

- Outras normas de flange, sob consulta.
- Tipos de mancais:
GR - mancais deslizantes com lubrificação por anel pescador
GD - mancais deslizantes com lubrificação forçada
- É admissível ultrapassar a rotação em 10% por um curto espaço de tempo levando em consideração as limitações de pressão admissíveis conforme figura 3.

8. Descrição Geral

8.1 Corpo

Flanges de sucção e de recalque em disposição radial, vertical para cima. É possível prevê extração intermediária flangeada, para tomadas parciais de água sob pressão em um ou mais corpos de estágios.

8.2 Rotor

Tipo radial, fechado e de sucção simples.

8.3 Eixo

O eixo da bomba possui luvas protetoras e luvas distanciadoras.

8.4 Vedação do eixo

O eixo é vedado por meio de gaxetas. Opcionalmente a vedação pode ser por selo mecânico. Para temperaturas acima de 105°C é necessário câmara de refrigeração.

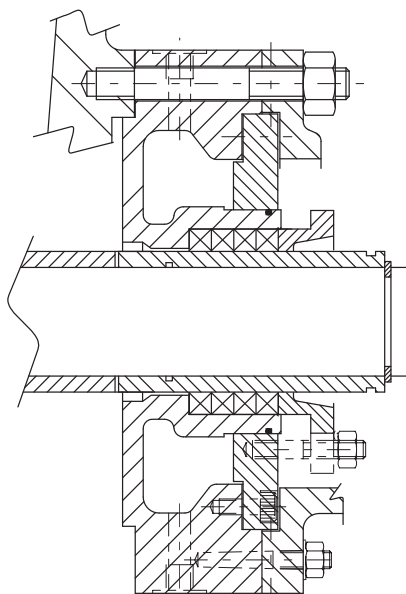


Fig.1 - Vedação do eixo por gaxeta com câmara de refrigeração

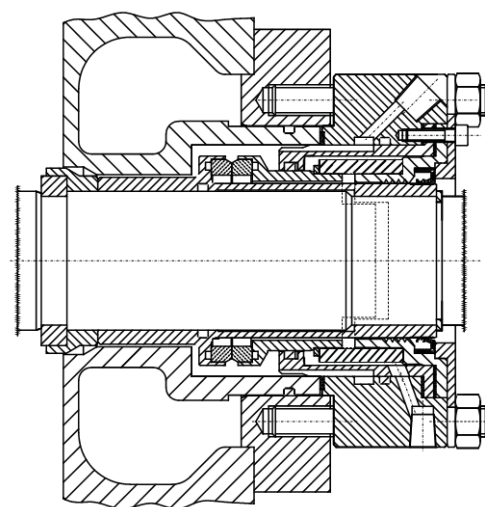


Fig.2 - Vedação do eixo por selo mecânico

8.5 Equilíbrio do empuxo axial

Através de disco e contra disco com tubulação de alívio retornando para o corpo de sucção ou para o tanque de sucção.

8.5.1 Descrição e princípio de funcionamento do dispositivo de equilíbrio do empuxo axial.

O líquido bombeado flui através do corpo de sucção (106) até primeiro rotor. Sai do rotor (230), pressuriza as laterais deste e vai para o difusor (171.1), e do difusor para a entrada do rotor seguinte.

Este processo se repete a cada estágio, durante o qual a pressão é aumentada por um valor igual sucessivamente, ou seja, pela capacidade de elevação do estágio.

Do último rotor o líquido passa para a câmara do disco de equilíbrio e para o difusor do último estágio (171.2). Do difusor do último estágio para o corpo de pressão e para a tubulação de recalque.

Uma força axial A que é causada pela pressão diferencial da área entre DSP (diâmetro interno do anel de desgaste) e Da (diâmetro da luva de estágio), atua sobre cada rotor. Vide figura 3. Este empuxo axial tende a deslocar o conjunto girante para o lado sucção da bomba.

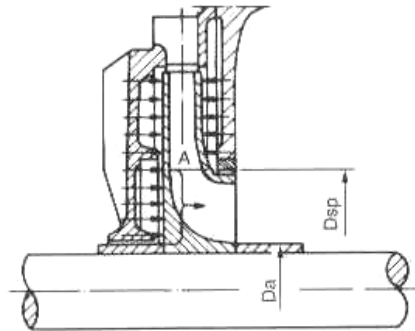


Fig.3 - Empuxo axial do rotor

Para equilibrar o empuxo axial é necessário um dispositivo específico de equilíbrio. Este dispositivo consiste de um disco de equilíbrio (601), contra disco (602) e tubulação de alívio atuando em função de folga radial entre a luva estranguladora do contra disco (602) e a luva distanciadora (525.2) - folga "B" - e a folga axial entre disco e contra disco - folga "C".

Sendo por ex. a folga "C" bastante pequena, praticamente a pressão final da bomba atuará sobre a câmara do disco deslocando o conjunto girante para o lado recalque da bomba, com o que a folga C aumentará. Sendo a folga C muito grande haverá alívio da pressão sobre a câmara do disco, reduzindo com isto, o empuxo e fazendo com que o conjunto volte para o lado sucção. Durante o funcionamento estabelecer-se-á uma folga média e a bomba ficará equilibrada axialmente. Vide figura 4.

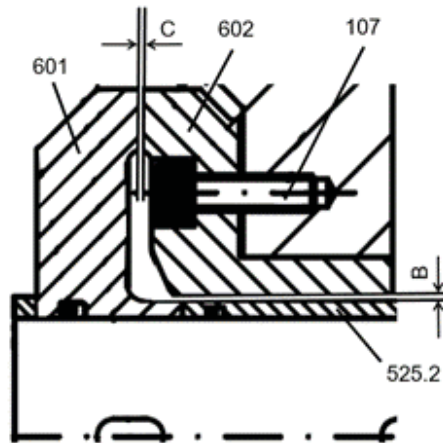


Fig.4 - Dispositivo de equilíbrio do empuxo axial

No traseira do disco, entre o corpo de recalque (107) e caixa da gaxeta (451) existe uma câmara onde instala-se uma tubulação de equilíbrio, que pode retornar ao corpo de sucção ou tanque dependendo de condições específicas. Vide figuras 6 e 10.

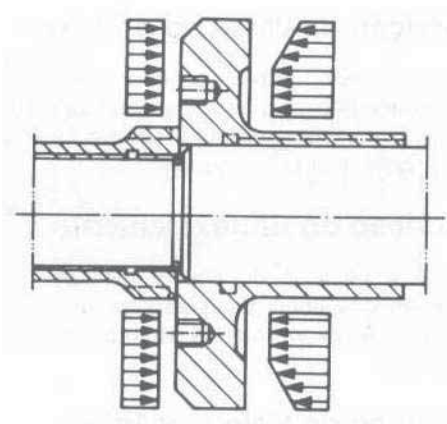


Fig.5 - Força de ação no disco de equilíbrio

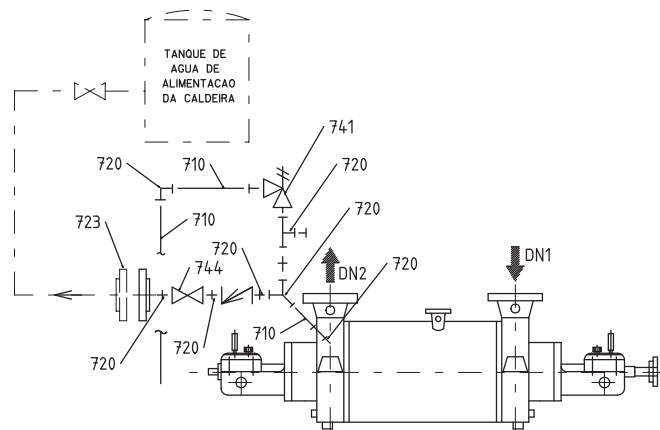


Fig.6 - Esquema da tubulação de alívio com retorno p/ tanque de sucção

Atenção: A altura mínima de elevação é de 25% da altura de elevação no ponto de operação, porém não deve ser inferior a 15 bar.

8.6 Mancais

Alojados em dois suportes, flangeados em ambas as extremidades da bomba, com mancais de deslize lubrificados por anéis ou por circulação de óleo sob pressão.

8.7 Acessórios (opcionais)

8.7.1 Acionamento

Direto através de acoplamento elástico ou indireto por meio de redutores, por motor elétrico, turbina, motor diesel, etc.

8.7.2 Acoplamento

Luva elástica que permita movimento axial do eixo da bomba.

8.7.3 Protetor do acoplamento

Padrão KSB.

8.7.4 Base

Padrão KSB de aço estrutural soldado.

8.7.5 Filtro de sucção

Para proteger a bomba deve ser sempre previsto na tubulação de sucção um filtro.

8.7.6 Sensores de temperatura (PT100)

Instalado nos mancais com o objetivo de monitorar a temperatura dos mesmos.

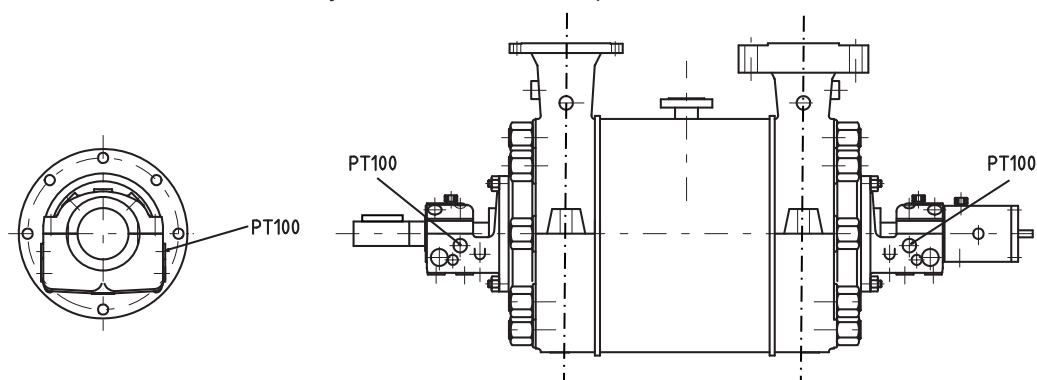


Fig.7 - Posicionamento dos sensores de temperatura

8.7.7 Sensores de vibração

Podem ser instalados nos mancais e com características dependentes de especificação do cliente e do tipo do mancal.

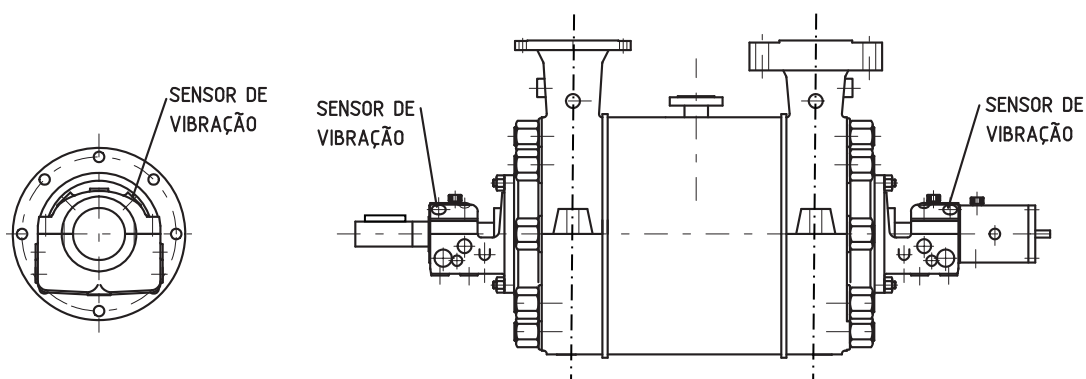


Fig.8 - Posicionamento dos sensores de vibração

9. Dados Técnicos

9.1 Fluxo de descarga para o equilíbrio das forças axiais

Os fluxos para descarga Q_E são valores médios resultante de várias medições e são mostrados na figura 9. Esses fluxos referem-se a uma rotação da bomba $n = 3550\text{rpm}$, 60Hz e podem ser transformados linearmente para as outras rotações.

O fluxo de descarga retorna para o flange de sucção da bomba ou para a caldeira de alimentação da bomba em função da temperatura do fluxo e do número de estágios (veja figura 10). Condições: $Q_{\min} = 20\%$ de $Q_{\eta\text{opt}}$ e $\text{NPSH disponível} \cong \text{NPSH requerido}$.

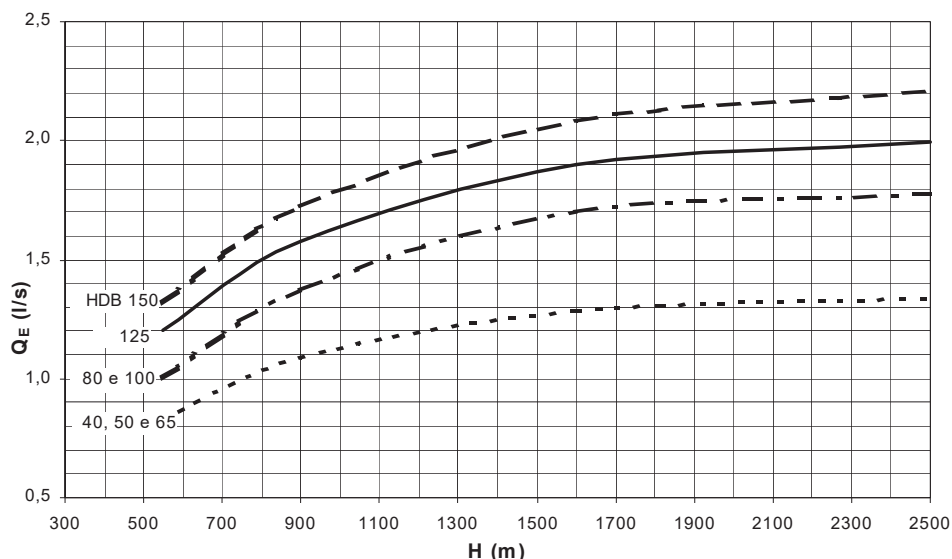


Figura 9 - Fluxos de descarga Q_E em l/s para rotação de 3550 rpm .

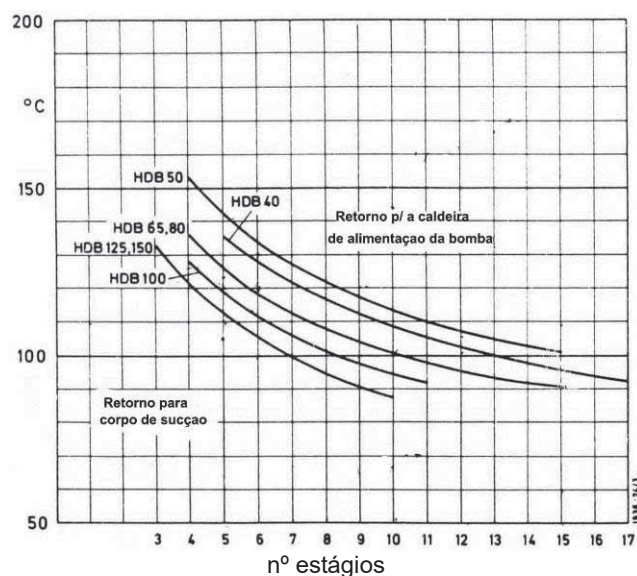


Figura 10 - Valores para retorno do fluxo

A tubulação do líquido do disco de equilíbrio necessita de um dimensionamento conforme quadro abaixo:

Tamanho	Diâmetro da tubulação do líquido do disco de equilíbrio para comprimento da tubulação $< 10\text{m}$	Diâmetro da tubulação do líquido do disco de equilíbrio para comprimento da tubulação $\geq 10\text{m}$
40 a 65	DN 25	DN 40
80 a 150	DN 40	DN 50

9.2 Limites de pressão e temperatura

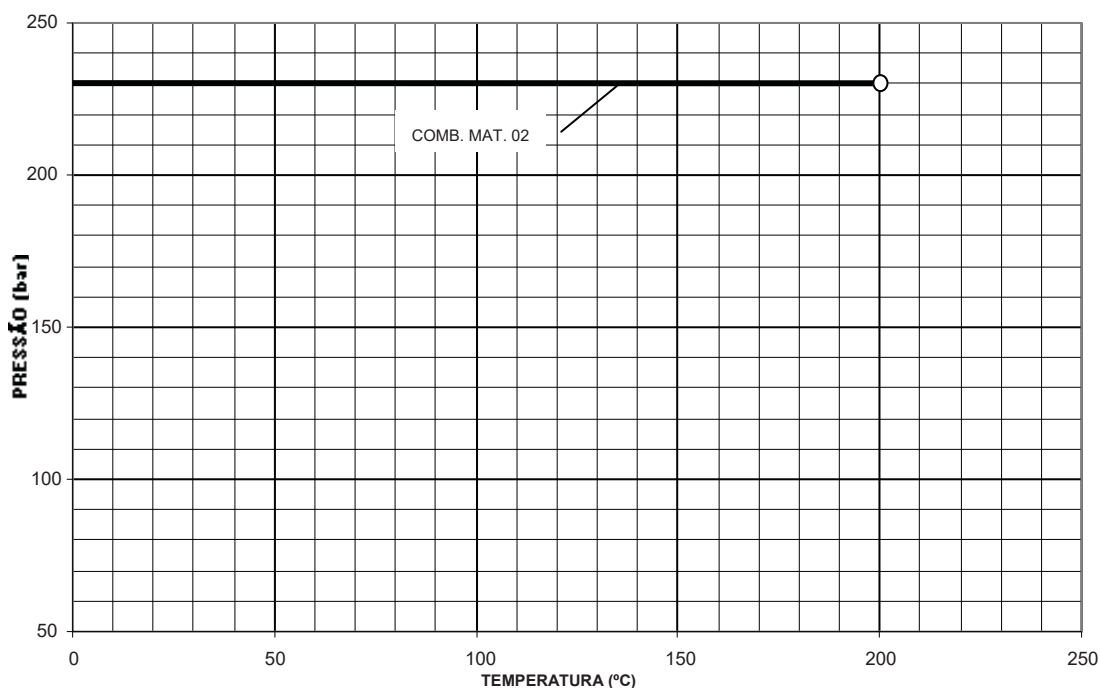


Figura 11- Limites de pressão e temperatura (com pré-aquecimento).

A figura 11 determina as limitações de pressão válidas para bombas cujas diferenças de temperaturas entre a condição de operação da bomba e do fluido são pequenas, por exemplo.

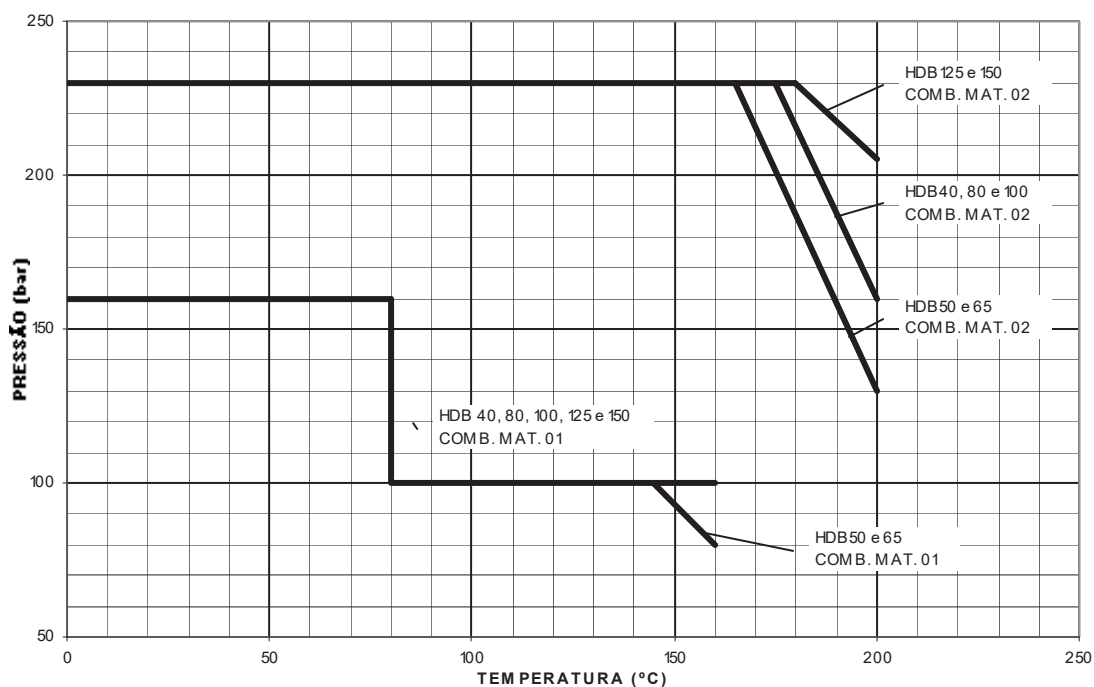


Figura 12 - Limites de pressão e temperatura (partida em estado frio).

9.3 Limites de rotação em função do diâmetro do rotor e material

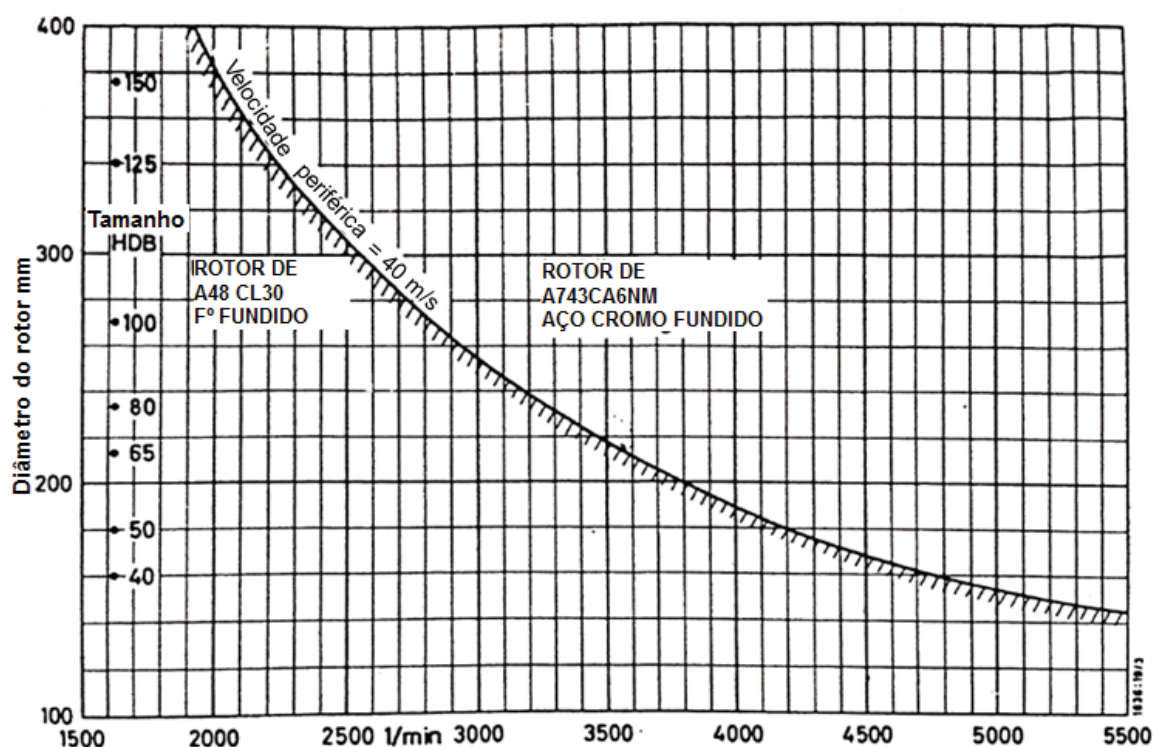


Figura 13 - Limitações da rotação conforme o material do rotor.

Para tamanhos 125 e 150 rotores somente em material aço-cromo

9.4 Rotações críticas

Na figura 14 mostramos as rotações críticas que são determinadas de acordo com as características hidráulicas.

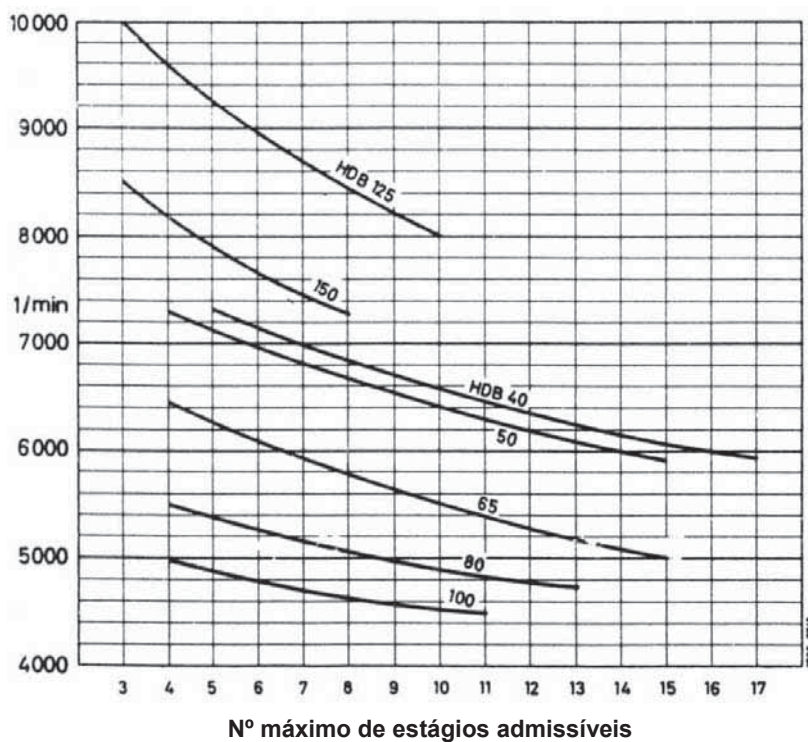
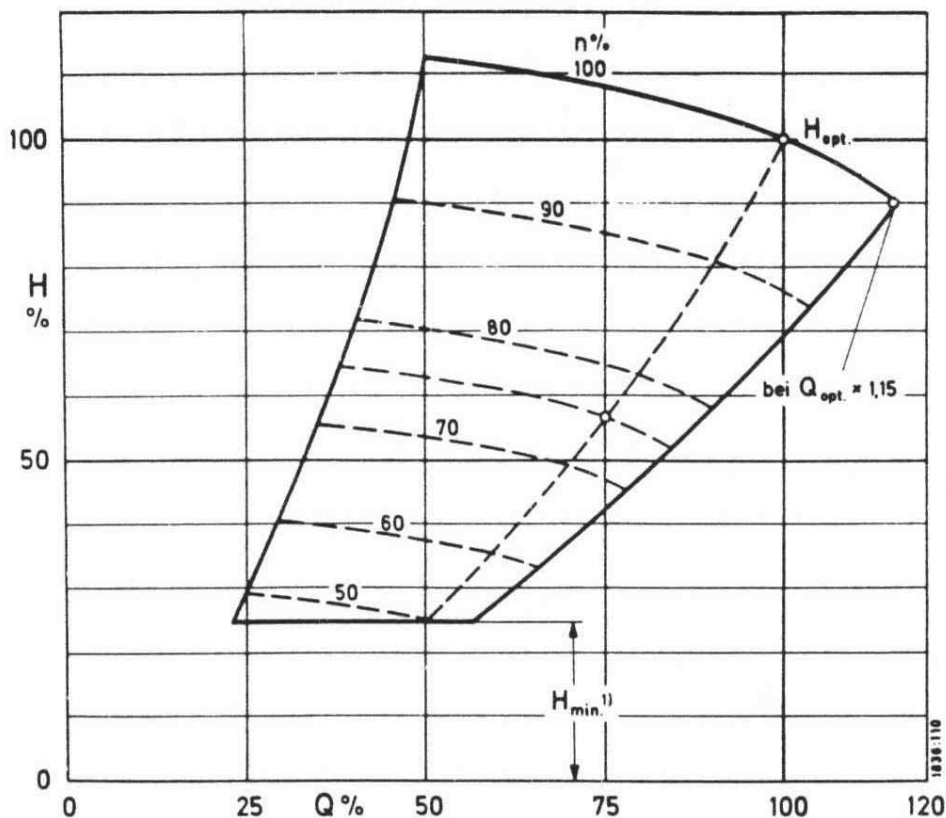


Figura 14 - Rotações críticas conforme o nº de estágios.

9.5 Regulagem da rotação

Para máquinas de acionamento com regulagem de velocidade (turbina, redutor, inversor de frequência, etc.) terão outros valores para a altura manométrica da bomba como mostrados no gráfico da figura 15.

No caso em que a rotação da bomba seja por exemplo 75% da rotação nominal, assim recebemos para a bomba quando esta trabalha com $\frac{3}{4}$ da carga somente 56% da altura manométrica da bomba, em comparação com 100% da carga e rotação nominal.



1) Ver item 6 – Dados Construtivos

Figura 15 - Regulagem da rotação

9.6 NPSH requerido

Para evitar a cavitação da bomba, o NPSH disponível deve ser sempre maior que o NPSH requerido (não estão considerados nos catálogos os adicionais de segurança para as tolerâncias de construção e medidas).

Na figura 16 são mostrados graficamente as relações entre os fatores.

Para pressão constante da água do tanque de sucção, deve existir para Q_{\max} uma margem de segurança de no mínimo 1m.

No caso de instalação de filtro dentro da tubulação de sucção, a perda do filtro é suposta aproximadamente 2 m para Q_{\max} , pressupondo que a área de filtragem livre deve ser três vezes maior que a área livre do tubo de sucção. Informação detalhada sobre a perda de carga do filtro, consultar KSB.

No caso da bomba HDB receber a pressão de entrada necessária por uma pré-bomba (tipo BOOSTER), a pressão dada por esta pré-bomba deve ser considerada para determinar o NPSH requerido da HDB.

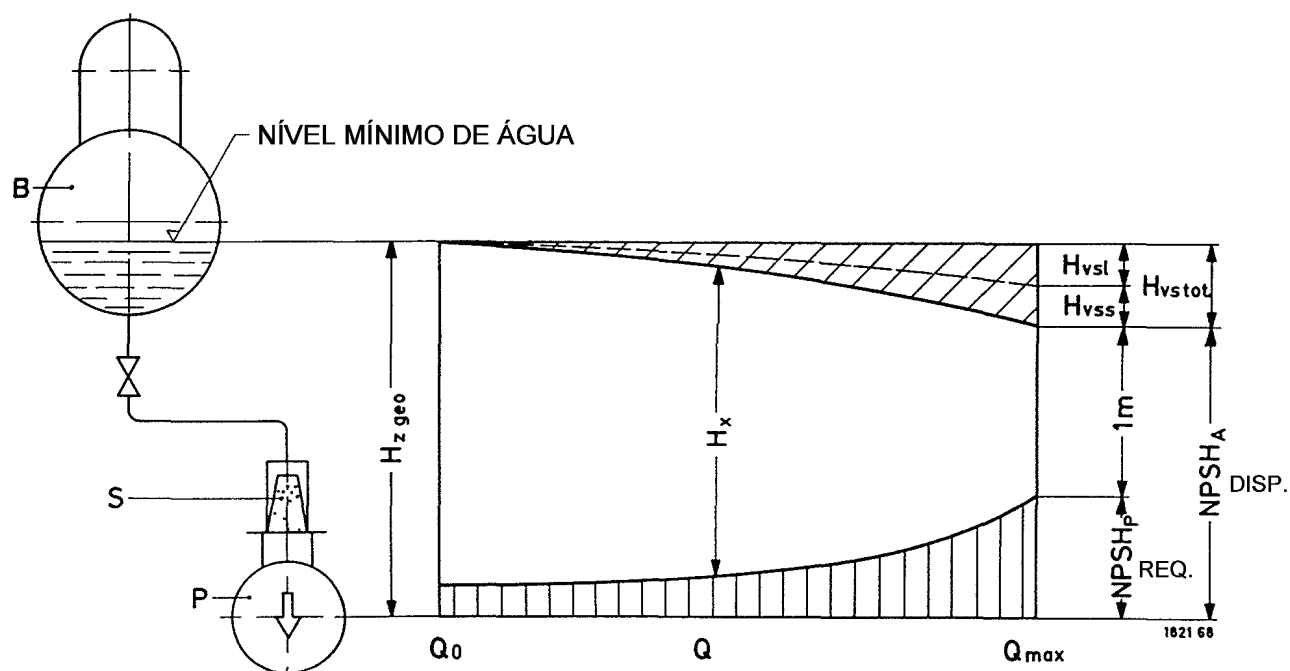


Figura 16

NPSH req.	=	NPSH requerido [m]
NPSH disp.	=	NPSH disponível [m]
$H_{z\text{ geo}}$	=	altura geodésica de entrada do fluxo da bomba [m]
H_{vstot}	=	perdas por atrito dentro da tubulação de entrada inclusive perdas no filtro [m]
H_{vss}	=	perdas na saída da caldeira e tubulação até a bomba, sem perdas no filtro [m]
H_x	=	perdas do filtro [m]
B	=	alturas de segurança
P	=	caldeira de alimentação da bomba
S	=	bomba
	=	filtro

10. Construção

Trata-se de uma bomba centrífuga de alta pressão multi-estágios de construção horizontal. Os corpos de estágios e tirantes de fixação são colocados dentro de uma cobertura de chapa. Os corpos de sucção e de recalque tem flanges direcionados para cima. Os pés da bomba são posicionados na linha de centro do eixo para evitar a influência de dilatações térmicas.

10.1 Montagem do conjunto e ambiente de trabalho

As bombas e os motores, inclusive outros agregados, na maioria dos casos são colocados sobre uma base única e dentro de recintos fechados.

Para bombas de água quente é possível pré aquecer a bomba pelo fluxo da bomba operando (veja figura 17).

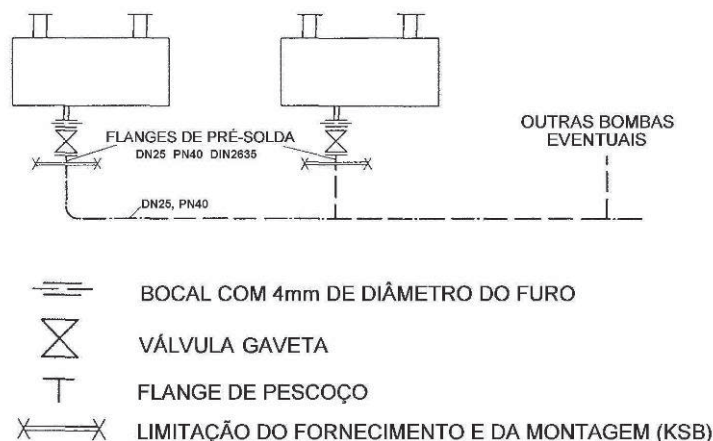


Figura 17 – Colocação das bombas para água fria ao ar livre

Para bombas de água fria colocadas ao ar livre é possível, durante o período de baixas temperaturas, colocar entre a carcaça da bomba e a base, uma espiral de aquecimento (figura 18).

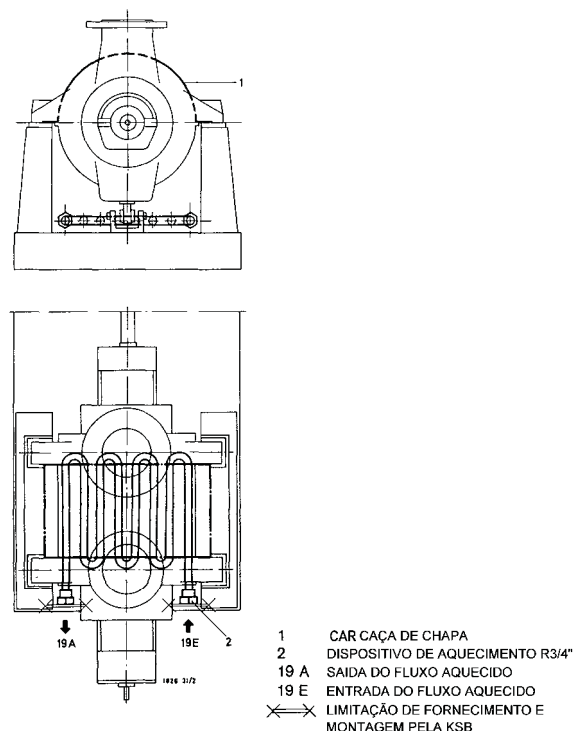


Figura 18 – Bomba com dispositivo de aquecimento

10.2 Corpo

As bombas HDB possuem os corpos de sucção, de estágios e de pressão dispostos radialmente segmentadas ao eixo. Os corpos são unidos metal com metal (sem a utilização de juntas de vedação) a fim de evitar vazamento. Dentro dos corpos dos estágios e do corpo de pressão são posicionados difusores. No corpo de sucção e nos corpos de estágios são posicionados anéis de desgaste. As classes de pressão padronizadas são conforme norma ANSI, podendo ser aplicadas outras normas sob consulta.

Tamanho da Bomba	Corpo de sucção	Corpo de pressão
40	ANSI B16.5 - 300 # RF	ANSI B16.5 - 900 # RF ANSI B16.5 - 1500 # RF
50	ANSI B16.5 - 150 # RF ANSI B16.5 - 300 # RF	
65		
80		
100		
125		
150		

Tabela 2 – Pressão nominal dos flanges conforme norma ANSI.

Conexões dos flanges, veja item Medidas.

10.3 Rotores

As bombas HDB tem rotores radiais com sentido de direção horário, de sucção única. Os rotores são fixados ao eixo por meio de chavetas sendo que as distâncias entre os rotores são mantidas com luvas distanciadoras de estágios e luvas distanciadoras no lado de sucção e no lado de recalque.

10.4 Eixo

Confeccionados em peça única em diferentes materiais, os eixos são protegidos por luvas protetoras e distanciadoras conforme a combinação especificada. Apresenta na combinação “standard” nas regiões dos casquilhos e fixação dos rotores, o tratamento superficial de cromeação.

A resistência mecânica do eixo depende do material do eixo e da luva de acoplamento.

Obs: Não se aplica para este tipo de bomba, acoplamentos que não permitam flutuação axial (Ex.: Steelflex da “Falk”), em virtude do deslocamento axial do conjunto girante por ocasião da partida da bomba.

10.5 Mancais e Tipos de Lubrificação

10.5.1 Mancais

Os mancais das bombas HDB não necessitam absorver forças axiais porque as mesmas são equilibradas pelo conjunto de equilíbrio hidráulico.

Para tamanhos dos mancais e quantidade de óleo nos corpos dos mancais, vide tabelas 1, 3, 4 e 5.

A temperatura máxima dos mancais é de 45°C acima da temperatura ambiente, não devendo ultrapassar 80°C.

Nas aplicações com temperatura ambiente maior que 45°C e temperatura do fluido bombeado de 150°C a 200°C, é necessário o resfriamento do corpo do mancal, vide figura 20. Este resfriamento não é necessário se houver lubrificação forçada nos mancais. Para fluido bombeado acima de 200°C é necessário utilizar lubrificação forçada.

A folga nos mancais deslizantes é aproximadamente 0,001 x Ø eixo.

Tamanho da Bomba	Mancais deslizantes Ø int. x compr. (mm)	Volume de óleo por mancal (l)
40 e 50	35 x 50	0,4
65	45 x 60	0,4
80	45 x 60	0,4
100	50 x 60	0,5
125	65 x 75	0,7
150	75 x 85	1,3

Tabela 3 – Bombas com mancais radiais de deslize e lubrificação por anel pescador, sem dispositivo de empuxo axial.

Tamanho da Bomba	Mancais deslizantes Ø int. x compr. (mm)	Vazão de óleo para lubrificação sob pressão do mancal radial (l/s)	Vazão adicional de óleo quando utilizado dispositivo empuxo axial (l/s)
------------------	------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

40 e 50	35 x 50	0,033	0,10
65	45 x 60	0,050	0,10
80	45 x 60	0,050	0,10
100	50 x 60	0,066	0,133
125	65 x 75	0,100	0,166
150	75 x 85	0,133	0,166

Tabela 4 – Bombas com mancais radiais de deslize e lubrificação forçada.

Tamanho da Bomba	Dispositivo de compensação do empuxo axial em execução com mancais de rolamento:	
	Rolamento de esferas de contato angular	Volume de óleo para dispositivo de compensação do empuxo axial (l)
40 e 50	3309-C 3	0,2
65	3310-C 3	0,4
80		
100		
125		
150		

Tabela 5 – Bombas com mancais radiais de deslize e dispositivo de compensação do empuxo axial com rolamento

No caso de aplicação ao ar livre os mancais são protegidos adicionalmente por anéis de feltro para evitar a entrada de poeira. Opcionalmente, o nível de óleo pode ser controlado por um alimentador constante de óleo.

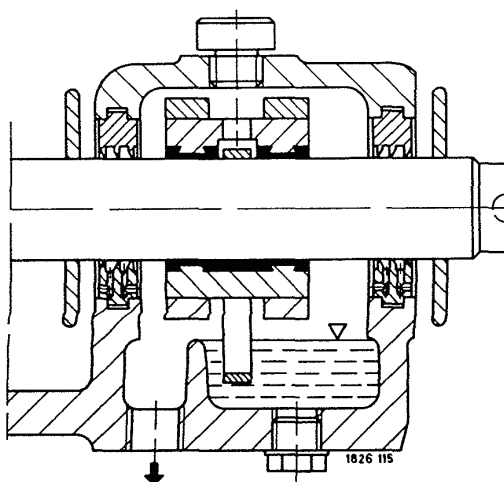


Figura 19 – Vedação dos mancais deslizantes para colocação dos agregados ao ar livre (refere-se à execução normal)

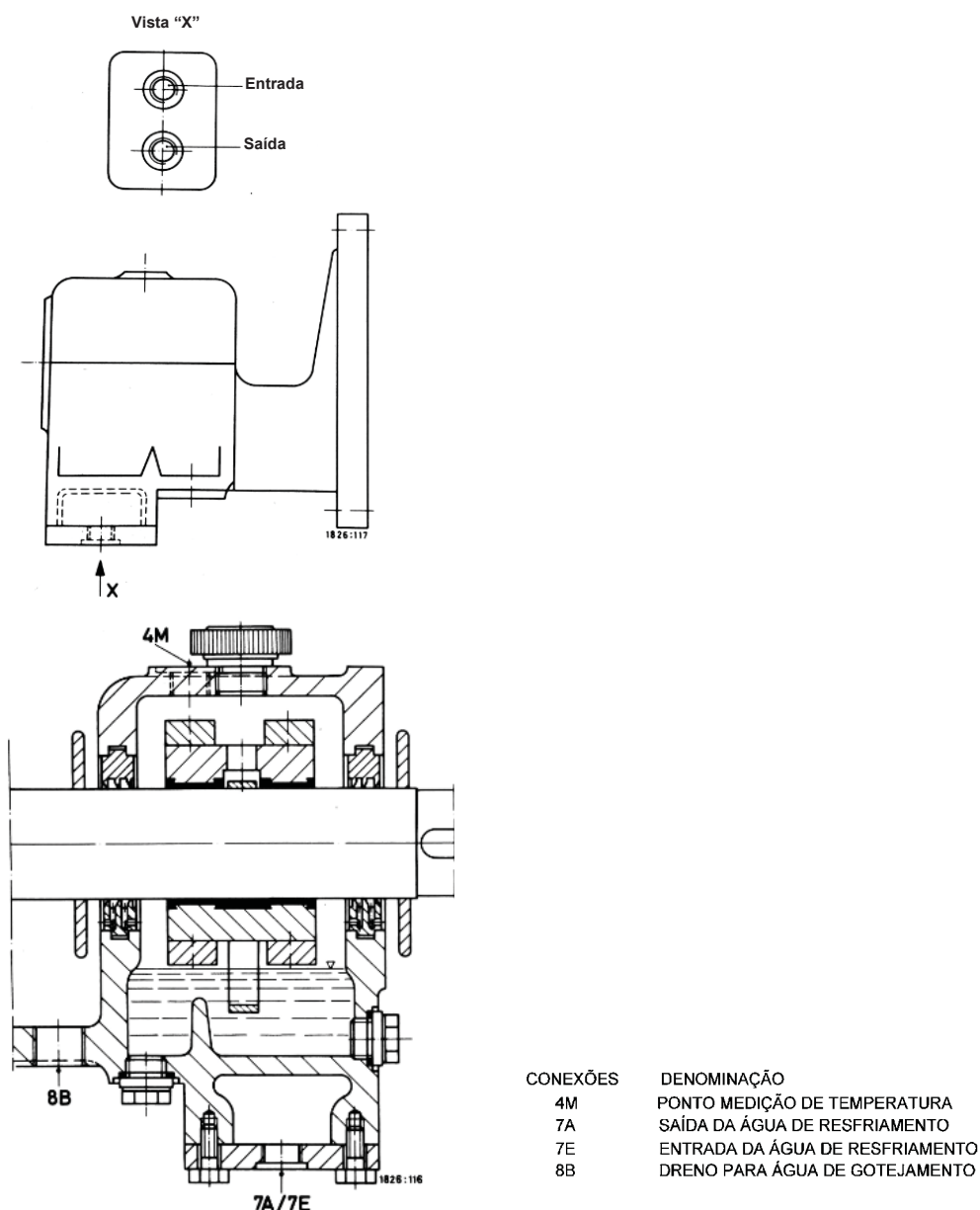


Figura 20 - Resfriamento do corpo do mancal

10.5.2 Dispositivo para compensação do empuxo axial

Em velocidades abaixo de 50% da rotação nominal, com pressões de recalque abaixo de 25% da pressão no ponto de operação ou abaixo de 15 bar, o dispositivo de equilíbrio do empuxo hidráulico axial (conjunto disco e contra disco) é praticamente sem efeito, ou seja, o disco e o contra disco teriam contato metálico. Para evitar o desgaste destas peças é necessário delimitar a velocidade da bomba no caso de regulação automática, numa velocidade mínima. Quando a bomba é ligada e desligada, inevitavelmente cruzando as faixas de velocidade acima mencionadas (por exemplo: mais do que uma vez por dia no caso de motor elétrico e no caso de turbo-bomba quando a turbina funciona por longo tempo em baixa velocidade) é recomendável a utilização do dispositivo de compensação do empuxo axial.

A função deste dispositivo é de evitar o contato metálico entre o disco e o contra disco, bem como efetuar a compensação do baixo empuxo hidráulico axial que ocorre em baixas velocidades.

Dependendo do tamanho da bomba e da velocidade, diferenciamos dois tipos de execução para os dispositivos de compensação, isto é, execução com rolamentos (figuras 21 e 22) e com mancais de segmentos (figuras 23 e 24). Para mancais deslizantes com lubrificação forçada, deve ser utilizado o dispositivo conforme figuras 23 e 24. Estas execuções necessitam óleo sob pressão tendo consumo conforme tabelas 1 e 6.

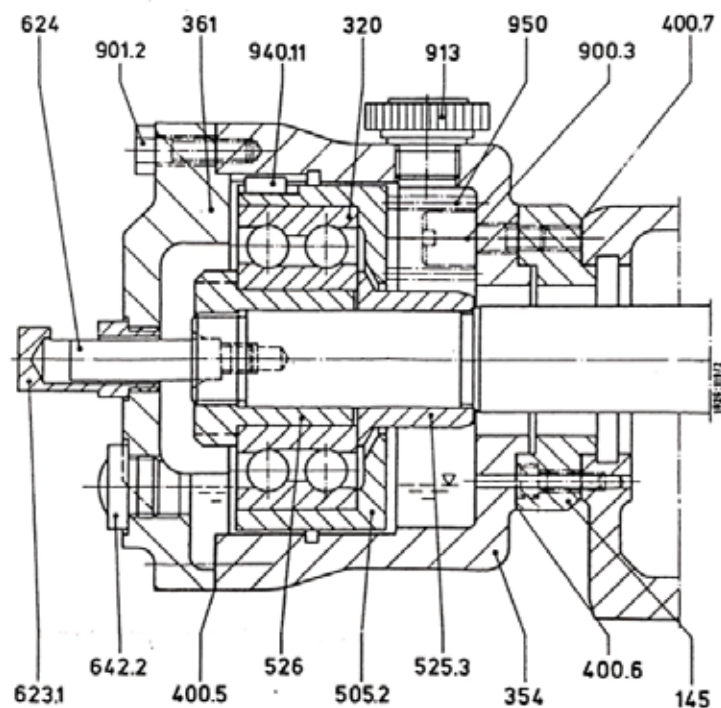


Figura 21 – Dispositivo para compensação do empuxo axial em execução com rolamentos para bombas com mancais deslize, para tamanhos 40 a 100

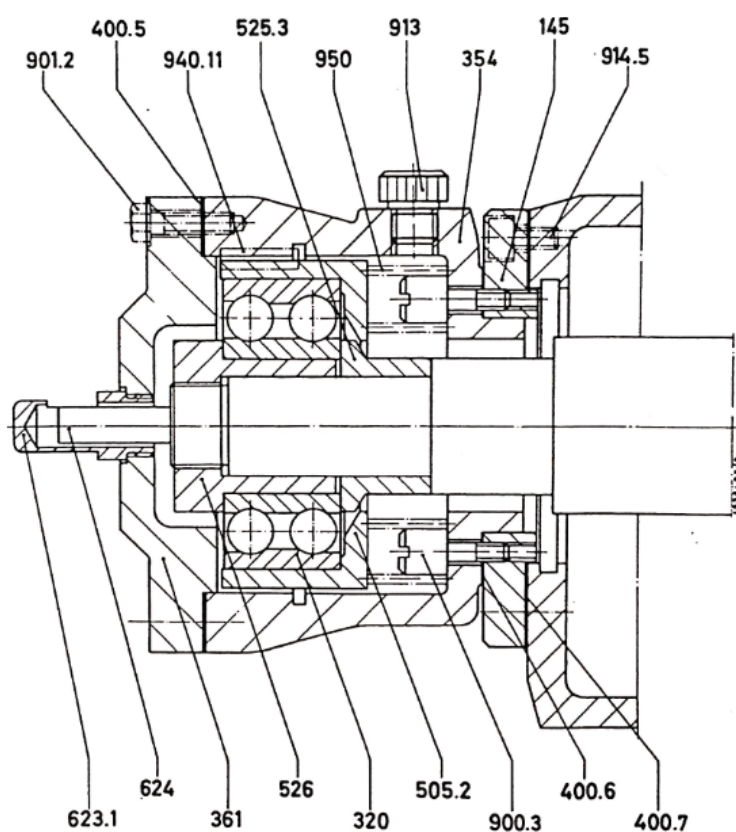


Figura 22 – Dispositivo para compensação do empuxo axial em execução com rolamentos para bombas com mancais deslize, para tamanhos 125 e 150

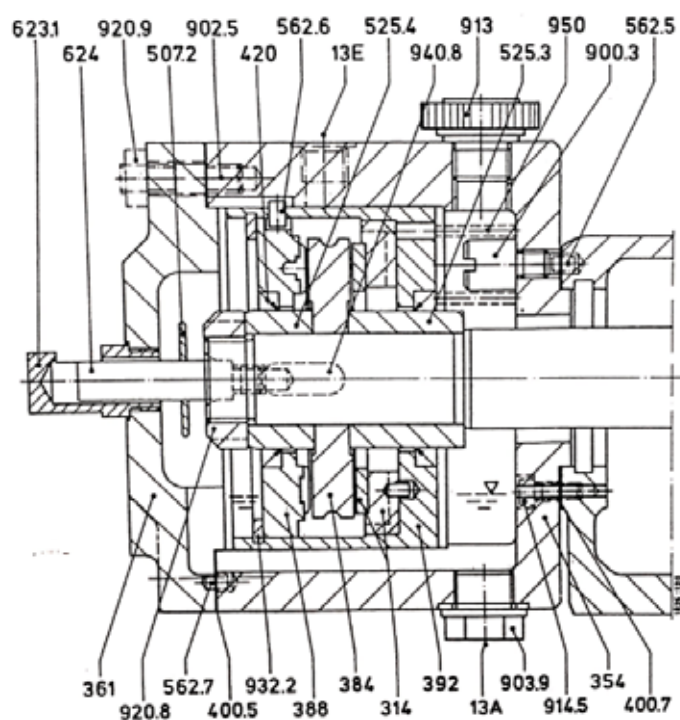


Fig. 23 – Dispositivo para compensação do empuxo axial com óleo sob pressão para bombas com mancais deslize, para tamanhos 40 a 100

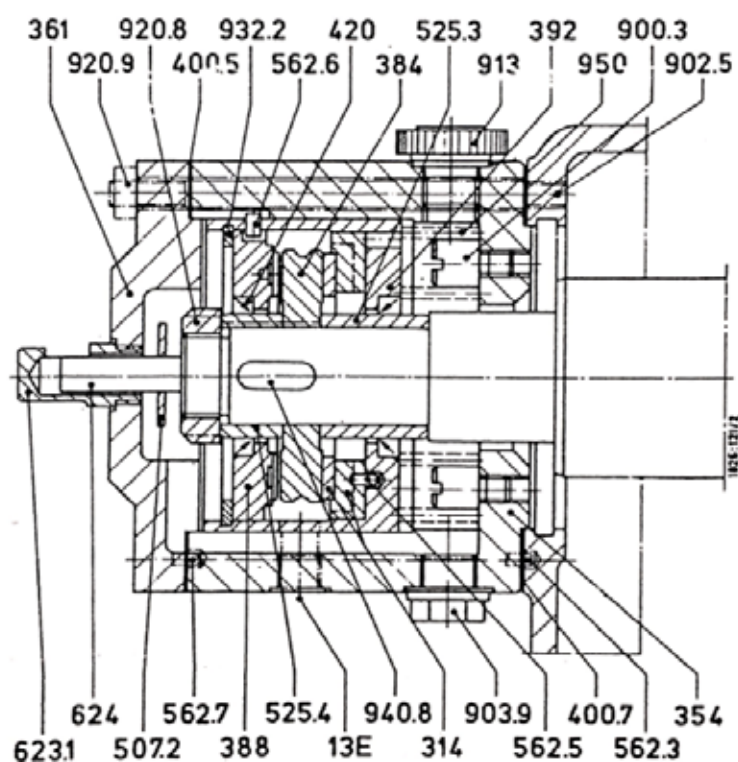



Fig. 24 – Dispositivo para compensação do empuxo axial com óleo sob pressão para bombas com mancais deslize, para tamanhos 125 e 150

Qtd. peças p/ bomba	Peça nº	Denominação	Dispositivo de compensação do empuxo axial	
			Construção com rolamento	Construção com mancais de segmento
			Fig. 21 e 22 Material	Fig. 23 e 24 Material
1	145	Peça de união	SAE1045	-
1	314	Mancal axial	-	St/Lg Sn 80
1	320	Mancal de rolamento	Aço	-
1	354	Corpo do mancal axial	A48CI30	A48CI35
1	361	Tampa do mancal final	A48CI30	A48CI35
1	384	Mancal rotativo	-	AISI 420
1	388	Mancal rotativo de encosto	-	St/Lg Sn 80
1	392	Suporte dos mancais segmento	-	SAE1045
1	400.5 ¹⁾	Junta	Pap. Hidrául.	Pap. Hidrául.
1	400.6	Junta	Pap. Hidrául.	-
1	400.7	Junta	Pap. Hidrául.	Pap. Hidrául.
2	420	Retentor	-	Aço/NB
1	505.2	Anel de encosto	AISI 420	-
1	507.2	Anel centrifugador	-	AISI 316
1	525.3	Bucha distanciadora	AISI 420	AISI 420
1	525.4	Bucha distanciadora	-	AISI 420
1	526	Bucha de centragem	Aço	-
1	562.5	Pino cilíndrico	-	SAE1045
1	562.6	Pino cilíndrico	-	SAE1045
1	562.7	Pino cilíndrico	-	SAE1045
1	623.1	Indicador para posição do rotor	Latão	Latão
1	624	Pino para controlar desgaste	SAE1020	SAE1020
1	642.2	Visor do nível do óleo	Latão/Vidro	-
1	913	Dispositivo de respiro	Alumínio	Alumínio
8	900.3	Parafuso	SAE1045	SAE1045
8	901.2	Parafuso sextavado	SAE1045	-
4	902.5	Parafuso prisioneiro	-	SAE1045
1	903.9	Bujão	-	Aço
8	914.5	Parafuso Allen	SAE1045	SAE1045
4	920.8	Porca	-	SAE1045
4	920.9	Porca	-	SAE1045
1	932.2	Anel elástico	-	Aço Mola
1	940.8	Chaveta	-	SAE1045
1	940.11	Chaveta	SAE1045	-
1 jogo	950	Mola	Aço Mola	Aço Mola

1) Para mancais de segmento de pressão 2 peças
 Peças sobressalentes recomendadas

13A Saída de óleo
 13E Entrada de óleo

Tabela 6 – Lista de materiais para dispositivo de compensação do empuxo hidráulico axial

10.5.3 Tipos de lubrificação

10.5.3.1 Execução com mancais deslizantes = lubrificação com anel pescador ou lubrificação sob pressão

No caso de instalações com óleo sob pressão, recomendamos executar a troca de óleo a cada 8000 horas de funcionamento ou no máximo depois de dois anos. Para lubrificação com mancal de deslize e anel pescador recomenda-se a primeira troca após 500h de operação e as demais após 8000h ou no máximo dentro de 1 ano.

Para unidade de lubrificação forçada, o controle de óleo no reservatório ou o controle do filtro deve ser feito mensalmente. A figura 25 e a tabela 7 mostram o tamanho e a posição das conexões no corpo do mancal.

No caso de acionamento por turbina a vapor, a alimentação de óleo pode ser executada normalmente pela circulação de óleo sob pressão da turbina.

No caso de acionamento por motor elétrico, deve ser instalada uma unidade de óleo sob pressão em separado com construção em bloco que consiste de reservatório de óleo e em cima deste, colocada uma bomba de engrenagem acionada por motor elétrico, com trocador de calor e filtro de óleo, tubulações internas, pressostatos, acessórios e instrumentações. A instalação de óleo sob pressão está conectada eletricamente de forma que logo após a partida do motor da bomba de óleo, o pressostato habilita o motor principal de acionamento da bomba.

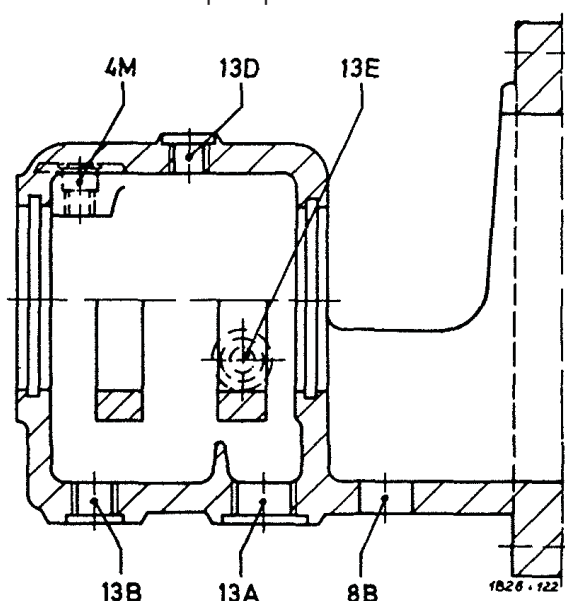


Figura 25 – Conexões

Tamanho da Bomba	Óleo			Conexão p/ controle de temperatura 4M	Tampa de respiro 13D	Saída de gotejamento 8B
	Entrada 13E	Saída 13A	Drenagem 13B			
40	R 1/4"	R 3/4"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"
50	R 1/4"	R 3/4"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"
65	R 1/4"	R 3/4"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"
80	R 1/4"	R 3/4"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"
100	R 3/8"	R 3/4"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"
125	R 3/8"	R 1"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"
150	R 3/8"	R 1"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 3/4"

Tabela 7 – Conexões para lubrificação com óleo sob pressão na carcaça dos mancais deslizantes

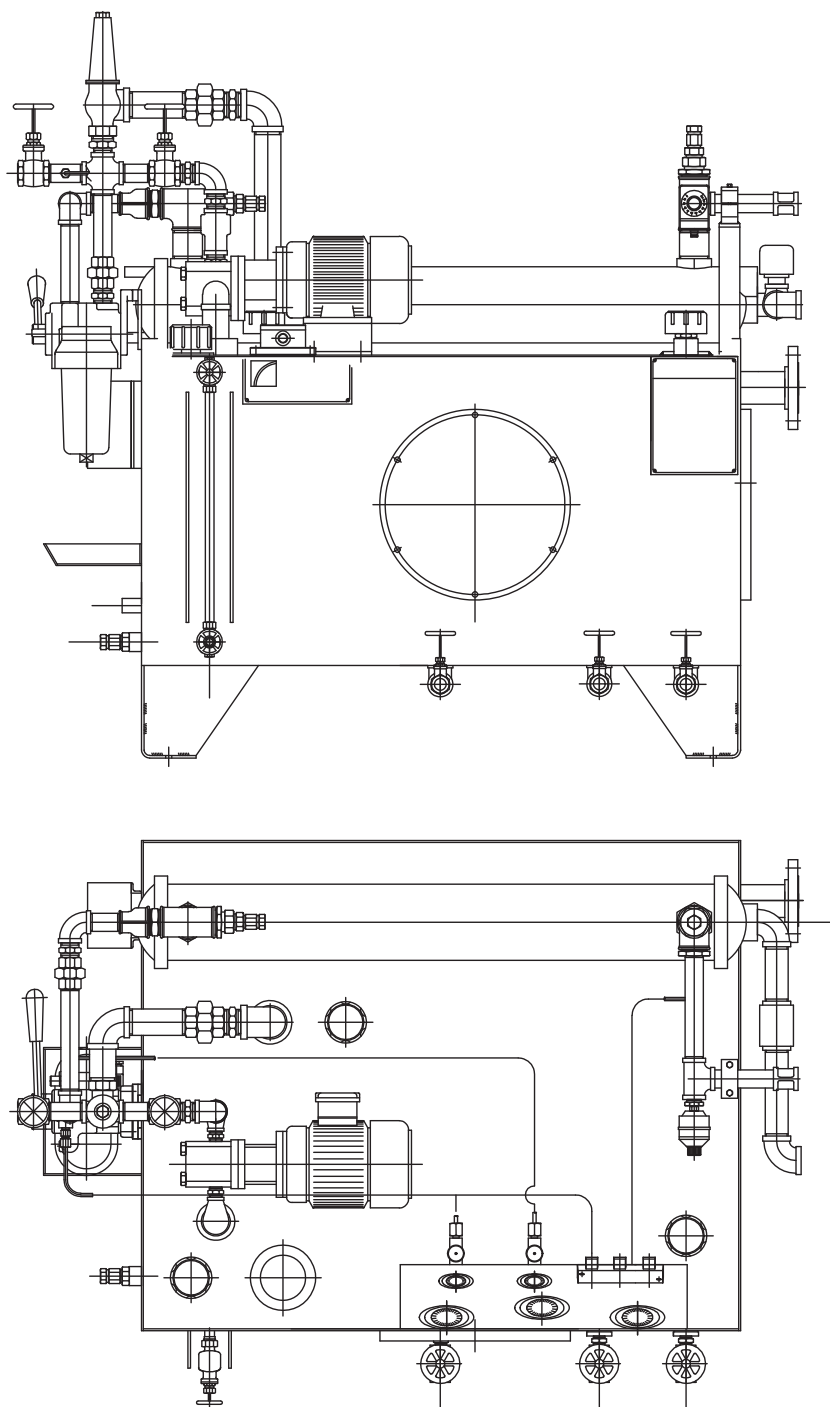


Figura 26 – Unidade de lubrificação forçada (exemplo)

Tamanho da Bomba	Vazão da bomba da unidade de lubrificação forçada em l/s	
	sem dispositivo para compensação do empuxo axial	com dispositivo para compensação do empuxo axial
40, 50, 65 e 80	0,083	0,166
100, 125 e 150	0,166	0,333

Tabela 8 – Unidade de lubrificação forçada em relação ao tamanho e execução da bomba

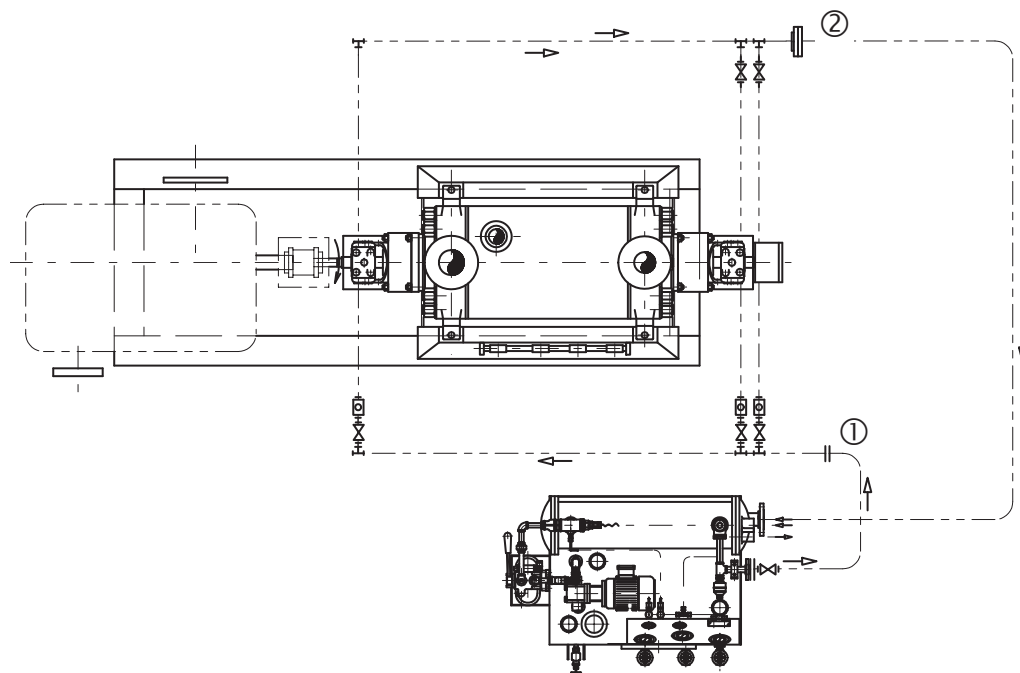


Figura 27 – Unidade de lubrificação forçada ao lado da bomba somente para alimentação da bomba

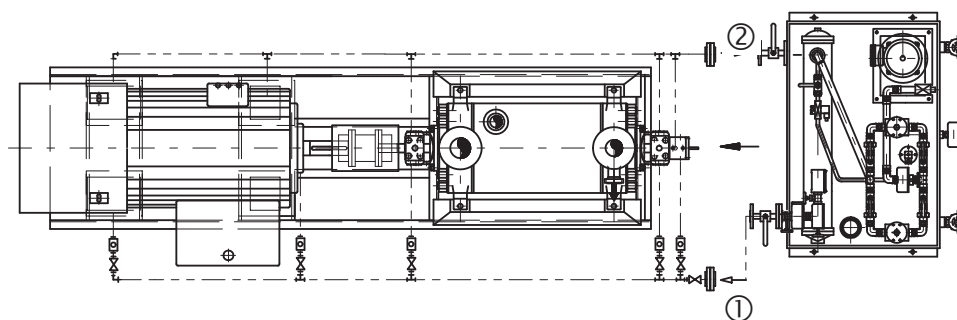


Figura 28 – Unidade de lubrificação forçada atrás da bomba para alimentação da bomba ou eventualmente do redutor ou motor

Tamanho da Bomba	p/ consumo máximo de óleo	conexões para tubulação de óleo PN 6 ①	conexões para tubulação do retorno de óleo PN 6 ②
40 e 50	0,133 l/s	R ¾"	R 2"
65 e 80	0,150 l/s	R ¾"	R 2"
100	0,200 l/s	R 1"	R 2"
125	0,266 l/s	R 1"	R 2"
150	0,300 l/s	R 1"	R 2"

① Os números 1 e 2 referem-se às posições das figuras 29 e 30.

Tabela 9 – Tubulação de óleo

10.6 Vedações do eixo

10.6.1 Gaxeta

O material padrão da gaxeta para aplicação com água quente é PTFE com grafite. O número de anéis é 4 por lado de vedação.

O vazamento na gaxeta deve ser aproximadamente 10 a 20 ml/min, dependendo da condição das vedações.

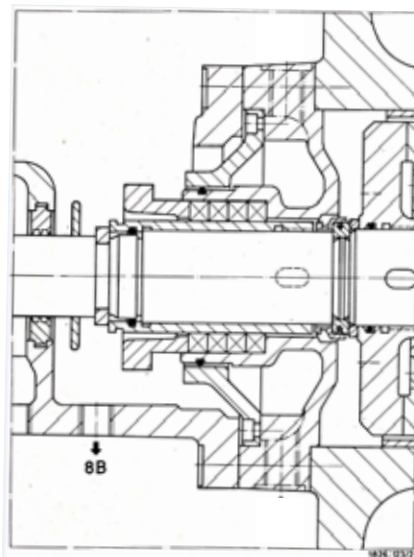


Figura 29 – Execução padrão com gaxeta
(a partir de -5°C até 105°C)

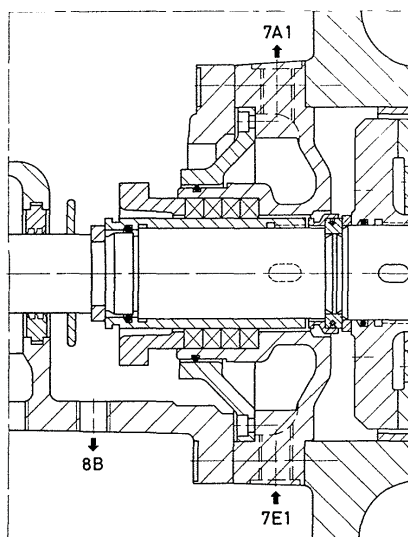


Figura 30 – Execução padrão com gaxeta
(a partir de 105°C até 150°C)

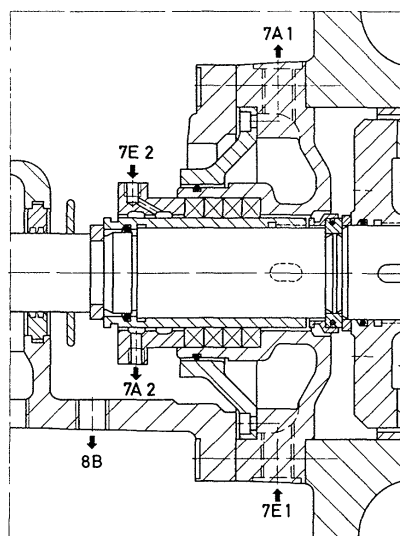


Figura 31 – Execução de gaxeta com resfriamento
para temperaturas > 150°C

Tamanho da Bomba	Câmara de selagem dimensões (mm)	Anéis de gaxeta		Comprimento	
		Quantidade	∅ mm	por anel (mm)	total (mm)
40 e 50	Ø 45/ 65 x 45	4	10	180	720
65 e 80	Ø 66/ 90 x 50	4	12	250	1000
100	Ø 70/ 95 x 50	4	12	265	1060
125	Ø 91/ 115 x 53	4	12	330	1320
150	Ø 101/ 125 x 53	4	12	365	1460

Tabela 10 – Câmara para gaxeta e dimensões da gaxeta

Perdas por atrito pela gaxeta

Para determinação da potência de aceleração devem ser consideradas as perdas pela gaxeta de acordo com a figura 32.

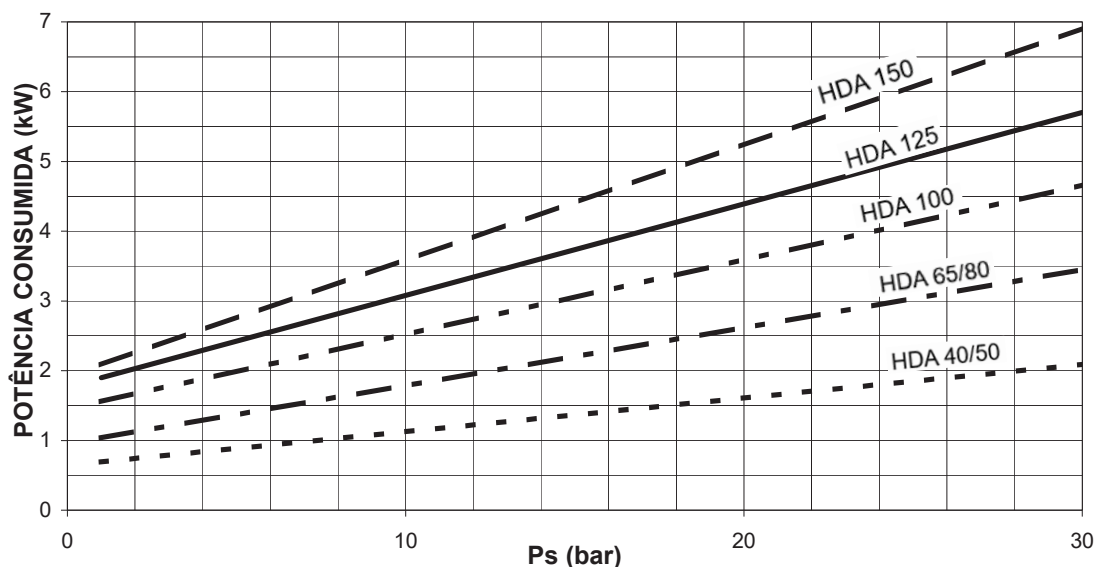


Figura 32 – Perdas de potência pela gaxeta (p/bomba)

Atenção: Para outras rotações as perdas são calculadas proporcionalmente à rotação.

10.6.2 Selo Mecânico

A aplicação da vedação por selo mecânicos e respectivo plano de selagem deve ser definida de comum acordo entre cliente, KSB e fornecedor do selo.

Como referência, a tabela abaixo indica algumas aplicações usuais:

Líquido bombeado	Temperatura	Plano de selagem	Tipo de selo
Água	165°C	23	EU5--VV
Água	122°C	02	01-H75G115 BdB
Água	140°C	54	J.C. SB2A

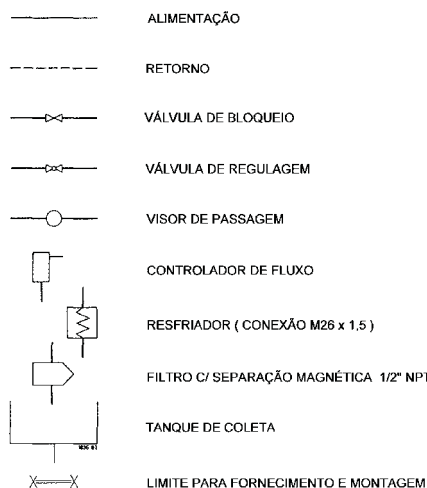
Tabela 11

10.7 Resfriamento

10.7.1 Vedação por gaxeta

Para refrigeração deve ser usada água limpa que não contenha sólidos que possam com o decorrer do tempo entupir a tubulação, ex.: condensado.

Legenda:



Sistema aberto

Tamanho da Bomba	Válvula de bloqueio 1) rosca interna	Recipiente de coleta 2) de água servida
40	R1"	R1"
50	R1"	R1"
65	R1¼"	R1"
80	R1¼"	R2"
100	R1¼"	R2"
125	R1½"	R3"
150	R1½"	R3"

Sistema fechado

Tamanho da Bomba	Válvula de bloqueio 1) rosca interna	Recipiente de coleta 2) de água servida
40	R1"	R1"
50	R1"	R1"
65	R1¼"	R1"
80	R1¼"	R1"
100	R1¼"	R1"
125	R1½"	R1"
150	R1½"	R1"

Tabela 12 – Conexões para resfriamento

10.7.1.1 Temperatura do líquido bombeado entre 105°C até 150°C

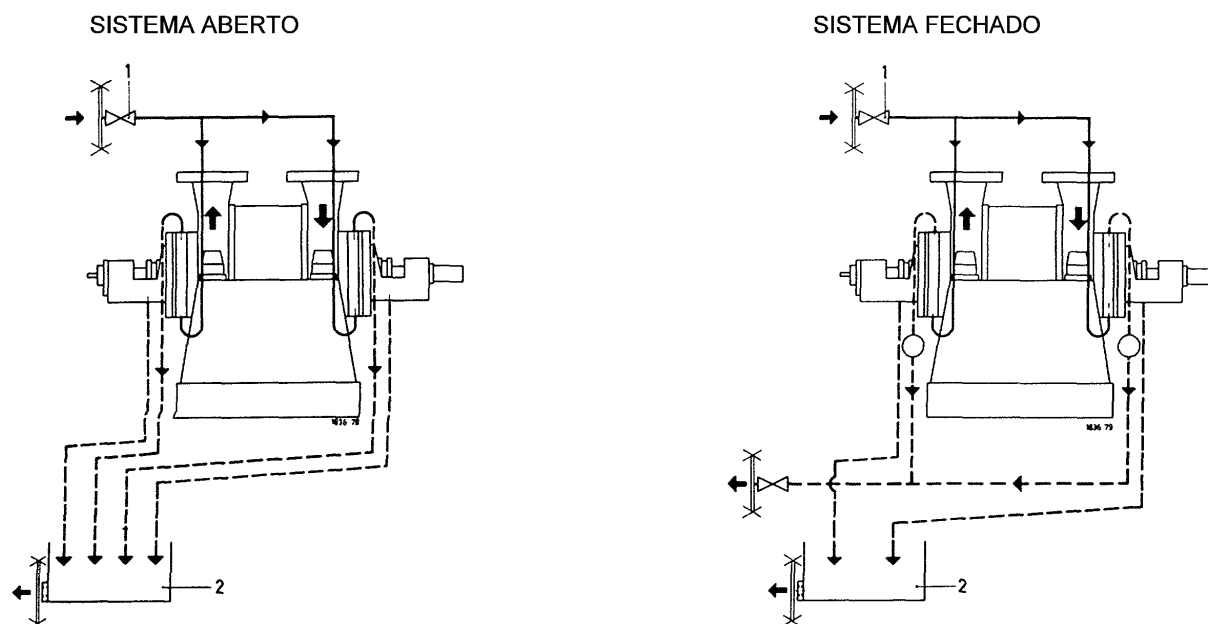


Figura 33 – Resfriamento da caixa de gaxeta

10.7.2 Vedação por Selo Mecânico

A refrigeração necessária e adequada deve ser definida entre cliente, KSB e fornecedor do selo. Como referência, apresentamos os seguintes esquemas de refrigeração:

10.7.2.1 Com circulação e sem resfriador (-5°C até +70°C)

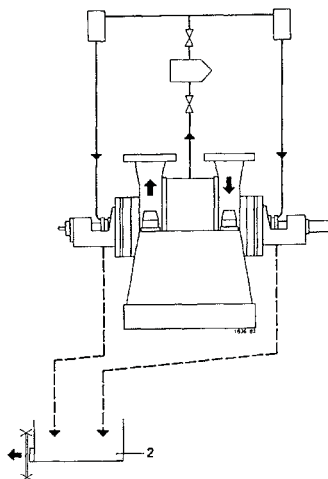


Figura 34 – Resfriamento com extração intermediária e circulação aos selos mecânicos

10.7.2.2 Sem circulação e com resfriamento da câmara de selagem (70°C até 120°C)

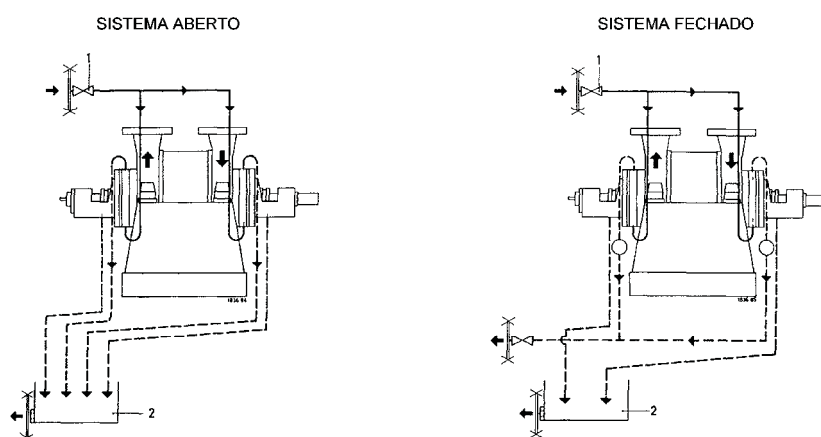


Figura 35

10.7.2.3 Com resfriamento das câmaras de selagem e selos mecânicos em paralelo (121°C até 180°C)

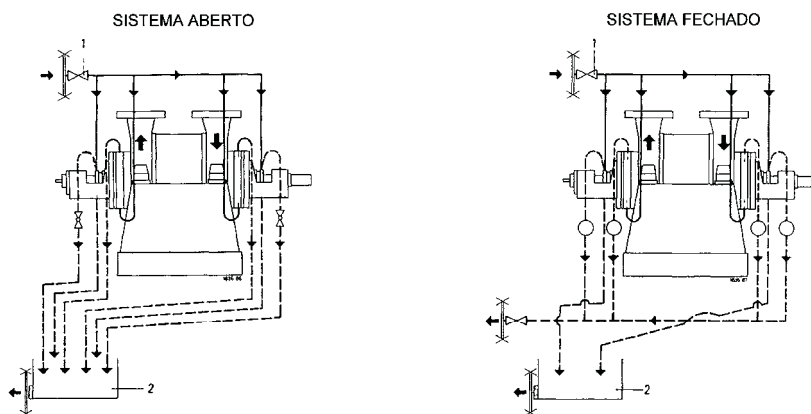


Figura 36

10.7.2.4 Para uma temperatura ambiente > 45°C e uma temperatura do líquido bombeado > 150°C até 180°C é necessário um resfriamento adicional dos corpos de mancal (veja figura 37).

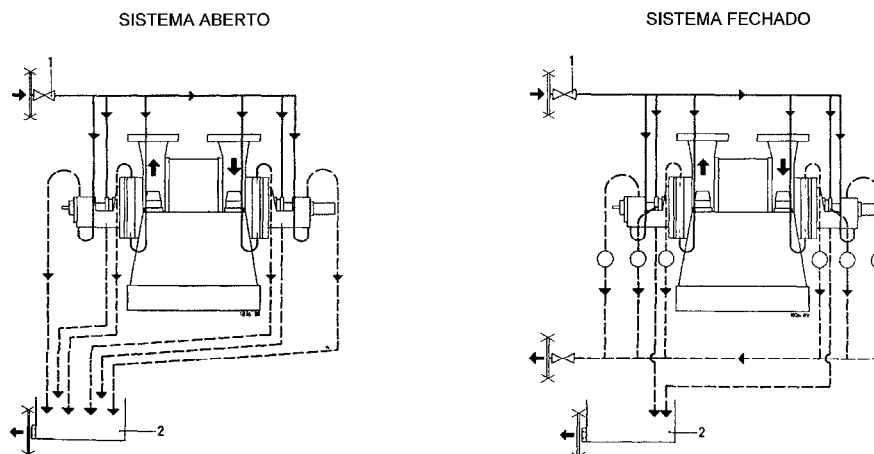


Figura 37

10.7.2.5 Com circulação para um trocador de calor para cada selo mecânico e resfriamento da câmara de selagem nas condições de temperatura:

p/ HDB 40 até 100, T = 181 até 230°C, vide figura 38

p/ HDB 125 e 150, T = 181 até 200°C, vide figura 38

Para temperatura ambiente > 45°C é necessário refrigeração adicional dos corpos de mancal, vide figura 39.

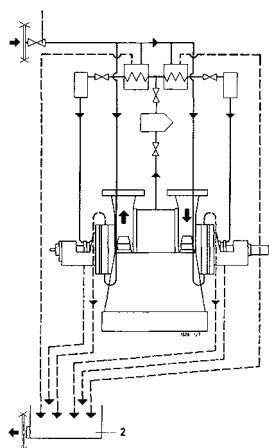


Figura 38

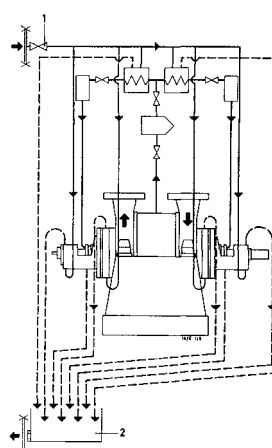


Figura 39

A vazão necessária da água de refrigeração pode ser tomada na figura 40. Nesse diagrama foi suposto um aquecimento do líquido de resfriamento de um $\Delta t = 10^\circ\text{C}$. Quando esta suposta diferença de temperatura Δt mudar, neste caso pode-se alterar a quantidade do líquido de resfriamento pela fórmula:

$$\frac{10 \cdot Q}{\Delta t} = \text{quantidade do líquido de resfriamento efetiva}$$

A temperatura do líquido de resfriamento na saída não pode ultrapassar 50°C. Os valores dentro dos diagramas devem ter um aumento de aproximadamente 10% para o resfriamento do aperto gaxeta. Adicione 10% para o resfriamento do mancal.

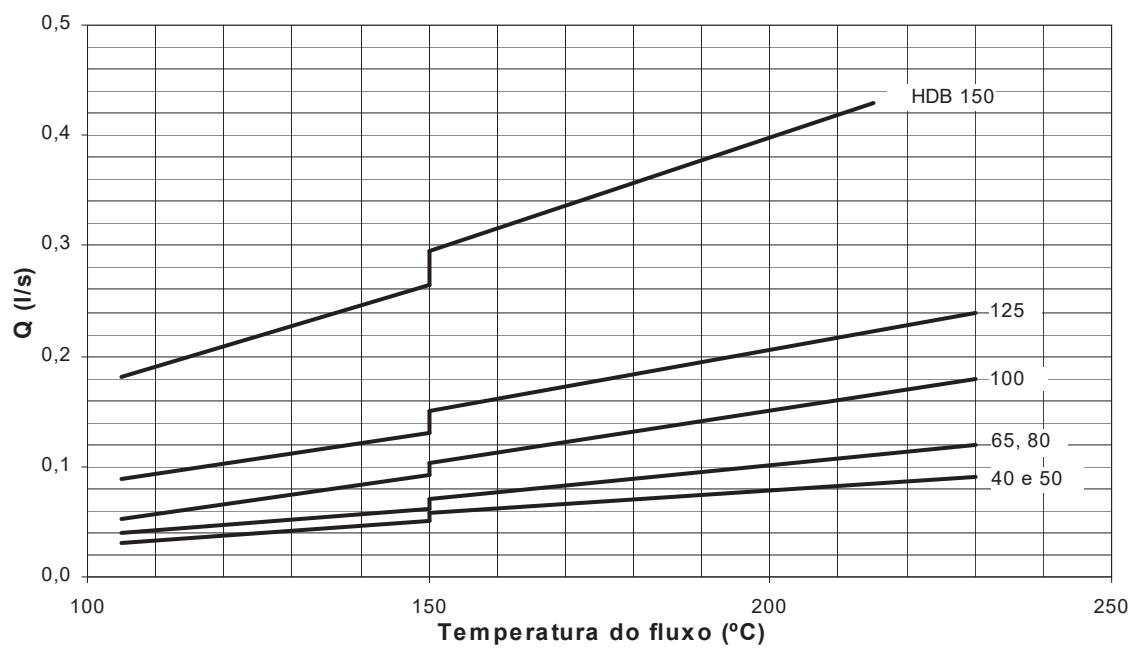


Figura 40 – Líquido de resfriamento

10.8 Câmara de aquecimento

Caixa da gaxeta, execução com água quente

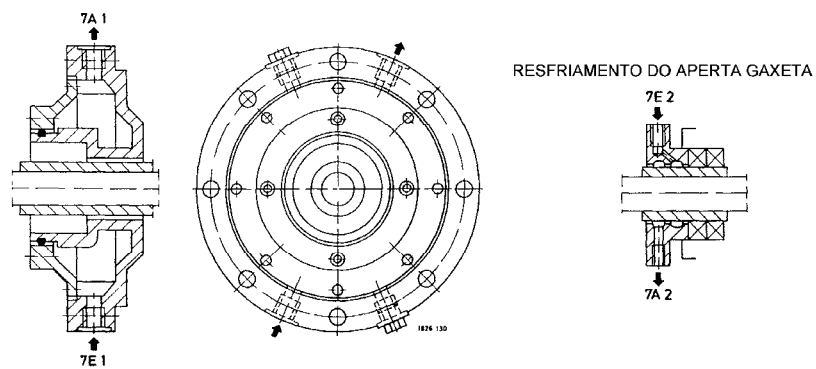


Figura 41

10.9 Inércia

Na figura 42 é demonstrada a curva de momentos de inércia durante a partida contra uma válvula fechada. O momento de inércia da partida vai ser aproximadamente 10% do momento nominal.

A – partida da bomba até rotação máxima

B – válvula abrindo

C – válvula aberta

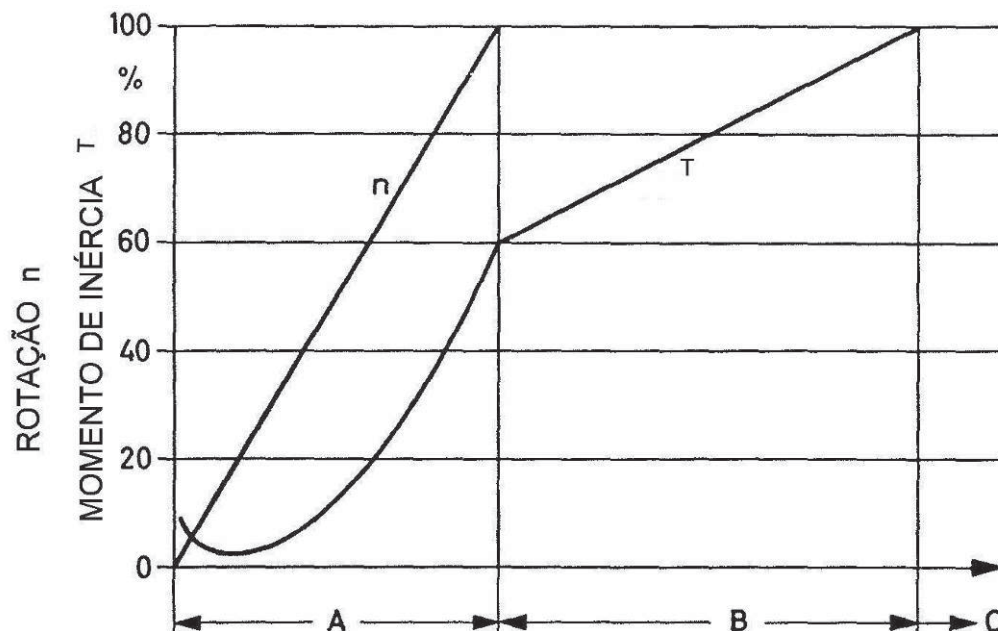


Figura 42 – Curva do momento de inércia durante a partida

10.10 Acionamento

A transmissão pode ser direta pelo acoplamento elástico, ou indiretamente pelo redutor e acoplamento elástico ligado ao motor elétrico, turbina de vapor ou motor a combustão interna. A reserva de potência deve ser de 15% para potências de até 50kW e de 10% para potências maiores.

10.11 Acoplamentos

Normalmente devem ser usados para bombas HDB acoplamentos com espaçadores. Com isto evita-se que durante a verificação, por exemplo do mancal ou luva de proteção do eixo, a bomba ou a máquina de acionamento devam ser desmontadas da base. O comprimento necessário para o espaçador está na tabela 13.

Tamanho da Bomba	Comprimento do espaçador
40	140
50	
65	180
80	
100	
125	210
150	230

Tabela 13 – Comprimento mínimo necessário para o espaçador

10.11.1 Proteção do Acoplamento

A proteção do acoplamento depende do tamanho do acoplamento e deve ser fixada sobre a base.

10.11.2 Bases

De construção robusta, normalmente projetadas para suportar a bomba e o respectivo acionador no mesmo “skid”. São desenvolvidas conforme cada fornecimento.

11. Materiais

As combinações padronizadas de materiais podem ser obtidas na tabela 15 em conformidade com o tipo de líquido a ser bombeado.

11.1 Diretrizes para a escolha de materiais para as bombas de alimentação de caldeira

11.1.1 Regras Gerais

- Limitação de pressão

Acima da pressão de 100 bar no ponto de trabalho deve-se usar basicamente material de aço cromo fundido para carcaças e peças internas (combinação 02).

- Limitação de rotação

Até $n = 3600\text{rpm}$ (para HDB 125 e 150 até 3000rpm). Para rotações maiores deverá ser usada a combinação de material 02.

- Água para alimentação de caldeira

A água deverá estar livre de sólidos abrasivos.

- Valor do pH

Água para alimentação de caldeiras com valores de pH entre 7,0 e 10,5 (referente a 20°C).

- Temperatura da água de alimentação

Até o máximo de 230°C .

- Preparação da água

É diferenciada entre:

- desalinização total: águas desmineralizadas de alimentação de caldeiras.
- desalinização parcial: água de caldeira (preparada com pouca dureza residual, conteúdo de cloro máximo 150ppm, conteúdo de sulfato máximo 100ppm).

Obs: Bombas de alimentação para usinas nucleares serão basicamente em aço cromo fundido.

- Conteúdo de oxigênio

O conteúdo de oxigênio deve ser de no máximo 0,03 ppm O_2 ; para operação contínua de 0,02 ppm O_2 , não podendo ultrapassar estes valores.

É necessário considerar precisamente os valores de limitação mencionados para O_2 , para todas as condições de operação antes da entrada da bomba (partida e parada). Conteúdos de oxigênio maiores são mais corrosivos, especialmente para água de alimentação com dessalinizações parciais.

Oxigênio dissolvido conteúdo máximo		< 0,02ppm (pouco tempo $\leq 0,03\text{ppm}$)	< 0,03ppm (pouco tempo $\leq 0,04\text{ppm}$)	
Preparação		dessalinização parcial	dessalinização total	
		Tamanhos 40 até 150	Tamanhos 40 até 100	Tamanhos 125 e 150
pH para 20°C	$\geq 9,3$	01	01	01
	$\geq 8,5$			
	$\geq 7,0$		01	01 ou 02

Tabela 14 - Seleção de material, baseado na concentração de oxigênio dissolvido.

Atenção: Para condição de operação desfavorável (intermitente, com alta variação de frequência, etc.) ou quando o conteúdo de oxigênio e o valor de pH não são controlados, devido à falta de equipamentos/instrumentos, ou falta de supervisão de pessoal, uma combinação de material superior deverá ser selecionada.

Dimensão:

1ppm (parte por milhão) = 1mg/l (para densidade = 1)

- Tipo de operação

Operação intermitente (muitas partidas), com parada durante o fim de semana (perigo de enriquecimento de oxigênio dentro das instalações com desgasificação térmica) e quando a unidade vai operar muitas vezes com carga parcial, nestes casos existe o perigo de uma erosão-corrosão.

Operação contínua e com bomba reserva disponível para entrar em operação imediatamente (aprox. 1 vez por mês) é o tipo de operação preferível.

Para a partida em instalações novas, as bombas de alimentação devem ser protegidas contra a corrosão de paradas (perturbações de operação, durante a partida, possibilitam a entrada de oxigênio em todo circuito).

12. Combinações de Materiais

Peça	Denominação	Qtd	01	02
106	Corpo de sucção	1	A216WCB	A487CA6NM
107	Corpo de pressão	1	A216WCB	A487CA6NM
108.1	Corpo de estágio	S-1	A216WCB	A487CA6NM
165	Tampa Câmara de resfriamento	2	A743CF8M	A743CA6NM
171.1	Difusor	S-1	A743CF8M	A743CA6NM
171.2	Difusor do último estágio	1	A743CF8M	A743CA6NM
210	Eixo 1)	1	SAE1045/ cromo duro	AISI 6F3/ cromo duro
230	Rotor	S-1	A743CF8M	A743CA6NM
231	Rotor de sucção	1	A743CF8M	A743CA6NM
400.1	Junta plana	1	Klingersil	Klingersil
400.2	Junta plana	2	Klingersil	Klingersil
411.3	Anel vedação	2	Cu	Cu
412.1	Anel "O"	S	Viton70	Viton70
412.2	Anel "O"	1	Viton70	Viton70
412.3	Anel "O"	2	Viton70	Viton70
412.4	Anel "O"	2	NB80	NB80
412.5	Anel "O"	2	Viton70	Viton70
451	Caixa de gaxeta	2	A216WCB	A743CA6NM
452.1	Aperta gaxeta s/ resfriamento	2	G-CUSN10N	G-CUSN10N
461	Cordão para gaxeta	2	Teflon Grafitado	
501	Anel bipartido	1	AISI420	AISI420
502.1	Anel desgaste / estágio sucção	1	AISI420	RWA350
502.2	Anel desgaste	S-1	AISI420	RWA350
504.1	Anel distanciador	1	AISI420	AISI420
505.1	Anel de encosto	1	AISI420	AISI420
507.1	Centrifugador	2	AISI316	AISI316
512	Anel de proteção	1	AISI316	AISI420
521	Luva de estágio	S-1	AISI420	1.4024.09
524.1	Luva protetora do eixo / lado sucção	1	AISI420	AISI420
524.2	Luva protetora do eixo / lado pressão	1	AISI420	AISI420
525.1 ²⁾	Luva distanciadora / lado sucção	1	AISI420	1.4024.09
525.2	Luva distanciadora / lado pressão	1	AISI420	1.4024.09
550.1	Arruela	16	SAE1045	SAE4140
601	Disco de equilíbrio	1	1.4024.09	1.4024.09
602	Contra disco de equilíbrio	1	RWA 350	RWA 350
680	Capa de proteção	1	SAE1020	SAE1020
702	Tubulação p/ linha de equilíbrio	1	Aço	Aço
902.1	Prisioneiro	16	SAE1045	SAE1045
902.2	Prisioneiro	4	AISI316	AISI316
905	Tirante	8	A193 GR.B7	1.6772 (Monix 3K)
914.1	Parafuso Allen	8	AISI316	AISI316
920.1	Porca	16	A194GR.2H	1.7709.05
920.2	Porca	16	A194GR.2H	A194 GR.2H
920.3	Porca	4	AISI304	AISI304
932.3	Anel segurança	2	Aço Mola	Aço Mola

1) = Verificar P/n. Se for necessário utilizar outro material

2) = Não se aplica para tamanhos 125 e 150

 = Peças sobressalentes recomendadas

S = nº de estágios

Tabela 15 – Combinação de materiais

12.1 Folgas

Indicações sobre rendimento e altura manométrica referente às curvas características referem-se a uma folga entre rotor e o anel de desgaste igual a 0,3mm (combinação de material 01).

Anéis de desgaste em aço cromo (combinação de material 02) exigem um aumento da folga para 0,4mm, e redução do rendimento (η):

- HDB 40 até 80: 2 pontos
- HDB 100 até 150: 1 ponto

13. Forças e Momentos

Forças e momentos da tubulação não devem sobrecarregar a bomba mecanicamente. Quando necessário, em casos específicos, fazer um pré-cálculo para todas as forças e momentos assim como suas combinações admissíveis, as quais devem satisfazer a seguinte fórmula:

$$\sqrt{(3F_x)^2 + (F_y)^2 + (3F_z)^2} + \frac{0,3}{D} \sqrt{(1,3M_x)^2 + (2M_y)^2 + (2M_z)^2} \begin{cases} \leq 400.000.D \text{ (DN} \leq 80) \\ \leq 320.000.D \text{ (DN} \geq 100) \end{cases}$$

Dimensões:

F em N

M em N.m

D em m

Obs: Forças e momentos podem carregar simultaneamente o flange de sucção e o flange de pressão.

Tamanho	40	50	65	80	100	125	150
flange de sucção							
F_x	1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000
F_y	2500	4000	7000	10000	14000	16000	17000
F_z	1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000
M_x	750	1200	1500	2000	5000	6000	6000
M_y	750	1200	1200	1200	1500	2500	3000
M_z	750	1200	1500	1800	2400	3500	4000
flange de recalque							
F_x	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
F_y	2000	2500	4000	7000	10000	14000	16000
F_z	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
M_x	500	750	1200	1500	2000	5000	6000
M_y	500	750	1200	1200	1200	1500	2500
M_z	500	750	1200	1500	1800	2400	3500

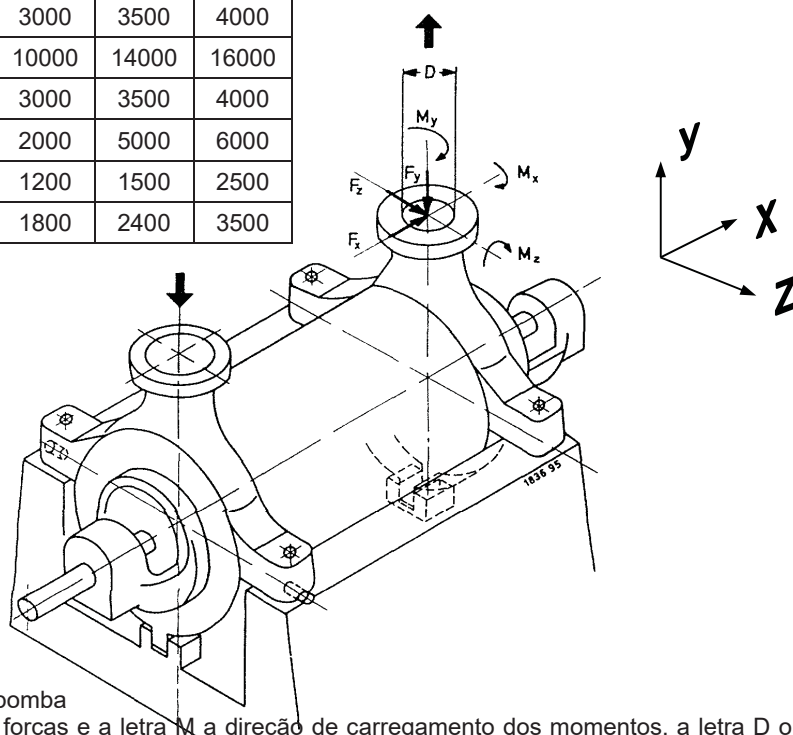


Figura 43 – Forças e Momentos nos flanges da bomba

A letra F indica a direção de carregamento das forças e a letra M a direção de carregamento dos momentos, a letra D o diâmetro dos flanges de sucção e de pressão.

Não é recomendável a fixação da bomba após o aquecimento das conexões e tubulações, pois pode causar vibrações e alto desgaste da bomba e acoplamento. O posicionamento e a fixação com pinos da bomba e seus agregados só poderá ser feito no estado frio e conforme mostrado na figura 44.

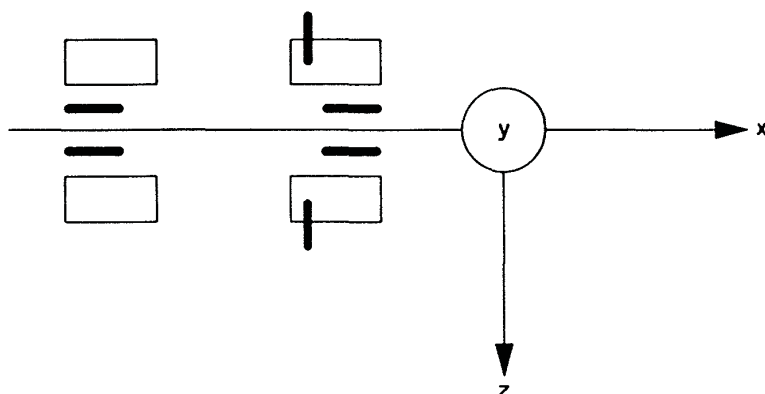


Figura 44 – Fixação da bomba à base através de pinos

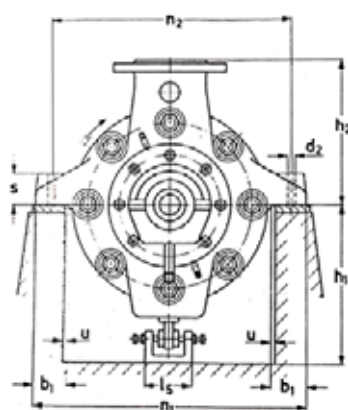
13.1. Posição do centro de gravidade

A posição do centro de gravidade da bomba está aproximadamente na metade da bomba.

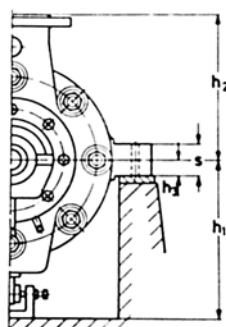
14. Peças sobressalentes

Na tabela de combinação de materiais estão indicadas as peças sobressalentes recomendadas.

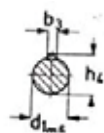
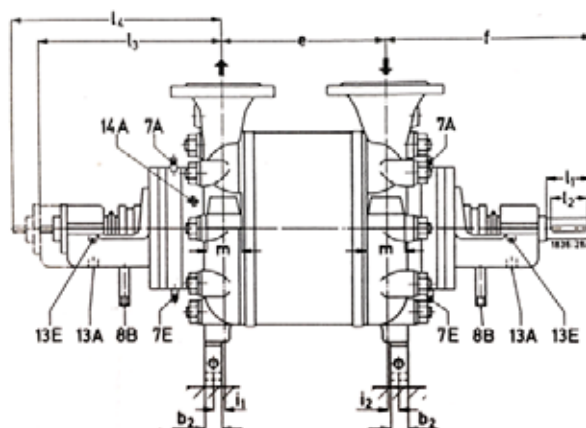
15. Dimensões



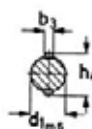
Tamanhos 40 a 100



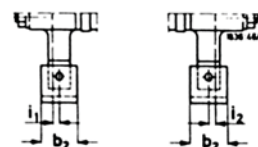
Tamanhos 125 e 150



Execução com
uma chaveta
Tamanhos 40 a 100



Execução com
duas chavetas
Tamanhos 125 e 150



Tamanhos 125 e 150

Figura 45

medidas em mm

Tamanho da Bomba	Flange de Sucção	Flange de Pressão	Medidas da bomba																				Medidas em mm			
			e (para cada número de estágios)																							
			DN ₁	DN ₂	b ₁	b ₂	d ₂	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	f	h ₁	h ₂	h ₃
40	50	40	65	40	23	--	--	283	331	379	427	475	523	571	619	667	715	763	811	859	400	275	275	--		
50	65	50	70	40	23	--	256	308	360	412	464	516	568	620	672	724	776	828	--	--	405	305	315	--		
65	80	65	75	40	26	--	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	960	--	--	460	340	350	--		
80	100	80	80	40	26	--	315	380	445	510	575	640	705	770	835	900	--	--	--	--	465	375	400	--		
80	125	80	80	40	26	--	345	410	475	540	605	670	735	800	865	930	--	--	--	--	495	375	400	--		
100	125	100	110	40	33	--	364	434	504	574	644	714	784	854	--	--	--	--	--	--	510	425	465	--		
100	150	100	110	40	33	--	364	434	504	574	644	714	784	854	--	--	--	--	--	--	510	425	465	--		
125	150	125	110	40	36	405	510	615	720	825	930	1035	1140	--	--	--	--	--	--	--	615	415	525	35		
150	200	150	125	40	36	470	595	720	845	970	1095	--	--	--	--	--	--	--	--	--	645	460	575	40		

Tabela 16

Tamanho da Bomba	Dimensões										Ponta de eixo					Conexões				
	i ₁	i ₂	i ₃	i ₄ ¹⁾	i ₅	m	n ₁	n ₂	s	u	b ₃	d ₁ m ₆	h ₄	l ₁	l ₂	Refrigeração caixa de gaxeta	Dreno da caixa de gaxeta	Saída da linha de equilíbrio	Óleo sob pressão	
																			entrada	saída
7A/7E	8B	14 ^a	13E	13A																
40	12	16	375	484	130	65	480	410	60	5	10	34	37,3	80	70	R3/8	R1/2	R1/2	R1/4	R3/4
50	10	17	380	489	130	65	540	470	60	5	10	34	37,3	80	70	R3/8	R1/2	R3/4	R1/4	R3/4
65	22	27	435	611	130	70	600	520	70	5	12	44	47,1	110	90	R1/2	R1/2	R3/4	R1/4	R3/4
80	25	35	460	636	130	75	660	580	70	5	12	44	47,1	110	90	R1/2	R1/2	R1	R1/4	R3/4
80	25	35	460	636	130	75	660	580	70	5	12	44	47,1	110	90	R1/2	R1/2	R1	R1/4	R3/4
100	40	45	475	654	130	100	800	700	80	5	14	48	51,5	120	110	R1/2	R1/2	R1	R3/8	R3/4
100	40	45	475	654	130	100	800	700	80	5	14	48	51,5	120	110	R1/2	R1/2	R1	R3/8	R3/4
125	25	25	495	650	130	105	920	850	70	5	18	64	72	140	130	R3/4	R1/2	R1	R3/8	R1
150	25	25	530	695	130	110	1060	950	80	5	20	74	83	140	130	R3/4	R3/4	R1 1/4	R3/8	R1

1) Com dispositivo de compensação do empuxo axial

Tabela 17

16. Cortes transversais e Lista de Peças

16.1 Tamanhos 40 e 50

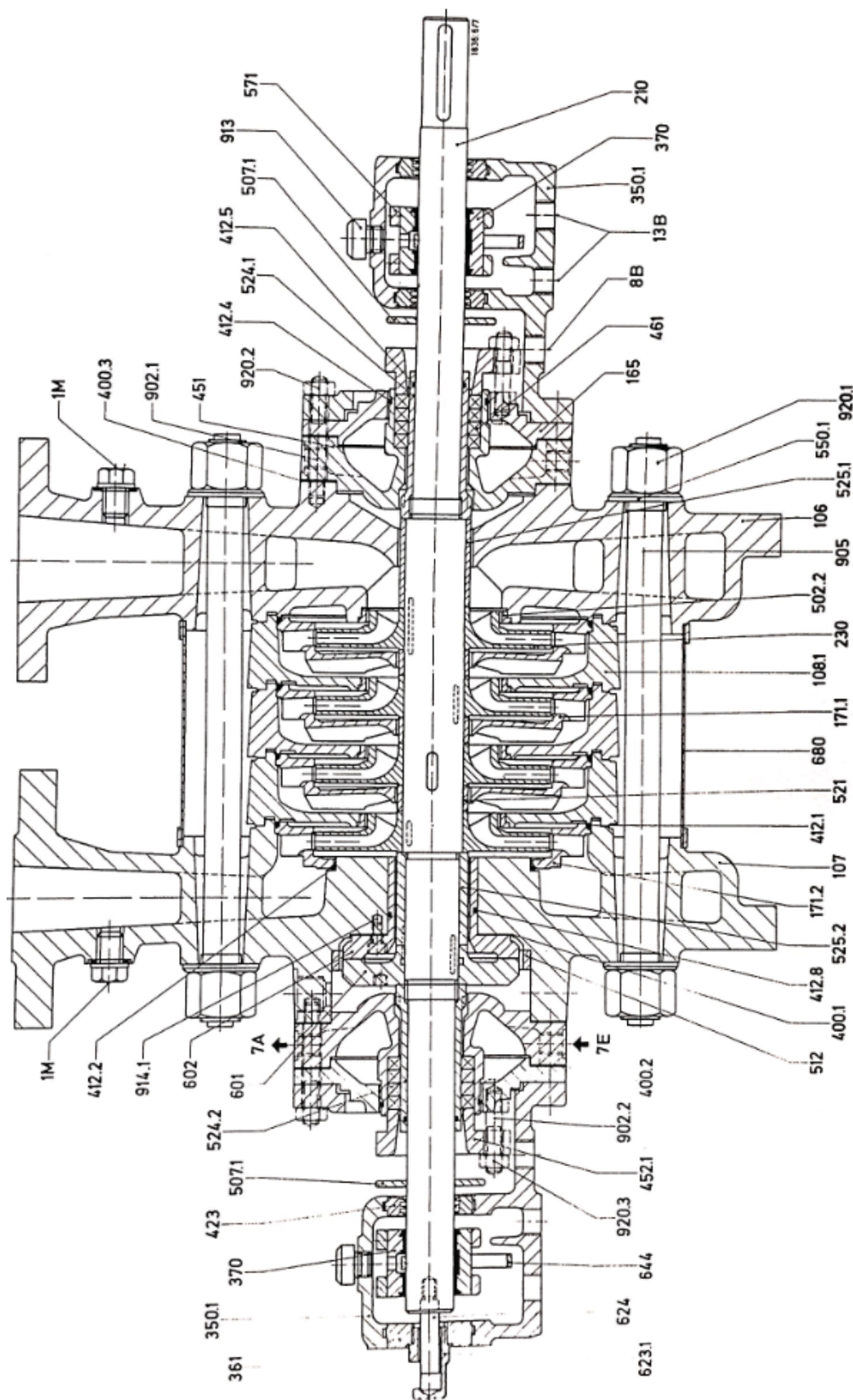


Figura 46

16.2 Tamanhos 65, 80 e 100

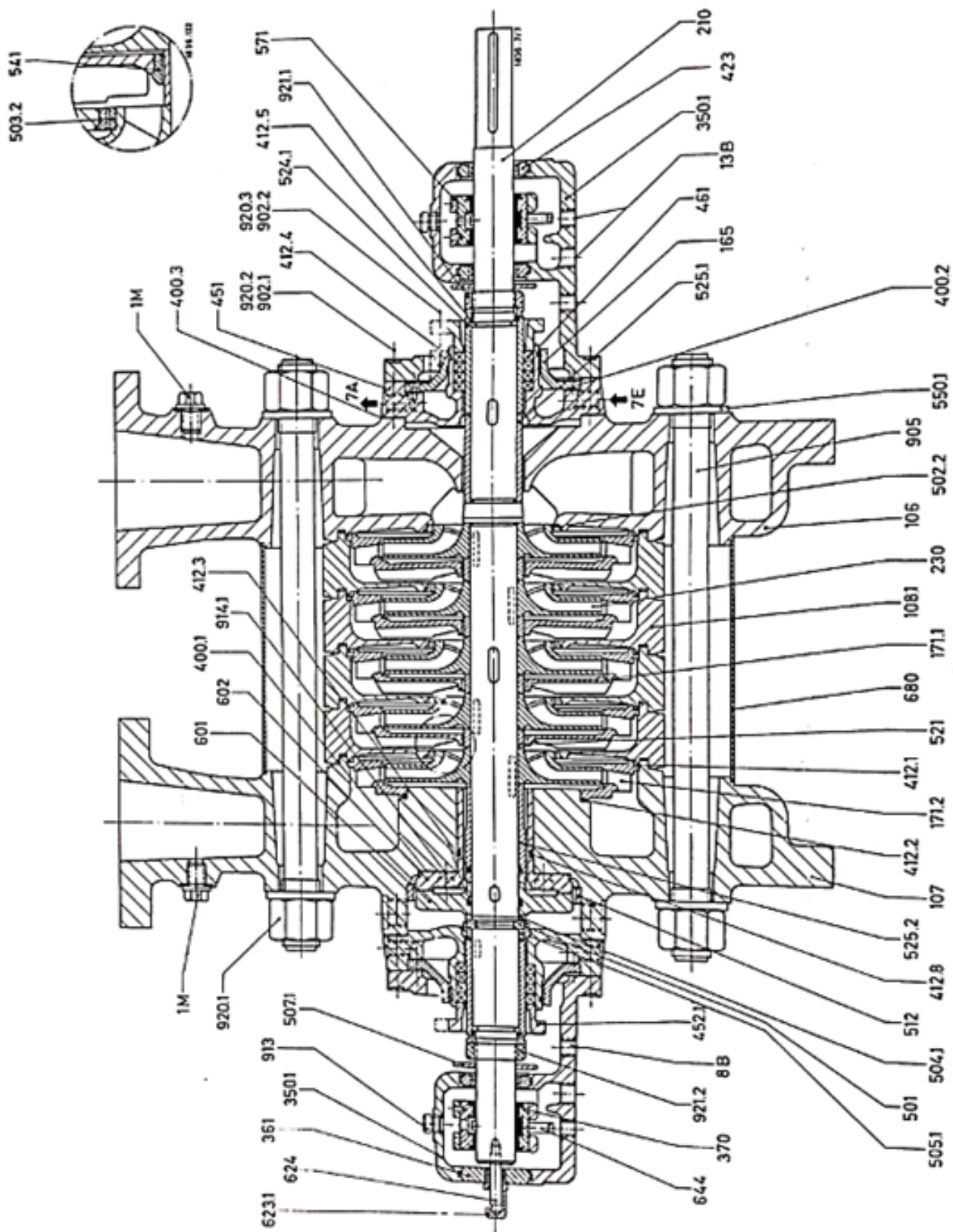


Figura 47

16.3 Tamanhos 125 e 150

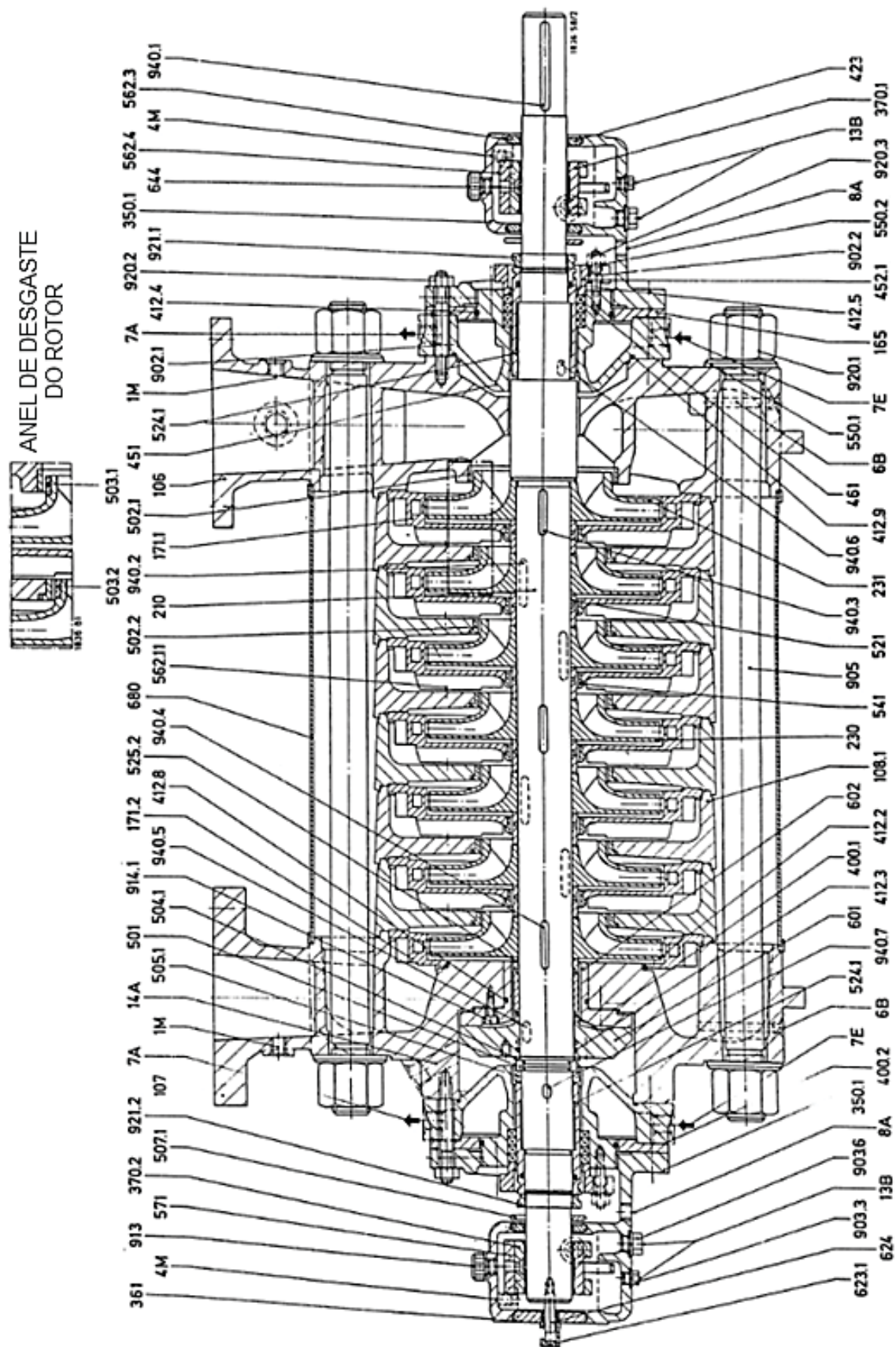


Figura 48

<u>Peça nº</u>	<u>Denominação</u>	<u>Peça nº</u>	<u>Denominação</u>
106	corpo de sucção	524.1	luva protetora do eixo
107	corpo de pressão	524.2	luva protetora do eixo
108.1	corpo de estágio	525.1	luva distanciadora lado sucção ①
108.2	corpo de estágio com derivação	525.2	luva distanciadora lado pressão
108.3	corpo de estágio com derivação	541	luva de estágio
165	tampa da camada de resfriamento	54-1	luva de estágio cego
171.1	difusor	550.1	arruela
171.2	difusor do último estágio	550.2	arruela
210	eixo	560.2	pino cônico
230	rotor	562.3	pino cilíndrico
231	rotor 1º estágio ③	562.4	pino cilíndrico
350.1	corpo do mancal	562.11	pino cilíndrico
360	tampa de mancal (LA)	571	abraçadeira
361	tampa de mancal (LNA)	601	disco de equilíbrio
370.1	casquilho mancal	602	contra disco de equilíbrio
370.2	casquilho mancal	623.1	indicador para posição do rotor
370	casquilho mancal ①	624	pino para controle de desgaste
400.1	junta plana	644	anel de lubrificação
400.2	junta plana	680	capa
400.3	junta plana ①	901.2	parafuso sextavado da tampa do mancal
412.1	anel-O ①	902.1	parafuso prisioneiro
412.2	anel-O	902.2	parafuso prisioneiro
412.3	anel-O	903.3	bujão
412.4	anel-O	903.6	bujão
412.5	anel-O	905	tirante
412.8	anel-O	913	tampa de respiro
412.9	anel-O ③	914.1	parafuso Allen
423	anel labirinto	914.2	parafuso Allen
451	caixa de gaxeta	920.1	porca sextavada
452.1	aperta gaxeta	920.2	porca sextavada
461	gaxeta	920.3	porca sextavada
500.1	anel de fechamento	920.6	porca sextavada
500.2	anel	921.1	porca do eixo ②
501	anel bipartido ②	921.2	porca do eixo ②
502.1	anel de desgaste ③	932.3	anel elástico
502.2	anel de desgaste	940.1	chaveta para acoplamento
503.1	anel de desgaste para rotor ③	940.2	chaveta para rotor
503.2	anel de desgaste para rotor	940.3	chaveta para rotor 1º estágio
504.1	anel distanciador ②	940.4	chaveta para rotor último estágio
505.1	anel de encosto ②	940.5	chaveta para disco de equilíbrio
507.1	anel centrifugador	940.6	chaveta p/ luva protetora eixo lado sucção
512	anel desgaste para conjunto disco/contra disco ①	940.7	chaveta p/ luva protetora eixo lado pressão
521	luva distanciadora de estágio		
1M	conexão para manômetro		
6B	dreno da bomba		
7A	saída do líquido de refrigeração / corpo da gaxeta		
7E	entrada do líquido de refrigeração / corpo da gaxeta		
8A	dreno do corpo do mancal		
13B	saída de óleo		
14A	saída do líquido de equilíbrio hidráulico		
4M	conexão para medidor de temperatura		

legenda:

- ① tamanhos 40 até 100
- ② tamanhos 65 até 150
- ③ tamanhos 125 e 150

16.4 Acessórios especiais

16.4.1 Estágio Cego

No caso de operação futura com pressão mais alta que a primeira etapa, um ou mais rotores serão substituídos por luvas de estágio cego e luvas distanciadoras. Para a etapa seguinte, os rotores necessários vão ser fornecidos em conjunto com a bomba.

PEÇA Nº	DENOMINAÇÃO
525.5	LUVA DISTANCIADORA
54-1	BUCHA DE ESTÁGIO CEGO

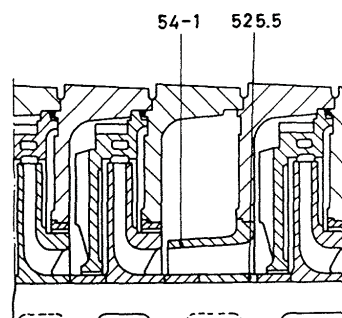


Figura 49 – Estágio cego

16.4.2 Corpo de estágio com derivação

Quando uma pressão mais baixa (por exemplo para injeção dentro de um aquecedor intermediário), é necessária em paralelo à pressão final da bomba, podem ser fornecidos os corpos de estágio com uma conexão de derivação.

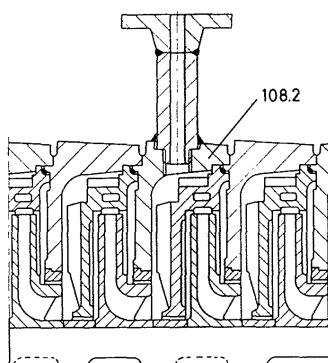


Figura 50 – Corpo de estágio com derivação roscada e soldada

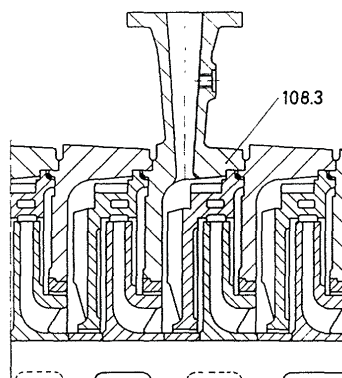


Figura 51 – Corpo de estágio com derivação fundida

Tamanho da Bomba	Derivação roscada e soldada		Derivação fundida	
	DN	Vazão parcial máxima Q (l/s)	DN	Vazão parcial máxima Q (l/s)
40	15	1,4	40	10
50	15	1,4	50	15,5
65	25	4	65	26
80	25	4	80	40
	-	-	40	10
100	25	4	100	60
	-	-	40	10
125	25	4	50	15,5
150	25	4	50	15,5

Tabela 18 – Dados técnicos para as figuras 50 e 51

16.4.2.1 Combinação dos materiais para derivações roscadas e soldadas

HDB	Corpo de estágio (material)	Derivação (material)
40 até 150	A216WCB	SAE 1020
	A743CA6NM	AISI 316

Tabela 19 – Materiais para carcaça de estágio com derivação

16.4.3 Bomba de engrenagem acoplada ao eixo da bomba

A bomba de engrenagem é aplicada em bombas com dispositivo de compensação do empuxo axial e lubrificação forçada. É acionada através de um jogo de engrenagens acoplado diretamente ao eixo principal da bomba. Seu objetivo é fornecer óleo pressurizado aos mancais da bomba principal, sem a necessidade de uso contínuo da ULF, economizando energia e garantindo lubrificação adequada.

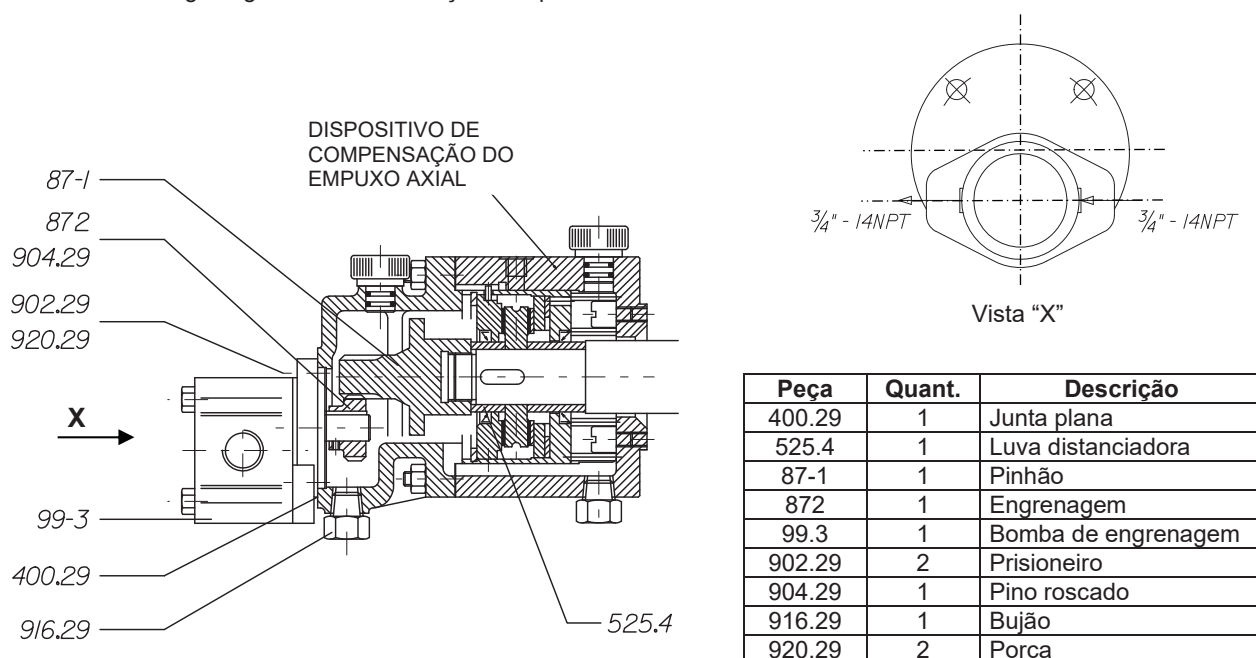


Figura 52 – Bomba de engrenagem

Peça	Quant.	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

Tabela 20 – Peças da bomba de engrenagem

16.4.4 Instalação de válvula de vazão mínima

O fluxo mínimo pode ser mantido pela instalação de uma válvula de vazão mínima na linha de recalque. A seleção desta válvula deve ser feita caso a caso.

16.5 Filtros

Filtros são frequentemente necessários para proteger a bomba de materiais estranhos na instalação e para proteger as folgas entre componentes estacionários e rotativos da bomba contra contaminação.

Um filtro é particularmente importante se os vasos e tubulações não foram suficientemente decapados ou soprados totalmente durante o comissionamento de novas instalações. Além disso, resíduos de solda, carepas ou impurezas similares frequentemente aparecem após um certo período de operação, e podem reaparecer após manutenção ou reparo.

Os filtros podem ser instalados na tubulação de sucção, na posição horizontal ou vertical, preferencialmente o mais próximo possível do bocal da bomba.

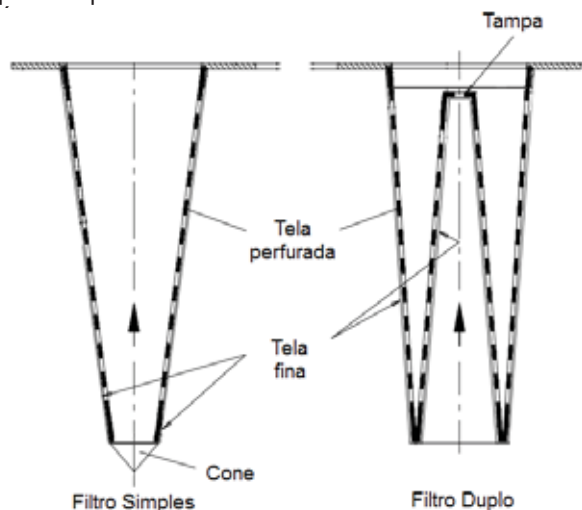


Figura 53 – Filtro Simples e Duplo

ação de alimentação.

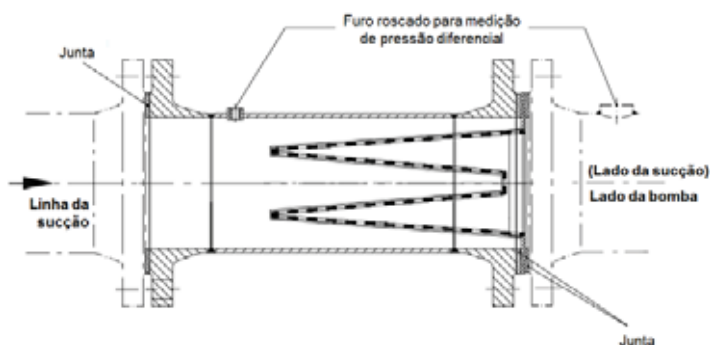


Figura 54 – Exemplo de instalação horizontal

Para monitoramento da pressão diferencial, providencie um furo roscado nas tubulações acima e abaixo do corpo do filtro de sucção.

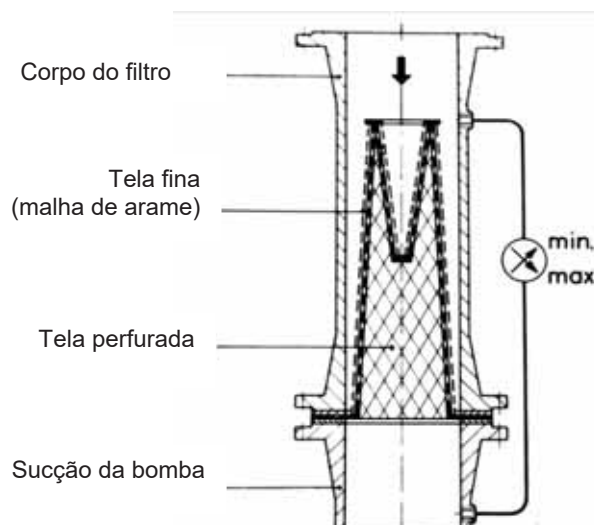


Figura 55 – Filtro de sucção com monitoramento

16.4.6 Dispositivos

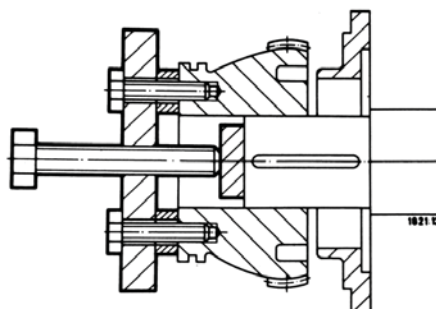


Figura 56 – Dispositivo para tirar acoplamento

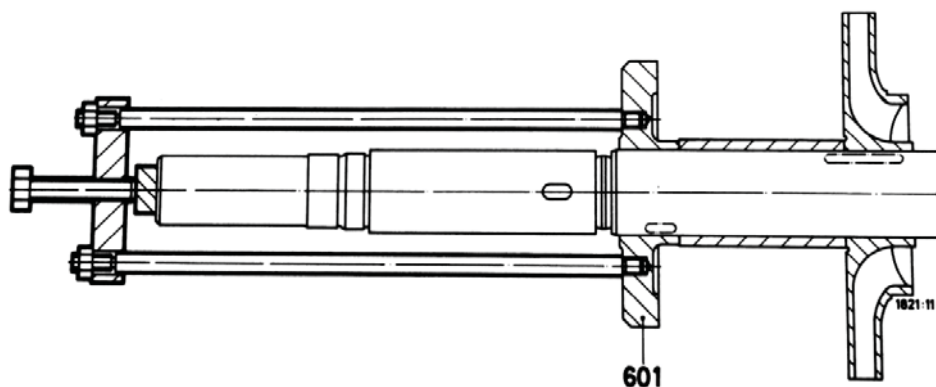
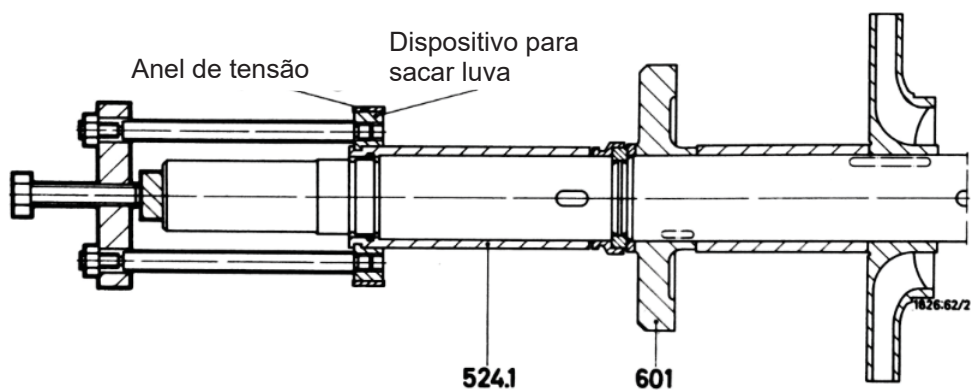


Figura 57 – Dispositivo para tirar o disco de equilíbrio hidráulico



Peça nº	Denominação
524.1	Luva de proteção do eixo
601	Disco de equilíbrio

Figura 58 – Dispositivo para tirar luva de proteção do eixo

16.4.7 Ferramentas

Tamanho da Bomba	Chave fechada (N 85) DN	Chave anel (N 89) DN	Chave Allen (DIN 911)	Chave estrela de bater (ZN 7444)	Alicate para anéis de segurança (DIN 5254)
40	46	41	6	41	--
50	46	46	6	46	--
65	--	50	6 e 8	50	--
80	--	60	6 e 8	60	--
100	--	70	6 e 10	70	--
125	--	80	8 e 10	80	A40 e C40
150	--	90	8 e 14	90	A40 e C40

Tabela 21 – Ferramentas

17. Curvas características

Ver catálogo de curvas características A1826.4P.

17/06/2019

A1836.0P/3

KSB Brasil Ltda.

Rua José Rabello Portella, 400

Várzea Paulista SP 13220-540

Brasil <http://www.ksb.com.br>

Tel.: 11 4596 8500

SAK – Serviço de Atendimento KSB

e-mail: sak@ksb.com