

Bomba centrífuga de alta pressão



1. Aplicação

A bomba KSB HDA 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
Modelo HDA
Diâmetro nominal do flange recalque (mm) 100 / 7
Quantidade de estágios 7

4. Dados de Operação

Tamanhos	- DN 40 até 150
Vazões	- até 580 m ³ /h
Elevações	- até 1.400 m
Temperatura	- até 200°C
Rotação	- até 5.500 rpm
Pressão final	- até 116 bar

Informação legal / Direitos autorais

Manual Técnico HDA

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.

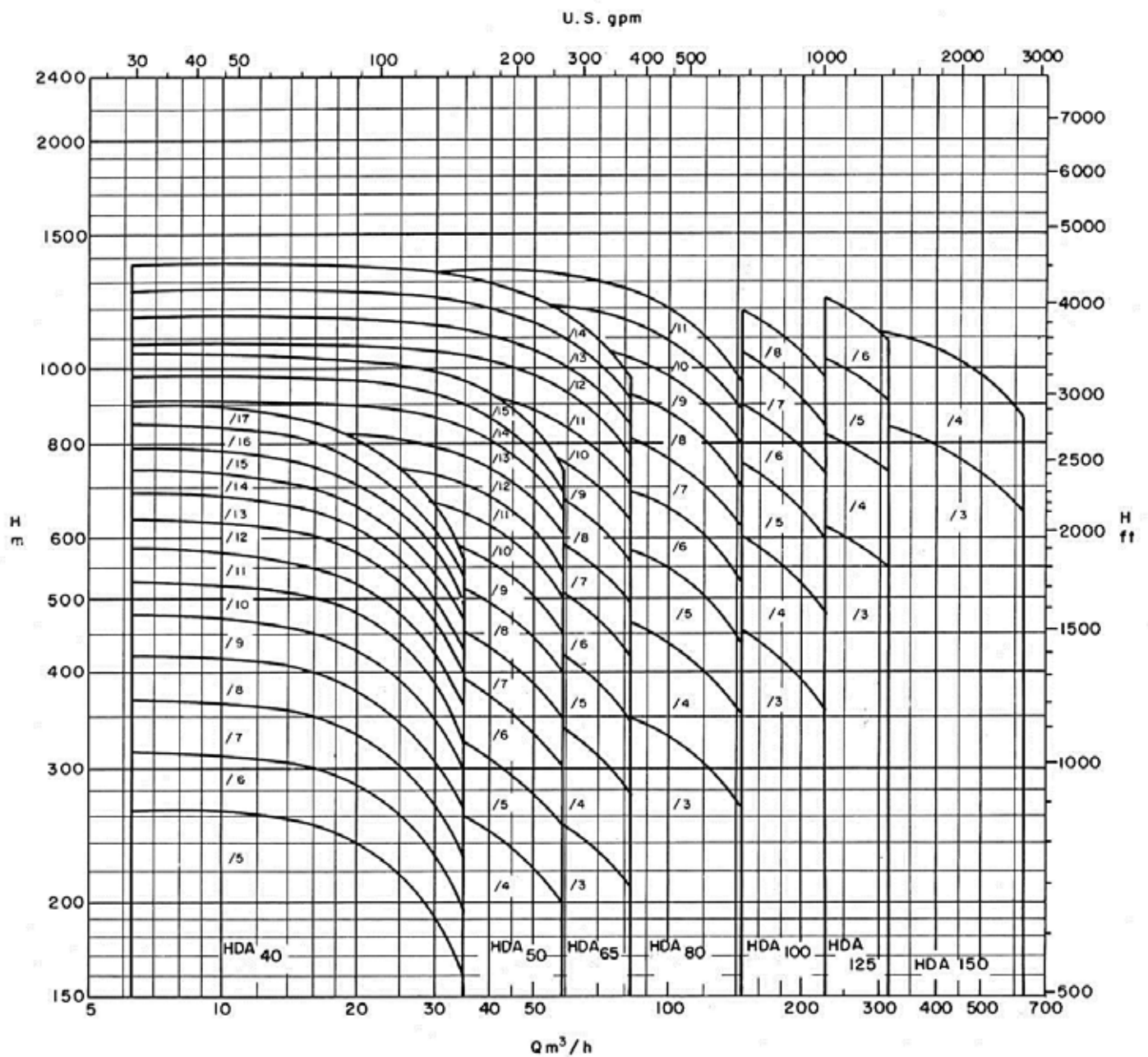
© KSB Brasil Ltda., Várzea Paulista 17/06/2019

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	20
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 106°C e 150°C	28
10.7.1.2 Temperatura do líquido bombeado acima de 150°C	29
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)	30
10.7.2.3 Com resfriamento da câmara de selagem e selos mecânicos em paralelo	30
10.7.2.4 Para uma temperatura ambiente > 45°C e uma temperatura do líquido bombeado > 150°C até 180°C	30

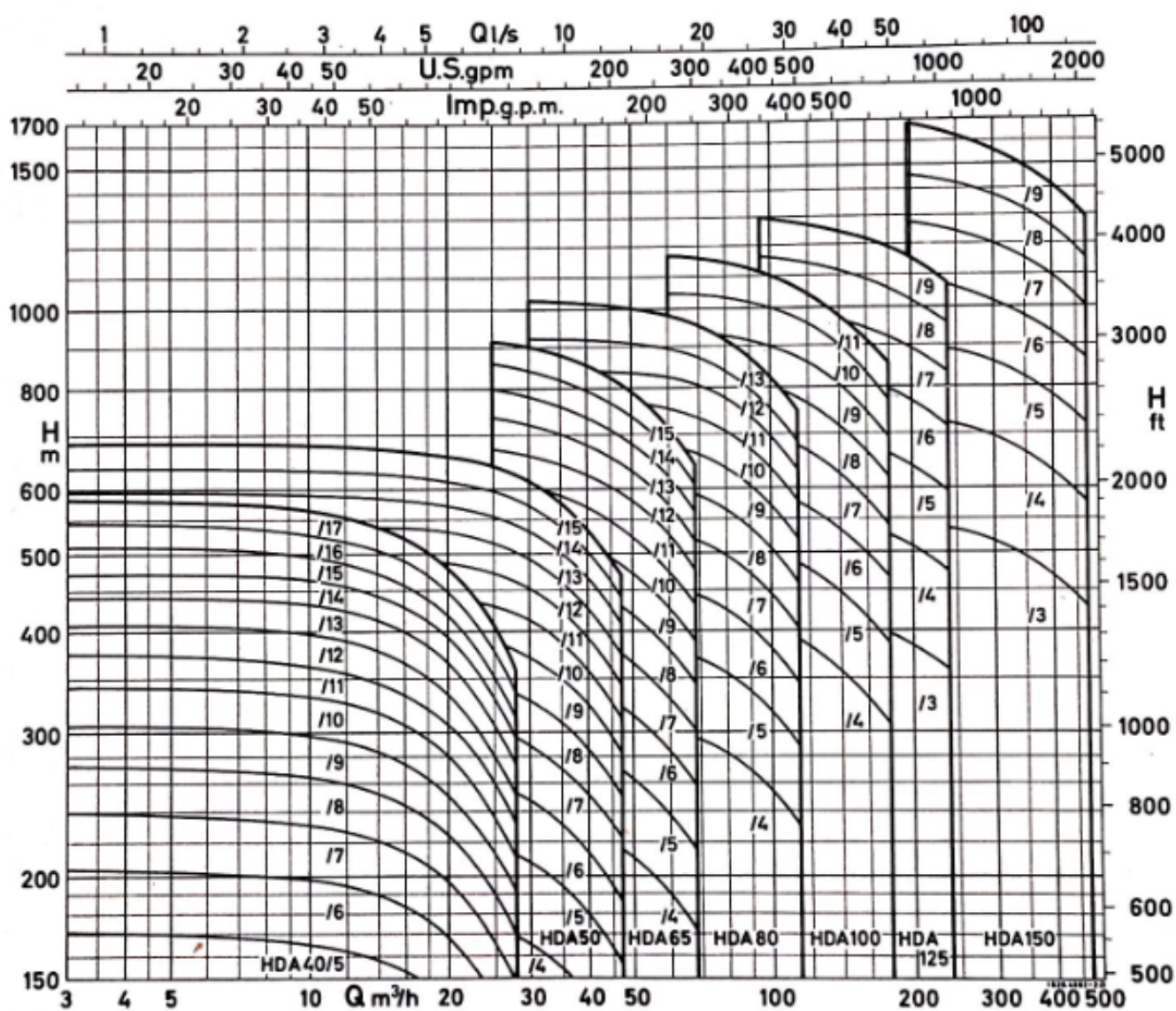
10.7.2.5 Com circulação para um trocador de calor para cada selo mecânico e resfriamento da câmara de selagem	31
10.8 Câmara de aquecimento	32
10.9 Inércia	33
10.10 Acionamento	33
10.11 Acoplamentos	33
10.11.1 Proteção do Acoplamento	33
10.11.2 Bases	33
11. Materiais	34
11.1 Diretrizes para a escolha de materiais para as bombas de alimentação de caldeira	34
11.1.1 Regras Gerais	34
12. Combinações de Materiais	35
12.1 Folgas	36
13. Forças e Momentos	36
13.1 Posição do centro de gravidade	37
14. Peças sobressalentes	37
15. Dimensões	37
16. Desenhos de Corte e Listas de Peças	39
16.1 Execução standard tamanho 40 até 150 com mancais de deslize e gaxeta	39
16.2 Execução standard tamanho 40 até 150 com mancais de deslize e selo mecânico	41
16.3 Detalhes específicos	43
16.4 Acessórios especiais	45
16.4.1 Estágio cego	45
16.4.2 Corpo de estágio com extração intermediária	45
16.4.2. Combinações dos materiais para extrações intermediárias roscadas e soldadas	46
16.4.3 Bomba de engrenagem acoplada ao eixo da bomba	46
16.4.4 Instalação de válvula de vazão mínima	46
16.4.5 Filtros	47
16.4.6 Dispositivos	48
16.4.7 Ferramentas	49
17. Curvas características	49

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																		
Pressão máxima de sucção (bar)				30										25				
Pressão máx. recalque (bar)		Comb. de material	01	85														
			02 e 03	90		95						100						
			04	116		130						135						
Pressão diferencial máx. por estágio (bar)		Comb. de material	01	17												20		
			02 e 03	20												22		
			04	20												22		
Pressão máx. Teste Hidrostático (bar)	1º estágio	Comb. de material	01a 04	60														
			01	105														
			02	110		115						120						
			03 e 04	140		140						140						
Vazão mínima				Indicada na curva característica														
Vazão máxima				1.15 x Qopt.														
Temperatura mín/máx (°C)				Ver item 9.2														
Sentido de rotação				Acionamento do lado Sucção: sentido horário (visto do lado de acionamento)														
Flanges (1)	Sucção	Comb. de material	01	ANSI B16.1 - 250 lbs														
			02 a 04	ANSI B16.5 - 150 lbs														
			02 a 04	ANSI B16.5 – 600 e 900 lbs														
Mancais		Deslizantes DxL (mm)	35x50				45x60				50x60		50x70		75x85			
Volume de óleo por mancal (l)		Deslizantes	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		N/A	0,166				
Dispositivo de compensação do empuxo axial execução com mancais de rolamento		Rolamentos tipo contato angular duas carreiras, p/ bombas c/ mancais de deslize	3309-C3				3310-C3											
			Volume de óleo				0.4											
P/n máx. admissível eixo (kW/rpm) – Material		SAE 1045	0,0625				0,1333				0,1785		0,159 (4)		0,56 (4)			
		AISI 6F3	0,0700				0,1600				0,2200		0,279 (4)		0,70 (4)			
Tipos de mancal (2)				GR	GP	GR	GP	GR	GP	GR	GP	GR	GP	GRE	GR	GP	GR	GP
Rotação máxima por número de estágios (3)	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3600	3000	3600	3000	3600	
	4	-	-	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3600	4000	3600	3000	3600	3000	3600	3000	
	5	3600	5500	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3600	4000	3600	3000	3600	3000	3600	3350	
	6	3600	5500	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3600	4000	3600	3000	3600	3500	3000	3250	
	7	3600	5500	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3600	3750	-	3000	3250	3000	3000	3000	
	8	3600	5500	3600	5500	3600	4650	3600	4200	3500	3500	-	3000	3000	3000	3000	3000	
	9	3600	5500	3600	5250	3600	4350	3600	3800	3350	3350	-	3000	3000	3000	3000	3000	
	10	3600	5500	3600	4950	3600	4150	3450	3700	3150	3150	-	-	-	-	-	-	
	11	3600	5500	3600	4750	3600	4000	3300	3550	3000	3000	-	-	-	-	-	-	
	12	3600	5370	3600	4500	3550	3800	3150	3400	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13	3000	5150	3000	4350	3400	3050	3000	3250	-	-	-	-	-	-	-	-	
	14	3600	4900	3600	4200	3250	3500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	15	3600	4800	3600	4000	3150	3400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16	3600	4400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17	3600	4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Número mínimo de estágios				5		4						3					
	Momento inércia J=GD² /4 (Kgm²) com água		1º estágio	0.0072		0.0121		0.0219		0.0318		0.0660		0.2166		0.3700		
cada estágio adicional				0.00415		0.0075		0.0158		0.0211		0.0442		0.1681		0.2200		
Peso final da bomba por número de estágios em kg	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	605	-	900	-		
	4	-	-	149	-	211	-	264	-	393	-	660	-	1000	-	-		
	5	128	-	161,5	-	229	-	287	-	432	-	715	-	1100	-	-		
	6	137,5	-	174	-	247	-	310	-	466	-	770	-	1200	-	-		
	7	147	-	186,5	-	265	-	333	-	500	-	825	-	1300	-	-		
	8	156,5	-	199	-	283	-	356	-	534	-	880	-	1400	-	-		
	9	166	-	211,5	-	301	-	379	-	563	-	935	-	1500	-	-		
	10	175,5	-	224	-	319	-	402	-	602	-	-	-	-	-	-		
	11	185	-	236,5	-	337	-	425	-	635	-	-	-	-	-	-		
	12	194,5	-	249	-	355	-	448	-	-	-	-	-	-	-	-		
	13	204	-	261,5	-	373	-	471	-	-	-	-	-	-	-	-		
	14	213,5	-	274	-	391	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	15	223	-	286,5	-	409	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	16	232,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	17	232,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Tabela 1 - Dados Construtivos

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

(1) Outras normas de flange, sob consulta.

(2) Tipos de mancais:

GR - mancais deslizantes com lubrificação por anel pescador

GP - mancais deslizantes com lubrificação forçada

GRE - mancais deslizantes, lubrificação por anel pescador e corpo de mancal especial (aletado). É admissível ultrapassar a rotação em 10% por um curto espaço de tempo levando em consideração as limitações de pressão admissíveis conforme figura 3.

(3) É admissível ultrapassar a rotação em 10% por um curto espaço de tempo levando em consideração as limitações de pressão admissíveis conforme figura 3.

(4) Eixo com duas chavetas para acionamento.

8. Descrição Geral

8.1 Corpo

Flanges de sucção e de recalque em disposição radial, vertical para cima. É possível prever-se flanges, 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 luva protetora e luva distanciadora.

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.

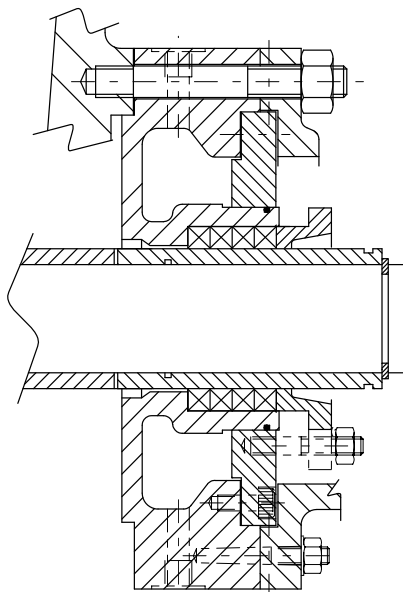


Fig.1 - Vedação do eixo por gaxeta com câmara de refrigeração

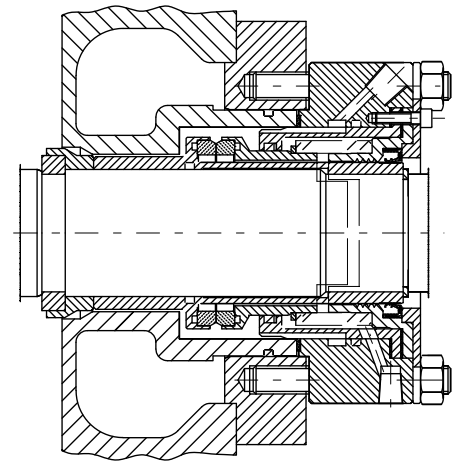


Fig.2 - Vedação do eixo por selo mecânico

8.5 Equilíbrio do empuxo axial

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

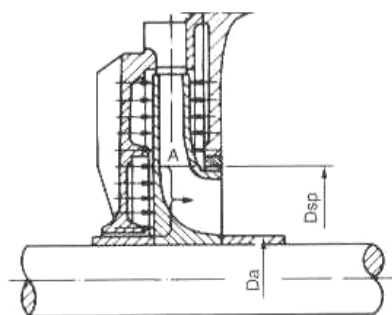


Fig.3 - Empuxo axial do rotor

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.

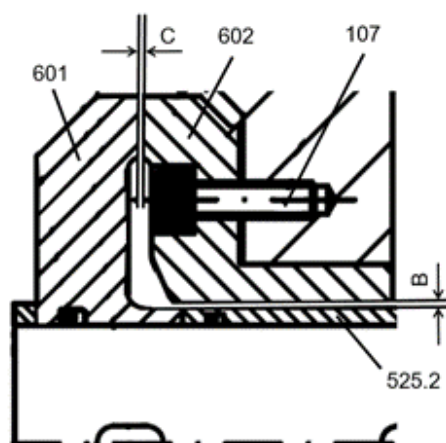


Fig.4 - Dispositivo de equilíbrio do empuxo axial

Na 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.

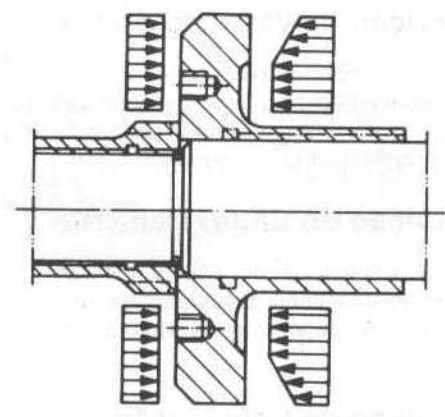


Fig.5 - Força de ação no disco de equilíbrio

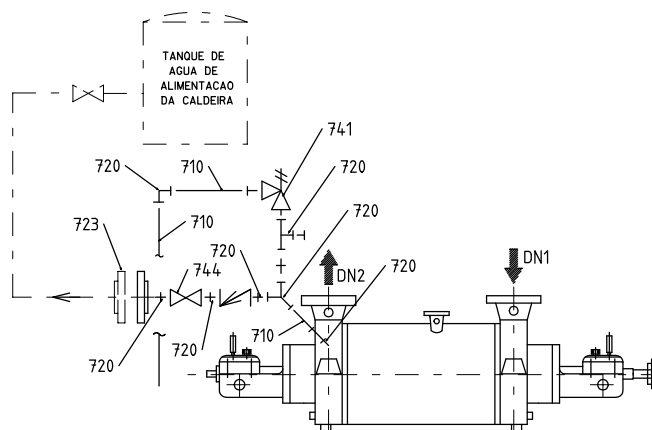


Fig.6 - Esquema da tubulação de alívio com retorno p/ tanque de sucção

Atenção: A pressão diferencial mínima para deslocar o disco é 15 bar. Com valores inferiores, a folga “C” da figura 4 não existirá e o dispositivo de equilíbrio se desgastará por atrito, violentamente.

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.

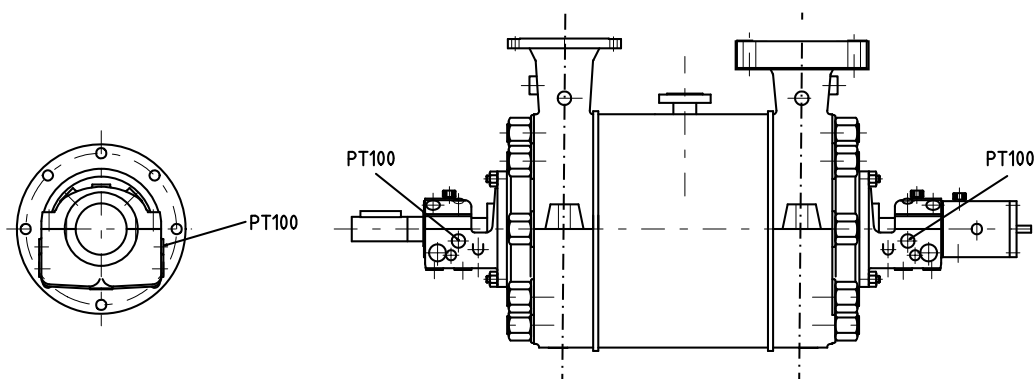


Fig.7 - Posicionamento dos sensores de temperatura

8.7.7 Sensores de vibração

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

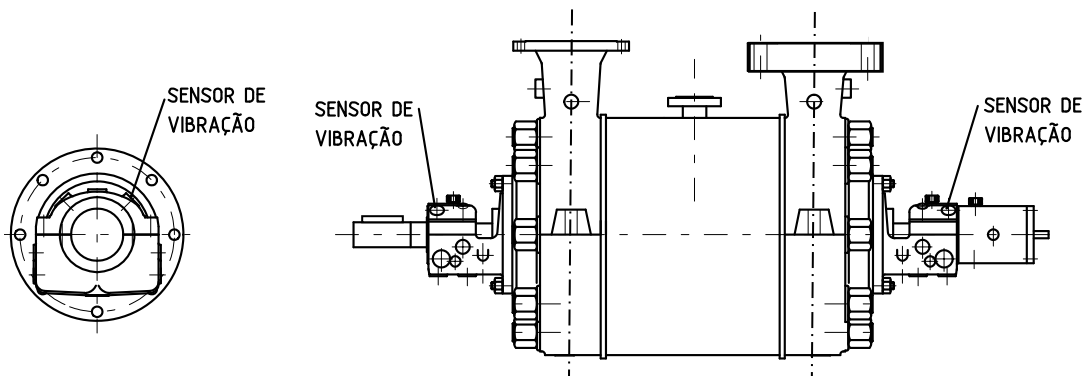


Fig.8 - Posicionamento dos sensores de vibração

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 NPSH disponível \geq NPSH requerido.

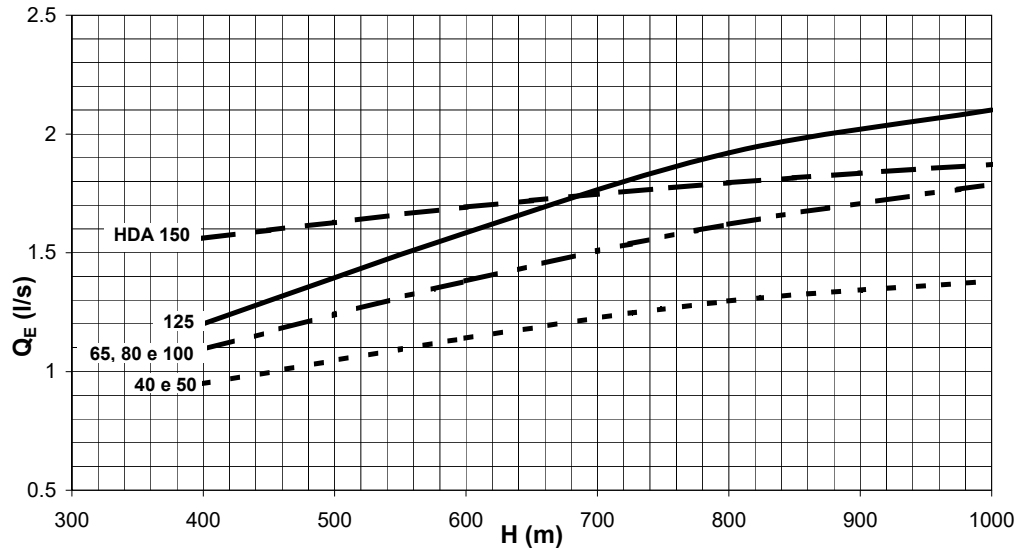


Figura 9 - Fluxos de descarga Q_E em l/s para rotação de 3550 rpm.

Conexão do fluxo de descarga DN 25 (1").

No caso de retorno para a caldeira de alimentação da bomba é necessário aumentar o diâmetro da tubulação do fluxo de descarga para DN 40 (1 1/2") quando:

- A extensão da tubulação é maior ou igual a 20m, para tamanhos 40 e 50;
- A extensão da tubulação é igual ou maior que 10m, a partir do tamanho 65.

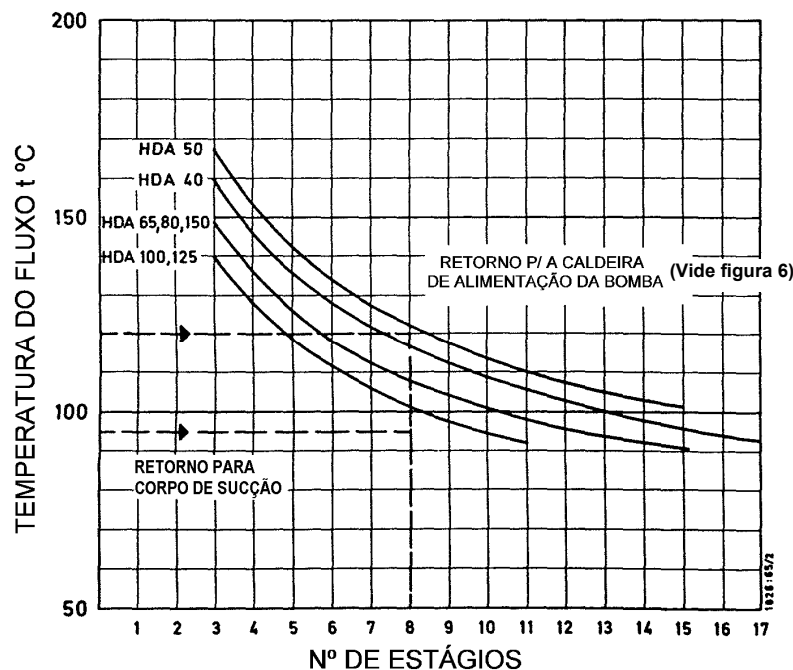


Figura 10 - Valores para retorno do fluxo.

9.2 Limites de pressão e temperatura

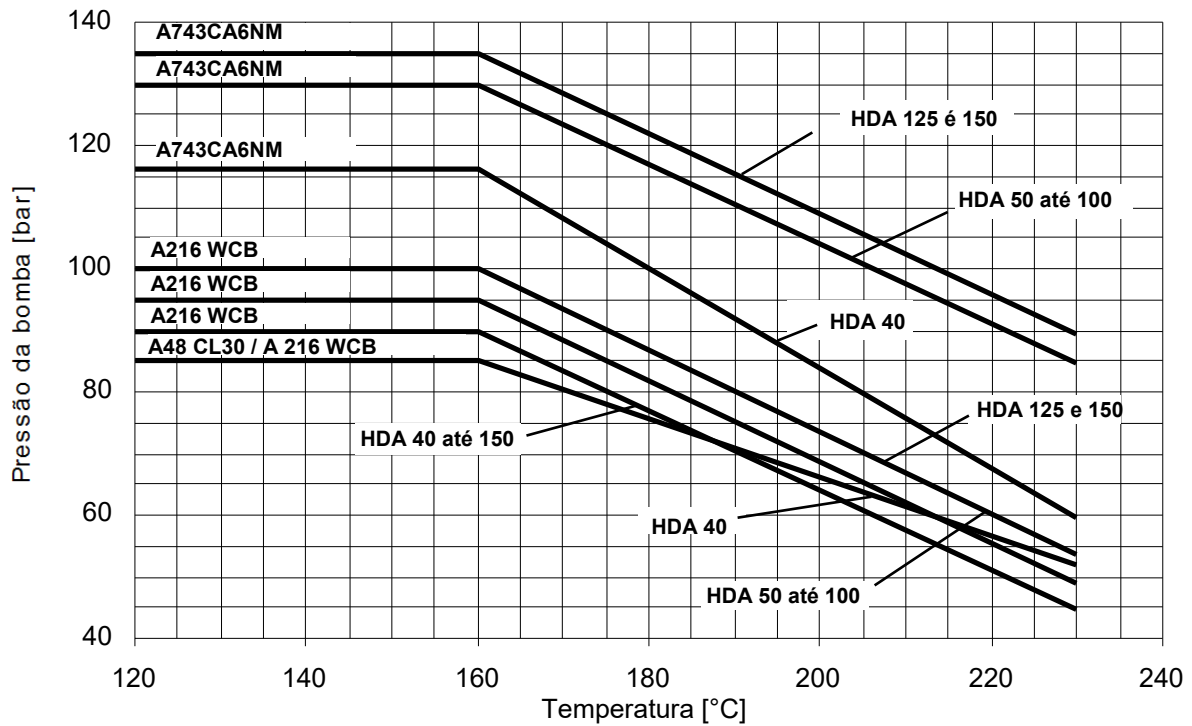


Figura 11 - Limites de pressão e temperatura (com pré-aquecimento).

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.

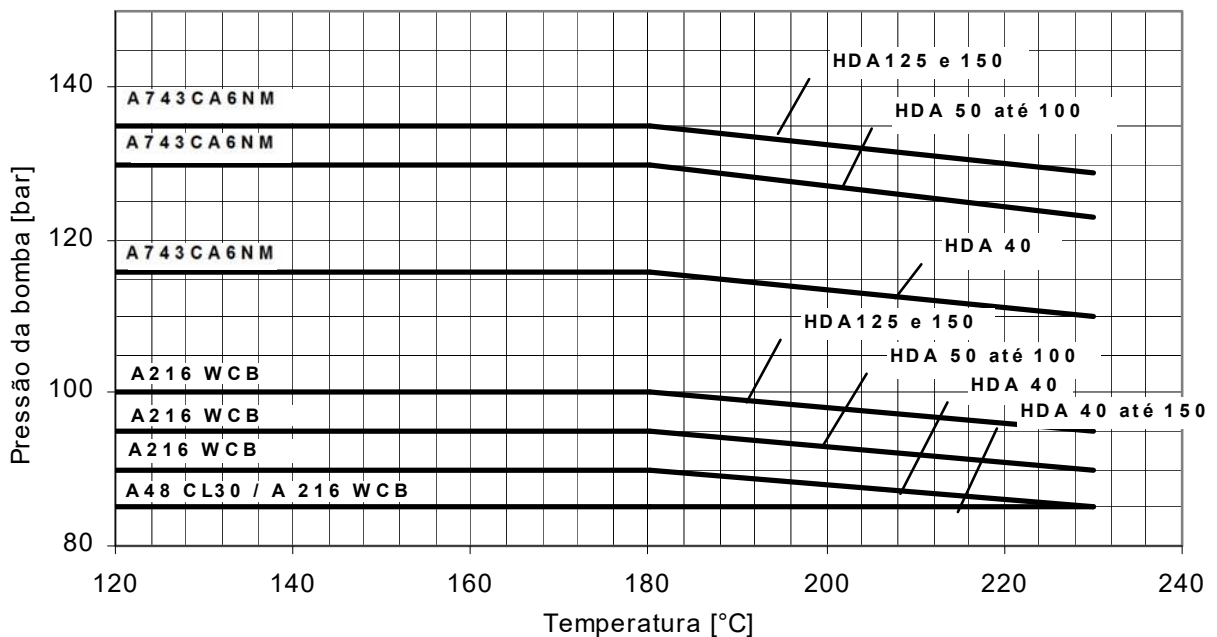


Figura 12 - Limites de pressão e temperatura (partida em estado frio).

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

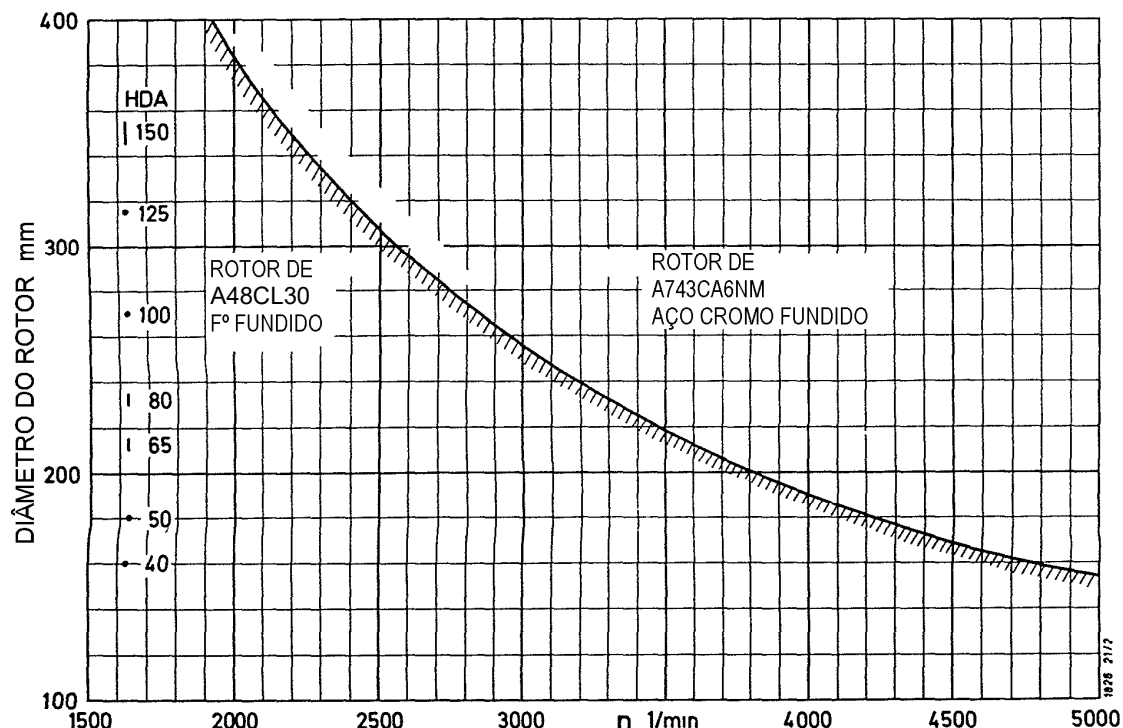


Figura 13 - Limitações da rotação conforme o material do rotor.

Rotores de A48CL30 para velocidade periférica até 40m/s admissível. Acima disto devem ser usados rotores de aço cromo fundido (figura 13).

9.4 Rotações críticas

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

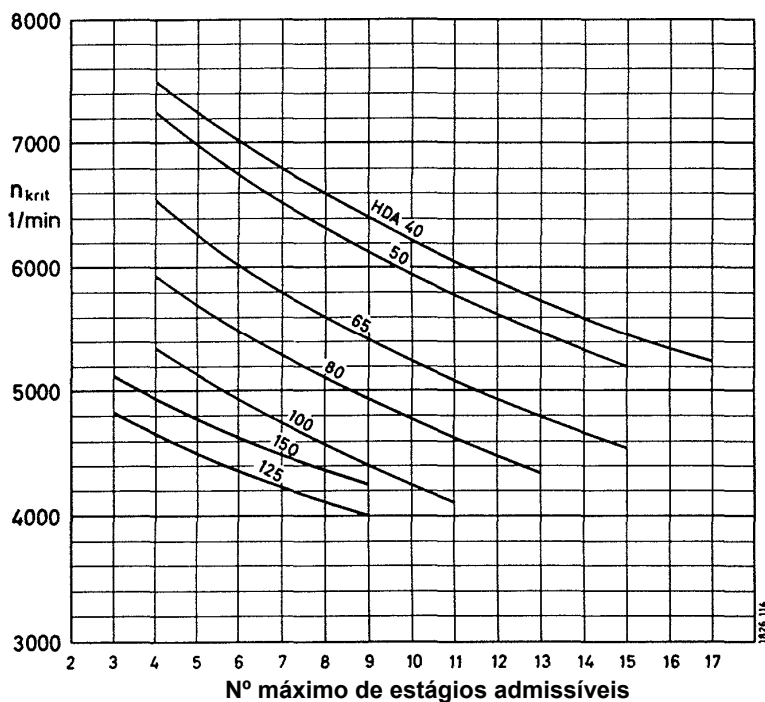
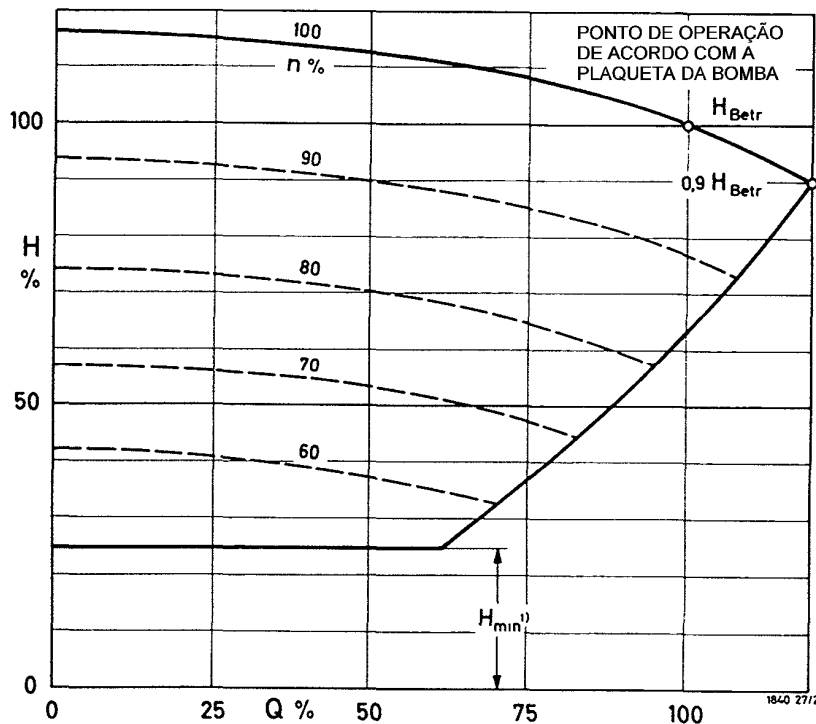


Figura 14 - Rotações críticas conforme o nº de estágios.

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 80% da rotação nominal, assim recebemos para a bomba quando esta trabalha com $\frac{3}{4}$ da carga somente 65% da altura manométrica da bomba, em comparação com 100% da carga e rotação nominal.



1) Ver item 7 – 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 HDA 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 HDA.

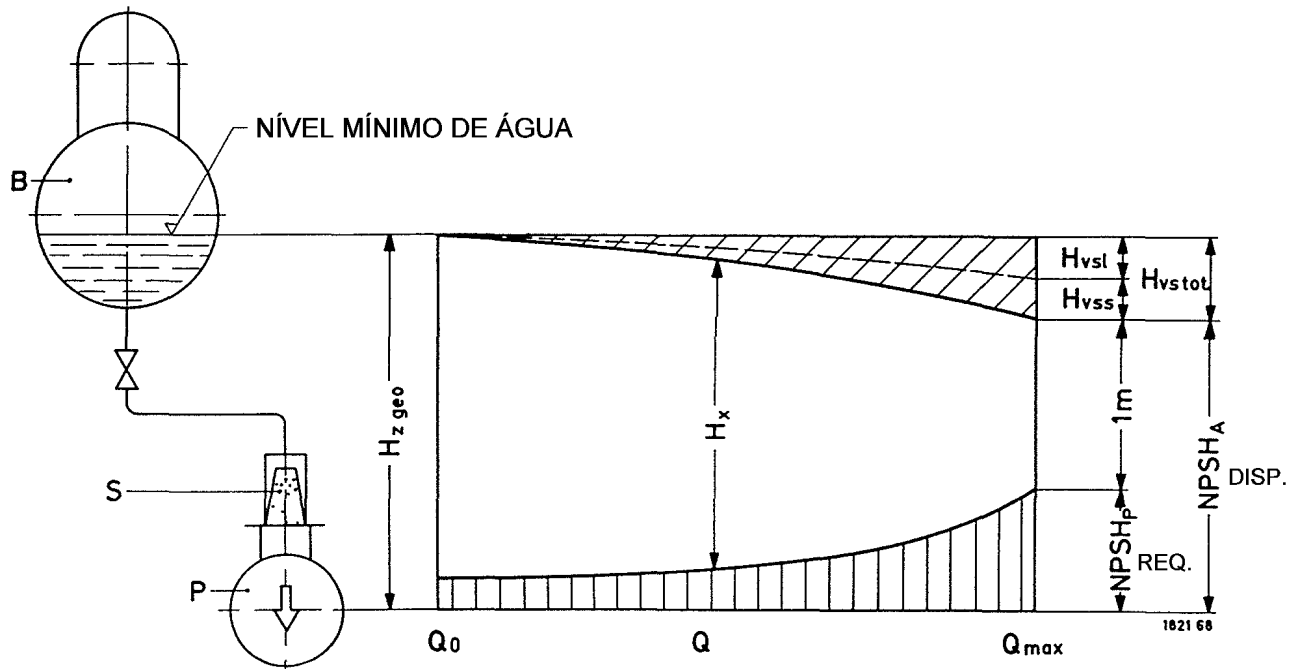


Figura 16

NPSH req.	=	NPSH requerido [m]
NPSH disp.	=	NPSH disponível [m]
$H_{z\ geo}$	=	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_{vsl}	=	perdas na saída da caldeira e tubulação até a bomba, sem perdas no filtro [m]
H_{vss}	=	perdas do filtro [m]
H_x	=	alturas de segurança
B	=	caldeira de alimentação da bomba
P	=	bomba
S	=	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).

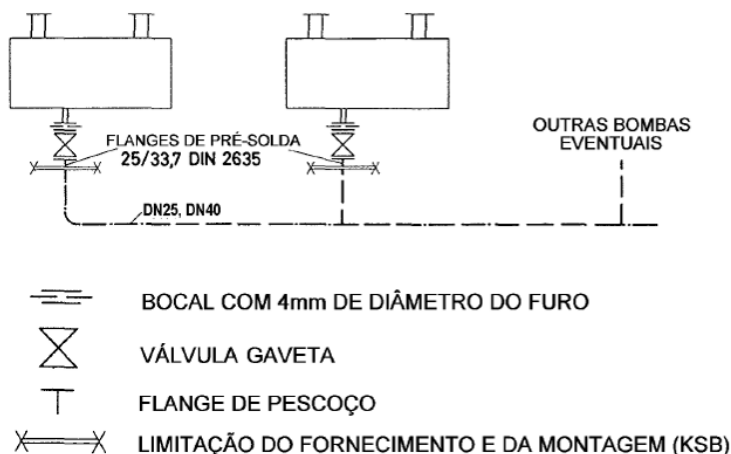


Figura 17 – Colocação das bombas para água fria ao ar livre

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).

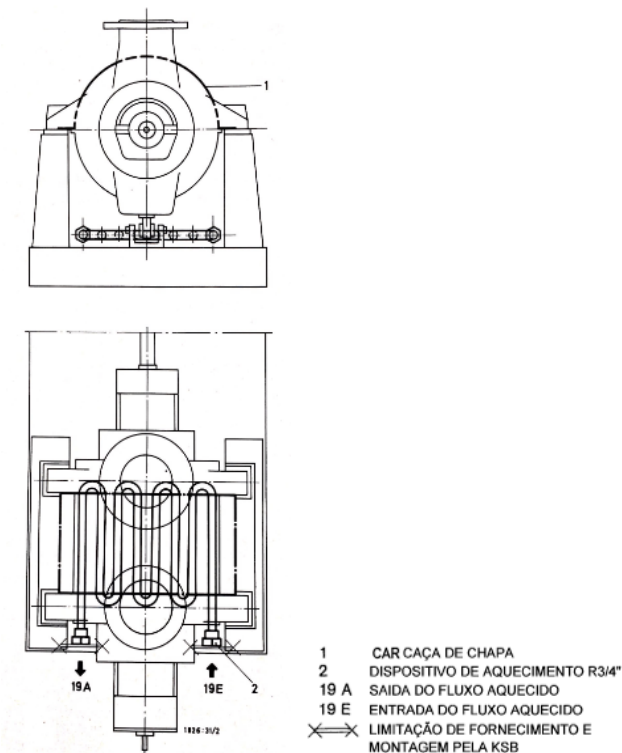


Figura 18 – Bomba com dispositivo de aquecimento

10.2 Corpo

As bombas HDA 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
	A48CL30	A216WCB e A487CA6NM	A216WCB e A487CA6NM
40	250 lbs.	150 lbs.	600 lbs ou 900 lbs
50			
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 HDA tem rotores radiais com sentido de direção horário, de sucção simples ou dupla. 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 de mancal 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 e parada da bomba.

10.5 Mancais e Tipos de Lubrificação

10.5.1 Mancais

Os mancais das bombas HDA 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 e 4.

A temperatura máxima dos mancais é considerada 45°C acima da temperatura ambiente, e não deve ultrapassar 80°C.

Nas aplicações com temperatura ambiente maior que 45°C e temperatura da água bombeada acima de 150°C, é necessário o resfriamento do corpo do mancal no caso de mancais deslizantes, vide figura 21.

Este resfriamento não é necessário se a lubrificação dos mancais for feita com óleo sobre pressão. A folga nos mancais deslizantes é aproximadamente 0,001 x Ø eixo.

Tabela 3 – Bombas com mancais deslizantes e lubrificação por anel pescador

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 (Mancal GR)	50 x 70	0,56
125 (mancal GRE)	50 x 70	1,90
150	75 x 85	1,3

Tabela 4 – Bombas com mancais deslizantes e lubrificação forçada

Tamanho da Bomba	Mancais deslizantes Ø int. x compr. (mm)	Vazão de óleo para lubrificação sob pressão (l/s)
40 e 50	35 x 50	0,033
65	45 x 60	0,050
80	45 x 60	0,050
100	50 x 60	0,066
125	50 x 70	0,100
150	75 x 85	0,133

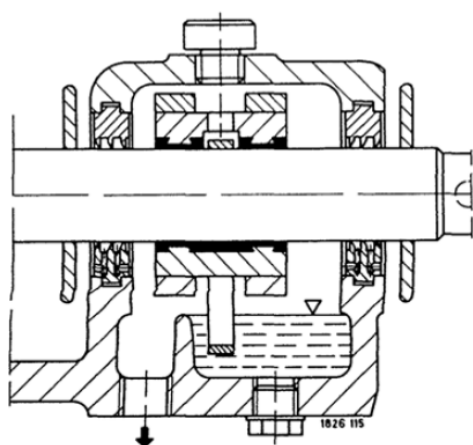


Figura 20 – Vedação dos mancais deslizantes para colocação dos conjuntos ao ar livre (refere-se à execução normal)

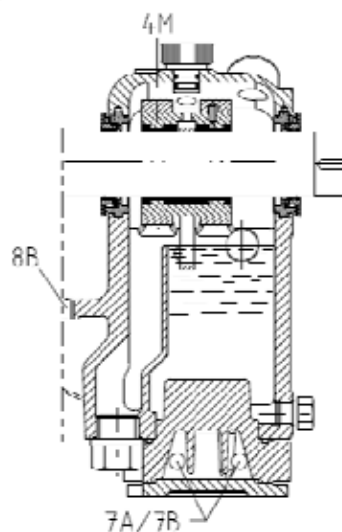


Figura 20A (Válido somente para HDA 125 com corpo de mancal aletado (GRE)).

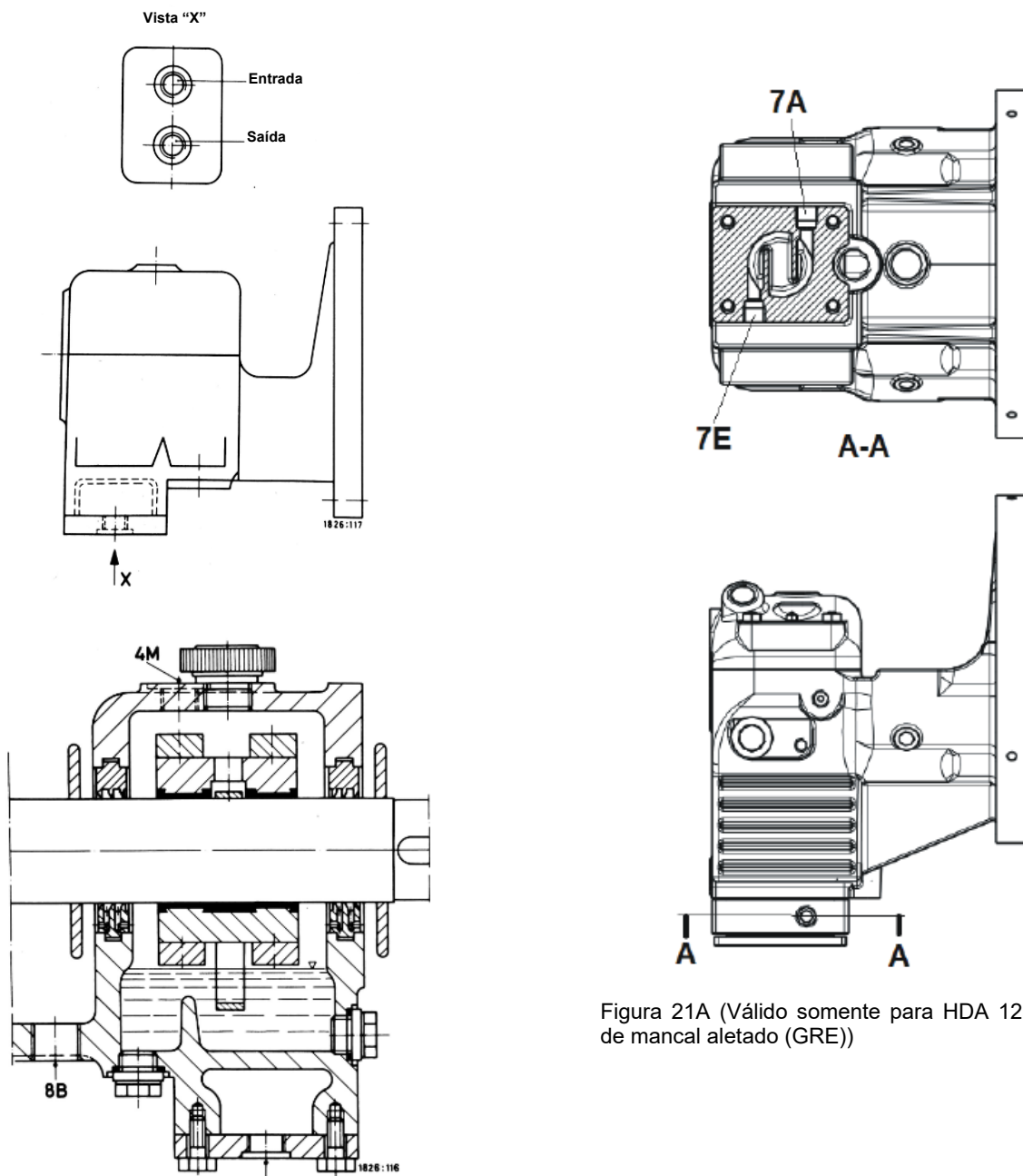


Figura 21A (Válido somente para HDA 125 com suporte de mancal aletado (GRE))

Figura 21 - Resfriamento do corpo do mancal

CONEXÕES	DENOMINAÇÃO
4M	PONTO MEDIÇÃO DE TEMPERATURA
7A	SAÍDA DA ÁGUA DE RESFRIAMENTO
7E	ENTRADA DA ÁGUA DE RESFRIAMENTO
8B	DRENO PARA ÁGUA DE GOTEJAMENTO

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 (figura 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 tabela 6.

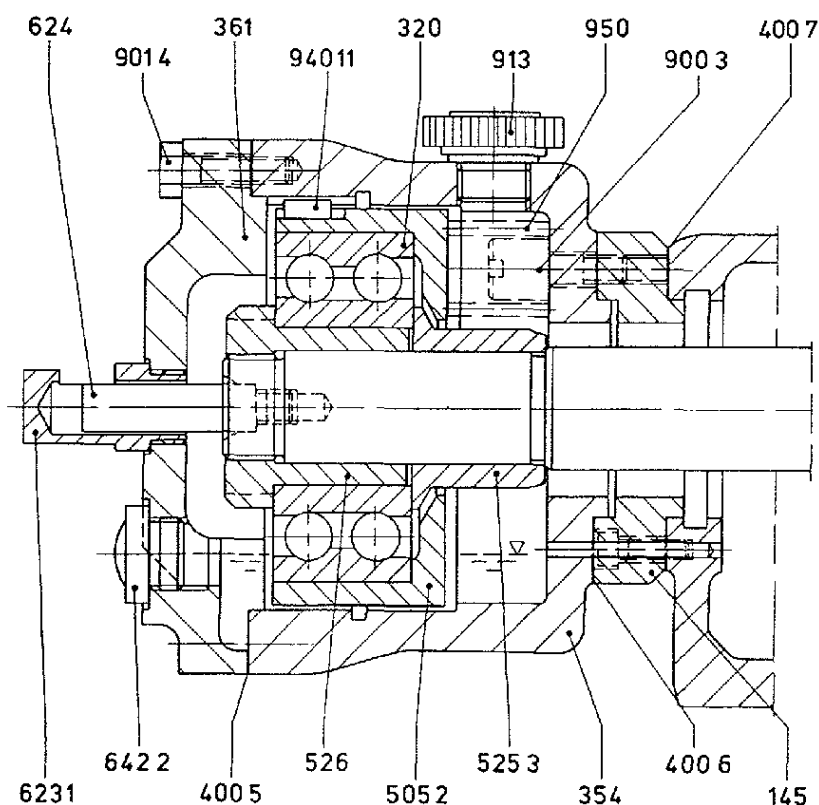


Figura 22 – Dispositivo para compensação do empuxo axial em execução com rolamentos para bombas com mancais deslize.

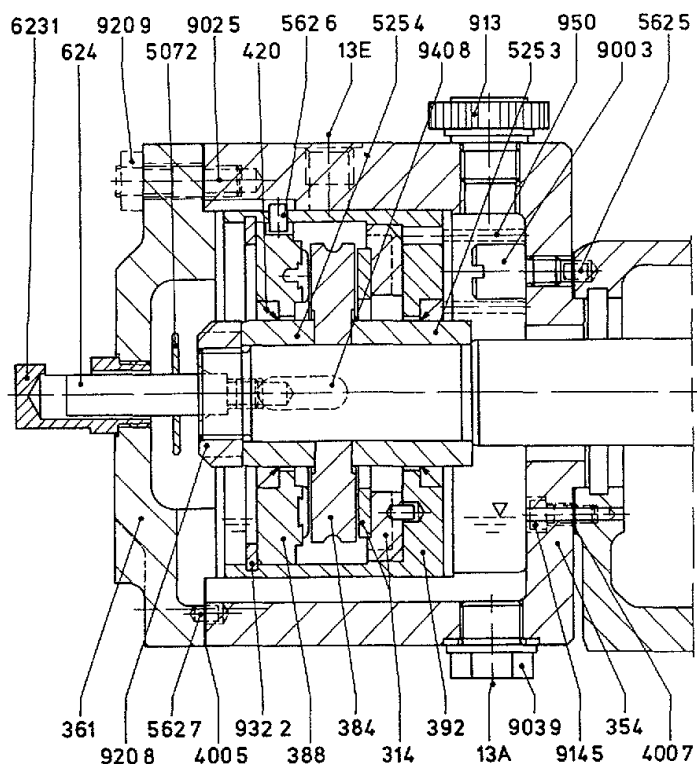


Figura 23 – Dispositivo para compensação do empuxo axial com óleo sob pressão para bombas com mancais deslize

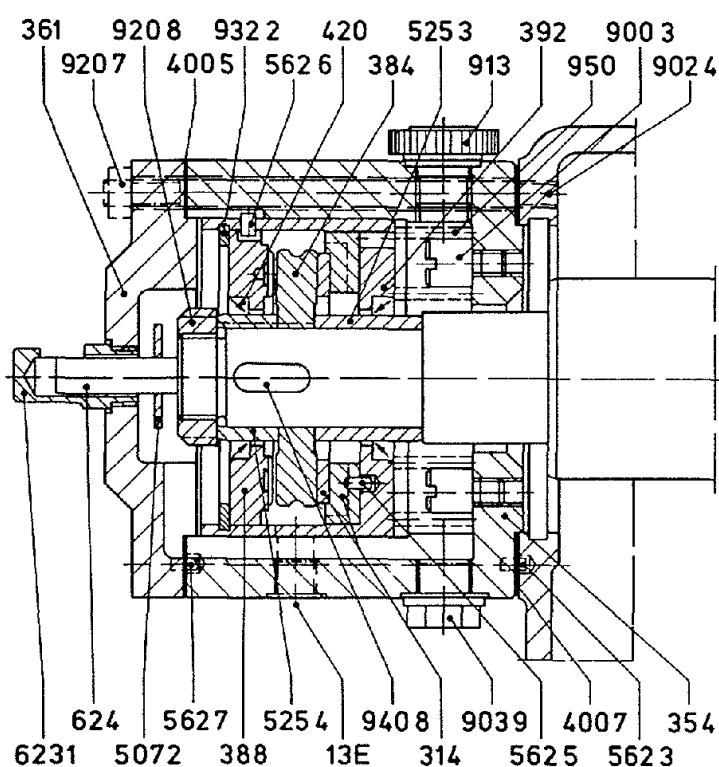


Figura 24 – Dispositivo para compensação do empuxo axial com óleo sob pressão para bombas com mancais deslize (somente HDA 150).

Qtd. peças p/ bomba	Peça nº	Denominação	Dispositivo para compensação do empuxo axial					
			Construção com rolamento			Construção com mancais de segmento		
			Bomba com mancal de rolamentos			Bomba com mancal deslizante		
			Figura 22	Material	WSZ	Fig. 23 e 24	Material	WSZ
			Material		(interno)	Material		(interno)
			DIN 17007			DIN 17007		
1	145	Peça de união	10.033	SAE1045	260	-	-	-
2	160.2	Tampa	-	-	-	-	-	-
1	314	Mancal axial	-	-	-	-	St/Lg Sn 80	9801
1	320	Mancal de rolamento	-	Aço	-	-	-	-
1	354	Corpo do mancal axial	0.6025	A48CI30	1821	0.6025	A48CI30	1821
1	361	Tampa do mancal axial	0.6025	A48CI30	1821	0.6025	A48CI30	1821
1	384	Mancal rotativo	-	-	-	1.0542.6	AISI 420	361
1	388	Mancal rotativo de encosto	-	-	-	1.0542.6	St/Lg Sn 80	361
1	392	Suporte dos mancais segmento	-	-	-	1.0542.6	SAE1045	361
1	400.5 ²⁾	Junta	-	Pap. Hidrául.	5126	-	Pap. Hidrául.	5126
1	400.6	Junta	-	Pap. Hidrául.	5126	-	-	-
1	400.7	Junta	-	Pap. Hidrául.	5126	-	Pap. Hidrául.	5126
2	420	Retentor	-	-	-	-	Aço/NB	9801
1	505.2	Anel de encosto	-	AISI 420	7501	-	-	-
1	507.2	Anel centrifugador	-	-	-	-	AISI 316	-
1	525.3	Bucha distanciadora	-	AISI 420	7501	-	AISI 420	1812
1	525.4	Bucha distanciadora	-	-	-	-	AISI 420	1812
1	526	Bucha de centragem	-	Aço	7501	-	-	-
3	562.3	Pino cilíndrico	-	-	-	-	SAE1045	-
1	562.5	Pino cilíndrico	-	-	-	-	SAE1045	-
2	562.6	Pino cilíndrico	-	-	-	-	SAE1045	-
2	562.7	Pino cilíndrico	-	-	-	-	SAE1045	-
1	623.1	Indicador para posição do rotor	-	Latão	353	-	Latão	353
1	624	Pino para controlar desgaste	-	SAE1020	353	-	SAE1020	353
1	642.2	Visor do nível do óleo	-	Latão/Vidro	-	-	-	-
2	672	Dispositivo de respiro	-	Alumínio	-	-	Alumínio	-
8	900.3	Parafuso	-	SAE1045	353	-	SAE1045	353
8	901.4	Parafuso sextavado	-	SAE1045	-	-	-	-
4	902.4 ¹⁾	Parafuso prisioneiro	-	-	-	-	SAE1045	-
4	902.5 ²⁾	Parafuso prisioneiro	-	-	-	-	SAE1045	-
4	902.7	Parafuso prisioneiro	-	-	-	-	-	-
1	903.4	Plug	-	-	-	-	-	-
1	903.9	Plug	-	-	-	-	Aço	-
4	920.7 ¹⁾	Porca	-	-	-	-	SAE1045	-
4	920.8	Porca	-	-	-	-	SAE1045	-
4	920.9 ²⁾	Porca	-	-	-	-	SAE1045	-
4	920.14	Porca	-	-	-	-	-	-
1	920.15	Porca	-	-	-	-	-	-
1	932.2	Anel elástico	-	-	-	-	Aço Mola	-
1	940.8	Chaveta	-	-	-	-	AISI 420	-
1	940.11	Chaveta	-	AISI 420	-	-	-	-
8	950	Mola	-	Aço Mola	-	-	Aço Mola	-

- 1) Somente para tamanho 150
 2) Somente para tamanhos 40 a 125
 3) Para mancais de segmento de pressão 2 peças
 ■ Peças sobressalentes recomendadas

- 13A Saída de óleo
 13B Saída de óleo
 13E Entrada de óleo

Tabela 5 – 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 6 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 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 para acionamento da bomba.

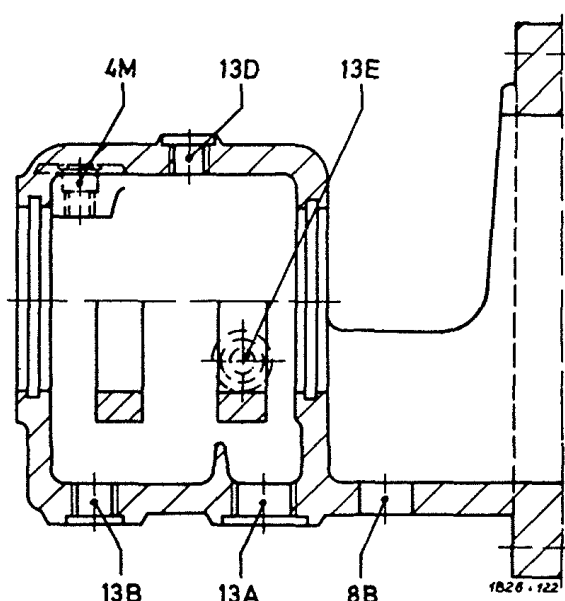


Figura 25 – Conexões

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

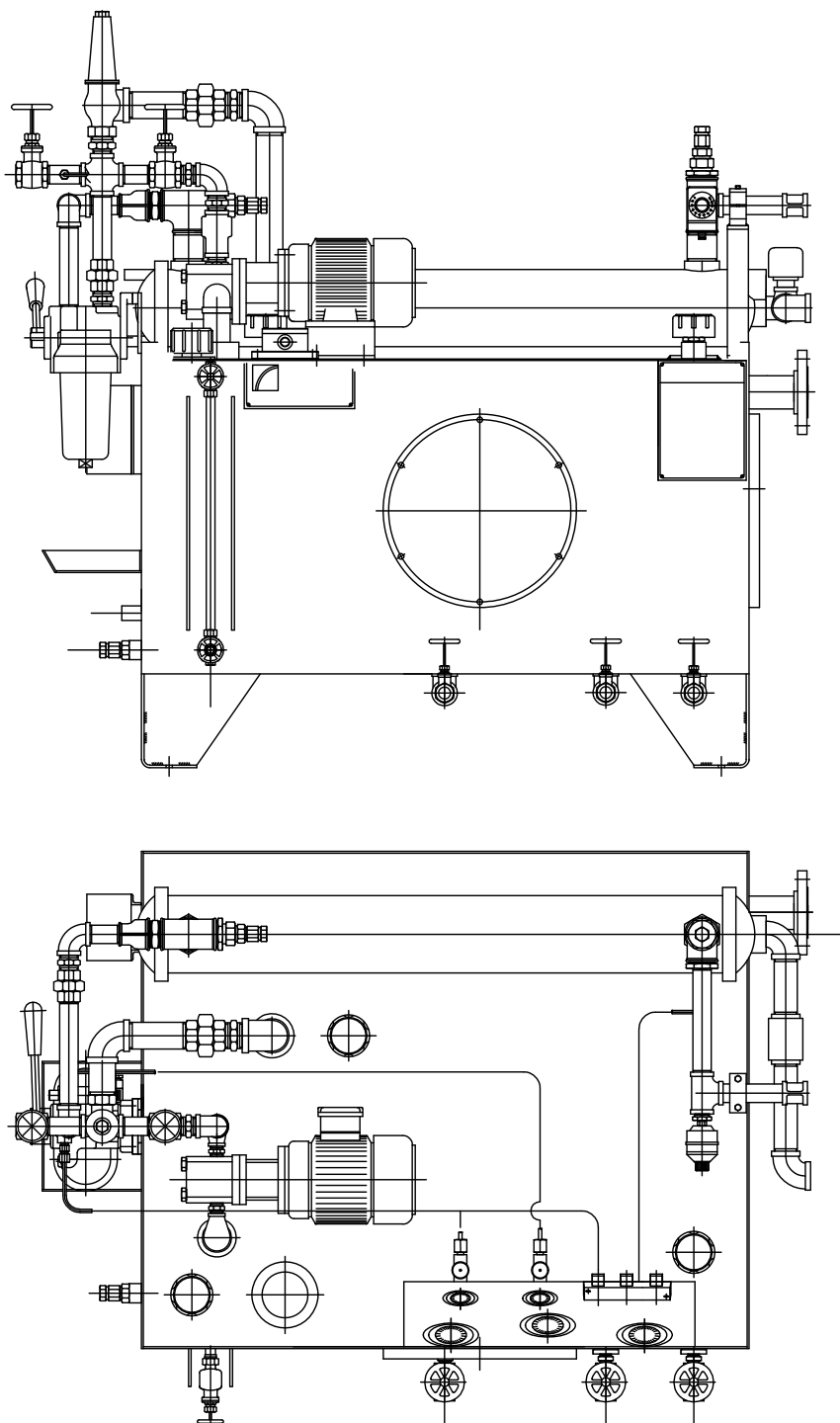


Figura 26 – Unidade de lubrificação forçada (exemplo)

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

Tabela 7 – Unidade de lubrificação forçada em relação ao tamanho e execução da bomba

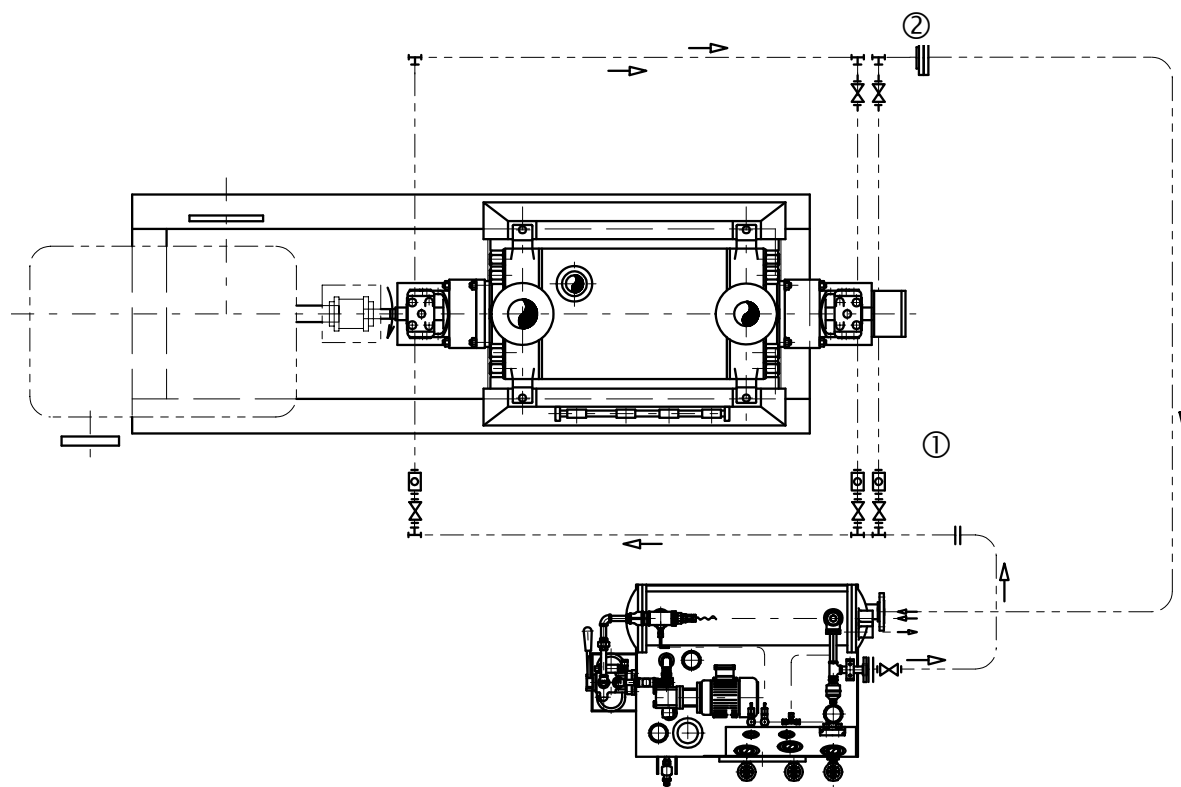


Figura 27 – Unidade de lubrificação forçada ao lado da bomba somente para alimentação da bomba

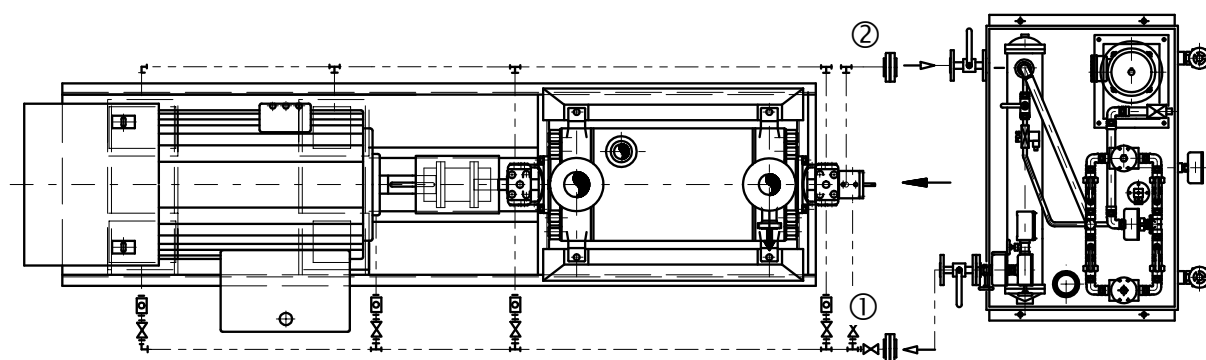


Figura 28 – Unidade de lubrificação forçada atrás da bomba para alimentação da bomba ou eventualmente do redutor ou motor

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 3/4"	R 2"
65 e 80	0,150 l/s	R 3/4"	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 27 e 28.

Tabela 8 – 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.

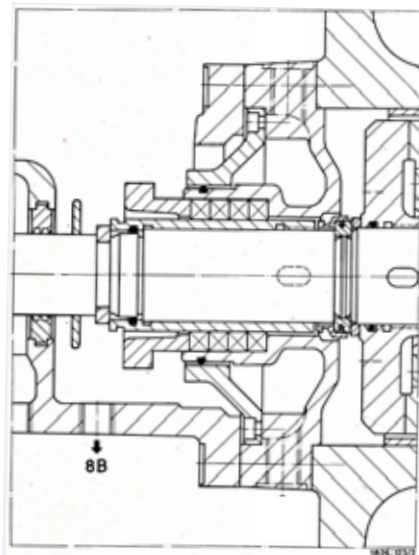


Figura 29 – Execução padrão com gaxeta
(a partir de -5°C até 105°C)

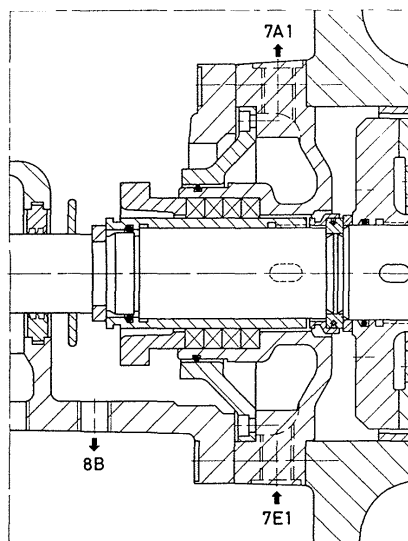


Figura 30 – Execução padrão com gaxeta
(de 105°C até 150°C)

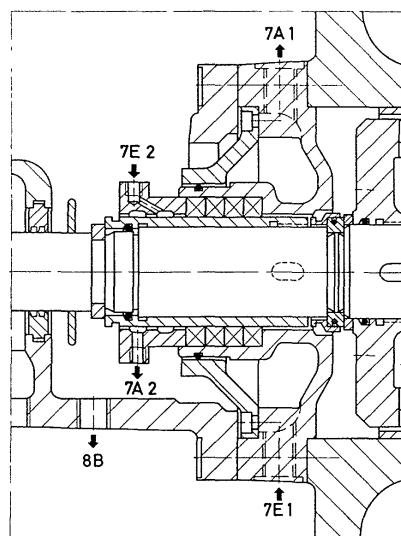


Figura 31 – Execução de gaxeta com resfriamento
para temperaturas > 150°C

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	255	1020
100	Ø 70/ 95 x 50	4	12	265	1060
125	Ø 80/ 105 x 50	4	12	300	1200
150	Ø 101/ 125 x 53	4	12	365	1460

Tabela 9 – 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.

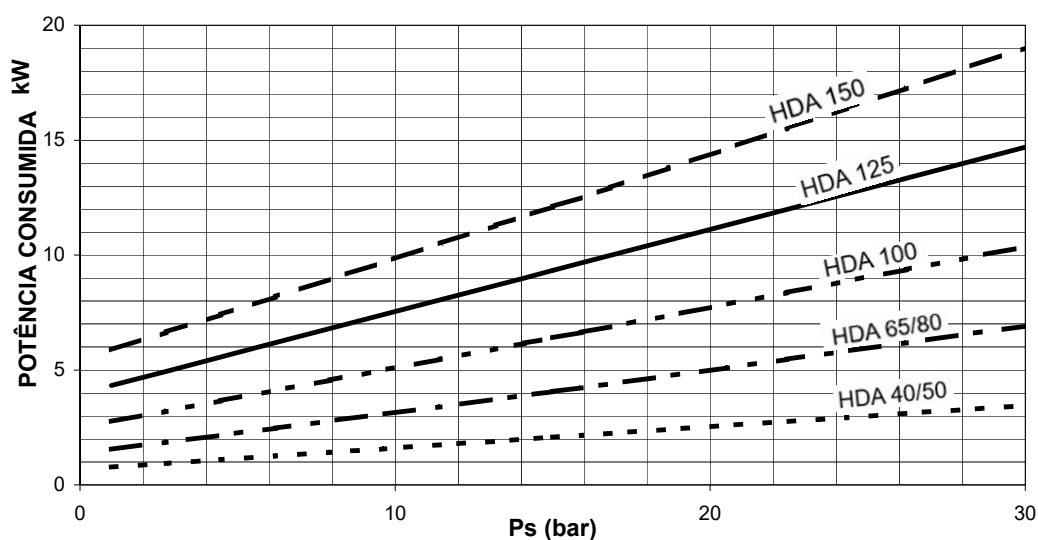


Figura 32 – Perdas de potência pela gaxeta (p/ bomba)

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	167°C	21 / 61	J.C.8B1T
Água	122°C	02	01-H75G115 BdB
Água	145°C	02	01-H75G115 BdB
Água	145°C	11	J.C.8B1T
Água	167°C	21	J.C.8B1T
Água	40°C	32	J.C.8B1T-0

Tabela 10

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.

10.7.1.1 Temperatura do líquido bombeado entre 106°C e 150°C

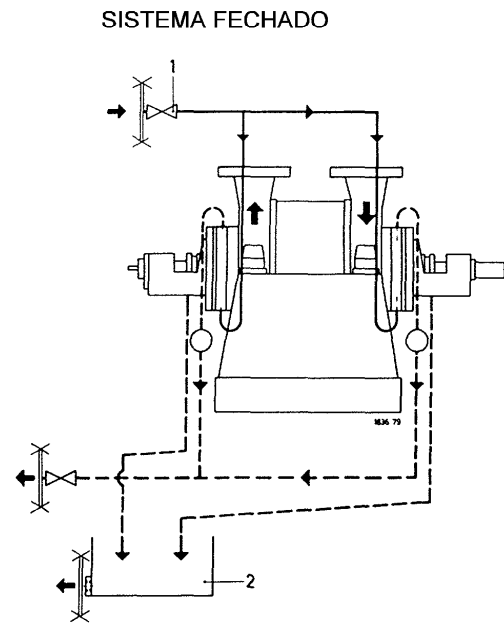
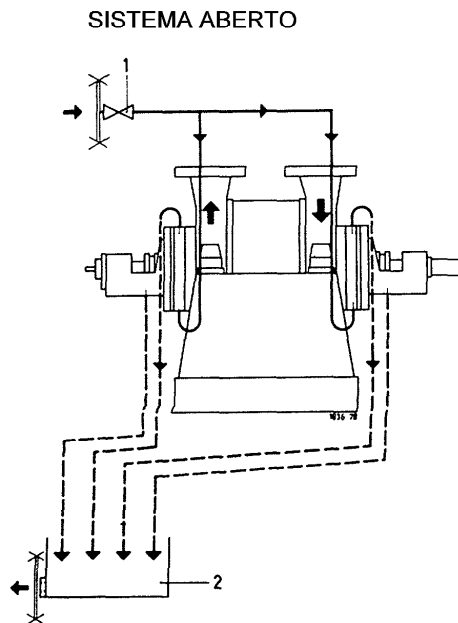
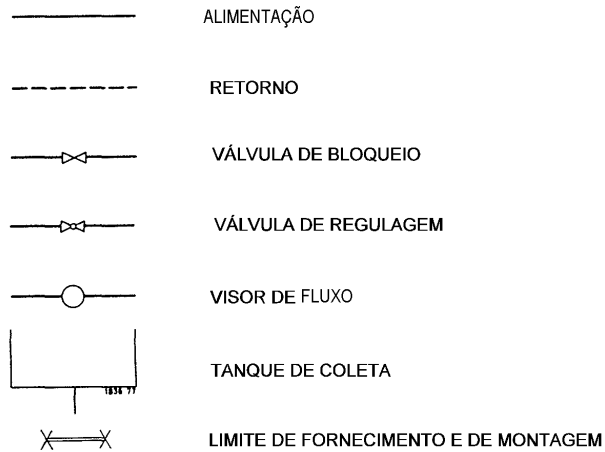


Figura 33 – Resfriamento da caixa de gaxeta

10.7.1.2 Temperatura do líquido bombeado acima de 150°C

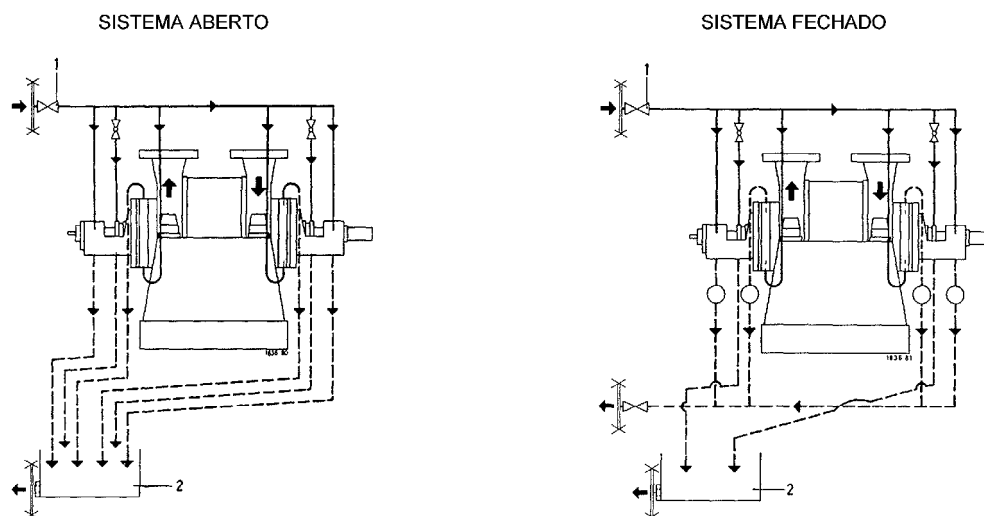


Figura 34 – Resfriamento da câmara de gaxeta, do aperta gaxeta e do mancal

Obs: Resfriamento do mancal somente para temperatura ambiente > 45°C e temperatura do fluxo > 150°C

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 11 – Conexões para resfriamento das figuras 33 e 34

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)

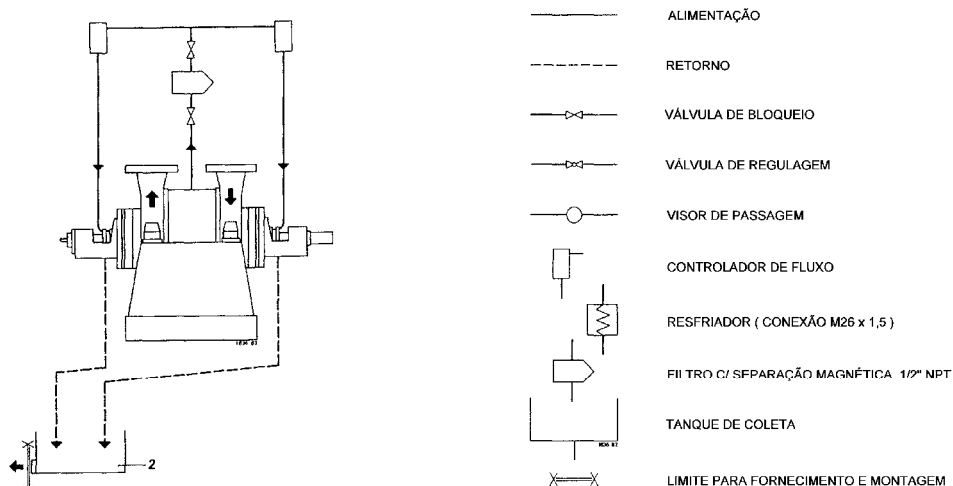


Figura 35 – Resfriamento com extração intermediária e circulação aos selos mecânicos

10.7.2.2 Sem circulação e com resfriamento da câmara de selagem (71°C até 120°C)

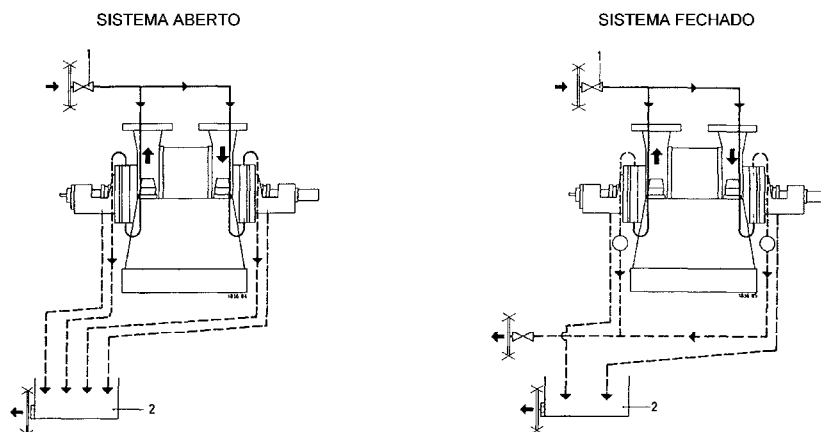


Figura 36

10.7.2.3 Com resfriamento das câmaras de selagem e selos mecânicos em paralelo

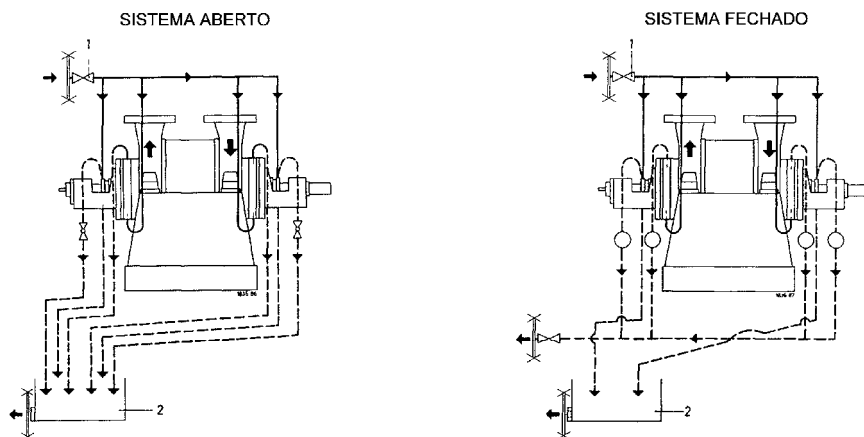


Figura 37

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).

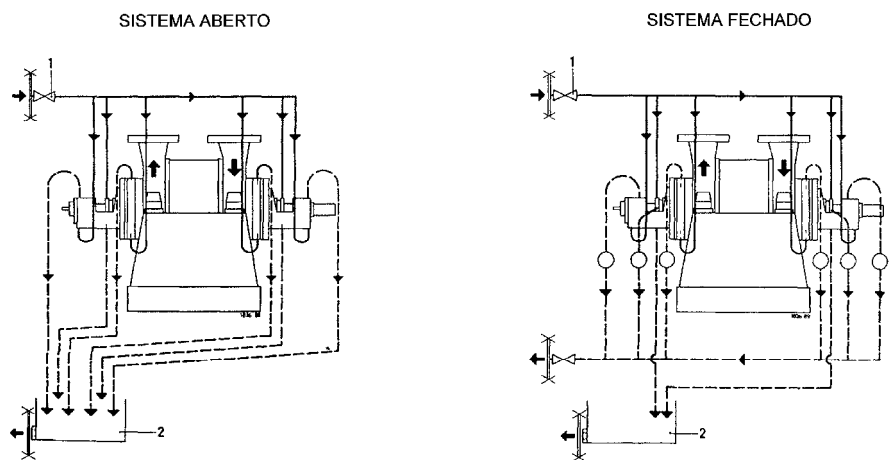


Figura 38

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/ HDA 40 até 100, T = 181 até 230°C, vide figura 40

p/ HDA 125 e 150, T = 181 até 200°C, vide figura 40

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

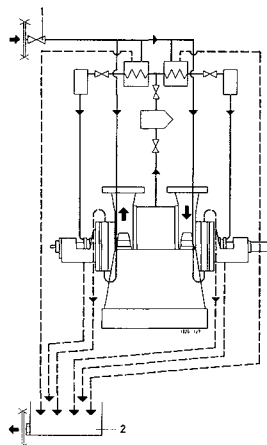


Figura 39

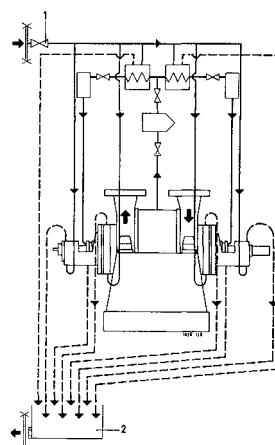


Figura 40

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 das figuras 34 a 39

A vazão necessária da água de refrigeração pode ser tomada na figura 41. 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 aperta gaxeta. Adicione 10% para o resfriamento do mancal.

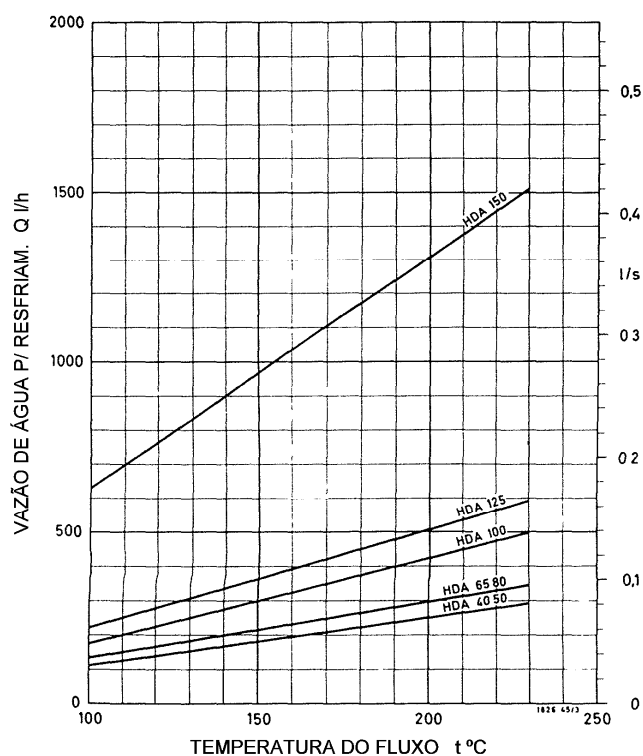


Figura 41 – Líquido de resfriamento

10.8 Câmara de aquecimento

Carcaça da gaxeta, execução com água quente

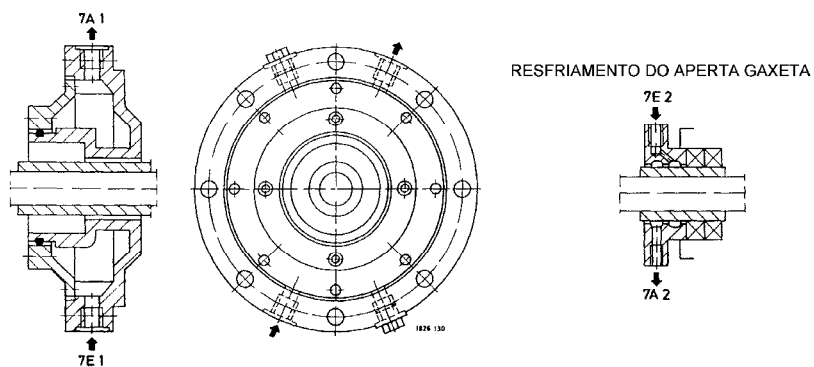


Figura 42

10.9 Inércia

Na figura 43 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

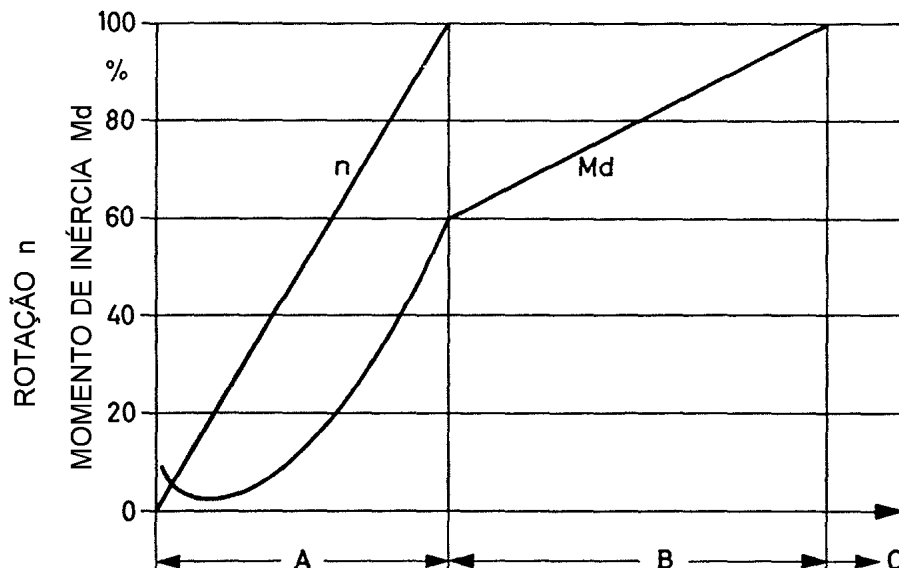


Figura 43 – Curva do momento de inércia durante a partida

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 HDA 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 - 80	140 mm
100	150 mm
125	210 mm
150	230 mm

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 04).

- Limitação de rotação

Até $n = 3600$ rpm (para HDA 125 e 150 até 3000 rpm). Para rotações maiores deverá ser usada a combinação de material 04.

- 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:

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

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		< 0,02 ppm (Pouco tempo \leq 0,03 ppm)	<0,03 ppm (Pouco tempo \leq 0,04 ppm)
Preparação		dessalinização parcial	dessalinização total
pH para 20°C	$\geq 9,3$	01, 02 ou 03	01 ou 02
	$\geq 8,5$		03
	$\geq 7,0$	04	04

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 equipamento/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 degaseificação 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).

Combinações de Materiais

Peça	Denominação	Qtd	01	02	03	04
106	Corpo de sucção	1	A48CL30	A216WCB	A216WCB	A487CA6NM
107	Corpo de pressão	1	A216WCB	A216WCB	A216WCB	A487CA6NM
108.1	Corpo de estágio	S-1	A216WCB	A216WCB	A216WCB	A487CA6NM
165	Tampa Câmara de resfriamento	2	A48CL30	A216WCB	A743CF8M	A743CA6NM
171.1	Difusor	S-1	A48CL30	A216WCB	A743CF8M	A743CA6NM
171.2	Difusor do último estágio	1	A48CL30	A216WCB	A743CF8M	A743CA6NM
210	Eixo 1)	1	SAE1045/cromo	SAE1045/cromo	SAE1045/cromo	SAE1045/cromo
230	Rotor	S-1	A48CL30	A216WCB	A743CF8M	A743CA6NM
231	Rotor de sucção (150)	1	A48CL30	A216WCB	A743CF8M	A743CA6NM
400.1	Junta plana	1	Klingersil	Klingersil	Klingersil	Klingersil
400.2	Junta plana	2	Klingersil	Klingersil	Klingersil	Klingersil
411.3	Anel vedação	2	Cu	Cu	Cu	Cu
412.1	Anel "O"	5	Viton70	Viton70	Viton70	Viton70
412.2	Anel "O"	1	Viton70	Viton70	Viton70	Viton70
412.3	Anel "O"	2	Viton70	Viton70	Viton70	Viton70
412.4	Anel "O"	2	NB80	NB80	NB80	NB80
412.5	Anel "O"	2	Viton70	Viton70	Viton70	Viton70
451	Caixa de gaxeta	2	A48CL35	A216WCB	A216WCB	A743CA6NM
452.1	Aperta gaxeta s/ resfriamento	2	G-CUSN10	G-CUSN10	G-CUSN10	G-CUSN10
461	Cordão para gaxeta	2	Teflon Grafitado			
501	Anel bipartido	1	AISI420	AISI420	AISI420	AISI420
502.1	Anel desgaste / estágio sucção	1	AISI420	AISI420	AISI420	AISI420
502.2	Anel desgaste	S-1	AISI420	AISI420	AISI420	AISI420
504.1	Anel distanciador	1	AISI420	AISI420	AISI420	AISI420
505.1	Anel de encosto	1	AISI420	AISI420	AISI420	AISI420
507.1	Centrifugador	2	AISI316	AISI316	AISI316	AISI316
512	Anel de proteção	1	AISI316	AISI316	AISI316	AISI420
521	Luva de estágio	S-1	AISI420	AISI420	AISI420	AISI420
524.1	Luva protetora do eixo / lado sucção	1	AISI420	AISI420	AISI420	AISI420
524.2	Luva protetora do eixo / lado pressão	1	AISI420	AISI420	AISI420	AISI420
525.1	Luva distanciadora / lado sucção	1	AISI420	AISI420	AISI420	AISI420
525.2	Luva distanciadora / lado pressão	1	AISI420	AISI420	AISI420	AISI420
540	Luva / lado pressão som. tam. 125 e 150	1	AISI420	AISI420	AISI420	AISI420
541	Luva estágio p/ tamanhos 125 e 150	S-1	AISI420	AISI420	AISI420	AISI420
550.1	Arruela	16	SAE1020	SAE1020	SAE1020	SAE4140
601	Disco de equilíbrio	1	AISI316	AISI316	AISI316	1.4024.09
602	Contra disco de equilíbrio	1	AISI420	AISI420	AISI420	RWA 350
680	Capa de proteção	1	SAE1020	SAE1020	SAE1020	SAE1020
702	Tubulação p/ linha de equilíbrio	1	Aço	Aço	Aço	Aço
900.1	Parafuso Allen s/ cabeça	4	AISI316	AISI316	AISI316	AISI316
902.1	Prisoneiro	2	SAE1045	SAE1045	SAE1045	SAE1045
902.2	Prisoneiro	4	AISI316	AISI316	AISI316	AISI316
905	Tirante	8	A193 GR.B7	A193 GR.B7	A193 GR.B7	A193 GR.B7
914	Parafuso Allen	8	AISI316	AISI316	AISI316	AISI316
920.1	Porca	16	A194GR.2H	A194GR.2H	A194GR.2H	A194 GR.2H
920.2	Porca	16	A194GR.2H	SAE1020/6	SAE1020/6	SAE1020/6
920.3	Porca	4	AISI304	AISI304	AISI304	AISI304
932.3	Anel segurança	2	Aço Mola	Aço Mola	Aço Mola	Aço Mola

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

= Peças sobressalentes recomendadas

S = nº de estágios

Tabela 15

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 (combinações de materiais 01 a 03).

Anéis de desgaste em aço cromo (combinações de materiais 04) exigem um aumento da folga para 0,4mm, e redução do rendimento (η):

- HDA 40 até 80: 2 pontos
- HDA 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:

$$320000 D \geq \sqrt{(3F_x)^2 + (F_y)^2 + (3F_z)^2} + \frac{0,3}{D} \sqrt{(1,3M_x)^2 + (2M_y)^2 + (2M_z)^2}$$

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.

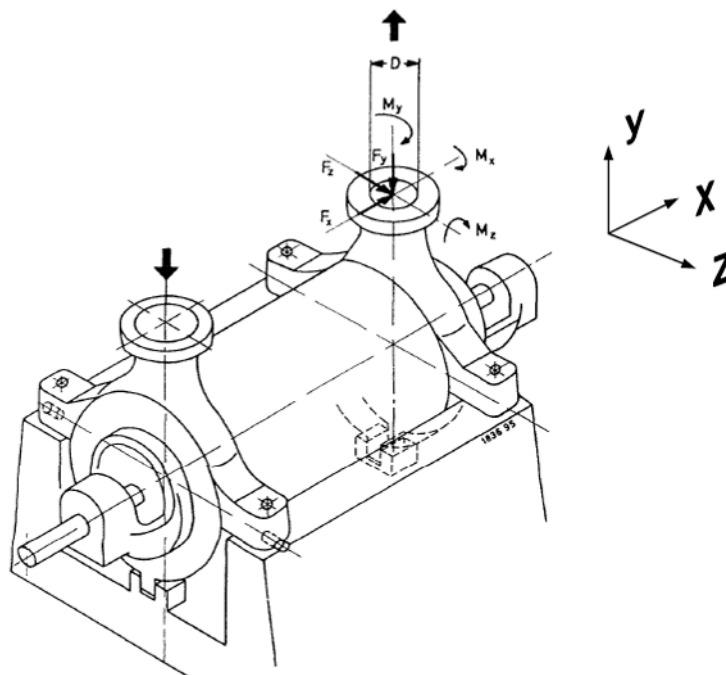


Figura 44 – Forças e Momentos nos flanges da bomba

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 45.

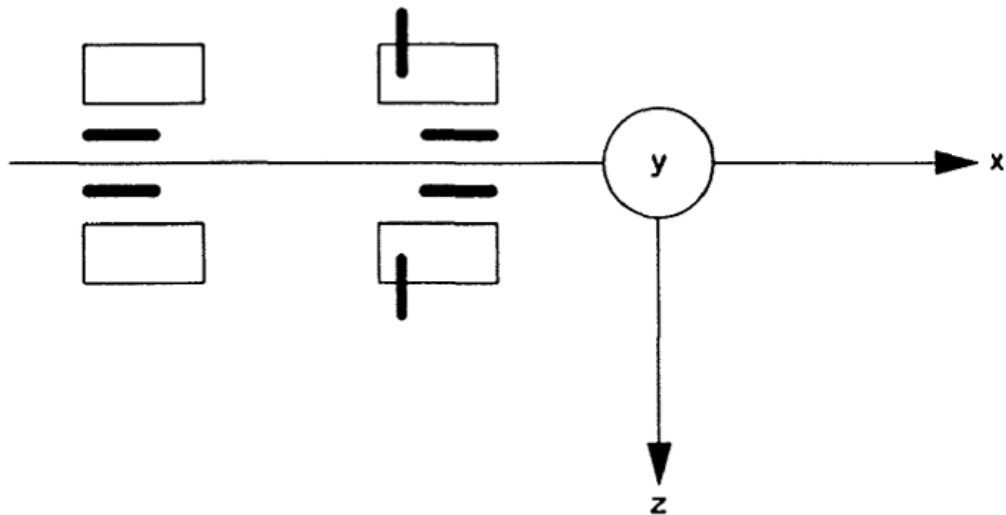


Figura 45 – Fixação da bomba à base através de pinos

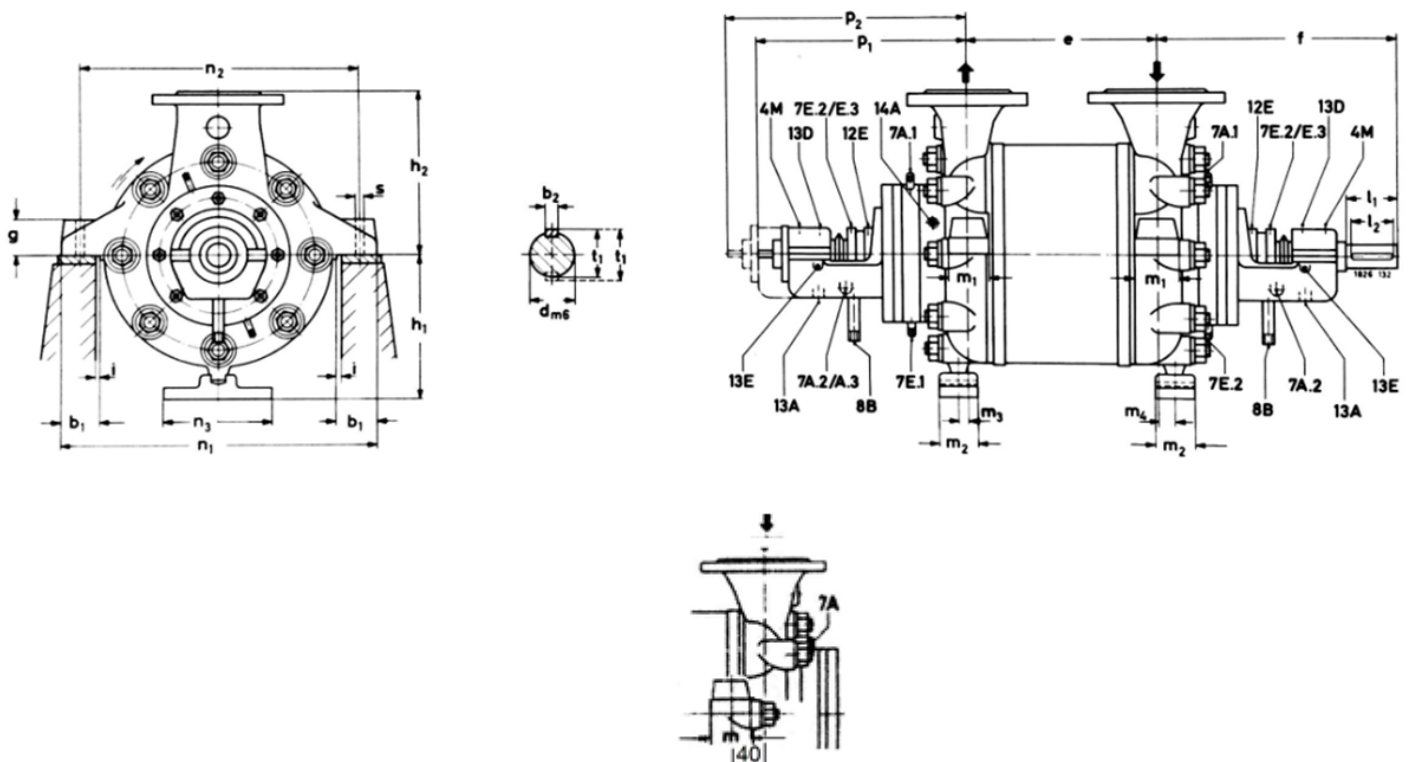
13.1. Posição do centro de gravidade

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



Detalhe do pé do corpo de sucção para HDA 125 dupla sucção

Figura 46

Execução com mancais de deslize																					
Tamanho da Bomba	Flange de Sucção	Flange de Pressão	Medidas da bomba																		
			b ₁	e (para cada número de estágios)																	
				3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	f	g	h ₁
40	50	40	70	186	234	282	330	378	426	474	522	570	618	666	714	762	810	858	400	50	210
50	65	50	70	199	251	303	355	407	459	511	563	615	667	719	771	823	--	--	405	50	235
65	80	65	70	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	960	--	--	480	60	250
80	100	80	80	240	305	370	435	500	565	630	695	760	825	890	--	--	--	--	485	60	275
100	125	100	90	290	360	430	500	570	640	710	780	850	--	--	--	--	--	--	515	60	310
125	150	125	110	335	420	505	590	675	760	845	--	--	--	--	--	--	--	--	570	80	355
125*	150	125	110	NA	460	545	630	715	800	885	--	--	--	--	--	--	--	--	665	80	355
150	200	150	120	402	498	594	690	786	882	978	--	--	--	--	--	--	--	--	630	90	395

* Com dupla sucção

Tabela 16

Execução com mancais de deslize																		
Tamanho da Bomba	Medidas da bomba													Ponta de eixo				
	h ₂	i	m ₁	m ₂	m ₃	m ₄	n ₁	n ₂	n ₃	p ₁	p ₂ *	p ₂ **	s	b ₂	d m ₆	l ₁	l ₂	t ₁
40	250	5	60	60	15	20	445	395	170	329	478	483	18	10	34	85	70	37
50	275	5	70	60	15	20	490	440	170	334	483	488	18	10	34	85	70	37
65	325	5	70	60	15	25	530	470	170	368	519	522	22	12	44	130	120	47
80	350	5	80	60	25	25	605	545	170	378	532	529	22	12	44	130	120	47
100	400	5	90	60	25	25	680	620	170	400	552	555	22	14	48	140	120	51,5
125	450	5	100	60	40	35	820	750	170	555	707	711	24	14	48	140	120	55
125 ⁺	450	5	100	60	40	65	820	750	170	555	707	711	24	14	48	140	120	55
150	500	5	120	60	40	40	920	840	170	496	647	651	33	20	74	140	120	83

* Com dupla sucção

Tabela 17

* Com dispositivo de compensação do empuxo hidráulico com mancais de rolamento

** Com dispositivo de compensação do empuxo hidráulico com mancais de segmentos

Execução com mancais de deslize								
Tamanho da Bomba	Conexões							
	Líquido de resfriamento							
	Carcaca gaxeta	Aperta gaxeta	Resfriamento do corpo do mancal	Fluido de selagem	Saída de ar	Lubrificante de pressão		Líquido de descarga
	7E.1/7A.1	7E.2/7A.2	7E.3/7A.3	8B	13D	13E	13A	14A
40	R 3/8"	R 1/8"	R 1/4"	R 1/2"	R 1/2"	R 1/4"	R 3/4"	R 3/8"
50	R 3/8"	R 1/8"	R 1/4"	R 1/2"	R 1/2"	R 1/4"	R 3/4"	R 3/8"
65	R 1/2"	R 1/8"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"	R 1/4"	R 3/4"	R 3/8"
80	R 1/2"	R 1/8"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"	R 1/4"	R 3/4"	R 1/2"
100	R 1/2"	R 1/8"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"	R 3/8"	R 1"	R 1/2"
125	R 1/2"	R 1/4"	R 1/4"	R 1/2"	R 1/2"	R 3/8"	R 1"	R 1"
150	R 3/4"	R 1/4"	R 1/4"	R 3/4"	R 1/2"	R 3/8"	R 1"	R 1 1/4"

Tabela 18

16. Desenhos de corte e Lista de Peças

16.1 Execução standard tamanho 40 até 150 com mancais de deslize e gaxeta

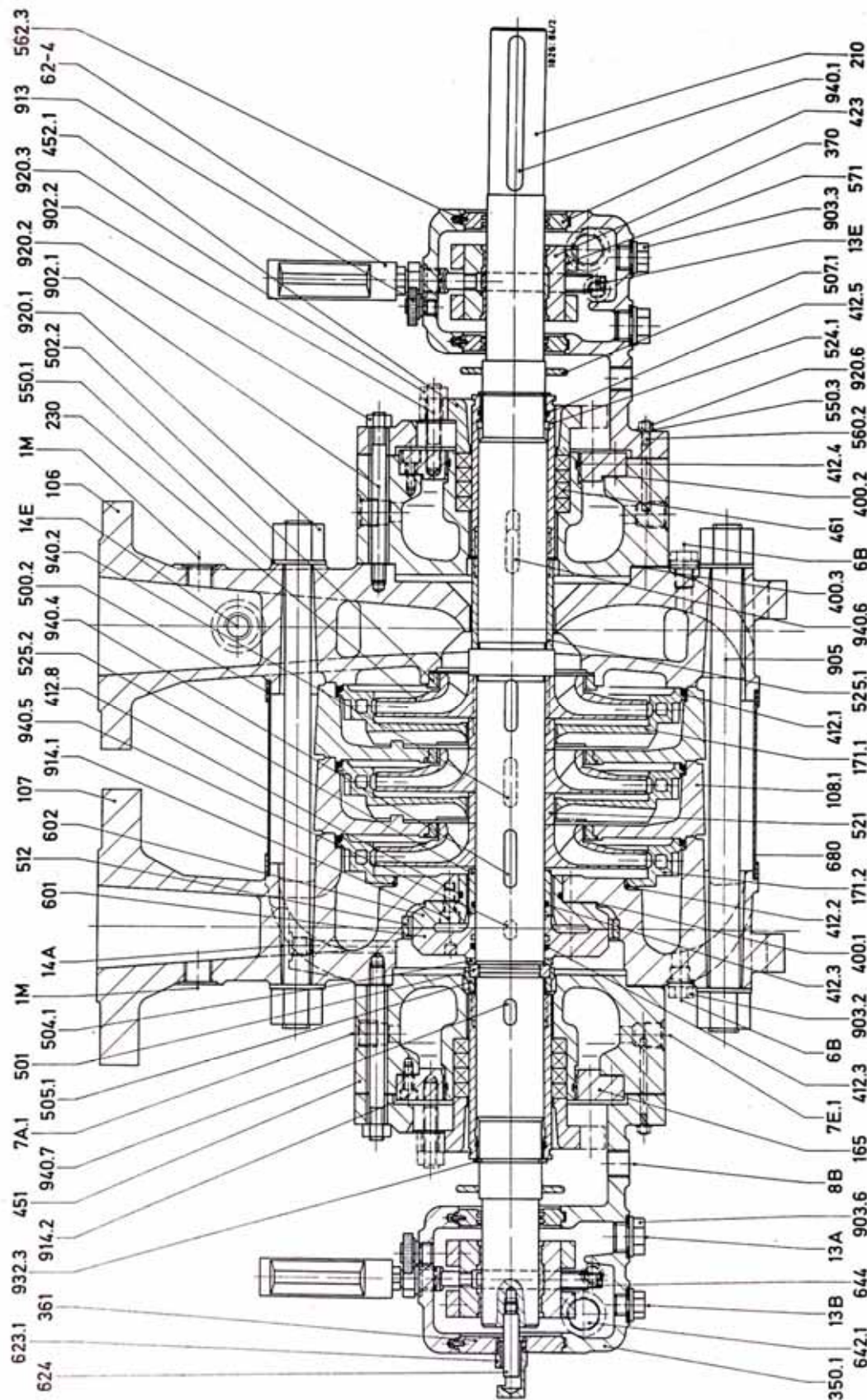


Figura 47 – Execução standard tamanho 65 até 150 com mancais de deslize e gaxeta.
(Detalhes específicos para tamanhos 125, vide fig. 50)

Execução standard tamanho 40 até 150 com mancais de deslize e gaxeta
Lista de peças

<u>Peça nº</u>	<u>Denominação</u>	<u>Peça nº</u>	<u>Denominação</u>
106	corpo de sucção	502.2	anel de desgaste da carcaça
107	corpo de pressão	503.1	anel de desgaste do rotor (somente p/ tamanho 150)
108.1	corpo de estágio	503.2	anel de desgaste do rotor
108.2	corpo de estágio c/ derivação	504.1	anel distanciador
108.3	corpo de estágio c/ derivação	505.1	anel de encosto
106.3	tampa	507.1	anel centrifugador
165	tampa da câmara de resfriamento	512	anel de desgaste p/ conjunto de disco e contra disco
171.1	difusor	521	luva distanciadora de estágio
171.2	difusor do último estágio	524.1	luva de proteção do eixo lado sucção
210	eixo	524.2	luva de proteção do eixo lado pressão
230	rotor	525.1	luva distanciadora lado sucção
350	corpo do mancal	525.2	luva distanciadora
361	tampa do mancal axial	525.5	luva distanciadora de estágio cego
370	casquilho	540	luva
400.1	junta plana	541	luva de estágio
400.2	junta plana	54-1	luva de estágio cego
400.3	junta plana	550.1	arruela
400.9	junta plana	500.3	arruela
412.1	anel o'ring	560.2	pino cônico
412.2	anel o'ring	562.3	pino cilíndrico
412.4	anel o'ring	571	braçadeira
412.46	anel o'ring (mancal GRE-HDA125)	601	disco de equilíbrio
412.5	anel o'ring	602	contra disco de equilíbrio
423	protetor de mancal	623.1	indicador para posição do rotor
451	caixa de selagem	624	pino para controle de desgaste
452.1	aperta gaxeta sem resfriamento	62-4	termômetro
452.2	aperta gaxeta com resfriamento	642.1	visor do nível de óleo
461	gaxeta	644	anel de lubrificação
500.2	anel	752	sede da câmara de resfriamento (mancal GRE-HDA125)
501	anel bipartido	680	capa
502.1	anel de desgaste	900	parafuso Allen sem cabeça
901.46	parafuso sextavado (mancal GRE-HDA125)	940.5	chaveta para disco de equilíbrio
901.6	parafuso sextavado	940.6	chaveta para luva protetora do eixo
902.1	parafuso prisioneiro	940.7	chaveta para luva protetora do eixo
902.2	parafuso prisioneiro	1M	conexão para manômetro
903.2	plug	6B	dreno da bomba
903.3	plug	7A1	saída do líquido de refrigeração / caixa de selagem
903.6	plug	7E1	entrada do líquido de resfriamento / caixa de selagem
905	tirante	7A2	saída do líquido de refrigeração / aperta gaxeta
913	tampa de respiro	7E2	entrada do líquido de refrigeração / aperta gaxeta
914.1	parafuso Allen	7A3	saída do líquido de refrigeração / corpo do mancal
914.2	parafuso Allen	7E3	entrada do líquido de refrigeração / corpo do mancal
920.1	porca sextavada	8B	dreno do corpo do mancal
920.2	porca sextavada	13A	saída de óleo
920.3	porca sextavada	13B	saída de óleo
920.6	porca sextavada	13E	entrada de óleo
932.3	anel elástico	14A	saída do líquido de equilíbrio hidráulico
940.1	chaveta para acoplamento	14E	entrada do líquido de equilíbrio hidráulico
940.2	chaveta para rotor		
940.4	chaveta para rotor último estágio		

16.2 Execução standard tamanho 40 até 150 com mancais de deslize e selo mecânico

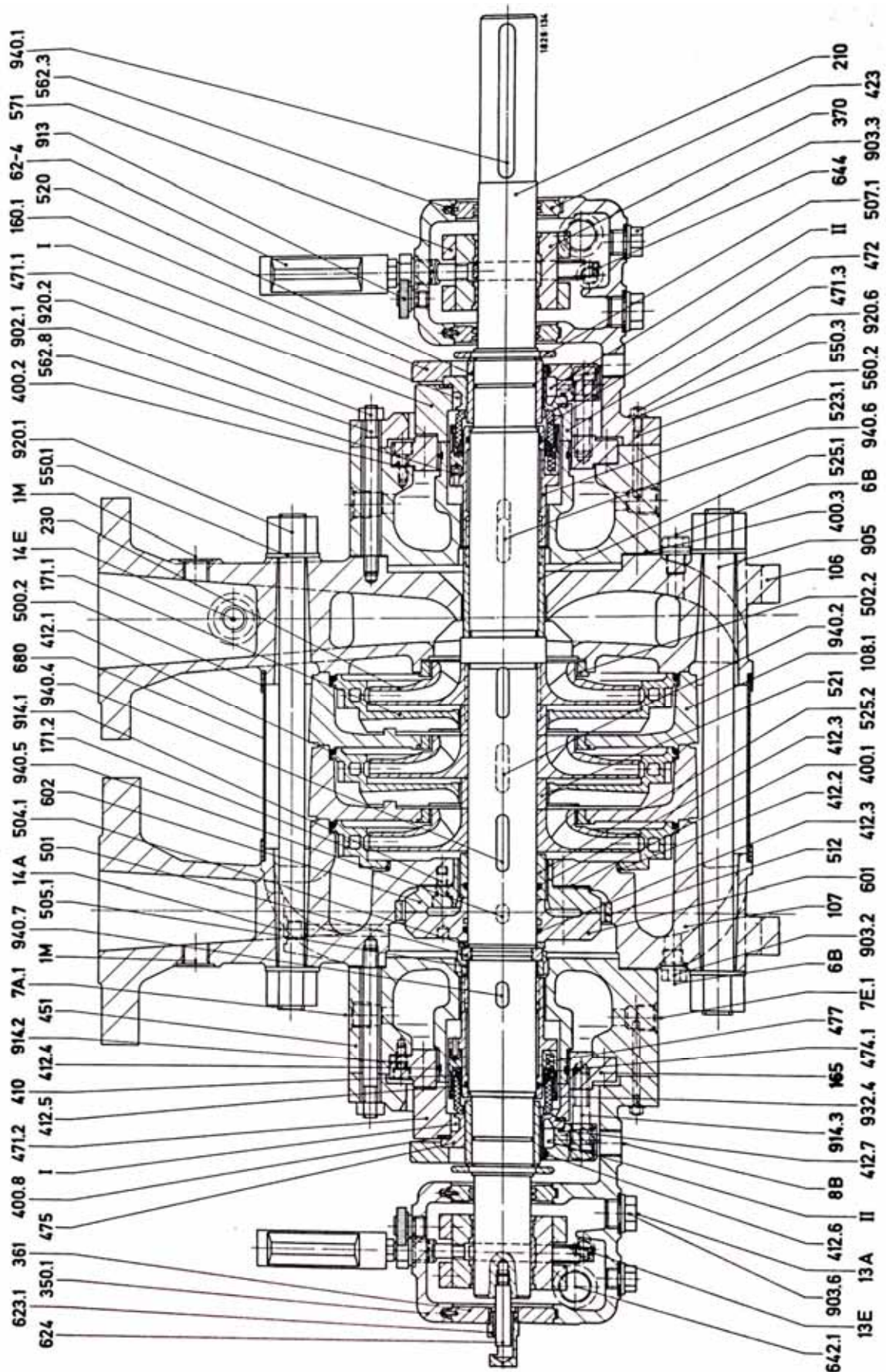


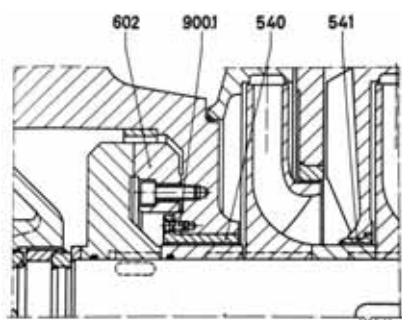
Figura 48 – Execução standard tamanho 65 até 150 com mancais de deslize e selo mecânico
(Detalhes específicos para tam. 125, vide fig. 50)

Execução standard tamanho 40 até 150 com mancais de deslize e selo mecânico

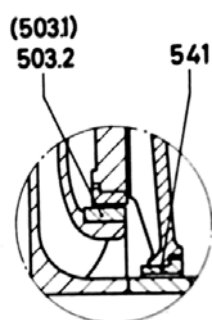
Lista de peças

<u>Peça nº</u>	<u>Denominação</u>	<u>Peça nº</u>	<u>Denominação</u>
106	corpo de sucção	471.2	tampa p/ junta lado pressão
107	corpo de pressão	471.3	tampa p/ junta
108.1	corpo de estágio	472	anel rotativo
108.2	corpo de estágio c/ derivação	473	suporte do anel rotativo
108.3	corpo de estágio c/ derivação	474.1	anel de pressão
160.1	tampa	475	anel de encosto
160.3	tampa	477	mola
165	tampa da câmara de resfriamento	500.2	anel
171.1	difusor	501	anel bipartido
171.2	difusor do último estágio	502.1	anel de desgaste da carcaça
210	eixo	502.2	anel de desgaste da carcaça
230	rotor	503.1	anel de desgaste do rotor (somente p/ tamanho 150)
231	rotor c/ dupla sucção	503.2	anel de desgaste do rotor
350.1	corpo do mancal	504.1	anel distanciador
361	tampa do mancal axial	504.2	anel distanciador
370	carcaça do mancal	505.1	anel de encosto
400.1	junta plana	507.1	anel centrifugador
400.2	junta plana	512	anel de desgaste p/ conjunto disco / contra disco
400.3	junta plana	520	luva distanciadora
400.4	junta plana	521	luva distanciadora de estágio
400.8	junta plana	523.1	luva p/ proteção do eixo
400.9	junta plana	523.2	luva de proteção do eixo
410	junta perfilada	525.1	luva distanciadora lado sucção
412.1	anel o'ring	525.2	luva distanciadora lado pressão
412.2	anel o'ring	525.2	luva distanciadora de estágio cego
412.3	anel o'ring	540	luva
412.4	anel o'ring	541	luva de estágio
412.5	anel o'ring	54-1	luva de estágio cego
412.6	anel o'ring	550.1	arruela
412.7	anel o'ring	550.3	arruela
423	anel de labirinto bipartido	560.2	pino cônico
451	caixa de selagem	562.1	pino cilíndrico
471.1	tampa p/ junta lado sucção	562.3	pino cilíndrico
562.8	pino cilíndrico	920.6	porca sextavada
571	braçadeira	932.3	anel elástico
601	disco de equilíbrio	932.4	anel elástico
602	contra disco de equilíbrio	940.1	chaveta p/ acoplamento
623.1	indicador p/ posição do rotor	940.2	chaveta p/ rotor
624	pino p/ controle de desgaste	940.4	chaveta p/ rotor último estágio
62-4	termômetro	940.5	chaveta p/ disco de equilíbrio
642.1	visor do nível de óleo	940.6	chaveta p/ luva protetora do eixo
644	anel de lubrificação	940.7	chaveta p/ luva protetora do eixo
680	capa	940.9	chaveta p/ selo mecânico
900.1	parafuso Allen sem cabeça	1M	conexão p/ manômetro
901.6	parafuso sextavado	6B	dreno da bomba
902.1	parafuso prisioneiro	7A1	saída do líquido de refrigeração / caixa de selagem
903.2	plug	7E1	entrada do líquido de resfriamento / caixa de selagem
903.3	plug	7A3	saída do líquido de refrigeração / corpo do mancal
903.6	plug	7E3	entrada do líquido de refrigeração / corpo do mancal
905	tirante	8B	dreno do corpo do mancal
913	tampa de respiro	13A	saída de óleo
914.1	parafuso Allen	13E	entrada de óleo
914.2	parafuso Allen	14A	saída líquido de equilíbrio hidráulico
914.3	parafuso Allen	14E	entrada líquido de equilíbrio hidráulico
920.1	porca sextavada		
920.2	porca sextavada		

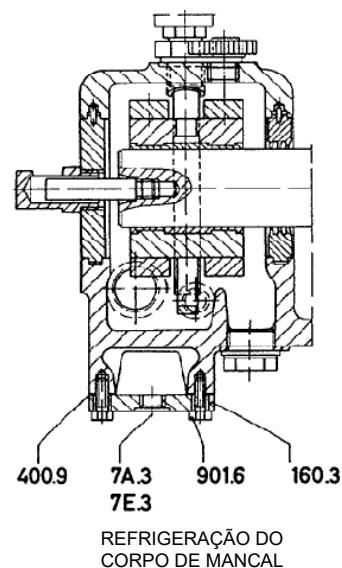
16.3 Detalhes específicos



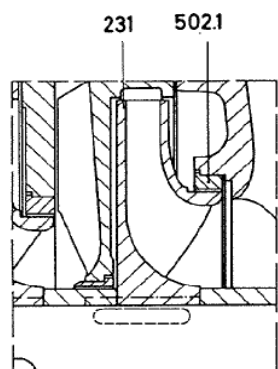
TAMANHOS 125 E 150
CONTRA DISCO DE EQUILÍBRIO
E BUCHA DE ESTÁGIO



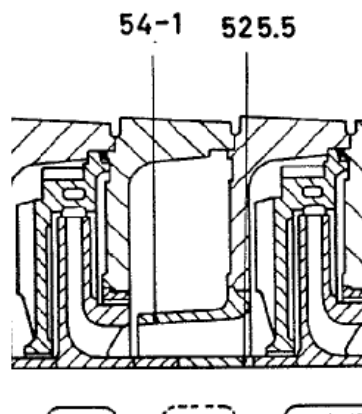
ANEL DE DESGASTE DO
ROTOR E LUVA DE ESTÁGIO



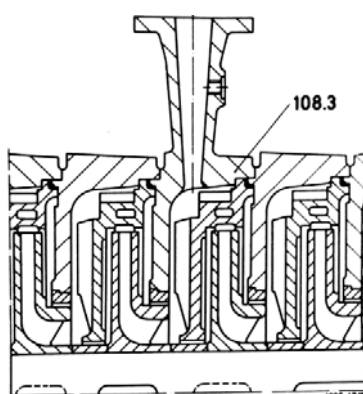
REFRIGERAÇÃO DO
CORPO DE MANCAL



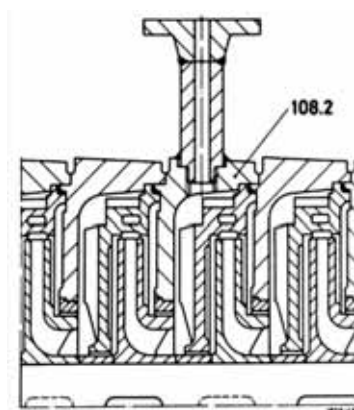
TAMANHO 150
ROTOR DE SUÇÃO



ESTÁGIO CEGO



CORPO DE ESTÁGIO COM
DERIVAÇÃO FUNDIDA



CORPO DE ESTÁGIO COM DERIVAÇÃO
ROSCADA E SOLDADA

Figura 49 – Detalhes específicos

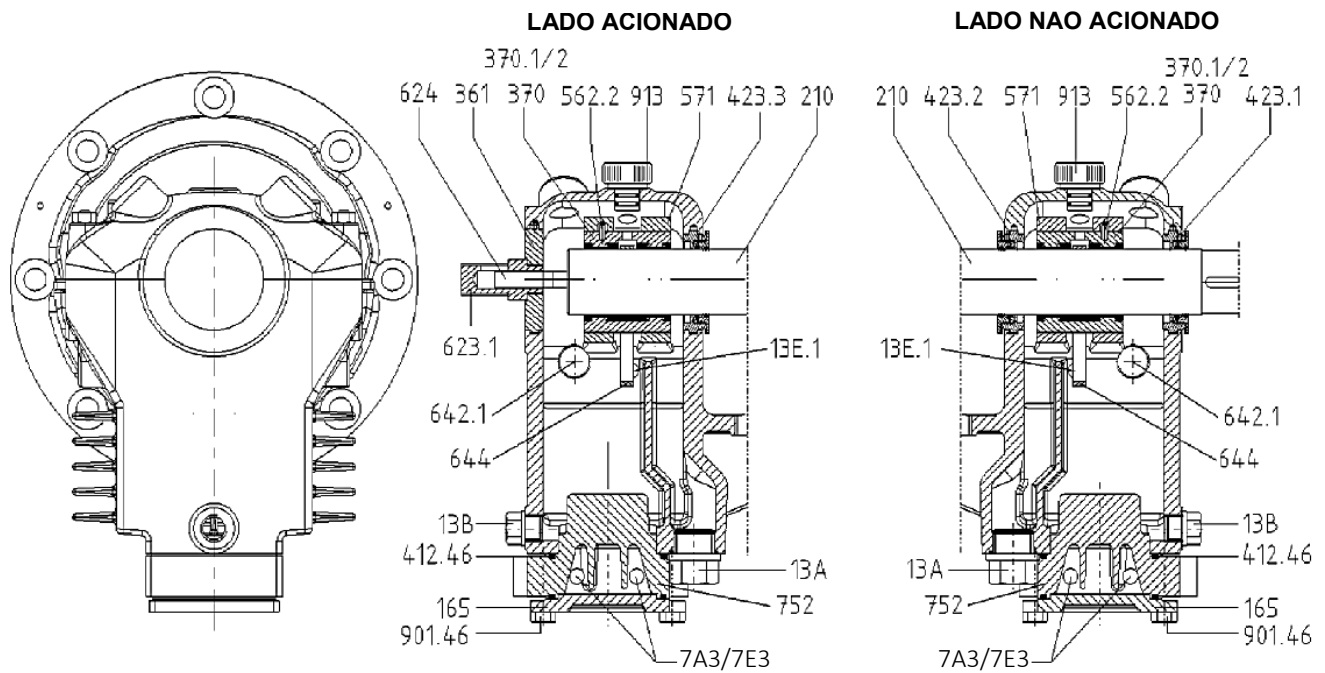


Figura 50 - Suporte de mancal aletado (GRE), válido somente para HDA 125

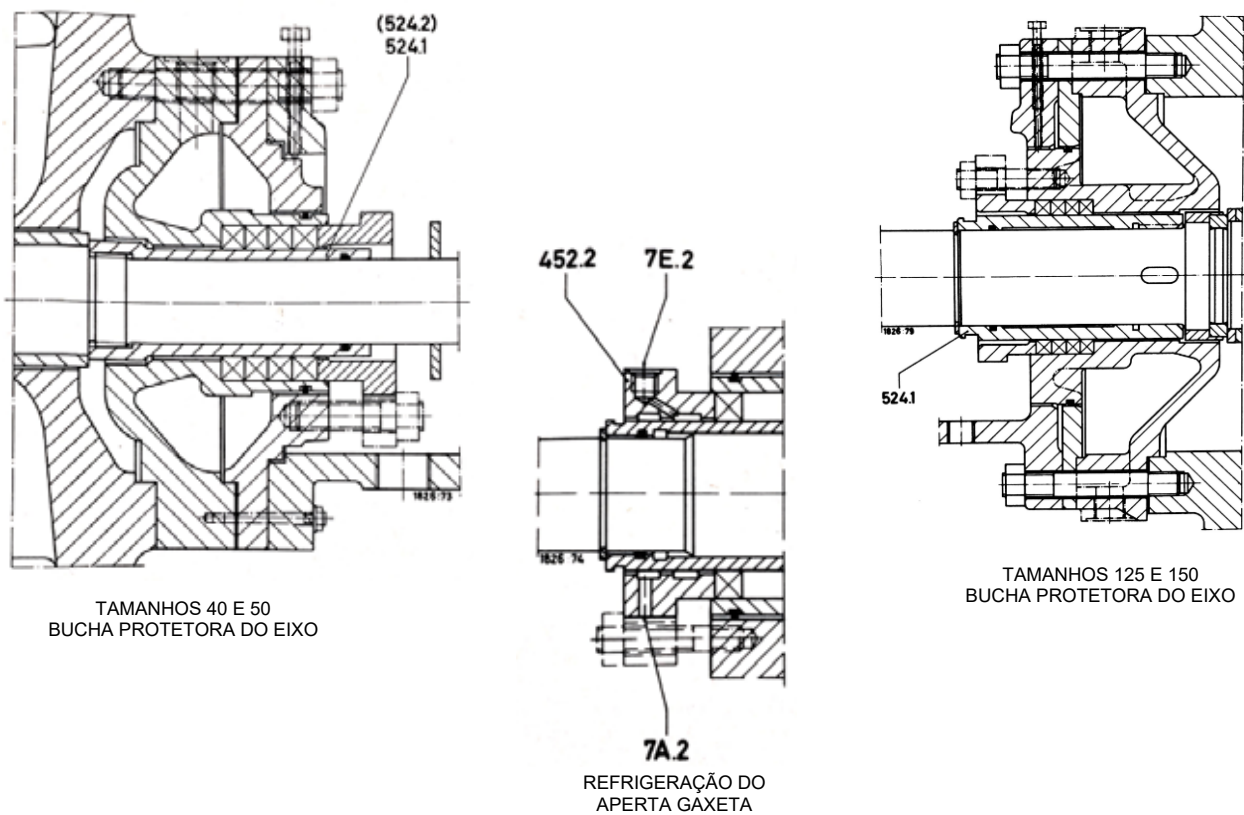


Figura 51 – Detalhes específicos para execução standard com mancais de deslize e gaxeta.

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 blindagem 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 CASQUILHO CEGO

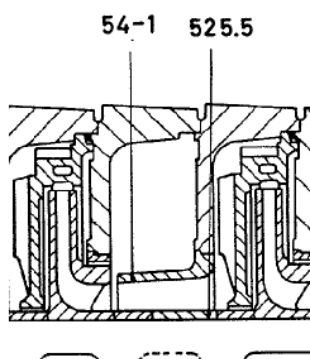


Figura 52 – Estágio cego

16.4.2 Corpo de estágio com extração intermediária

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.

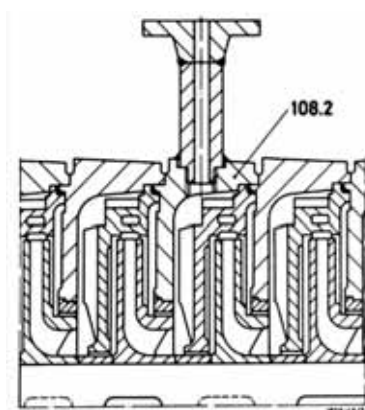


Figura 53 – Corpo de estágio com extração intermediária roscada e soldada

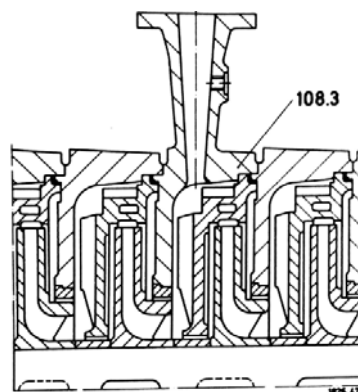


Figura 54 – Corpo de estágio com extração intermediária fundida

Tamanho da Bomba	Extração intermediária parafusada e soldada		Extração intermediária fundida	
	DN	Vazão parcial máxima Q (l/s)	DN	Vazão parcial máxima Q (l/s)
40	15	2	40	8
50	15	2	50	12,5
65	25	4	65	19,5
80	25	4	80	30,5
100	25	4	100	47
125	25	4	125	75
150	25	4	150	105,5

Tabela 19 – Dados técnicos para as figuras 53 e 54

16.4.2.1 Combinação dos materiais para extrações intermediárias roscadas e soldadas

HDA	Corpo de estágio (material)	Extração (material)
40 até 150	A216WCB	SAE 1020
	A743CA6NM	AISI 316

Tabela 20 – 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 unidade de lubrificação forçada, economizando energia e garantindo lubrificação adequada.

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 21 – Peças da bomba de engrenagem

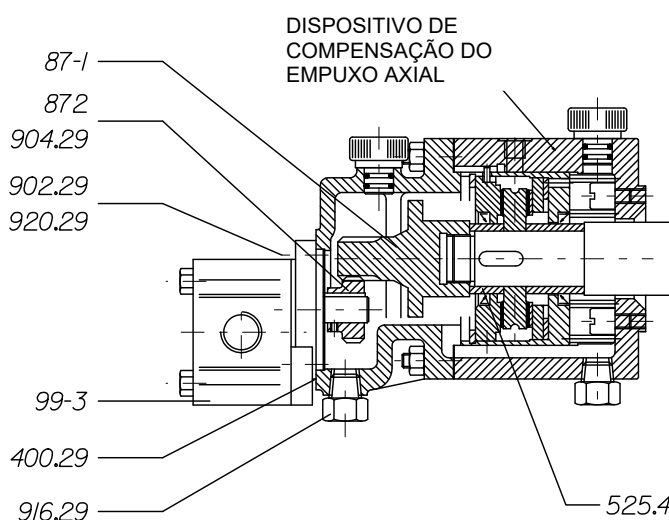
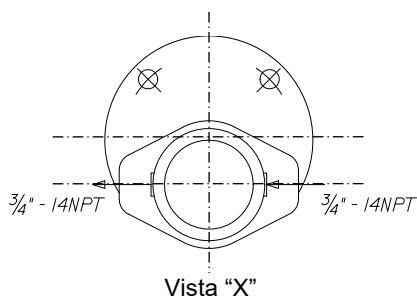


Figura 55 – Bomba de engrenagem do eixo da bomba

16.4.4 Instalação de válvula de vazão mínima

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

16.4.5 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.

É aconselhável instalar filtros temporários dentro da tubulação de alimentação.

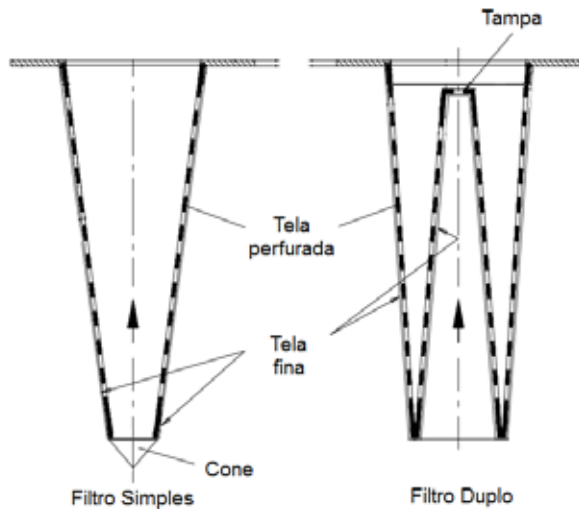


Figura 56 – Filtro Simples e Duplo

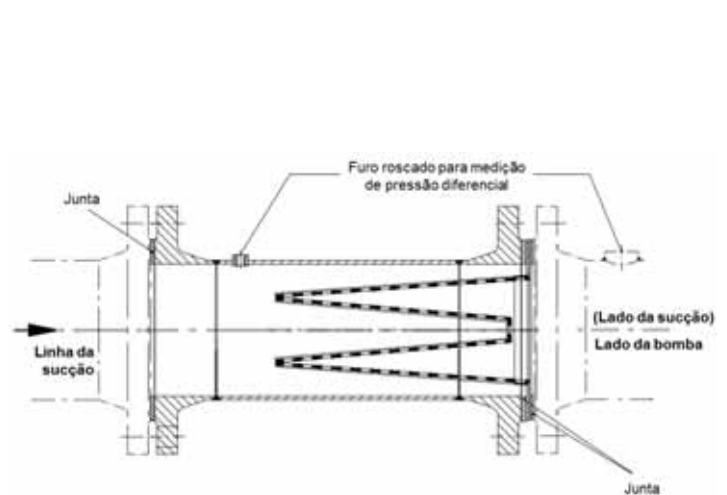


Figura 57 – Exemplo de instalação horizontal

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

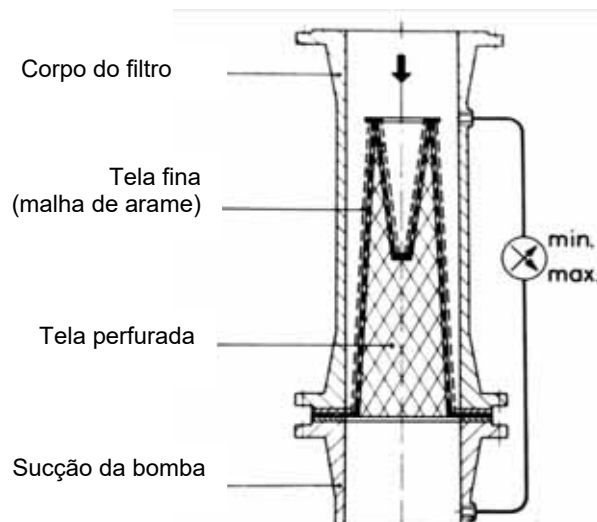


Figura 58 – Filtro de sucção com monitoramento

16.4.6 Dispositivos

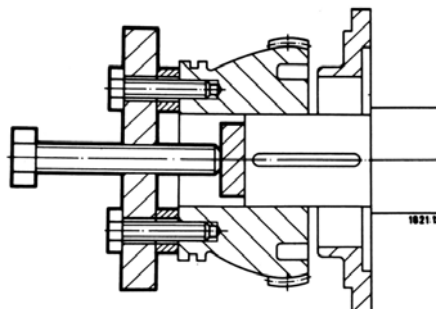


Figura 59 – Dispositivo para remover o acoplamento

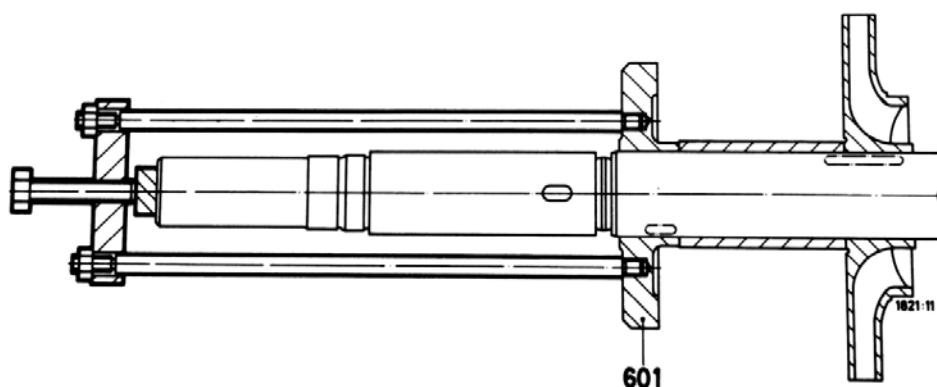
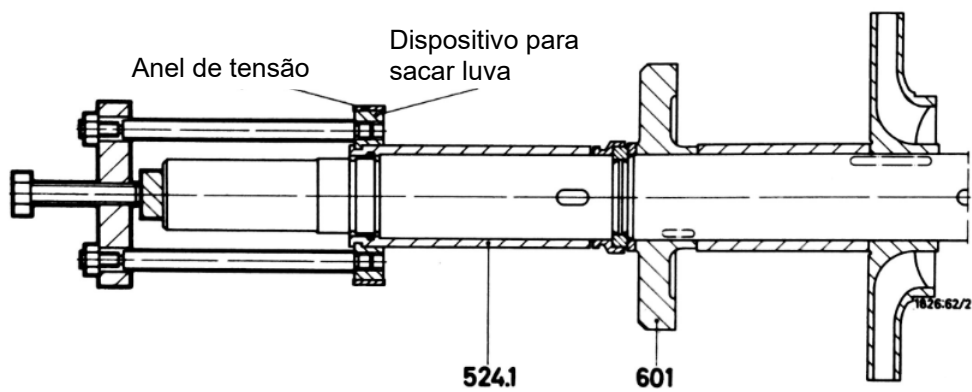


Figura 60 – Dispositivo para remover o disco de equilíbrio hidráulico



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

Figura 61 – Dispositivo para remover a luva de proteção do eixo

16.4.7 Ferramentas

Tamanho da Bomba	Chave fechada (N 85)	Chave anel (N 89)	Chave Allen (DIN 911)		Alicate para anéis de segurança (DIN 5254)
	DN	DN			
40	46	27	6		--
50	46	30	6		--
65	--	36	6	8	A40
80	--	41	6	8	A40
100	--	41	6	10	A40
125	--	60	6	8	A40
150	--	75	10	--	A40

Tabela 22 – Ferramentas

17. Curvas características

Ver catálogo de curvas características A1826.4P.

