

GGB DP4/DP4B™

Mancais Autolubrificantes



GGB
BEARING TECHNOLOGY

Manual do Projetista

an EnPro Industries company

Qualidade

Todos os produtos descritos neste manual são fabricados sob o controle de sistemas de gerenciamento da qualidade aprovados conforme a DIN EN ISO 9001, ISO/TS 16949 e ISO 14001.

Todos os certificados podem ser baixados em arquivos PDF em nossa página www.ggbearings.com.

Além disso, a GGB América do Norte foi certificada pela AS9100 revisão B, atendendo aos requisitos do sistema de gestão da qualidade para a indústria aeroespacial na fabricação de mancais metal polímero e compósitos.

EUA



FRANÇA



ALEMANHA



BRASIL



ESLOVÁQUIA



CHINA



Símbolos e Designações

Símbolo	Unidade	Denominação
A	mm ²	Área projetada de um mancal DP4
A _M	mm ²	Área da superfície de contato entre o contramaterial e o mancal DP4 (placas de deslizamento)
a _B	-	Fator do tamanho do mancal
a _C	-	Fator de correção para calibração ou usinagem
a _E	-	Fator para cargas altas
a _{E1}	-	Fator da carga específica (placas de deslizamento)
a _{E2}	-	Fator da influência da velocidade, temperatura e do contramaterial (placas de deslizamento)
a _{E3}	-	Fator da influência da relação entre as áreas de contato (placas de deslizamento)
a _L	h	Constante de correção da vida útil
a _M	-	Fator do contramaterial
a _T	-	Fator de correção da temperatura
B	mm	Largura nominal da bucha
C	1/min	Frequência de cargas dinâmicas
C _D	mm	Folga diametral do mancal instalado
C _I	mm	Chanfro interno
C _O	mm	Chanfro externo
C _T	-	Número total de ciclos de cargas dinâmicas
D _C	mm	Diâmetro da ferramenta de calibração
D _{fl}	mm	Diâmetro externo nominal do flange
D _H	mm	Diâmetro interno do alojamento
D _I	mm	Diâmetro interno nominal da bucha e do anel de encosto
D _{I,a}	mm	Diâmetro interno da bucha montada no alojamento
D _J	mm	Diâmetro do eixo
D _{Nth}	nvt	Dose térmica admissível de nêutrons
D _O	mm	Diâmetro externo nominal da bucha e do anel de encosto
D _γ	Gy	Dose de radiação gama máxima G _γ = J/kg
d _D	mm	Diâmetro do furo para o pino
d _L	mm	Diâmetro do furo de lubrificação
d _P	mm	Diâmetro do círculo do furo para o pino
F	N	Carga no mancal
F _{ch}	N	Carga para o teste
F _i	N	Força de prensagem da bucha no alojamento
f	-	Coefficiente de atrito

Símbolo	Unidade	Denominação
H _a	mm	Profundidade do recesso (p.ex. para anéis de encosto)
H _d	mm	Diâmetro do recesso (p.ex. para anéis de encosto)
L	mm	Comprimento da placa de deslizamento
L _H	h	Vida útil
L _S	mm	Curso (placas de deslizamento)
n	1/min	Velocidade de rotação
n _E	1/min	Velocidade de rotação equivalente para movimentos oscilatórios
n _{osc}	1/min	Frequência do movimento oscilatório
p	MPa	Carga específica
p _{lim}	MPa	Carga específica admissível
p _{sta,max}	MPa	Carga estática admissível
p _{dyn,max}	MPa	Carga dinâmica admissível
Q	-	Número de ciclos de carga (dinâmica)/ movimento (oscilatório)
R _a	μm	Rugosidade superficial (DIN 4768, ISO/DIN 4287/1)
R _{OB}	Ω	Resistência elétrica
s ₃	mm	Espessura de parede da bucha
s _{fl}	mm	Espessura do flange
s _S	mm	Espessura da placa de deslizamento
s _T	mm	Espessura do anel de encosto
T	°C	Temperatura de operação do mancal
T _{amb}	°C	Temperatura ambiente
T _{max}	°C	Temperatura máxima
T _{min}	°C	Temperatura mínima
v	m/s	Velocidade de deslizamento
W	mm	Largura da placa de deslizamento
W _{u min}	mm	Largura útil min. da placa de deslizamento
Z _T	-	Número total de ciclos
α ₁	10 ⁻⁶ /K	Coefficiente de dilatação térmica paralelo à superfície
α ₂	10 ⁻⁶ /K	Coefficiente de dilatação térmica perpendicular à superfície
σ _c	MPa	Tensão admissível de compressão
λ	W/mK	Condutibilidade térmica
φ	°	Deslocamento angular
η	cP	Viscosidade dinâmica

Índice

Qualidade I	
Símbolos e Designações II	
1 Introdução 5	5 Lubrificação 24
1.1 Características e Vantagens 5	5.1 Lubrificantes 24
1.2 Aplicações 6	5.2 Tribologia 24
2 Estrutura e Composição . 7	Lubrificação hidrodinâmica 24
2.1 Formas Básicas 7	Lubrificação mista 25
Peças padronizadas 7	Operação a seco 25
Peças especiais 7	5.3 Características de
3 Propriedades 8	Mancais Lubrificados 25
3.1 Propriedades Físicas	5.4 Diretrizes para o Projeto 26
e Mecânicas 8	5.5 Folgas para a operação
3.2 Propriedades Químicas 8	com lubrificação 27
3.3 Propriedades Tribológicas 9	5.6 Ranhuras para a operação
Efeito da Temperatura nas	com lubrificação 27
Aplicações sem Lubrificação 9	5.7 Rugosidade do contramaterial
4 Desempenho	para a operação
dos Mancais 11	com lubrificação 27
4.1 Aplicações em	5.8 Lubrificação a graxa 27
Amortecedores para	6 Montagem 28
Suspensão McPherson 11	6.1 Dilatação Térmica 28
Desgaste e Deslizamento 11	6.2 Tolerâncias para
Resistência à Cavitação 13	Folgas Menores 29
Resistência à Erosão por Fluxo . 14	Calibração 29
4.2 Aplicações Hidráulicas 15	6.3 Projeto do Contramaterial 30
Bancada de Teste	6.4 Montagem 31
GGB Jupiter 15	Prensagem de
4.3 Desempenho na	buchas cilíndricas 31
Operação a Seco 16	Prensagem de
Fatores de Projeto 16	buchas flangeadas 31
Fatores de Correção 18	Força de prensagem 31
Contramaterial 19	Alinhamento 32
Tamanho do Mancal 19	Vedação 32
Calibração da Superfície	6.5 Apoio Axial 32
de Deslizamento 20	Instalação de Anéis de Encosto . 32
Tipo de Carga 20	Placas de Deslizamento 33
4.4 Cálculo de Vida Útil	7 Modificação 34
dos Mancais 21	7.1 Corte e Usinagem 34
Carga específica p 21	Furos para Óleo 34
Fator de carga alta aE 21	Corte de Placas de Deslizamento 34
Fator pv modificado 21	7.2 Galvanização 34
Estimativa da vida útil LH 21	Mancais DP4 34
Calibração da Superfície	
de Deslizamento 22	
Placas de Deslizamento 22	
4.5 Exemplos 23	

8	Produtos Padronizados	35	9	Inspeção	50
8.1	DP4 Buchas cilíndricas	35	9.1	Medição de Buchas	50
8.2	DP4 Buchas com flange	41		Teste A da ISO 3547 Parte 2	50
8.3	DP4 Anéis de encosto com flange	43		Teste B (alternativa para o Teste A)	50
8.4	DP4 Anéis de encosto	44		Teste C	50
8.5	DP4B Buchas cilíndricas	45		Medição da Espessura da Parede (alternativa para o Teste C)	50
8.6	DP4B Buchas com flange	47		Teste D	50
8.7	DP4 Placas de deslizamento	49	10	Dados para o projeto	51
8.8	DP4B Placas de deslizamento	49			

1 Introdução

O propósito deste manual é prover informações técnicas abrangentes sobre as características dos mancais DP4™ e DP4B™.

As informações apresentadas permitem aos projetistas determinar o tamanho ideal do mancal requerido, bem como sua vida útil e desempenho.

Adicionalmente, seu representante local está sempre à disposição para ajudá-lo em seu projeto.

Informações completas sobre a linha de peças padronizadas DP4 também estão

disponíveis, bem como detalhes de outros produtos DP4.

A GGB está continuamente refinando e estendendo seu conhecimento experimental e teórico, por isso, ao utilizar este catálogo, recomendamos sempre nos contatar quando forem necessárias informações adicionais.

Uma vez que não é possível levar em consideração todas as condições de operação encontradas na prática, recomendamos que sejam feitos testes operacionais com protótipos sempre que possível.

1.1 Características e Vantagens

Os materiais DP4 e DP4B possuem as seguintes características:

- Boas propriedades de atrito, com efeito stick-slip desprezível.
- Elevada capacidade de carga estática e dinâmica
- Adequados para movimentos de rotação, oscilação, recíprocos e lineares.
- Dimensões e massa reduzidas
- Pré-acabados, o que não requer usinagem após a montagem
- Possibilidade de calibração após a montagem para folgas de trabalho reduzidas
- Não absorvem água, sendo portanto estáveis dimensionalmente
- Podem operar numa ampla faixa de temperaturas, de -200 to +280 °C
- DP4B com suporte em bronze para resistência à corrosão
- **Isento de chumbo, em cumprimento com as diretrizes Europeias RoHS 2002/95/EC, 2002/96/EC e EVL 2000/53/EC (vide página 51)**

Dependendo das condições de trabalho, os materiais DP4 e DP4B apresentam as seguintes vantagens de desempenho:

Trabalho a seco

- Boas características de atrito e desgaste sob condições de operação leve
- Adequados principalmente para movimentos oscilatórios e recíprocos intermitentes
- Livre de manutenção, já que não há necessidade de lubrificação externa
- Evita travamentos.

Trabalho com lubrificação externa

- Boas propriedades de atrito e desgaste num amplo espectro de condições de carga, velocidade e temperatura
- Elevada resistência ao desgaste em condições de operação sem formação de filme de óleo
- Elevada resistência da superfície do mancal quanto à cavitação e erosão por fluxo
- Pode ser utilizado para operação em diversos fluídos (óleo, combustíveis, solventes, refrigerantes, água).

1.2 Aplicações

Devido ao desempenho em condições de operação a seco e lubrificadas, os materiais DP4 e DP4B são bastante utilizados

Automotivas

Sistemas de freios, embreagens, caixas de transmissão, dobradiças de porta e capôs, tetos de conversíveis, pedais, bombas – axiais, radiais, de engrenagens e de palhetas – sistemas de direção, amortecedores estruturais e convencionais, limpadores de pára-brisas.

em aplicações automotivas e industriais, como por exemplo:

Industriais

Aeroespacial, equipamentos agrícolas e de construção, indústria alimentícia e de bebidas, offshore, manuseio de materiais, equipamentos de escritório, embalagens, cilindros hidráulicos e pneumáticos, linhas de trens e metrô, máquinas têxteis e válvulas.



Fig. 1: Aplicações para DP4 e DP4B

2 Estrutura e Composição

O material dos mancais DP4 é um composto constituído por uma camada base de aço DP4/bronze DP4B, sobre a qual é adicionada uma camada de bronze sinterizado poroso, impregnada e recoberta com Politetrafluoretileno (PTFE) contendo uma

mistura de aditivos inorgânicos e fibras poliméricas especiais. A camada base de aço DP4/bronze DP4B provê resistência mecânica, enquanto a camada de bronze garante uma ancoragem de grande resistência para a camada de deslizamento.

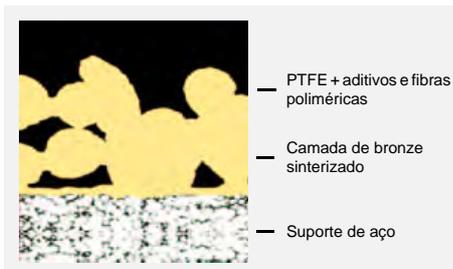


Fig. 2: Estrutura do DP4

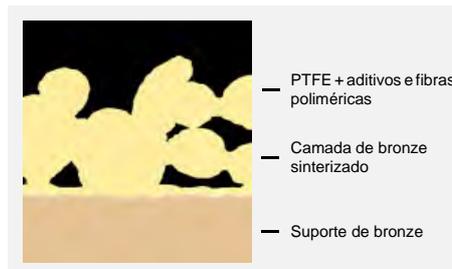


Fig. 3: Estrutura do DP4B

2.1 Formas Básicas

Peças padronizadas

Os produtos padronizados são fabricados de acordo com as normas internacionais, nacionais ou da GGB, e estão disponíveis em estoque. São os seguintes:

- Buchas Cilíndricas
- Buchas com Flange
- Anéis de Encosto
- Anéis de Encosto com Flange
- Placas de Deslizamento

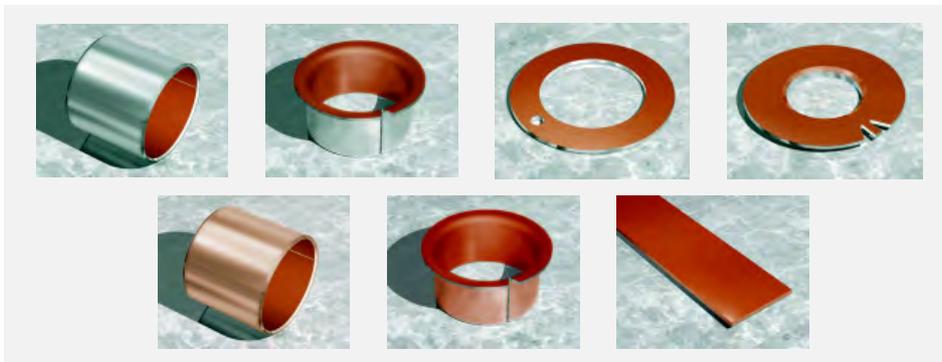


Fig. 4: Peças padronizadas

Peças especiais

Estes produtos são fabricados conforme as especificações dos clientes e abrangem, por exemplo:

- Peças Padronizadas Modificadas
- Mancais Bipartidos
- Peças Planas
- Peças de Repuxamento Profundo
- Peças Prensadas
- Peças Estampadas



Fig. 5: Peças Especiais

3 Propriedades

3.1 Propriedades Físicas e Mecânicas

	Símbolo	Valor		Unidade	Comentários	
		DP4	DP4B			
Propriedades físicas	Coeficiente de dilatação térmica:					
	paralelo à superfície	α_1	11	18	$10^{-6}/K$	
	perpendicular à superfície	α_2	30	36	$10^{-6}/K$	
	Temperatura max.	T_{max}	+280	+280	°C	
	Temperatura min.	T_{min}	-200	-200	°C	
Propriedades mecânicas	Tensão max. de compressão	σ_c	350	300	MPa	medida num disco com um diâmetro de 5 mm e uma espessura de 2,45 mm
	Carga max.					
	estática	$P_{sta,max}$	250	140	MPa	
	dinâmica	$P_{dyn,max}$	140	140	MPa	

Tabela 1: Propriedades físicas e mecânicas dos mancais DP4 e DP4B

3.2 Propriedades Químicas

A Tabela seguinte contém informações sobre a resistência química dos mancais DP4 contra várias substâncias.

É recomendável, no entanto, que a resistência química seja confirmada por meio de testes, sempre que possível.

+	Satisfatório: É improvável ocorrer algum efeito por corrosão.
o	Aceitável: Pode ocorrer algum efeito por corrosão, mas isto não será suficiente para prejudicar a integridade estrutural, nem o desempenho do mancal.
-	Insatisfatório: É provável que ocorram efeitos por corrosão, que poderão afetar a integridade estrutural e/ou o desempenho do mancal.

	Substância	%	°C	Resistência	
				DP4	DP4B
Ácidos Fortes	Ácido Clorídrico	5	20	-	-
	Ácido Nítrico	5	20	-	-
	Ácido Sulfúrico	5	20	-	-
Ácidos Fracos	Ácido Acético	5	20	-	o
	Ácido Fórmico	5	20	-	o
Bases	Amônia	10	20	o	-
	Hidróxido de Sódio	5	20	o	o
Solventes	Acetona		20	+	+
	Tetracloroeto de Carbono		20	+	+
Lubrificantes e combustíveis	Parafina		20	+	+
	Gasolina		20	+	+
	Querosene		20	+	+
	Diesel		20	+	+
	Óleo Mineral		70	+	+
	Fluido HFA-ISO 46 com Alto Teor de Água		70	+	+
	Água-Glicol- HFC		70	+	+
	Ester de Fosfato-HFD		70	+	+
	Água		20	o	+
	Água do Mar		20	-	o

Tabela 2: Resistência química dos mancais DP4 e DP4B

3.3 Propriedades Tribológicas

Os mancais DP4 apresentam um ótimo deslizamento, com efeito “stick-slip” desprezível. O coeficiente de atrito depende da:

- carga específica p [MPa]
- velocidade de deslizamento v [m/s]
- rugosidade do contramaterial (eixo) R_a [μm]
- temperatura do mancal T [$^{\circ}\text{C}$].

Nas Fig. 6 & Fig. 7 encontram-se dois gráficos, que podem ser usados para determi-

nar o coeficiente de atrito em mancais limpos, secos, após o amaciamento.

Os valores reais podem variar $\pm 20\%$, dependendo das condições operacionais. Antes do término do amaciamento, o atrito pode ser até 50% maior.

Depois de períodos prolongados de parada sob carga (p.ex. horas ou dias) o coeficiente de atrito estático no primeiro movimento pode ser de 1.5 a 3 vezes maior, principalmente na fase final do amaciamento.

Efeito da Temperatura nas Aplicações sem Lubrificação

O coeficiente de atrito dos mancais DP4 varia com a temperatura. Valores típicos estão representados na Fig. 7, para temperaturas até 250°C .

O atrito aumenta sob temperaturas a baixo de 0°C .

Quando as características do atrito são críticas para um determinado projeto, é recomendável determiná-las através de ensaios em protótipos.

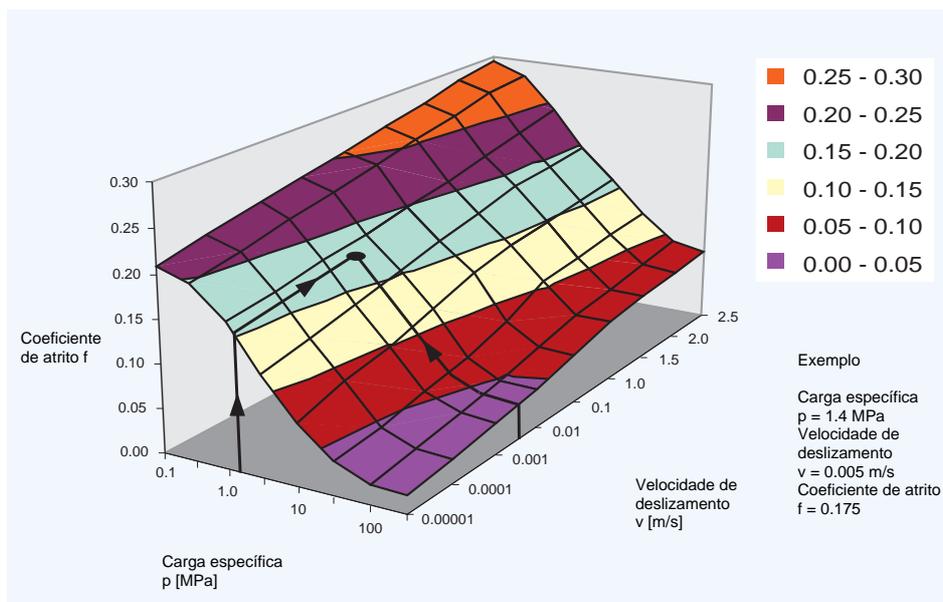


Fig. 6: Variação do coeficiente de atrito f com a carga específica p e a velocidade U , a uma temperatura $T = 25^{\circ}\text{C}$

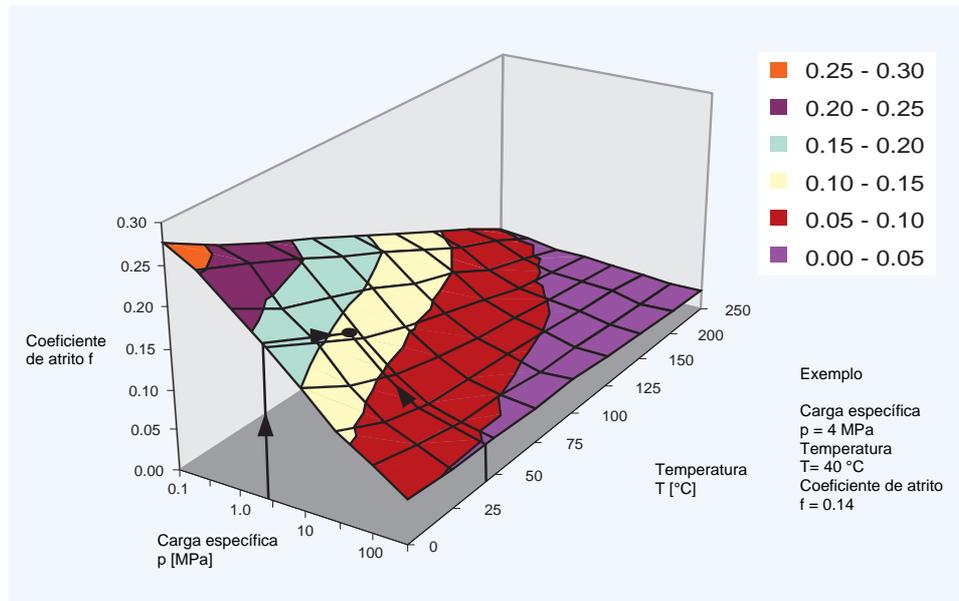


Fig. 7: Variação do coeficiente de atrito f com a carga específica p e a temperatura T , a uma velocidade $v = 0,01$ m/s

4 Desempenho dos Mancais

4.1 Aplicações em Amortecedores para Suspensão McPherson

DP4 foi desenvolvido para garantir ótimas características de deslizamento, resistência ao desgaste e à cavitação/ erosão, em aplicações como as buchas de guia das hastes dos amortecedores em suspensões McPherson, sob condições extrema-

mente severas de operação. Nas seções seguintes, o desempenho de DP4 é comparado com aquele do material tradicionalmente empregado para este tipo de aplicação.

Desgaste e Deslizamento

O desgaste e o deslizamento de DP4 para a aplicação em McPherson, foi avaliado através de ensaios na bancada de teste de amortecedores (vide Fig. 8). As condições de teste foram projetadas de modo a simular o funcionamento dos amortecedo-

res, de acordo com as condições de operação, que variam um pouco de um fabricante para outro.

As condições dos testes estão indicadas nas Tabela 3 e Tabela 4.

Bancada de Teste de Amortecedores para Suspensão McPherson

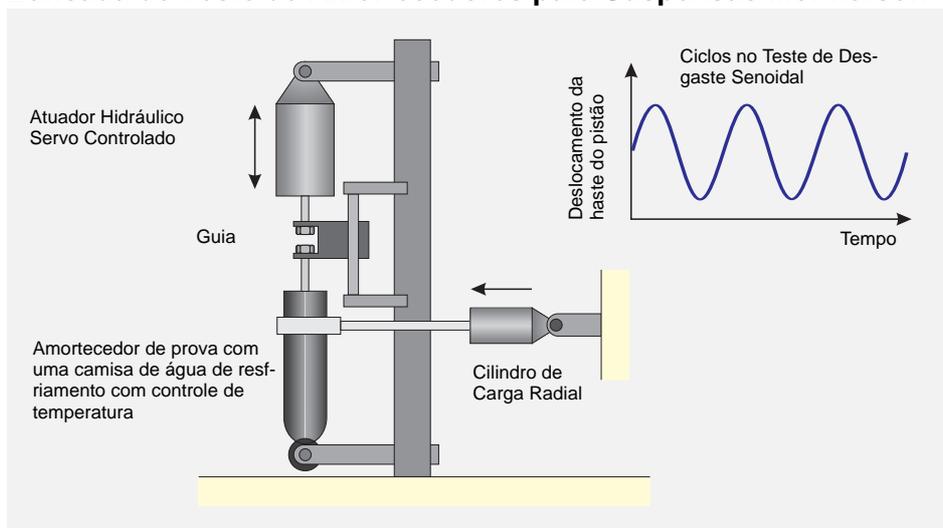


Fig. 8: Esquema da bancada de teste

Condições do Teste de Desgaste

Forma da onda	Seno
Frequência	2.5 Hz
Carga Radial	890 N
Duração do Teste	100 horas
Curso	100 mm
Folga Diametral Nominal	0.06 mm
Lubrificante	TEX 0358
Temperatura da Válvula de Pé	70 °C

Tabela 3: Condições do teste de desgaste dos amortecedores McPherson

Condições do Teste de Deslizamento

Forma da onda	Seno
Frequência	0,1 Hz
Carga Radial	600 N
Curso	70 mm
Folga Diametral Nominal	0,06 mm
Lubrificante	TEX 0358
Temperatura da Válvula de Pé	Ambiente

Tabela 4: Condições do teste de deslizamento dos amortecedores McPherson

Os resultados dos testes de desgaste e de deslizamento do DP4 estão representados nas figuras 9-11. Os diagramas mostram apenas valores relativos, porque os valores absolutos dependem muito das condi-

ções dos testes e do projeto dos corpos de prova. Estes valores relativos, no entanto, são a melhor prova das vantagens do DP4 para este tipo de aplicação.

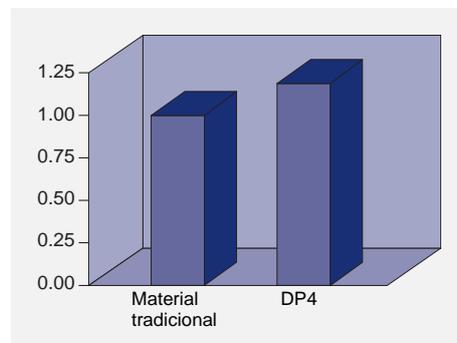


Fig. 9: Resistência relativa ao desgaste

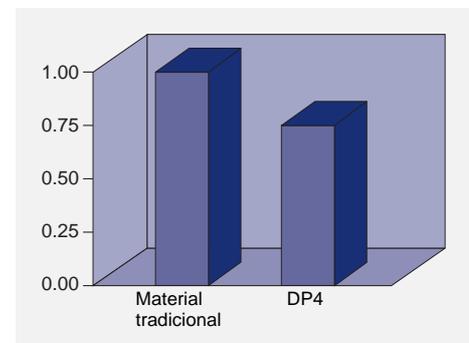


Fig. 10: Coeficiente de atrito estático relativo

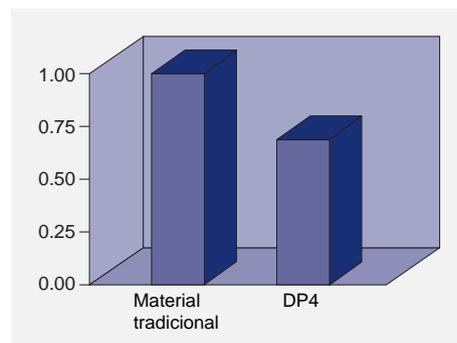


Fig. 11: Coeficiente de atrito dinâmico relativo

Resistência à Cavitação

Sob certas condições de operação, o revestimento de PTFE das buchas de guia das hastes dos amortecedores para suspensão McPherson pode sofrer danos devido à cavitação e ao efeito de erosão causada pelo fluxo de óleo no mancal. A

bancada de teste mostrada na Fig. 12 foi projetada para reproduzir, em um corpo de prova, os danos causados pela cavitação à camada de deslizamento do mancal. As condições de teste estão indicadas na Tabela 5.

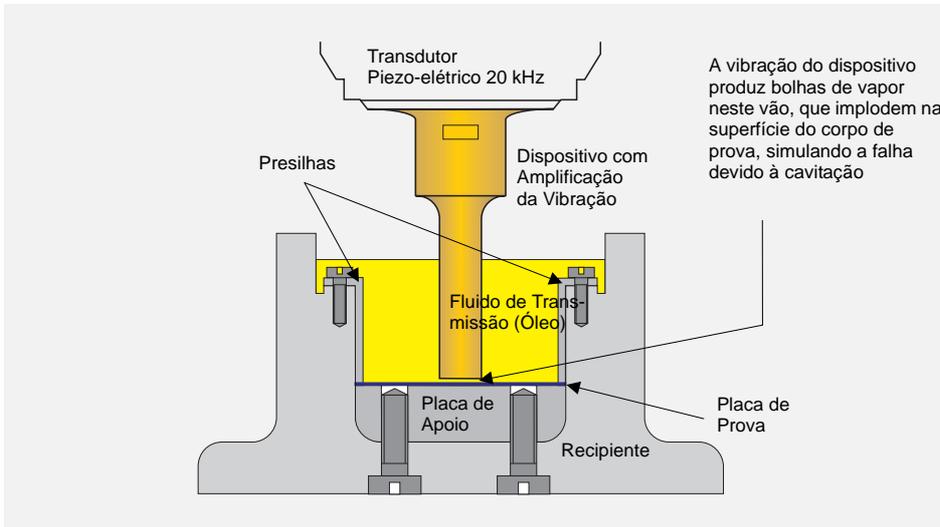


Fig. 12: Esquema da bancada de teste de resistência à cavitação

Condições do Teste de Resistência à Cavitação

Amplitude	0,015 mm
Frequência	20 kHz
Folga	1 mm
Duração do Teste	30 minutos
Lubrificante	TEX 0358
Temperatura	Ambiente

Tabela 5: Condições do teste de resistência à cavitação

A resistência relativa à cavitação / erosão do DP4, determinada através destes testes, está representada na Fig. 13.

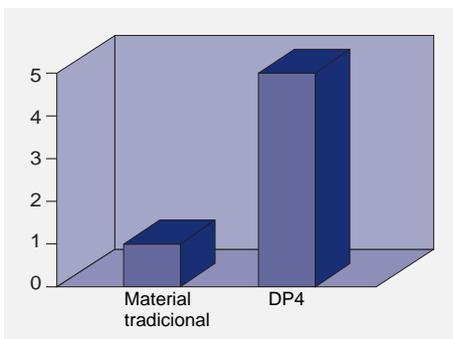


Fig. 13: Resistência relativa à cavitação / erosão

Resistência à Erosão por Fluxo

A bancada de teste da Fig. 14 foi projetada para reproduzir, na camada de deslizamento do corpo de prova, a falha causada

pela erosão por fluxo. As condições do teste estão indicadas na Tabela 6.

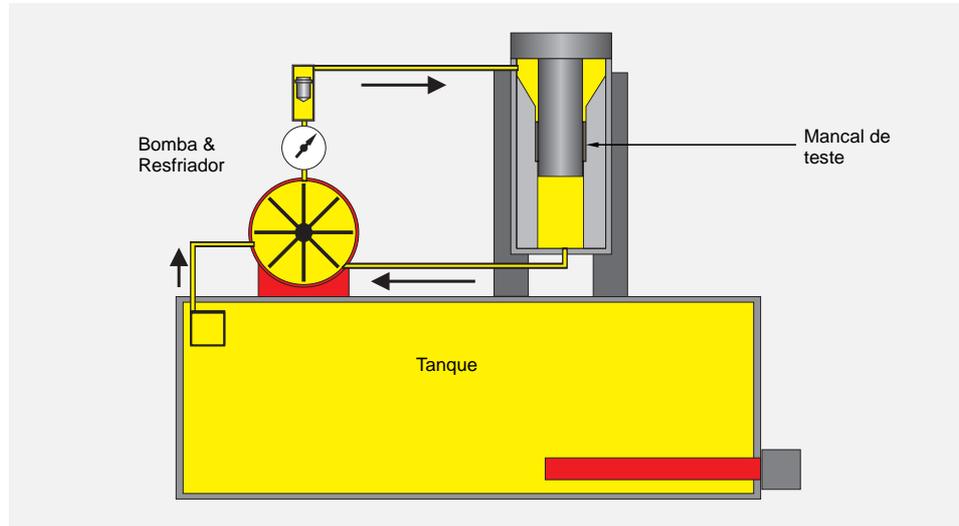


Fig. 14: Esquema da bancada de teste de resistência à erosão por fluxo

Condições do Teste de Resistência à Erosão por Fluxo

Diâmetro do Mancal	20 mm
Largura do Mancal	15 mm
Folga Diametral Nominal	0,11 mm
Pressão	13,8 MPa
Vazão	5 l/min
Duração do Teste	20 horas
Rugosidade do Eixo	0,15 $\mu\text{m} \pm 0,05$
Temperatura	Ambiente

Tabela 6: Condições do teste de resistência à erosão por fluxo

A resistência relativa do DP4 à erosão por fluxo, determinada através deste teste, está representada na Fig. 15.

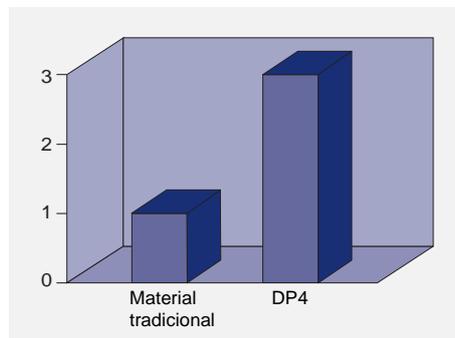


Fig. 15: Resistência relativa à erosão por fluxo

4.2 Aplicações Hidráulicas

Os mancais DP4 também apresentam um desempenho excelente quanto ao deslizamento e ao desgaste, em um grande número de aplicações hidráulicas, com lubrificação a óleo. A resistência ao desgaste dos mancais DP4, com carga cons-

tante, operando imersos em óleo, com lubrificação na camada limite, foi avaliada através de ensaios na bancada de teste mostrada na Fig. 16. As condições dos testes estão indicadas na Tabela 7.

Bancada de Teste GGB Jupiter

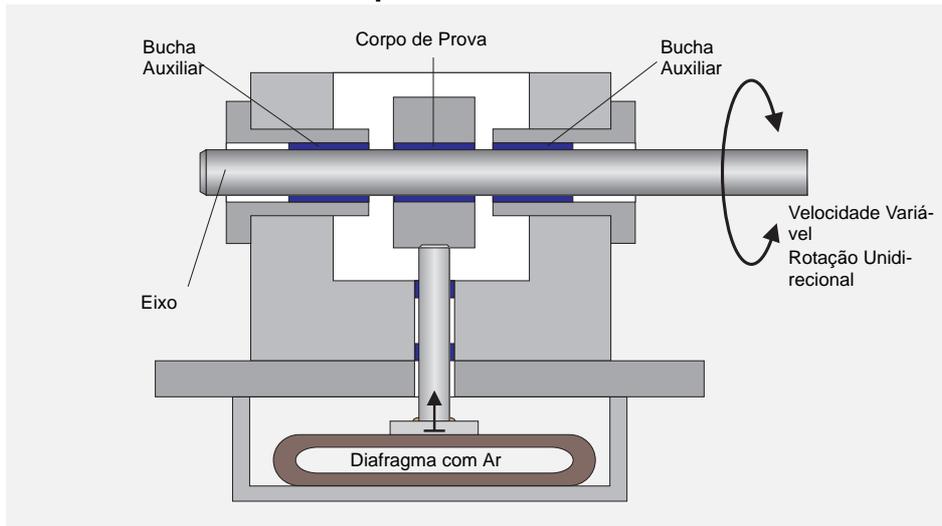


Fig. 16: Esquema da bancada de teste GGB Jupiter

Condições dos Testes de Desgaste com Lubrificação

Diâmetro do Mancal	20 mm
Largura do Mancal	15 mm
Folga Diametral Nominal	0,10 mm
Velocidade de Deslizamento	0,11 m/s
Lubrificante	Óleo hidráulico tipo ISO VG 46

Tabela 7: Condições dos testes de desgaste com lubrificação

Os valores limites relativos de pv para lubrificação na camada limite do DP4 e do material normalmente utilizado em bombas hidráulicas de alta performance, determinados de acordo com este teste, estão

representados na Fig. 15. O fator pv limite depende das condições operacionais e por este motivo a performance relativa somente é apresentada como referência.

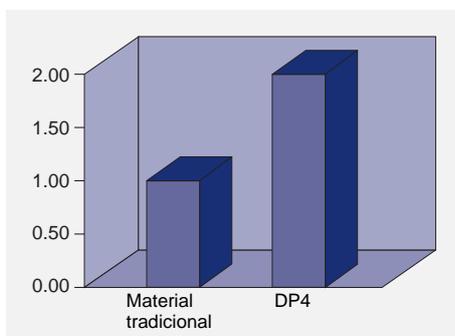


Fig. 17: Resistência relativa ao desgaste

4.3 Desempenho na Operação a Seco

Fatores de Projeto

O tamanho e a vida útil de um mancal DP4 dependem principalmente dos seguintes fatores:

- carga específica admissível p_{lim}
- fator p_v
- rugosidade do contramaterial R_a

- composição do contramaterial
- Temperatura T
- Outros fatores (projeto do alojamento, sujeira, lubrificação, etc.)

O cálculo a seguir poderá ser utilizado para estimar a vida útil dos mancais DP4, sob condições de operação a seco.

Carga Específica p

Com o propósito de determinar a performance dos mancais, a carga específica p é definida como a carga atuante dividida pela área projetada do mancal e é expressa em MPa.

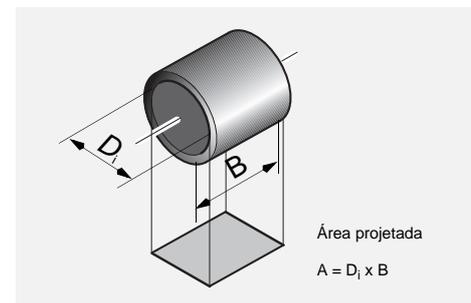


Fig. 18: Área projetada

Buchas Cilíndricas

$$(4.3.1) \quad p = \frac{F}{D_i \cdot B} \quad [\text{MPa}]$$

Buchas com Flange (Carga Axial)

$$(4.3.3) \quad p = \frac{F}{0,04 \cdot (D_{fl}^2 - D_i^2)} \quad [\text{MPa}]$$

Anéis de Encosto

$$(4.3.2) \quad p = \frac{4F}{\pi \cdot (D_o^2 - D_i^2)} \quad [\text{MPa}]$$

Placas de Deslizamento

$$(4.3.4) \quad p = \frac{F}{L \cdot W} \quad [\text{MPa}]$$

Carga Específica admissível p_{lim}

A carga máxima que pode ser aplicada em um mancal DP4 é expressa através da carga específica admissível, que depende do tipo do carga. Seu valor é máximo para cargas estáticas. Para cargas dinâmicas ou movimentos oscilatórios, que produzem fadiga nos mancais, a carga específica admissível é menor.

Em geral, a carga específica em um mancal DP4 não deverá exceder os limites indicados na Tabela 8.

Os valores da carga específica admissível indicados na tabela 8 são válidos para um bom alinhamento entre o mancal e o eixo (Fig. 35).

Carga Específica admissível p_{lim}

Tipo de carga	p_{lim} [MPa]									
Carga estática, movimento giratório	140									
Carga estática, movimento oscilatório										
p_{lim}	140	140	115	95	85	80	60	44	30	20
No. de ciclos de movimento Q	1000	2000	4000	6000	8000	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8
carga dinâmica, movimento giratório ou oscilatório										
p_{lim}	60	60	50	46	42	40	30	22	15	10
No. de ciclos de carga Q	1000	2000	4000	6000	8000	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8

Tabela 8: Carga específica admissível

Para valores da carga específica acima de 140 MPa pode ocorrer deformação permanente da camada de deslizamento dos mancais DP4. Nestas circunstâncias, recomendamos contatar a GGB para informações adicionais.

A carga máxima admissível em anéis de encosto é mais alta que nos flanges das buchas flangeadas, e por isso, para aplicações com altas cargas axiais, deverão ser preferidos os anéis de encosto.

Velocidade de Deslizamento v

Velocidades acima de 2.5 m/s às vezes causam aquecimento excessivo, e um amaciamento pode ser benéfico. O amaciamento poderá consistir em uma série

de pequenos ciclos de operação, cuja duração deverá aumentar progressivamente a partir de um ciclo inicial de alguns segundos.

Cálculo de Velocidade de Deslizamento v

Rotação contínua

Buchas

(4.3.5)
$$v = \frac{D_i \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3} \quad [m/s]$$

Anéis de Encosto

(4.3.6)
$$v = \frac{D_o + D_i}{2} \cdot \pi \cdot n \quad [m/s]$$

Movimento oscilatório

Buchas

(4.3.7)
$$v = \frac{D_i \cdot \pi}{60 \cdot 10^3} \cdot \frac{4\varphi \cdot n_{osc}}{360} \quad [m/s]$$

Anéis de Encosto

(4.3.8)
$$v = \frac{D_o + D_i}{2} \cdot \pi \cdot \frac{4\varphi \cdot n_{osc}}{360} \quad [m/s]$$

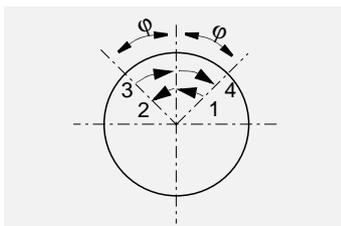


Fig. 19: Movimento oscilatório

4 Desempenho dos Mancais

Fator pv

A vida útil dos mancais DP4 depende do fator pv, produto da carga específica p [MPa] pela velocidade de deslizamento v [m/s].

Para anéis de encosto e flanges de buchas flangeadas, é usada a velocidade de deslizamento no diâmetro médio.

	DP4	Unidade
p	140	MPa
v	2,5	m/s
pv contínuo	0,5	MPa x m/s
pv intermitente	1,0	MPa x m/s

Tabela 9: Dados típicos de \bar{p} , U, pv

Fatores de Correção

Os seguintes fatores influenciam o desempenho de mancais DP4 e devem ser considerados no cálculo do tamanho ou da

Temperatura

A vida útil de um mancal DP4 depende da temperatura operacional.

Durante a operação a seco, o atrito na superfície de deslizamento do mancal gera calor, cuja quantidade é proporcional a pv.

Para um determinado valor de pv, a temperatura de operação do mancal depende

Valores de pv até 1,0 MPa x m/s podem ser aceitos para períodos pequenos, mas para operação contínua, devem ser adotados valores de pv até 0,5 MPa x m/s, dependendo da vida útil requerida.

Cálculo do Fator pv

$$(4.3.9) \quad pv = p \cdot v \quad [\text{MPa} \times \text{m/s}]$$

vida útil do mancal escolhido para uma determinada aplicação.

da temperatura do ambiente, das propriedades de dissipação de calor do alojamento e do eixo. A operação intermitente afeta a geração de calor e conseqüentemente a temperatura do mancal.

O efeito da temperatura na vida útil dos mancais DP4 é levado em consideração através do fator a_T , indicado na Tabela 10.

Condições de operação	Características do alojamento	Temperatura ambiente do mancal T_{amb} [°C] e fator de correção devido à temperatura a_T					
		25	60	100	150	200	280
Operação contínua a seco	Dissipação normal	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
Operação contínua a seco	Alojamentos estampados ou isolados, com pouca dissipação térmica	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	-
Operação contínua a seco	Alojamentos não-metálicos com pouquíssima dissipação	0,3	0,3	0,2	0,1	-	-
Operação intermitente a seco (duração menor do que 2 min, seguida de um período prolongado de parada)	Dissipação normal	2,0	1,6	1,2	0,8	0,4	0,2

Tabela 10: Fator de correção devido à temperatura a_T

Contramaterial

O efeito do contramaterial na vida útil dos mancais DP4 é levado em consideração através do fator de correção do contramaterial a_M e da constante de correção da vida útil a_L , indicados na Tabela 11.

Nota:

Para os valores da tabela, presume-se que a rugosidade do contramaterial $R_a = 0,4 \pm 0,1$.

- Uma superfície retificada é melhor do que torneada fina.
- Após o processo de retífica deve-se eliminar as partículas abrasivas das superfícies.
- Superfícies de ferro fundido devem ser retificadas para $R_a = 0,3 \pm 0,1 \mu\text{m}$.
- O corte da retífica deve ser na mesma direção como o movimento do mancal com relação ao eixo.

Material	Fator de correção do contramaterial a_M	Constante de correção da vida útil a_L [h]
Aço e ferro fundido		
Aço carbono	1	400
Aço carbono manganês	1	400
Aço liga	1	400
Aço cementado	1	400
Aço nitretado	1	400
Aço nitretado em banho de sal	1	400
Aço inox (7-10% Ni, 17-20% Cr)	2	400
Ferro fundido ($0,3 \pm 0,1 \mu\text{m } R_a$)	1	400

Tabela 11: Fator de correção do contramaterial a_M e constante de correção da vida útil a_L

Tamanho do Mancal

A folga de um mancal DP4 aumenta com o diâmetro do mesmo, resultando em uma área de contato proporcionalmente menor entre o eixo e o mancal. Esta redução da área de contato tem o efeito de aumentar

a carga específica e conseqüentemente o fator pv. O fator do tamanho do mancal a_B Fig. 20 é usado nos cálculos de dimensionamento para levar em conta este efeito.

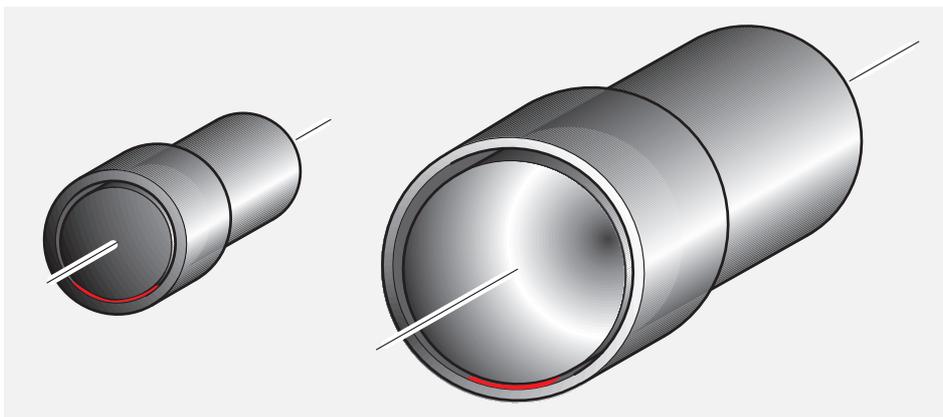


Fig. 20:Área de contato entre o mancal e o eixo

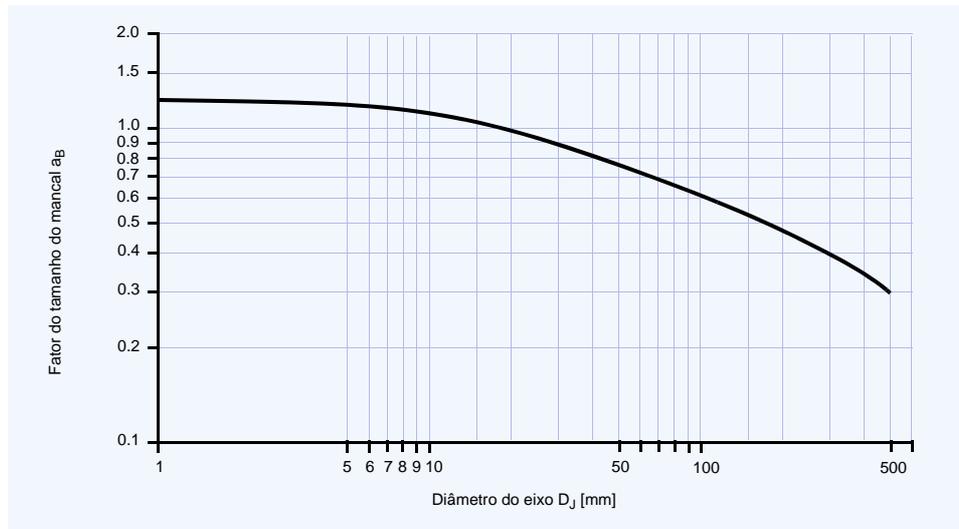


Fig. 21: Fator do tamanho do mancal a_B

Calibração da Superfície de Deslizamento

Calibrar um mancal DP4 normalmente acarreta uma redução da vida útil. O fator de correção a_C , Tabela 12 é usado nos cálculos de dimensionamento para levar em conta este efeito. Não é recomendável usar os mancais DP4.

Extensão da Calibração	Fator de correção a_C	
Calibração: Diferença entre o diâmetro da ferramenta de calibração e o diâmetro interno médio da bucha	0,025 mm	0,8
	0,038 mm	0,6
	0,050 mm	0,3

Tabela 12: Fator de correção da calibração posterior a_C

Tipo de Carga

O tipo de carga é levado em conta através das fórmulas (4.4.9), pág. 21 e (4.4.10), pág. 21.

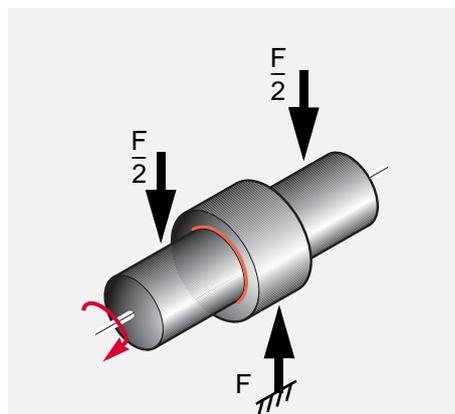


Fig. 22: Carga estática, eixo girando, bucha estacionária

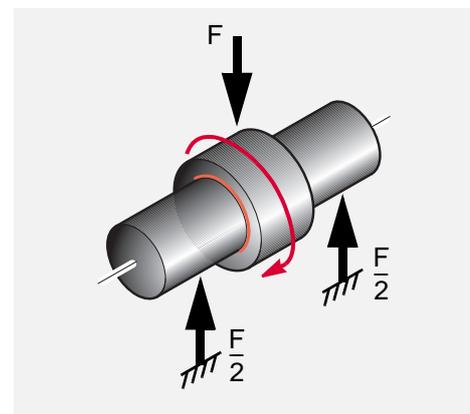


Fig. 23: Carga dinâmica, eixo estacionário, bucha girando

4.4 Cálculo de Vida Útil dos Mancais

Quando o tamanho do mancal é limitado pelo espaço disponível, os cálculos a seguir podem ser usados para determinar se a vida útil estimada atenderá os requisitos

estabelecidos em projeto. Caso a vida útil calculada seja inferior à desejada, as dimensões dos mancais devem ser readequadas.

Carga específica p

Buchas

(4.4.1) [MPa]

$$p = \frac{F}{D_i \cdot B}$$

Buchas flangeadas

(4.4.2) [MPa]

$$p = \frac{4F}{\pi \cdot (D_o^2 - D_i^2)}$$

Anéis de encosto

(4.4.3) [MPa]

$$p = \frac{F}{0,04 \cdot (D_{fi}^2 - D_i^2)}$$

Fator de carga alta a_E

Se a_E for negativo, então o mancal está sobrecarregado. Aumentar o diâmetro e/ou a largura do mancal.

(4.4.4) [-]

$$a_E = \frac{p_{lim} - p}{p_{lim}}$$

\bar{p}_{lim} vide Tabela 8, Pág. 17

Fator pv modificado

Buchas

(4.4.5) [MPa x m/s]

$$pv = \frac{5,25 \cdot 10^{-5} F \cdot n}{a_E \cdot B \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B}$$

Buchas Flangeadas

(4.4.6) [MPa x m/s]

$$pv = \frac{6,5 \cdot 10^{-4} F \cdot n}{a_E \cdot (D_{fi} - D_i) \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B}$$

Anéis de encosto

(4.4.7) [MPa x m/s]

$$pv = \frac{3,34 \cdot 10^{-5} F \cdot n}{a_E \cdot (D_o - D_i) \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B}$$

Para movimento oscilatório, calcule a velocidade de rotação equivalente.

(4.4.8) [1/min]

$$n = \frac{4\phi \cdot n_{osc}}{360}$$

Estimativa da vida útil L_H

Buchas (Carga estática)

(4.4.9) [h]

$$L_H = \frac{265}{pv} - a_L$$

Buchas (Carga dinâmica)

(4.4.10) [h]

$$L_H = \frac{530}{pv} - a_L$$

Buchas Flangeadas (carga Axial)

(4.4.11) [h]

$$L_H = \frac{175}{\rho v} - a_L$$

a_L vide Tabela 11, Pág. 19

Anéis de encosto

(4.4.12) [h]

$$L_H = \frac{175}{\rho v} - a_L$$

Calibração da Superfície de Deslizamento

Se um mancal DP4 for calibrado, então a redução da vida útil deve ser levada em consideração no cálculo, através do fator de correção a_C (Tabela 12, Pág. 20).

Vida Útil Estimada

(4.4.13) [h]

$$L_H = L_H \cdot a_C$$

a_C vide Tabela 12, Pág. 20

Para Movimentos Oscilatórios ou Cargas Dinâmicas

Calcule o número estimado de ciclos Z_T

(4.4.14) [ciclos]

$$Z_T = L_H \cdot n_{osc} \cdot 60$$

Se a vida útil requerida do mancal for conhecida, o número total de ciclos pode ser determinado.

Compare Z_T com o número total de ciclos Q , que o mancal suportaria, se a carga específica fosse igual à admissível p_{lim} (Tabela 8, Pág. 17).

Se $Z_T < Q$, a vida útil do mancal será de Z_T ciclos, limitada pelo desgaste.

Se $Z_T > Q$, a vida útil do mancal será de Q ciclos, limitada pela fadiga.

(4.4.15) [ciclos]

$$Z_T = L_H \cdot C \cdot 60$$

Placas de Deslizamento

Fator de carga específica

(4.4.16) [mm²]

$$a_{E1} = A - \frac{F}{p_{lim}}$$

Se for negativo, o mancal está sobrecarregado e sua área deve ser aumentada.

Fator de correção ref. a velocidade, temperatura e contramaterial

(4.4.17) [h/mm²]

$$a_{E2} = \frac{280 \cdot a_T \cdot a_M}{F \cdot v}$$

a_T vide Tabela 10, Pág. 18
 a_M vide Tabela 11, Pág. 19

Fator da área de contato relativa

(4.4.18) [-]

$$a_{E3} = \frac{A}{A_M}$$

Vida Útil Estimada

(4.4.19) [h]

$$L_H = a_{E1} \cdot a_{E2} \cdot a_{E3} - a_L$$

Nota:

Resultados de estimativas de vida útil maiores que 4000 horas estão sujeitos a erro devido a inexatidões na extrapolação de resultados de ensaios.

4.5 Exemplos

Bucha cilíndrica

Dados:			
Detalhes da Carga	Carga estática	Diâmetro Interno D_i	40 mm
	Rotação Contínua	Largura B	30 mm
Eixo	Aço	Carga do Mancal F	5000 N
	Sem Lubrificação Externa, a 25 °C	Velocidade de Rotação n	25 1/min

Constantes para o Cálculo e Fatores de Correção			
Carga Específica admissível p_{lim}	140 MPa	(Tabela 8, Pág. 17)	
Fator de Correção a_T	1,0	(Tabela 10, Pág. 18)	
Fator de Correção do contramaterial a_M	1,0	(Tabela 11, Pág. 19)	
Fator do Tamanho do Mancal a_B	0,85	(Fig. 21, Page 20)	
Constante de Correção da Vida a_L	400 h	(Tabela 11, Pág. 19)	

Cálculo	Ref	Valor
Carga Específica p [MPa]	(4.4.1), pág. 21	$p = \frac{F}{D_i \cdot B} = \frac{5000}{40 \cdot 30} = 4,17$
Velocidade de Deslizamento v [m/s]	(4.3.5), pág. 17	$v = \frac{D_i \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3} = \frac{40 \cdot 3,14 \cdot 25}{60 \cdot 10^3} = 0,052$
Fator de Carga Alta a_E [-] (deve ser >0)	(4.4.4), pág. 21	$a_E = \frac{p_{lim} - p}{p_{lim}} = \frac{140 - 4,17}{140} = 0,97$
Fator p_v Modificado [MPa x m/s]	(4.4.5), pág. 21	$p_v = \frac{5,25 \cdot 10^{-5} \cdot F \cdot n}{a_E \cdot B \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B} = \frac{6,5625}{24,265} = 0,27$
Vida Útil L_H [h]	(4.4.9), pág. 21	$L_H = \frac{265}{p_v} \cdot a_L = \frac{265}{0,27} \cdot 400 = 581$

Bucha com Flange

Dados:			
Detalhes da Carga	Carga Axial	Diâmetro Externo do Flange D_f	23 mm
	Rotação Contínua	Diâmetro Interno D_i	15 mm
Eixo	Aço	Carga do Mancal F	250 N
	Sem Lubrificação Externa, a 25 °C	Velocidade de Rotação n	5 1/min

Constantes para o Cálculo e Fatores de Correção			
Carga Específica admissível p_{lim}	140 MPa	(Tabela 8, Pág. 17)	
Fator de Correção a_T	1,0	(Tabela 10, Pág. 18)	
Fator de Correção do contramaterial a_M	1,0	(Tabela 11, Pág. 19)	
Fator do Tamanho do Mancal a_B	1,0	(Fig. 21, Page 20)	
Constante de Correção da Vida a_L	400 h	(Tabela 11, Pág. 19)	

Cálculo	Ref	Valor
Carga Específica p [MPa]	(4.4.2), pág. 21	$p = \frac{F}{0,04 \cdot (D_f^2 - D_i^2)} = \frac{250}{0,04 \cdot (23^2 - 15^2)} = 20,55$
Velocidade de Deslizamento v [m/s]	(4.3.6), pág. 17	$v = \frac{D_f + D_i}{2} \cdot \pi \cdot n = \frac{23 + 15}{2} \cdot 3,14 \cdot 5 = 0,005$
Fator de Carga Alta a_E [-] (deve ser >0)	(4.4.4), pág. 21	$a_E = \frac{p_{lim} - p}{p_{lim}} = \frac{140 - 20,55}{140} = 0,0853$
Fator p_v Modificado [MPa x m/s]	(4.4.6), pág. 21	$p_v = \frac{6,5 \cdot 10^{-4} \cdot F \cdot n}{a_E \cdot (D_f - D_i) \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B} = \frac{0,8125}{6,82} = 0,119$
Vida Útil L_H [h]	(4.4.11), pág. 22	$L_H = \frac{175}{p_v} \cdot a_L = \frac{175}{0,119} \cdot 400 = 1071$

Anel de encosto

Dados:			
Detalhes da Carga	Carga Axial	Diâmetro Interno D_i	38 mm
	Rotação Contínua	Diâmetro Externo D_o	62 mm
Eixo	Aço	Carga do Mancal F	6500 N
	Sem Lubrificação Externa, a 25 °C	Velocidade de Rotação n	10 1/min

Constantes para o Cálculo e Fatores de Correção			
Carga Específica admissível p_{lim}	140 MPa	(Tabela 8, Pág. 17)	
Fator de Correção a_T	1,0	(Tabela 10, Pág. 18)	
Fator de Correção do contramaterial a_M	1,0	(Tabela 11, Pág. 19)	
Fator do Tamanho do Mancal a_B	0,85	(Fig. 21, Page 20)	
Constante de Correção da Vida a_L	400 h	(Tabela 11, Pág. 19)	

Cálculo	Ref	Valor
Carga Específica p [MPa]	(4.4.3), pág. 21	$p = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot (D_o^2 - D_i^2)} = \frac{4 \cdot 6500}{\pi \cdot (62^2 - 38^2)} = 3,45$
Velocidade de Deslizamento v [m/s]	(4.3.6), pág. 17	$v = \frac{D_o + D_i}{2} \cdot \pi \cdot n = \frac{62 + 38}{2} \cdot 3,14 \cdot 10 = 0,026$
Fator de Carga Alta a_E [-] (deve ser >0)	(4.4.4), pág. 21	$a_E = \frac{p_{lim} - p}{p_{lim}} = \frac{140 - 3,45}{140} = 0,975$
Fator p_v Modificado [MPa x m/s]	(4.4.7), pág. 21	$p_v = \frac{3,34 \cdot 10^{-5} \cdot F \cdot n}{a_E \cdot (D_o - D_i) \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B} = \frac{2,171}{19,28} = 0,113$
Vida Útil L_H [h]	(4.4.12), pág. 22	$L_H = \frac{175}{p_v} \cdot a_L = \frac{175}{0,113} \cdot 400 = 1149$

5 Lubrificação

Os mancais DP4 apresentam desempenho excelente em aplicações lubrificadas. Nas seções seguintes estão descritos os

fundamentos da lubrificação e são apresentados subsídios para a utilização do DP4 em tais aplicações.

5.1 Lubrificantes

Os mancais DP4 podem ser usados com a maioria dos fluidos, inclusive:

- água
- óleos lubrificantes
- óleos para motores

Em geral, qualquer fluido será aceitável como lubrificante, desde que não ataque quimicamente a camada de deslizamento, que contém PTFE, nem a camada intermediária de bronze poroso.

Quando houver dúvida sobre a conveniência de algum fluido, um teste simples é submergir uma amostra de DP4 no fluido por duas a três semanas, a 15-20 °C acima da temperatura de operação do mancal.

- óleos para turbinas
- fluido hidráulico
- solventes
- refrigerantes

O fluido não é satisfatório para o uso com DP4 quando ocorrer:

- uma mudança significativa da espessura da amostra de DP4,
- uma mudança visível da cor da superfície de deslizamento (algum ligeiro desbotamento ou algumas manchas, não significam, que o fluido afeta o DP4),
- uma mudança visível na microestrutura da camada intermediária de bronze.

5.2 Tribologia

Há três modos de operação de mancais lubrificadas, que se relacionam à espessura do filme de lubrificante desenvolvido entre o mancal e o eixo:

- lubrificação hidrodinâmica
- lubrificação mista
- operação a seco.

Estes três modos de operação dependem de:

- dimensões do mancal
- folga do mancal
- carga
- velocidade de deslizamento
- viscosidade do lubrificante
- fluxo do lubrificante

Lubrificação hidrodinâmica

Características:

- separação completa do eixo e do mancal pelo filme de lubrificante
- muito pouco atrito e desgaste, uma vez que não há nenhum contato entre as superfícies
- coeficiente de atrito de 0.001 a 0.01

Lubrificação hidrodinâmica ocorre quando:

$$(5.2.1) \quad p \leq \frac{v \cdot \eta}{7,5} \cdot \frac{B}{D_i} \quad [\text{MPa}]$$

$$p \leq \frac{v \cdot \eta}{7,5} \cdot \frac{B}{D_i}$$

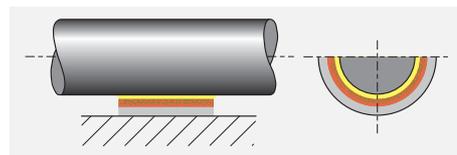


Fig. 24: Lubrificação hidrodinâmica

Lubrificação mista

Características:

- combinação de lubrificação hidrodinâmica e operação a seco.
- parte da carga é sustentada por áreas localizadas de lubrificante pressurizado e o restante é suportado pelo contato entre o eixo e a superfície de deslizamento.
- o coeficiente de atrito e o desgaste dependem do grau de apoio hidrodinâmico desenvolvido.

- os mancais DP4 apresentam um baixo coeficiente de atrito e alta resistência ao desgaste nestas condições de operação.

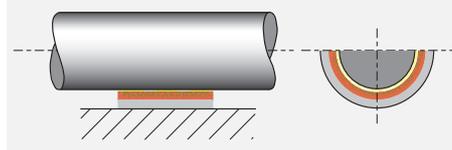


Fig. 25: Lubrificação mista

Operação a seco

Características:

- o eixo desliza sobre o mancal, sem que haja lubrificante para separar as duas superfícies.
- a seleção do mancal é muito importante para garantir um bom desempenho.
- poderá ocorrer um desgaste no eixo devido ao contato entre o mancal e o eixo.
- as características excelentes dos mancais DP4 minimizam o desgaste nestas condições.

- o coeficiente dinâmico de atrito dos mancais DP4 é de 0,02 a 0,3 nas condições de operação a seco.
- o coeficiente estático de atrito dos mancais DP4 é ligeiramente mais alto do que o dinâmico.

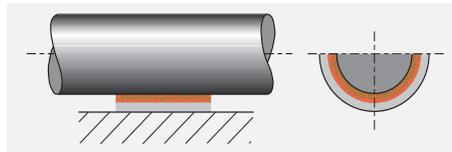


Fig. 26: Operação a seco

5.3 Características de Mancais Lubrificados

Os mancais DP4 são particularmente indicados para aplicações em serviço muito pesado, nas quais existe lubrificação, mas

não é possível garantir uma lubrificação hidrodinâmica, por exemplo:

• Condições de carga altas

Os mancais DP4 apresentam excelente resistência ao desgaste e baixo coeficiente de atrito em aplicações com altas cargas e lubrificação mista ou operação a seco.

• Partida e parada sob carga

Com velocidade insuficiente para gerar um filme hidrodinâmico, o mancal operará com lubrificação mista ou operação a seco.

- Os mancais DP4 minimizam o desgaste
- Os mancais DP4 requerem menor torque inicial, do que mancais metálicos convencionais.

• Lubrificação Escassa

Muitas aplicações requerem que o mancal opere com menos lubrificante, do que seria ideal, por ex., nos casos de lubrificação com respingos ou névoa de óleo.

Os mancais DP4 requerem muito menos lubrificante, do que mancais metálicos convencionais.

• Fluidos não-lubrificantes

Os mancais DP4 operam satisfatoriamente em fluidos de baixa viscosidade e não-lubrificantes, tais como água e diversos fluidos de processo.

No entanto, cumpre observar o seguinte:

Se um mancal DP4 necessitar operar a seco após operar com água em condições não hidrodinâmicas, sua resistência ao desgaste será substancialmente reduzida devido ao aumento da área de contato.

A Fig. 27, Pág. 26, mostra os três modos de lubrificação apresentados acima, através de um gráfico da velocidade de deslizamento e da relação entre a carga específica e a viscosidade do fluido.

Para usar a Fig. 27

- Usando as fórmulas da Seção 4:
 - Calcule a carga específica p ,
 - Calcule a velocidade de deslizamento v .

- Usando as relações entre temperatura e viscosidade apresentadas na Tabela 13:
 - Determine a viscosidade dinâmica do lubrificante em centipoise.

Nota:

A viscosidade é uma função da temperatura de operação do fluido. Se esta temperatura for desconhecida, poderá ser

adotada uma temperatura 25 °C acima da temperatura do ambiente circunvizinho do mancal.

5.4 Diretrizes para o Projeto

Temperatura [°C]	Viscosidade dinâmica η [cP]														
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Fluido															
ISO VG 32*	310	146	77	44	27	18	13	9.3	7.0	5.5	4.4	3.6	3.0	2.5	2.2
ISO VG 46*	570	247	121	67	40	25	17	12	9.0	6.9	5.4	4.4	3.6	3.0	2.6
ISO VG 68*	940	395	190	102	59	37	24	17	12	9.3	7.2	5.8	4.7	3.9	3.3
ISO VG 100*	2110	780	335	164	89	52	33	22	15	11.3	8.6	6.7	5.3	4.3	3.6
ISO VG 150*	3600	1290	540	255	134	77	48	31	21	15	11	8.8	7.0	5.6	4.6
Óleo diesel	4.6	4.0	3.4	3.0	2.6	2.3	2.0	1.7	1.4	1.1	0.95				
Gasolina	0.6	0.56	0.52	0.48	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31						
Querosene	2.0	1.7	1.5	1.3	1.1	0.95	0.85	0.75	0.65	0.60	0.55				
Água	1.79	1.30	1.0	0.84	0.69	0.55	0.48	0.41	0.34	0.32	0.28				

Tabela 13: Viscosidade dinâmica

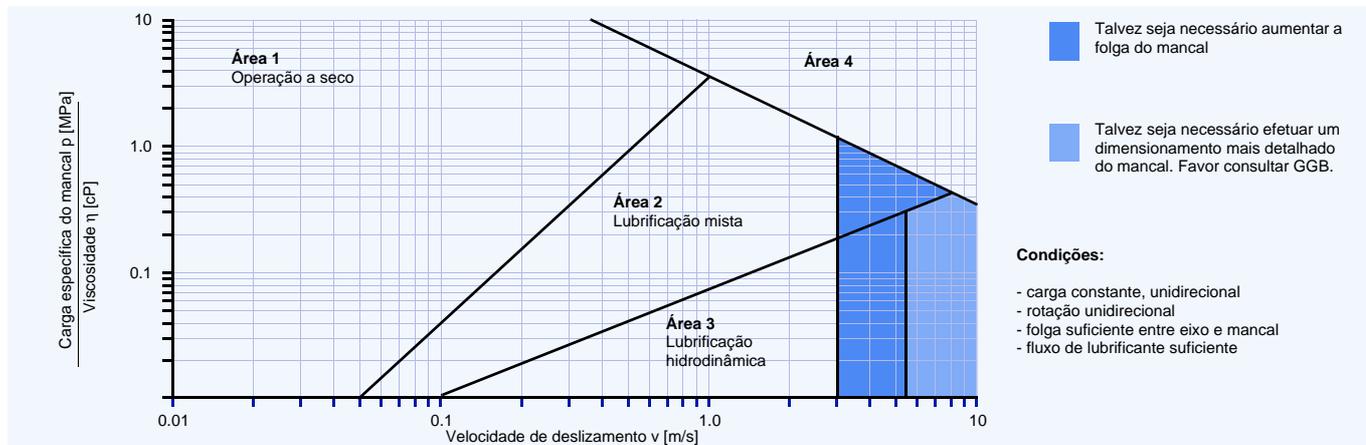


Fig. 27: Diretrizes para o projeto de aplicações com lubrificação externa

Descrição da Fig. 25

Área 1

O mancal operará a seco e o fator p_v será o principal determinante da vida útil do mancal, que pode ser calculada segundo o

método apresentado na Seção 4, apesar de o resultado poder subestimar a vida útil do mancal.

Área 2

O mancal operará com lubrificação mista e o fator p_v não é mais o único determinante da vida útil do mancal, que também vai

depender da natureza do fluido e das condições de operação.

Área 3

O mancal operará com lubrificação hidrodinâmica. O desgaste do mancal será determinado somente pela limpeza do

lubrificante e pela frequência de partidas e paradas.

Área 4

Estas são as condições de operação mais severas. O mancal operará com velocidade ou carga alta, em relação à viscosidade, ou, uma combinação de ambas.

Estas condições podem causar

- temperatura de operação excessiva e/ou
- desgaste muito grande.

O desempenho do mancal pode ser melhorado pela adição de uma ou mais ranhuras de lubrificação e uma menor rugosidade do eixo, p.ex. $R_a < 0.05 \mu\text{m}$.

5.5 Folgas para a operação com lubrificação

Os diâmetros do eixo e do alojamento recomendados para buchas DP4 padrão garantem folgas suficientes para a operação a seco.

Para mancais que operam com lubrificação mista ou hidrodinâmica, pode ser

necessário aumentar o fluxo de fluido pelo mancal, reduzindo o diâmetro recomendado do eixo em aproximadamente 0,1%, principalmente quando a velocidade de deslizamento excede 2,5 m/s.

5.6 Ranhuras para a operação com lubrificação

Em mancais DP4 para serviço muito pesado, ranhuras de lubrificação melhoram o desempenho. A figura abaixo mostra a forma e a localização recomendadas, de uma única ranhura, com relação à

carga aplicada e a fenda do mancal. A GGB pode fabricar mancais DP4 especiais com ranhuras estampadas ou usinadas, a pedido.

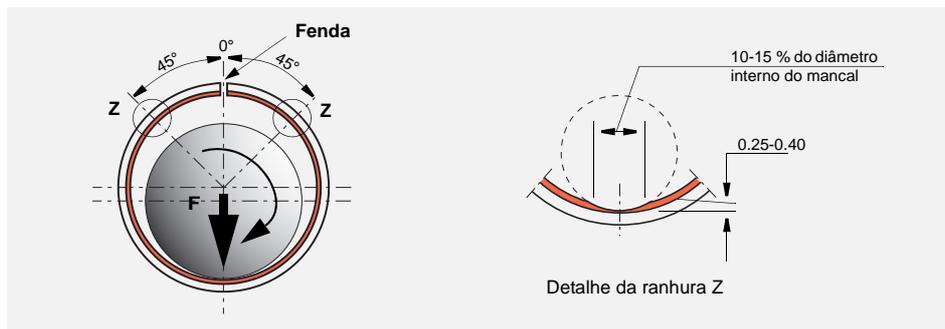


Fig. 28: Localização de ranhuras de lubrificação

5.7 Rugosidade do contramaterial para a operação com lubrificação

- $R_a = 0.4 \pm 0.1 \mu\text{m}$ para a operação a seco
- $R_a = 0.1-0.2 \mu\text{m}$ para lubrificação mista
- ou condições hidrodinâmicas
- $R_a \leq 0.05 \mu\text{m}$ para as condições operacionais mais severas

5.8 Lubrificação a graxa

Normalmente não é recomendável lubrificar os mancais DP4 com graxa.

Principalmente as condições abaixo devem ser evitadas:

- cargas dinâmicas - que podem resultar em desgaste da camada de deslizamento, por erosão.
- graxas com aditivos EP ou com substâncias como grafite ou MoS_2 - que podem aumentar o desgaste dos mancais.

Em aplicações lubrificadas a graxa, melhor desempenho pode ser conseguido utilizando-se os materiais metalpolímero da GGB, como por exemplo, DX®, DX®10 com tecnologia DuraStrong™, DS™, HX™.

Por favor, entre em contato com seu representante local ou consulte www.ggbearings.com para mais detalhes.

6 Montagem

Dimensões e Tolerâncias

Os mancais DP4 são fornecidos pré-acabados, e exceto em circunstâncias muito excepcionais, não devem ter seu diâmetro interno calibrado, alargado ou modificado de alguma outra forma. É muito importante, que os mancais tenham uma folga correta. Por isso as dimensões e tolerâncias dos eixos e dos alojamentos precisam corresponder aos valores especificados nas tabelas deste catálogo. No caso de funcionamento a seco, qualquer aumento da folga resultará numa redução proporcional da vida útil.

Se o alojamento do mancal sofrer uma deformação elástica acima do normal,

durante a montagem, a bucha não será tão comprimida quanto esperado e a folga resultante será maior do que o valor ótimo. Neste caso é recomendável reduzir o diâmetro do alojamento ou aumentar o diâmetro do eixo. Os valores corretos podem ser determinados através de experiências práticas.

Quando um deslizamento absolutamente livre for necessário, ou a carga for baixa (menor do que 0,1 MPa) e o torque disponível também, a folga precisa ser maior. Neste caso é recomendável diminuir em 0,025 mm o diâmetro do eixo indicado na tabela.

6.1 Dilatação Térmica

Para a operação em ambientes de temperatura alta, a folga deve ser aumentada, diminuindo-se o diâmetro do eixo, segundo os valores indicados na Fig. 29,

para compensar a dilatação térmica da camada de deslizamento, de fora para dentro.

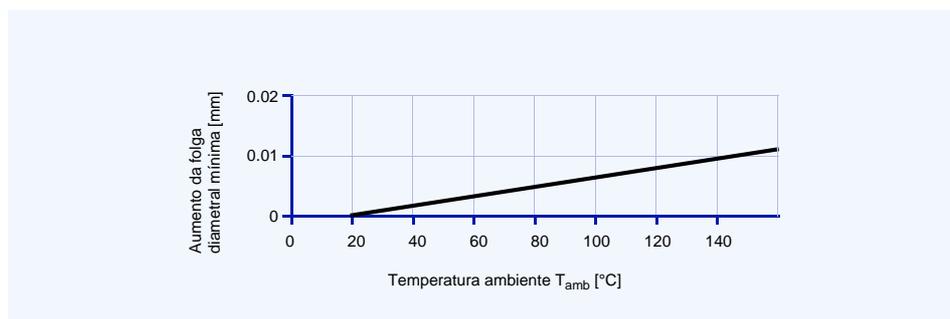


Fig. 29: Aumento da folga diametral (para alojamentos de aço e ferro fundido)

Se o alojamento for não-ferroso, sua dimensão deve ser reduzida conforme valores da Tabela 14, afim de aumentar a

interferência de montagem, além de uma redução de mesma grandeza adicional àquela indicada na Fig. 29.

Material do alojamento	Redução do diâmetro do alojamento por 100 °C	Redução do diâmetro do eixo por 100 °C
Ligas de alumínio	0,1 %	0.1 % + valores da Fig. 29
Ligas à base de cobre	0,05 %	0.05 % + valores da Fig. 29
Aço e ferro fundido	–	valores da Fig. 29
Ligas à base de zinco	0,15 %	0.15 % + valores da Fig. 29

Tabela 14: Compensação para temperaturas altas

6.2 Tolerâncias para Folgas Menores

Quando existe a necessidade de obter-se um campo de tolerância reduzido após a montagem, pode-se especificar tolerâncias mais apertadas para a mínima do eixo e para a máxima do alojamento.

Se os alojamentos tiverem tolerância H6, então os eixos devem ter as seguintes tolerâncias:

D_i	D_j
>5 mm <25 mm	-0.019 a -0.029
>25 mm < 50 mm	-0.021 a -0.035

Tabela 15: Tolerâncias de eixos para o uso com alojamentos H6

Na Tabela 16 estão indicados os respectivos valores das folgas nominais.

D_i	C_D
10 mm	0,009 a 0,080
50 mm	0,011 a 0,134

Tabela 16: Folgas diametrais nominais

Calibração

A calibração do diâmetro interno de um mancal DP4 após a montagem permite que se consiga menor variação da folga de trabalho. A mostra uma ferramenta adequada para calibrar buchas DP4.

A superfície de calibragem da ferramenta deve ser cementada (profundidade de 0,6–1,2 mm, HRC 60±2) e polida ($R_z \approx 1 \mu\text{m}$). Um tratamento de superfície com TiN aumenta a resistência ao desgaste da ferramenta e, quando ausente, denota visualmente o desgaste da ferramenta.

Nota: Não é recomendável calibrar mancais DP4 com ferramentas esféricas.

\varnothing int. da bucha montada	\varnothing int. da bucha requerido	\varnothing da ferramenta D_C
$D_{i,a}$	$D_{i,a} + 0.025$	$D_{i,a} + 0.06$
$D_{i,a}$	$D_{i,a} + 0.038$	$D_{i,a} + 0.08$
$D_{i,a}$	$D_{i,a} + 0.050$	$D_{i,a} + 0.1$

Tabela 17: Burnishing Tool Tolerances

Os valores da Tabela 17 indicam o diâmetro, que uma ferramenta precisa ter, para aumentar o diâmetro interno do mancal DP4, para o valor requerido.

Valores exatos devem ser determinados através de testes.

A redução da vida útil do mancal em função da calibração posterior é levada em

conta no cálculo da vida útil, através do fator de correção a_C (Tabela 12, Pág. 20). O impacto do processo de calibração na vida do mancal e na montagem devem ser validados por testes.

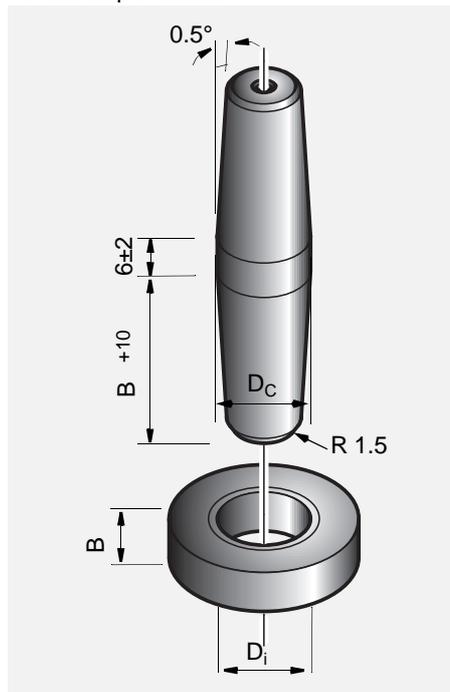


Fig. 30: Ferramenta para calibrar

6.3 Projeto do Contramaterial

Os contramateriais indicados para operar com mancais DP4 e as recomendações referentes à qualidade da superfície dos mesmos, constam da página 16.

Normalmente os mancais DP4 operam com contramateriais ferrosos, mas em ambientes úmidos ou corrosivos, principalmente sem a proteção de óleo, é recomendável utilizar aço inox, aço revestido de cromo duro, ou alumínio anodizado duro. Quando são utilizados contramateriais com revestimento superficial, este deverá apresentar boa resistência e adesão, principalmente, se o mancal precisa operar com altas cargas flutuantes.

Os eixos ou as superfícies de escora, que ficam em contato com as buchas ou os anéis de encosto DP4, precisam se estender além da superfície dos mancais, para que não possam cortar os mesmos. A superfície do contramaterial também deve estar livre de ranhuras ou rasgos. As extremidades dos eixos devem ser dotadas de chanfros, para facilitar a montagem. O contramaterial deverá estar livre de cantos vivos ou partes salientes, que possam danificar a superfície de deslizamento dos mancais DP4.

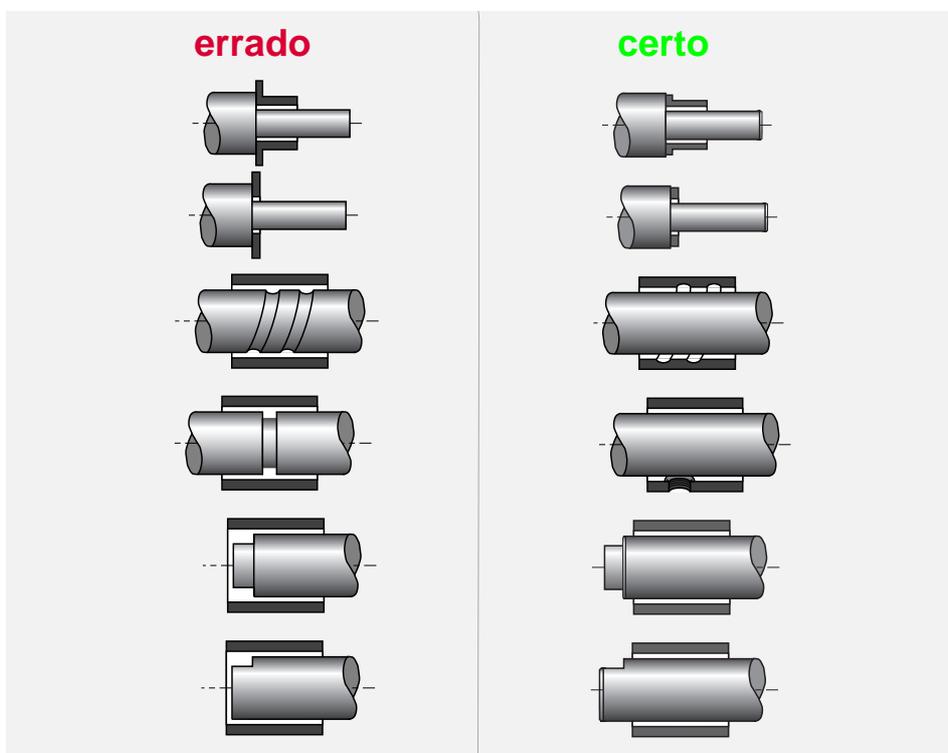


Fig. 31: Projeto do formato do contramaterial

6.4 Montagem

Prensagem de buchas cilíndricas

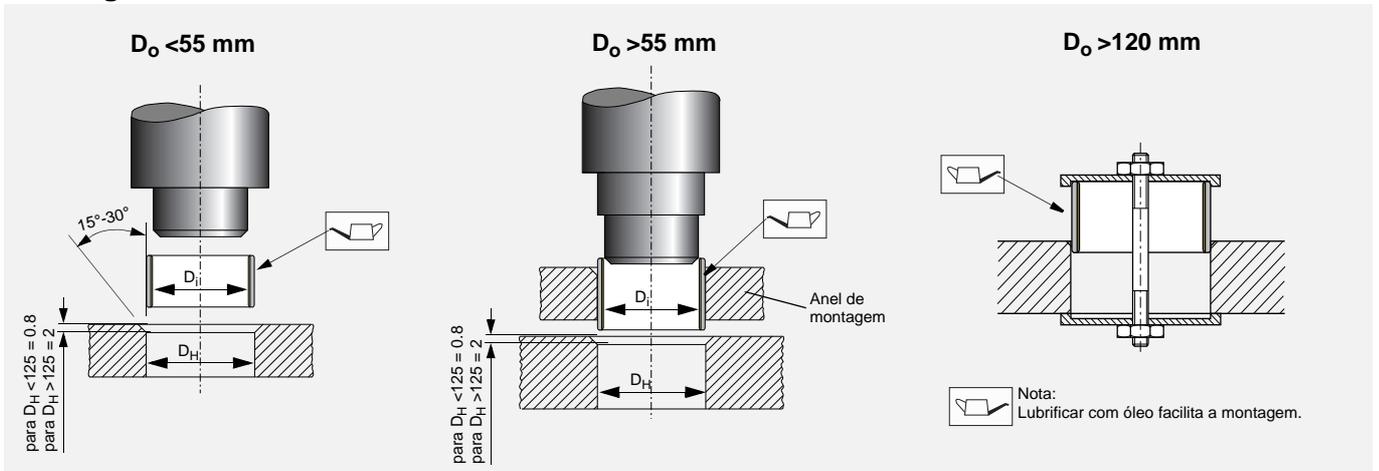


Fig. 32: Prensagem de buchas cilíndricas

Prensagem de buchas flangeadas

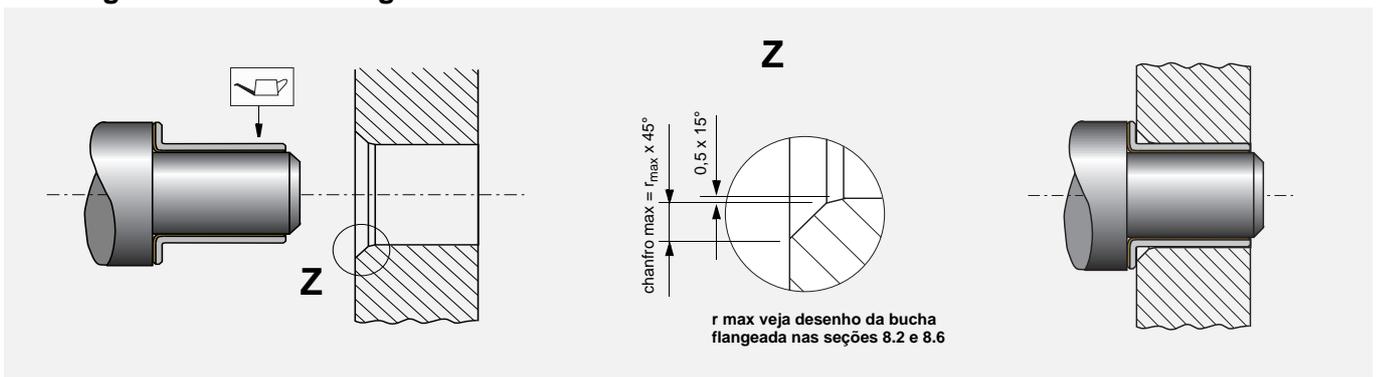


Fig. 33: Prensagem de buchas flangeadas

Força de prensagem



Fig. 34: Força de prensagem máxima F_i

Alinhamento

Um alinhamento adequado é uma condição importante para todos os mancais. Para os mancais radiais DP4, o desalinhamento não deverá exceder 0,020 mm, com relação à largura da bucha (ou do par de

buchas, se for o caso) (vide Fig. 35). No caso de mancais axiais, o limite do desalinhamento é igual e refere-se ao diâmetro externo do mancal.

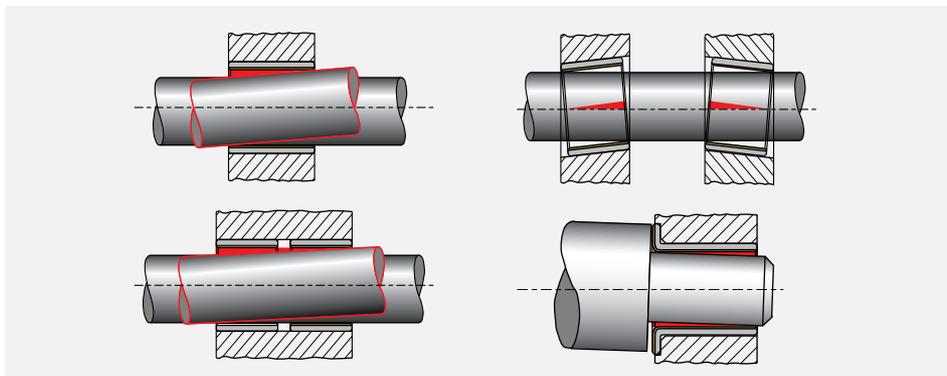


Fig. 35: Alinhamento

Vedação

Os mancais DP4 permitem a entrada de uma certa quantidade de partículas contaminantes, sem que haja uma redução significativa da vida útil. No entanto, se

houver a possibilidade da entrada de partículas altamente abrasivas, é recomendável que o mancal seja dotado de uma vedação adequada (vide Fig. 36).

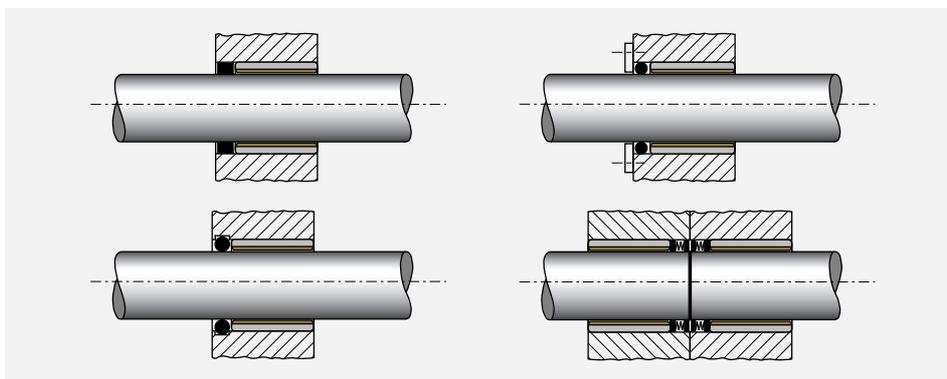


Fig. 36: Exemplos de vedação

6.5 Apoio Axial

Quando houver a necessidade de apoio axial, é aconselhável utilizar anéis de encosto DP4 junto com as buchas DP4,

mesmo quando as cargas axiais forem pequenas.

Instalação de Anéis de Encosto

Os anéis de encosto DP4 devem ser montados num recesso (vide fig. 35). Recomendamos que seja utilizada a tolerância D10 para o diâmetro do recesso. A profundidade do recesso está indicada na tabela de dimensões dos produtos.

Se a instalação com um recesso não for possível, pode ser adotada uma das soluções abaixo:

- Dois pinos de travamento
- Dois parafusos
- Colagem
- Soldagem (temperatura <320 °C).

Notas importantes

- Garantir que o diâmetro interno do anel não toca o eixo depois da montagem
- Garantir que o anel de encosto está montado com o suporte de aço/bronze apoiado no alojamento
- Os pinos devem ser dispostos 0,25 mm abaixo da superfície de deslizamento do mancal
- Os parafusos devem ser dispostos 0,25 mm abaixo da superfície de deslizamento do mancal
- Os mancais DP4 não devem ser aquecidos acima de 320 °C
- Contactar os fabricantes de adesivos para a seleção de adesivos adequados

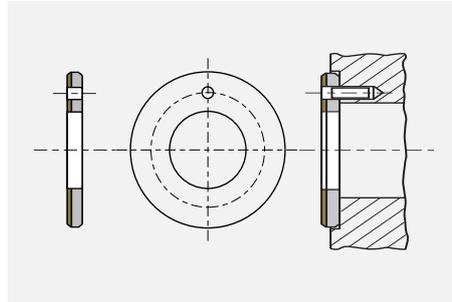


Fig. 37: Instalação de anéis de encosto

Ranhuras para a Remoção de Resíduos do Deslizamento

Testes com anéis de encosto demonstraram que, para um desempenho ótimo na operação a seco, com cargas específicas acima de 35 MPa, quatro ranhuras para a remoção de resíduos do deslizamento devem ser usinadas na superfície do mancal, conforme está indicado na Fig. 38.

Nas buchas, as ranhuras não mostraram ser benéficas nesta situação.

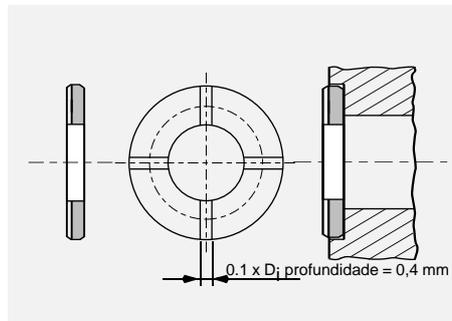


Fig. 38: Ranhuras para a remoção de resíduos do deslizamento

Placas de Deslizamento

As placas de deslizamento DP4 devem ser instaladas conforme uma das opções abaixo:

- parafusos rebaixados
- adesivos industriais
- fixação mecânica (vide Fig. 39).

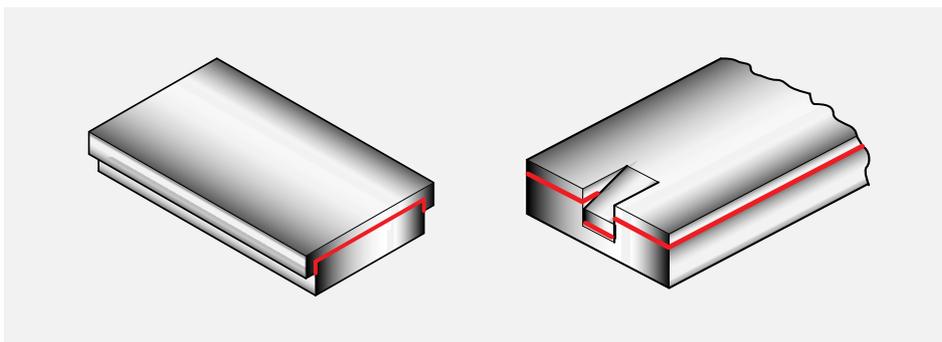


Fig. 39: Fixação mecânica de placas de deslizamento DP4

7 Modificação

7.1 Corte e Usinagem

A modificação de mancais DP4 não requer nenhum procedimento especial. Em geral é mais satisfatório executar operações de usinagem ou perfurações a partir do lado da camada de deslizamento para evitar a formação de rebarbas na mesma. Quando a usinagem ou perfuração for executada

partindo do lado do suporte de aço, deve ser usada a menor pressão de corte possível e, após a usinagem, devem ser removidas todas as rebarbas, bem como quaisquer partículas de aço ou bronze, que porventura tenham penetrado na camada de deslizamento.

Furos para Óleo

As buchas devem ser fixadas adequadamente com o intuito de prevenir qualquer

deformação que a pressão da ferramenta possa causar.

Corte de Placas de Deslizamento

As placas de deslizamento DP4 podem ser cortadas através de qualquer um dos processos abaixo:

- Fresagem, desde que a placa seja bem fixada e sua planicidade seja mantida.
- Estampagem
- Guilhotina (somente para larguras menores de 90 mm)

- Corte com jato de água
- Corte com laser (vide “Advertência sobre os Riscos à Saúde”).

Em todos os casos, os mancais devem ser protegidos contra danos da camada de deslizamento e contra qualquer deformação permanente da placa.

7.2 Galvanização

Mancais DP4

Os mancais DP4 recebem um revestimento de estanho, nas superfícies de aço, para proteger os mancais contra a corrosão.

Adicionalmente, os mancais DP4 podem ser galvanizados com a maioria dos metais, usualmente empregados para este processo, incluindo os seguintes:

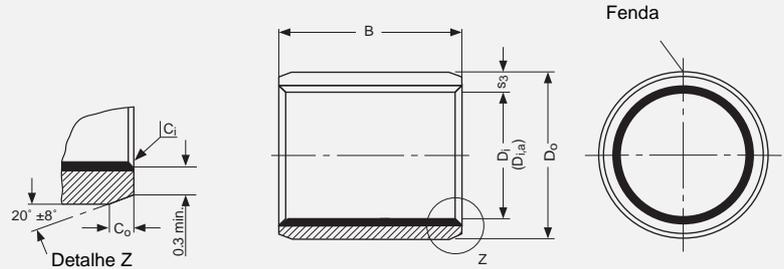
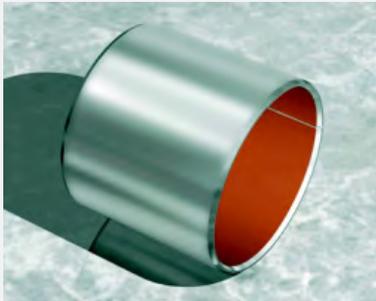
- zinco ISO 2081
- níquel ISO 1456
- cromo duro ISO 1456.

Caso a espessura especificada do revestimento exceda 5 μm , o diâmetro do alojamento deverá ser aumentado em duas vezes a espessura do revestimento, para não alterar o diâmetro interno da bucha após a montagem.

Quando houver a possibilidade de ataques eletrolíticos, devem ser realizados testes para garantir que todos os materiais nas proximidades do mancal são resistentes à corrosão e mutuamente compatíveis.

8 Produtos Padronizados

8.1 DP4 Buchas cilíndricas



Dimensões e Tolerâncias de acordo com a ISO 3547 e Especificações GGB

Todas as dimensões em mm

Chanfros externos C_o e internos C_i

Espessura de parede s_3	C_o (a)		C_i (b)
	usinados	laminados	
0,75	$0,5 \pm 0,3$	$0,5 \pm 0,3$	-0,1 a -0,4
1	$0,6 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,4$	-0,1 a -0,5
1,5	$0,6 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,4$	-0,1 a -0,5

Espessura de parede s_3	C_o (a)		C_i (b)
	usinados	laminados	
2	$1,2 \pm 0,4$	$1,0 \pm 0,4$	-0,1 a -0,7
2,5	$1,8 \pm 0,6$	$1,2 \pm 0,4$	-0,2 a -1,0

a = Chanfros C_o usinados ou laminados a critério do fabricante

b = C_i pode ser um raio ou um chanfro, de acordo com a ISO 13715

Código	Dimensões		Espessura da parede s_3	Largura B	\varnothing do eixo D_j [h6, f7, h8]	\varnothing do alojamento D_H [H6, H7]	\varnothing a bucha $D_{i,a}$ mont. num alojamento H6/H7	Folga C_D						
	D_i	D_o							max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	
0203DP4	2	3.5	0.750 0.730	3.25	h6	H6	2.048	0.054 0.000						
0205DP4				2.75					2.000	3.508	2.000			
0303DP4	3	4.5		5.25					3.000 2.994	4.508	3.048	0.056 0.000		
0305DP4				4.75									3.500	3.000
0306DP4				6.25									4.500	3.000
0403DP4				5.75									4.500	3.000
0404DP4	4	5.5		3.25					4.000 3.992	5.508	4.048	0.077 0.000		
0406DP4				2.75									5.500	4.000
0410DP4				4.25									5.500	4.000
0505DP4				3.75									5.500	4.000
0508DP4	5	7		6.25					4.990 4.978	7.015	5.055	0.083 0.003		
0510DP4				5.75									7.000	4.990
0604DP4			10.25	7.000	4.990									
0606DP4	6	8	9.75	5.990 5.978	8.015	6.055	0.083 0.003							
0608DP4			4.25					8.000	5.990					
0610DP4			3.75					8.000	5.990					
0705DP4			6.25					8.000	5.990					
0710DP4	7	9	5.25	6.987 6.972	9.015	7.055	0.083 0.003							
0710DP4			4.75					9.000	6.990					

8 Produtos Padronizados

Código	Dimensões		Espessura da parede S ₃	Largura B	Ø do eixo D _J [h6, f7, h8]		Ø do alojamento D _H [H6, H7]		Ø a bucha D _{i,a} mont. num alojamento H6/H7		Folga C _D
	D _i	D _o			max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	
0806DP4	8	10	1.005 0.980	6.25	7.987 7.972	f7	H7	10.015 10.000	8.055 7.990	0.083 0.003	
0808DP4				5.75							
0810DP4				8.25 7.75							
0812DP4				10.25 9.75							
1006DP4	10	12		6.25	9.987 9.972	f7	H7	12.018 12.000	10.058 9.990		0.086 0.003
1008DP4				5.75							
1010DP4				8.25 7.75							
1012DP4				10.25 9.75							
1015DP4				12.25 11.75							
1020DP4				15.25 14.75							
1208DP4	12	14		8.25 7.75	11.984 11.966	f7	H7	14.018 14.000	12.058 11.990		0.092 0.006
1210DP4				10.25 9.75							
1212DP4				12.25 11.75							
1215DP4				15.25 14.75							
1220DP4				20.25 19.75							
1225DP4				25.25 24.75							
1310DP4	13	15		10.25 9.75	12.984 12.966	f7	H7	15.018 15.000	13.058 12.990		0.092 0.006
1320DP4			20.25 19.75								
1405DP4	14	16	5.25 4.75	13.984 13.966	f7	H7	16.018 16.000	14.058 13.990	0.092 0.006		
1410DP4			10.25 9.75								
1412DP4			12.25 11.75								
1415DP4			15.25 14.75								
1420DP4			20.25 19.75								
1425DP4			25.25 24.75								
1510DP4	15	17	10.25 9.75	14.984 14.966	f7	H7	17.018 17.000	15.058 14.990	0.092 0.006		
1512DP4			12.25 11.75								
1515DP4			15.25 14.75								
1520DP4			20.25 19.75								
1525DP4			25.25 24.75								
1610DP4	16	18	10.25 9.75	15.984 15.966	f7	H7	18.018 18.000	16.058 15.990	0.092 0.006		
1612DP4			12.25 11.75								
1615DP4			15.25 14.75								
1620DP4			20.25 19.75								
1625DP4			25.25 24.75								
1720DP4			20.25 19.75								

Código	Dimensões		Espessura da parede s_3	Largura B	\emptyset do eixo D_J [h6, f7, h8]	\emptyset do alojamento D_H [H6, H7]	\emptyset a bucha $D_{i,a}$ mont. num alojamento H6/H7	Folga C_D
	D_i	D_o						
1810DP4	18	20	1.005 0.980	10.25	17.984 17.966	20.021 20.000	18.061 17.990	0.095 0.006
1815DP4				9.75				
1820DP4				15.25 14.75				
1825DP4				20.25 19.75				
2010DP4	20	23	1.505 1.475	10.25	19.980 19.959	23.021 23.000	20.071 19.990	0.112 0.010
2015DP4				9.75				
2020DP4				15.25 14.75				
2025DP4				20.25 19.75				
2030DP4	22	25	1.505 1.475	25.25 24.75	21.980 21.959	25.021 25.000	22.071 21.990	0.112 0.010
2215DP4				30.25 29.75				
2220DP4				15.25 14.75				
2225DP4				20.25 19.75				
2230DP4	24	27	1.505 1.475	25.25 24.75	23.980 23.959	27.021 27.000	24.071 23.990	0.112 0.010
2415DP4				30.25 29.75				
2420DP4				15.25 14.75				
2425DP4				20.25 19.75				
2430DP4	25	28	1.505 1.475	25.25 24.75	24.980 24.959	28.021 28.000	25.071 24.990	0.112 0.010
2515DP4				30.25 29.75				
2520DP4				15.25 14.75				
2525DP4				20.25 19.75				
2530DP4	28	32	2.005 1.970	50.25 49.75	27.980 27.959	32.025 32.000	28.085 27.990	0.126 0.010
2550DP4				30.25 29.75				
2815DP4				15.25 14.75				
2820DP4				20.25 19.75				
2825DP4	30	34	2.005 1.970	25.25 24.75	29.980 29.959	34.025 34.000	30.085 29.990	0.126 0.010
2830DP4				30.25 29.75				
3010DP4				10.25 9.75				
3015DP4				15.25 14.75				
3020DP4	32	36	2.005 1.970	20.25 19.75	31.975 31.950	36.025 36.000	32.085 31.990	0.135 0.015
3025DP4				25.25 24.75				
3030DP4				30.25 29.75				
3040DP4				40.25 39.75				
3220DP4	32	36	2.005 1.970	20.25 19.75	31.975 31.950	36.025 36.000	32.085 31.990	0.135 0.015
3230DP4				30.25 29.75				
3240DP4				40.25 39.75				

8 Produtos Padronizados

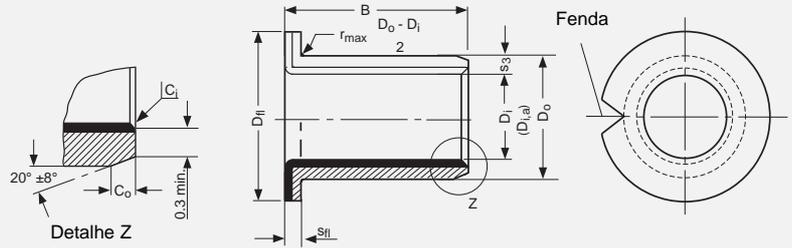
Código	Dimensões		Espessura da parede S ₃	Largura B	Ø do eixo D _J [h6, f7, h8]		Ø do alojamento D _H [H6, H7]	Ø a bucha D _{I,a} mont. num alojamento H6/H7	Folga C _D				
	D _i	D _o			max. min.	max. min.				max. min.	max. min.		
3520DP4	35	39	2.005 1.970	20.25	34.975 34.950	39.025 39.000	35.085 34.990	0.135 0.015					
3530DP4				19.75									
3535DP4				30.25									
3540DP4				29.75									
3550DP4				35.25									
3720DP4	37	41		34.75					36.975 36.950	41.025 41.000	37.085 36.990	0.135 0.015	
3720DP4				40.25									
4020DP4	40	44		2.505 2.460					39.75	44.975 44.950	50.025 50.000	45.105 44.990	0.155 0.015
4030DP4									40.25				
4040DP4									39.75				
4050DP4			50.25										
4520DP4			45		50	49.75	49.975 49.950	55.030 55.000	50.110 49.990				
4530DP4	20.25												
4540DP4	19.75												
4545DP4	30.25												
4550DP4	29.75												
5020DP4	50	55	40.25		54.970 54.940	60.030 60.000							
5030DP4			39.75										
5040DP4			50.25										
5050DP4			49.75										
5060DP4			60.25										
5520DP4	55	60	59.75	59.970 59.940			65.030 65.000	60.110 59.990	0.170 0.020				
5525DP4			20.25										
5530DP4			19.75										
5540DP4			25.25										
5550DP4			24.75										
5555DP4			30.25										
5560DP4			29.75										
6020DP4	60	65	40.25		70.25 69.75								
6030DP4			39.75										
6040DP4			50.25										
6050DP4			49.75										
6060DP4			60.25										
6070DP4			59.75										
6070DP4			69.75										

Código	Dimensões		Espessura da parede s ₃	Largura B	Ø do eixo D _J [h6, f7, h8]	Ø do alojamento D _H [H6, H7]		Ø a bucha D _{i,a} mont. num alojamento H6/H7	Folga C _D		
	D _i	D _o				max. min.	max. min.			max. min.	max. min.
6530DP4	65	70	2.505 2.460	30.25	f7	64.970 64.940	70.030 70.000	65.110 64.990	0.170 0.020		
6550DP4				29.75						50.25	
6570DP4				49.75						70.25	
7040DP4	70	75		40.25		69.970 69.940	75.030 75.000	70.110 69.990			
7050DP4				39.75						50.25	
7070DP4				49.75						70.25	
7560DP4	75	80		60.25		74.970 74.940	80.030 80.000	75.110 74.990			
7580DP4				59.75						80.25	
				79.75						79.75	
8040DP4	80	85		2.490 2.440		40.50	80.000 79.946	85.035 85.000		80.155 80.020	
8060DP4						39.50					60.50
8080DP4						59.50					80.50
80100DP4			79.50		100.50						
8530DP4	85	90	30.50		85.000 84.946	90.035 90.000	85.155 85.020				
8560DP4			29.50					60.50			
85100DP4			59.50					100.50			
9060DP4	90	95	60.50		90.000 89.946	95.035 95.000	90.155 90.020				
90100DP4			59.50					100.50			
			99.50					99.50			
9560DP4	95	100	60.50		95.000 94.946	100.035 100.000	95.155 95.020				
95100DP4			59.50					100.50			
			99.50					99.50			
10050DP4	100	105	50.50		100.000 99.946	105.035 105.000	100.155 100.020				
10060DP4			49.50					60.50			
100115DP4			59.50					115.50			
10560DP4	105	110	60.50		105.000 104.946	110.035 110.000	105.155 105.020				
105115DP4			59.50					115.50			
			114.50					114.50			
11060DP4	110	115	60.50		110.000 109.946	115.035 115.000	110.155 110.020				
110115DP4			59.50					115.50			
			114.50					114.50			
11550DP4	115	120	50.50		115.000 114.946	120.035 120.000	115.155 115.020				
11570DP4			49.50					70.50			
			69.50	69.50							
12050DP4	120	125	50.50	120.000 119.946	125.040 125.000	120.210 120.070					
12060DP4			49.50				60.50				
120100DP4			59.50				100.50				
125100DP4	125	130	99.50	125.000 124.937	130.040 130.000	125.210 125.070					
			100.50				100.50				
			99.50				99.50				
13060DP4	130	135	60.50	130.000 129.937	135.040 135.000	130.210 130.070					
130100DP4			59.50				100.50				
			99.50								

8 Produtos Padronizados

Código	Dimensões		Espessura da parede S ₃	Largura B	Ø do eixo D _J [h6, f7, h8]		Ø do alojamento D _H [H6, H7]		Ø a bucha D _{i,a} mont. num alojamento H6/H7	Folga C _D	
	D _i	D _o			max. min.	max. min.	max. min.	max. min.			max. min.
13560DP4	135	140	2.465 2.415	60.50	h8	135.000 134.937	140.040 140.000	135.210 135.070	0.273 0.070		
13580DP4				59.50						80.50 79.50	
14060DP4	140	145		60.50		140.000 139.937	145.040 145.000	140.210 140.070			
140100DP4				59.50						100.50 99.50	
15060DP4	150	155		60.50		150.000 149.937	155.040 155.000	150.210 150.070			
15080DP4				59.50						80.50 79.50	
150100DP4				100.50 99.50							
16080DP4				80.50 79.50							
160100DP4	160	165		100.50 99.50		160.000 159.937	165.040 165.000	160.210 160.070			
180100DP4				180						185	180.000 179.937
200100DP4	200	205		200.000 199.928		205.046 205.000	200.216 200.070				
210100DP4	210	215		100.50 99.50		210.000 209.928	215.046 215.000	210.216 210.070		0.288 0.070	
220100DP4	220	225				220.000 219.928	225.046 225.000	220.216 220.070			
250100DP4	250	255				250.000 249.928	255.052 255.000	250.222 250.070			0.294 0.070
300100DP4	300	305				300.000 299.919	305.052 305.000	300.222 300.070			

8.2 DP4 Buchas com flange



Dimensões e Tolerâncias de acordo com a ISO 3547 e Especificações GGB

Todas as dimensões em mm

Chanfros externos C_o e internos C_i

Espessura de parede s_3	C_o (a)		C_i (b)
	usinados	laminados	
0,75	$0,5 \pm 0,3$	$0,5 \pm 0,3$	-0,1 a -0,4
1	$0,6 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,4$	-0,1 a -0,5
1,5	$0,6 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,4$	-0,1 a -0,7

Espessura de parede s_3	C_o (a)		C_i (b)
	usinados	laminados	
2	$1,2 \pm 0,4$	$1,0 \pm 0,4$	-0,1 a -0,7
2,5	$1,8 \pm 0,6$	$1,2 \pm 0,4$	-0,2 a -1,0

a = Chanfros C_o usinados ou laminados a critério do fabricante

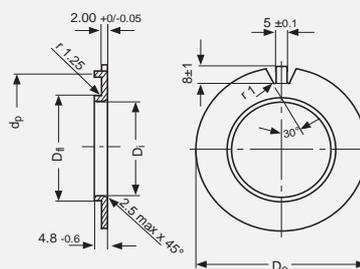
b = C_i pode ser um raio ou um chanfro, de acordo com a ISO 13715

Código	Dimensões		Espessura da parede s_3	Espessura do flange s_{fl}	\varnothing ext. do flange D_{fl}	Largura B	\varnothing do eixo D_J [h6, f7]		\varnothing do alojamento D_H [H6/H7]		\varnothing a bucha $D_{i,a}$ mont. num alojamento H6/H7	Folga C_D
	D_i	D_o					max. min.	max. min.	max. min.	max. min.		
BB0304DP4	3	4,5	0.750 0.730	0.80 0.70	7.5	4,25	h6	3.000 2.994	H6	4.508 4.500	3.048 3.000	0.054 0.000
BB0404DP4					9.5	4,25						
BB0505DP4	5	7			10.5	5,25				7.015 7.000	5.055 4.990	0.077 0.000
BB0604DP4					9.5	4,75						
BB0608DP4	6	8			12.5	4,25				8.015 8.000	6.055 5.990	0.077 0.000
BB0806DP4					11.5	8,25						
BB0808DP4	8	10			15.5	7,75				10.015 10.000	8.055 7.990	0.083 0.003
BB0810DP4					14.5	7,25						
BB1007DP4	10	12	1.005 0.980	1.05 0.80	18.5	7,25				12.018 12.000	10.058 9.990	0.086 0.003
BB1009DP4					17.5	6,75						
BB1012DP4	10	12			17.25	7,25						
BB1017DP4					16.75	6,75						
BB1207DP4	12	14			20.5	7,25				14.018 14.000	12.058 11.990	0.092 0.006
BB1209DP4					19.5	6,75						
BB1212DP4	12	14			17.25	9,25						
BB1217DP4					16.75	8,75						
BB1412DP4	14	16			22.5	12,25				16.018 16.000	14.058 13.990	
BB1417DP4					21.5	11,75						

8 Produtos Padronizados

Código	Dimensões		Espessura da parede s_3	Espessura do flange s_{fl}	\varnothing ext. do flange D_{fl}	Largura B	\varnothing do eixo D_J [h6, f7]	\varnothing do alojamento D_H [H6/H7]	\varnothing a bucha $D_{i,a}$ mont. num alojamento H6/H7	Folga C_D				
	D_i	D_o									max. min.	max. min.	max. min.	max. min.
BB1509DP4	15	17	1.005 0.980	1.05 0.80	23.5 22.5	9.25	14.984 14.966	17.018 17.000	15.058 14.990	0.092 0.006				
BB1512DP4						8.75								
BB1517DP4						12.25 11.75								
BB1612DP4	16	18			24.5 23.5	12.25	15.984 15.966	18.018 18.000			16.058 15.990			
BB1617DP4						11.75								
BB1812DP4						17.25 16.75								
BB1817DP4	18	20			26.5 25.5	12.25	17.984 17.966	20.021 20.000			18.061 17.990			
BB1822DP4						11.75								
BB2012DP4						17.25 16.75								
BB2017DP4	20	23			1.505 1.475	1.60 1.30	30.5 29.5	11.75			19.980 19.959	23.021 23.000	20.071 19.990	0.112 0.010
BB2022DP4								11.25						
BB2512DP4								16.75 16.25						
BB2517DP4	25	28	35.5 34.5	11.75			24.980 24.959	28.021 28.000	25.071 24.990					
BB2522DP4				11.25										
BB3016DP4				16.75 16.25										
BB3026DP4	30	34	42.5 41.5	21.75			29.980 29.959	34.025 34.000	30.085 29.990					
BB3516DP4				21.25										
BB3526DP4				11.75 11.25										
BB4016DP4	40	44	47.5 46.5	16.25			34.975 34.950	39.025 39.000	35.085 34.990					
BB4026DP4				15.75										
BB4516DP4				26.25 25.75										
BB4526DP4	45	50	58.5 57.5	16.25	44.975 44.950	50.025 50.000	45.105 44.990							
BB4516DP4				15.75										
BB4526DP4				26.25 25.75										

8.3 DP4 Anéis de encosto com flange



Todas as dimensões em mm

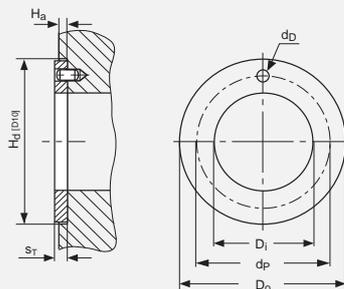
Código	Ø int. D _i	Ø-ext. D _o	Ø-ext. do flange D _{fl}	Ø do círculo do furo p/o pino d _p
	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.
BS40DP4	40,70	75,0	44,00	65,5
	40,20	74,5	43,90	64,5
BS50DP4	51,50	85,0	55,00	75,5
	51,00	84,5	54,88	74,5
BS60DP4	61,50	95,0	65,00	85,5
	61,00	94,5	64,88	84,5
BS70DP4	71,50	110,0	75,00	100,5
	71,00	109,5	74,88	99,5
BS80DP4	81,50	120,0	85,00	110,5
	81,00	119,5	84,86	109,5
BS90DP4	91,50	130,0	95,00	120,5
	91,00	129,5	94,86	119,5
BS100DP4	101,50	140,0	105,00	130,5
	101,00	139,5	104,86	129,5

Proteção contra Corrosão: os anéis serão fornecidos protegidos por uma fina camada de óleo.

Forma da Aba: os anéis são fornecidos com a aba sem dobra (plana). Quando for requisitado pelo cliente, a aba pode ser fornecida dobrada.

8 Produtos Padronizados

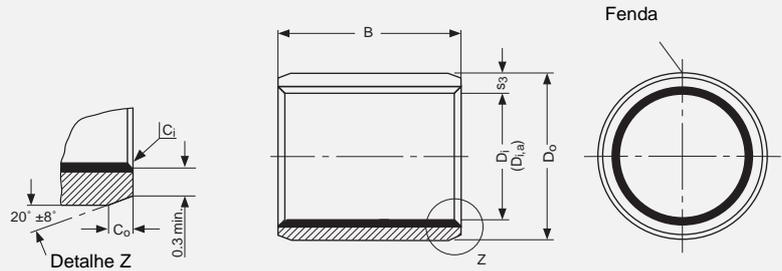
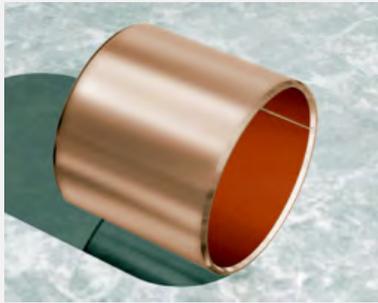
8.4 DP4 Anéis de encosto



Todas as dimensões em mm

Código	ø-int. Di		ø-ext. Do	Espessura sT	Furo de Fixação		Profundidade do recesso Ha
	min.	max.			max. min.	max. min.	
WC08DP4	10.00	10.25	20.00 19.75	1.50 1.45	sem furo	sem furo	1.20 0.95
WC10DP4	12.00	12.25	24.00 23.75		1.875 1.625	18.12 17.88	
WC12DP4	14.00	14.25	26.00 25.75		2.375 2.125	20.12 19.88	
WC14DP4	16.00	16.25	30.00 29.75			22.12 21.88	
WC16DP4	18.00	18.25	32.00 31.75		3.375 3.125	25.12 24.88	
WC18DP4	20.00	20.25	36.00 35.75			28.12 27.88	
WC20DP4	22.00	22.25	38.00 37.75		4.375 4.125	30.12 29.88	
WC22DP4	24.00	24.25	42.00 41.75			33.12 32.88	
WC24DP4	26.00	26.25	44.00 43.75		61.12 60.88	35.12 34.88	
WC25DP4	28.00	28.25	48.00 47.75			38.12 37.88	
WC30DP4	32.00	32.25	54.00 53.75		65.12 64.88	43.12 42.88	
WC35DP4	38.00	38.25	62.00 61.75			50.12 49.88	
WC40DP4	42.00	42.25	66.00 65.75		76.12 75.88	54.12 53.88	
WC45DP4	48.00	48.25	74.00 73.75			61.12 60.88	
WC50DP4	52.00	52.25	78.00 77.75	2.00 1.95	65.12 64.88	1.70 1.45	
WC60DP4	62.00	62.25	90.00 89.75		76.12 75.88		

8.5 DP4B Buchas cilíndricas



Dimensões e Tolerâncias de acordo com a ISO 3547 e Especificações GGB

Todas as dimensões em mm

Chanfros externos C_o e internos C_i

Espessura de parede s_3	C_o (a)		C_i (b)
	usinados	laminados	
0,75	$0,5 \pm 0,3$	$0,5 \pm 0,3$	-0,1 a -0,4
1	$0,6 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,4$	-0,1 a -0,5
1,5	$0,6 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,4$	-0,1 a -0,7

Espessura de parede s_3	C_o (a)		C_i (b)
	usinados	laminados	
2	$1,2 \pm 0,4$	$1,0 \pm 0,4$	-0,1 a -0,7
2,5	$1,8 \pm 0,6$	$1,2 \pm 0,4$	-0,2 a -1,0

a = Chanfros C_o usinados ou laminados a critério do fabricante

b = C_i pode ser um raio ou um chanfro, de acordo com a ISO 13715

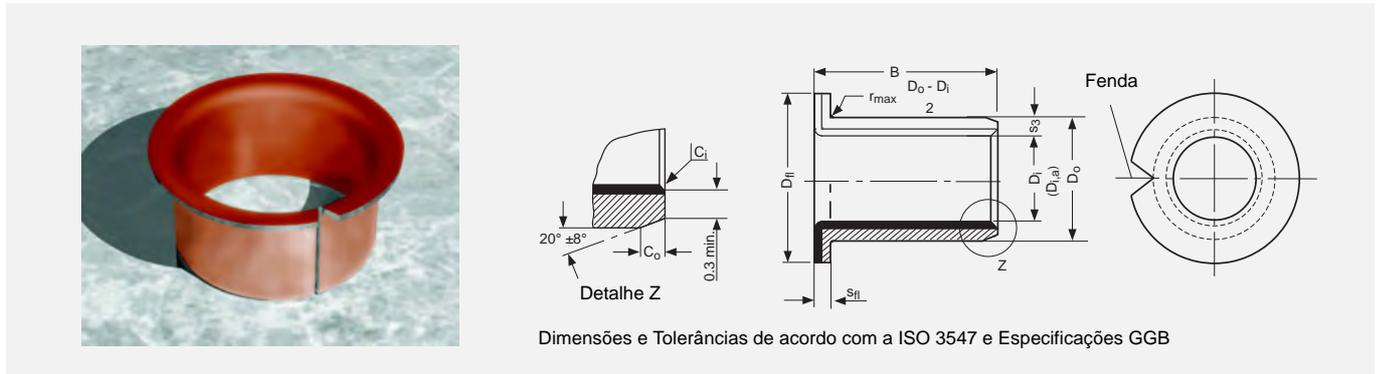
Código	Dimensões		Espessura da parede s_3	Largura B	\varnothing do eixo D_j [h6, f7, h8]	\varnothing do alojamento D_H [H6, H7]	\varnothing a bucha $D_{i,a}$ mont. num alojamento H6/H7	Folga C_D																			
	D_i	D_o							max. min.	max. min.	max. min.	max. min.															
0203DP4B	2	3.5	0.750 0.730	3.25	h6	H6	3.508 2.048	0.054 0.000																			
0205DP4B				2.75					2.000	3.500																	
0306DP4B	3	4.5		5.25					3.000	4.508	3.048																
				4.75					2.994	4.500	3.000																
0404DP4B	4	5.5		6.25					f7	H7	5.508 4.048	0.056 0.000															
				5.75									4.000	5.500	4.000												
0406DP4B	4	5.5		4.25									H6	H6	5.508 4.048	0.056 0.000											
				3.75													4.000	5.500	4.000								
0505DP4B	5	7		6.25													f7	H7	7.015 5.055	0.077 0.000							
				5.75																	4.990	7.000	4.990				
0510DP4B	5	7		10.25																	f7	H7	8.015 6.055	0.077 0.000			
				9.75																					4.978	7.000	4.990
0606DP4B	6	8	6.25	f7	H7	8.015 6.055	0.077 0.000																				
			5.75					5.990																	8.000	5.990	
0608DP4B	6	8	8.25					f7																	H7	10.015 8.055	0.083 0.003
			7.75																								
0610DP4B	6	8	10.25						f7	H7	10.015 8.055	0.083 0.003															
			9.75																								
0808DP4B	8	10	8.25										f7	H7	10.015 8.055	0.083 0.003											
			7.75																								
0810DP4B	8	10	10.25														f7	H7	12.018 10.058	0.086 0.003							
			9.75																								
0812DP4B	8	10	12.25																		f7	H7	12.018 10.058	0.086 0.003			
			11.75																								
1010DP4B	10	12	10.25	f7	H7	14.018 12.058	0.092 0.006																				
			9.75																								
1015DP4B	10	12	15.25					f7																	H7	14.018 12.058	0.092 0.006
			14.75																								
1208DP4B	12	14	8.25						f7	H7	14.018 12.058	0.092 0.006															
			7.75																								
1210DP4B	12	14	10.25										f7	H7	14.018 12.058	0.092 0.006											
			9.75																								
1212DP4B	12	14	12.25														f7	H7	14.018 12.058	0.092 0.006							
			11.75																								
1215DP4B	12	14	15.25																		f7	H7	14.018 12.058	0.092 0.006			
			14.75																								

8 Produtos Padronizados

Código	Dimensões		Espessura da parede s_3	Largura B	\emptyset do eixo D_J [h6, f7, h8]	\emptyset do alojamento D_H [H6, H7]	\emptyset a bucha $D_{i,a}$ mont. num alojamento H6/H7	Folga C_D					
	D_i	D_o							max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.
1410DP4B	14	16	1.005 0.980	10.25	13.984 13.966	16.018 16.000	14.058 13.990	0.092 0.006					
1415DP4B				9.75									
1420DP4B				15.25 14.75									
1515DP4B	15	17		20.25					14.984 14.966	17.018 17.000	15.058 14.990	0.092 0.006	
1525DP4B				19.75									
1615DP4B				15.25 14.75									
1625DP4B	16	18		25.25					15.984 15.966	18.018 18.000	16.058 15.990	0.092 0.006	
1820DP4B				24.75									
1825DP4B	18	20		15.25					17.984 17.966	20.021 20.000	18.061 17.990	0.095 0.006	
2015DP4B				14.75									
2020DP4B	20	23		1.505 1.475					20.25	19.980 19.959	23.021 23.000	20.071 19.990	0.112 0.010
2025DP4B									19.75				
2030DP4B			25.25										
2215DP4B			24.75										
2220DP4B			30.25										
2225DP4B	29.75												
2515DP4B	22	25	15.25		21.980 21.959	25.021 25.000	22.071 21.990	0.112 0.010					
2525DP4B			14.75										
2830DP4B			20.25										
3020DP4B	25	28	20.25		24.980 24.959	28.021 28.000	25.071 24.990	0.126 0.010					
3030DP4B			19.75										
3040DP4B			25.25										
3520DP4B	28	32	30.25	27.980 27.959	32.025 32.000	28.085 27.990	0.126 0.010						
3530DP4B			29.75										
4030DP4B			20.25										
4050DP4B	30	34	30.25	29.980 29.959	34.025 34.000	30.085 29.990	0.135 0.015						
4030DP4B			29.75										
4050DP4B			40.25										
4530DP4B	35	39	39.75	34.975 34.950	39.025 39.000	35.085 34.990	0.135 0.015						
4550DP4B			20.25										
5040DP4B			19.75										
5060DP4B	40	44	30.25	39.975 39.950	44.025 44.000	40.085 39.990	0.155 0.015						
5540DP4B			29.75										
6040DP4B			50.25										
6050DP4B	45	50	49.75	44.975 44.950	50.025 50.000	45.105 44.990	0.155 0.015						
6070DP4B			30.25										
6570DP4B			29.75										
6570DP4B	50	55	40.25	49.975 49.950	55.030 55.000	50.110 49.990	0.160 0.015						
6070DP4B			39.75										
6570DP4B			60.25										
6570DP4B	55	60	60.25	54.970 54.940	60.030 60.000	55.110 54.990	0.170 0.020						
6070DP4B			59.75										
6570DP4B			70.25										
6570DP4B	60	65	40.25	59.970 59.940	65.030 65.000	60.110 59.990	0.170 0.020						
6570DP4B			39.75										
6570DP4B			50.25										
6570DP4B	65	70	49.75	64.970 64.940	70.030 70.000	65.110 64.990	0.170 0.020						
6570DP4B			60.25										
6570DP4B			69.75										

Código	Dimensões		Espessura da parede s_3	Largura B	\varnothing do eixo D_J [h6, f7, h8]		\varnothing do alojamento D_H [H6, H7]		\varnothing a bucha $D_{i,a}$ mont. num alojamento H6/H7	Folga C_D			
	D_i	D_o	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.			
7050DP4B	70	75	2.505 2.460	50.25	f7	69.970 69.940	75.030 75.000	70.110 69.990	0.170 0.020				
7070DP4B				49.75						70.25	69.75		
7580DP4B	75	80		80.25		79.75		74.970 74.940		80.030 80.000	75.110 74.990		
8060DP4B				60.50		59.50		80.000 79.946		85.035 85.000	80.155 80.020		
80100DP4B	80	85	2.490 2.440	100.50	h8	85.000 84.946	90.035 90.000	85.155 85.020	0.209 0.020				
85100DP4B				99.50						100.50	99.50	90.000 89.946	95.035 95.000
9060DP4B	85	90		60.50						59.50	100.000 99.946	105.035 105.000	100.155 100.020
90100DP4B				100.50						99.50	110.000 109.946	110.035 110.000	105.155 105.020
95100DP4B	90	95		100.50						99.50	105.000 104.946	110.035 110.000	105.155 105.020
10060DP4B				60.50						59.50	110.000 109.946	115.035 115.000	110.155 110.020
100115DP4B	100	105		115.50		114.50	100.000 99.946	105.035 105.000		100.155 100.020			
105115DP4B				115.50		114.50	105.000 104.946	110.035 110.000		105.155 105.020			
110115DP4B	105	110		115.50		114.50	110.000 109.946	115.035 115.000		110.155 110.020			
110115DP4B				115.50		114.50	110.000 109.946	115.035 115.000		110.155 110.020			

8.6 DP4B Buchas com flange



Todas as dimensões em mm

Chanfros externos C_o e internos C_i

Espessura de parede s_3	C_o (a)		C_i (b)	Espessura de parede s_3	C_o (a)		C_i (b)
	usinados	laminados			usinados	laminados	
0,75	$0,5 \pm 0,3$	$0,5 \pm 0,3$	-0,1 a -0,4	2	$1,2 \pm 0,4$	$1,0 \pm 0,4$	-0,1 a -0,7
1	$0,6 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,4$	-0,1 a -0,5	2,5	$1,8 \pm 0,6$	$1,2 \pm 0,4$	-0,2 a -1,0
1,5	$0,6 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,4$	-0,1 a -0,7				

a = Chanfros C_o usinados ou laminados a critério do fabricante

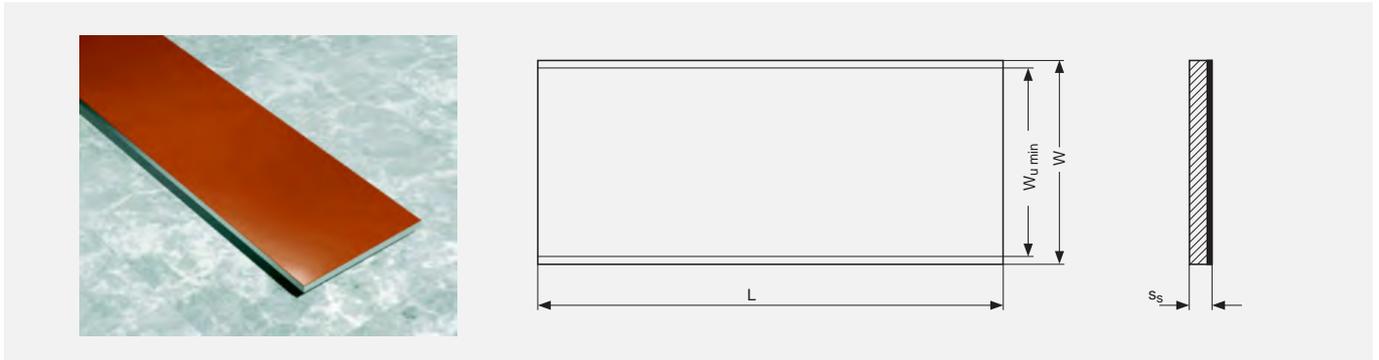
b = C_i pode ser um raio ou um chanfro, de acordo com a ISO 13715

Código	Dimensões		Espessura da parede s_3	Espessura do flange s_{fl}	\varnothing ext. do flange D_{fl}	Largura B	\varnothing do eixo D_J [h6, f7]		\varnothing do alojamento D_H [H6/H7]		\varnothing a bucha $D_{i,a}$ mont. num alojamento H6/H7	Folga C_D
	D_i	D_o	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	
BB0304DP4B	3	4.5	0.750	0.80	7.50	4.25	h6	3.000	H6	4.508	3.048	0.054
BB0404DP4B			0.730	0.70	6.50			2.994		4.500	3.000	0.000
BB0404DP4B	4	5.5	0.730	0.70	9.50	3.75	h6	4.000	H6	5.508	4.048	0.056
BB0404DP4B					8.50			3.992		4.500	4.000	0.000
BB0505DP4B	5	7	1.005	1.05	10.50	5.25	f7	4.990	H7	7.015	5.055	0.077
BB0505DP4B			0.980	0.80	9.50			4.978		7.000	4.990	0.000

8 Produtos Padronizados

Código	Dimensões		Espessura da parede S_3	Espessura do flange S_{fl}	\varnothing ext. do flange D_{fl}	Largura B	\varnothing do eixo D_J [h6, f7]	\varnothing do alojamento D_H [H6/H7]	\varnothing a bucha $D_{i,a}$ num alojamento H6/H7	Folga C_D					
	D_i	D_o									max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.
BB0604DP4B	6	8	1.005 0.980	1.05 0.80	12.50	4.25	f7	H7	6.055 5.990	0.077 0.000					
BB0608DP4B					11.50	3.75									
BB0806DP4B	8	10			15.50	5.75					7.987	8.015			
BB0810DP4B					14.50	5.25					7.972	10.000	8.055 7.990	0.083 0.000	
BB1007DP4B	10	12			18.50	7.25					9.987	12.018	10.058 9.990	0.086 0.003	
BB1012DP4B					17.50	6.75					9.972	12.000			
BB1207DP4B	12	14			20.50	7.25					11.984 11.966	14.018 14.000	12.058 11.990	0.092 0.006	
BB1209DP4B					19.50	6.75									8.75
BB1212DP4B					12.25 11.75	11.75									
BB1417DP4B	14	16			22.50	17.25					13.984	16.018	14.05		
BB1512DP4B					21.50	16.75					13.966	16.000	13.990		
BB1517DP4B	15	17			23.50	12.25					14.984 14.966	17.018 17.000	15.058 14.990		
BB1517DP4B					22.50	11.75									
BB1612DP4B	16	18			24.50	12.25					15.984 15.966	18.018 18.000	16.058 15.990		
BB1617DP4B					23.50	11.75									
BB1812DP4B					12.25 11.75	11.75									
BB1822DP4B	18	20			26.50	12.25					17.984 17.966	20.021 20.000	18.061 17.990		0.095 0.006
BB1822DP4B					25.50	21.75									
BB2012DP4B	20	23	30.50	11.75	19.980 19.959	23.021 23.000	20.071 19.990	0.112 0.010							
BB2017DP4B			29.50	11.25											
BB2512DP4B	25	28	35.50	16.75	24.980 24.959	28.021 28.000	25.071 24.990								
BB2522DP4B			34.50	16.25											
BB3016DP4B	30	34	42.50	11.75	29.980 29.959	34.025 34.000	30.085 29.990								
BB3026DP4B			41.50	15.75											
BB3526DP4B	35	39	47.50	16.25	34.975 34.950	39.025 39.000	35.085 34.990	0.135 0.015							
BB3526DP4B			46.50	25.75											
BB4026DP4B	40	44	53.50	26.25	39.975 39.950	44.025 44.000	40.085 39.990	0.135 0.015							
BB4026DP4B			52.50	25.75											
BB4526DP4B	45	50	58.50	26.25	44.975 44.950	50.025 50.000	45.105 44.990	0.155 0.015							
BB4526DP4B			2.505 2.460	2.60 2.30					57.50	25.75					

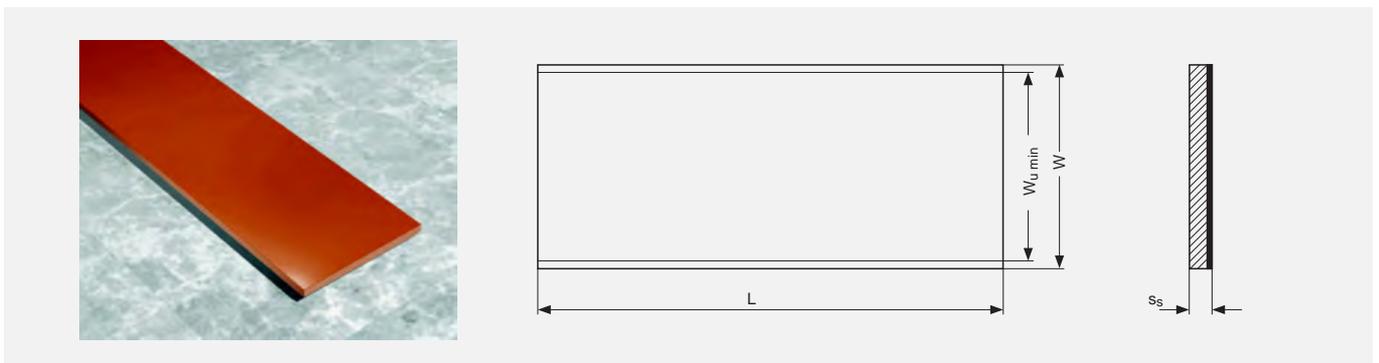
8.7 DP4 Placas de deslizamento



Todas as dimensões em mm

Código	Comprimento L	Largura total W	Largura útil $W_{U \min}$	Espesura s_s
	max. min.			max. min.
S07190DP4	503 500	200	190	0.74
S10190DP4				0.70
S15190DP4				1.01
S20190DP4				0.97
S25240DP4		254	240	1.52
				1.48
				1.98
				1.94
				2.46
				2.42

8.8 DP4B Placas de deslizamento



Todas as dimensões em mm

Código	Comprimento L	Largura total W	Largura útil $W_{U \min}$	Espesura s_s
	max. min.			max. min.
S07085DP4B	503 500	95	85	0.74
S10180DP4B		195	180	0.70
S15180DP4B				1.01
S20180DP4B				0.97
S25180DP4B				1.52
				1.48
				1.98
				1.94
				2.46
				2.42

9 Inspeção

9.1 Medição de Buchas

Antes de serem instaladas no alojamento, as buchas não têm uma forma estável e a fenda fica aberta. Depois da instalação, sua forma se ajusta àquela do alojamento e a fenda fica perfeitamente fechada.

Teste A da ISO 3547 Parte 2

Medir o diâmetro externo com um dispositivo de inspeção, cujos blocos de medição inicialmente são calibrados através de um mandril de calibração, com diâmetro $d_{ch,1}$. Depois da calibração dos blocos, o diâmetro externo da bucha é medido indiretamente através da variação de "z".

Teste A da ISO 3547 Parte 2 na 2015 DP4	
\varnothing_i dos blocos de medição e do mandril de calibração $d_{ch,1}$	23,062 mm
Carga para o teste F_{ch}	4500 N
Limites para Δz	0 e -0,065 mm
Diâmetro ext. da bucha D_o	23,035 a 23,075 mm

Tabela 18: Teste A da ISO 3547 Parte 2

Teste B (alternativa para o Teste A)

Medir o diâmetro externo com anéis PASSA e NÃO PASSA.

Teste C

Para medir o diâmetro interno $D_{i,a}$ de uma bucha DP4 montada no alojamento, a bucha deverá ser prensada num anel calibrado, cujo diâmetro nominal corresponde à dimensão especificada na Tabela 6 da ISO 3547 Parte 1.

Por isso não é possível medir com precisão os diâmetros externo e interno de uma bucha, sem que a mesma seja colocada num dispositivo especial.

Os métodos de inspeção são definidos pelas normas ISO 3547 Parte 1 - 7.

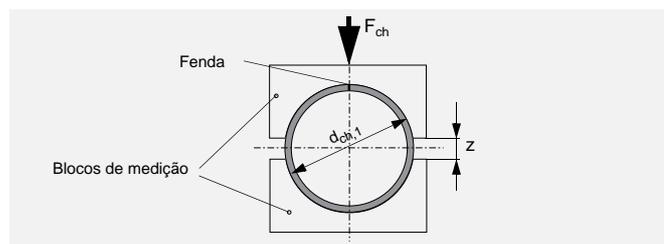


Fig. 40: Teste A, Desenho esquemático

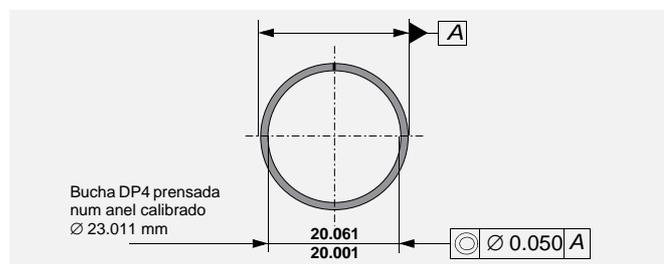


Fig. 41: Teste C, Desenho esquemático (Exemplo $D_i = 20$ mm)

Medição da Espessura da Parede (alternativa para o Teste C)

A espessura da parede deverá ser medida em uma, duas ou três posições axiais, de acordo com as dimensões do mancal.

B [mm]	X [mm]	Número de posições para a medição
≤ 15	B/2	1
$> 15 \leq 50$	4	2
$> 50 \leq 90$	6 e B/2	3
> 90	8 e B/2	3

Tabela 19: Posições para a medição da espessura da parede

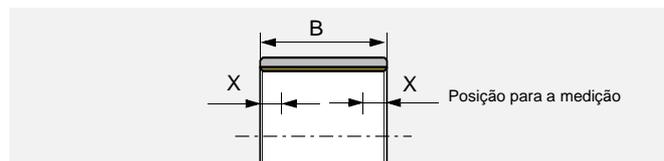


Fig. 42: Posições para a medição da espessura da parede

Teste D

Medir o diâmetro externo com uma trena de precisão, para $D_i > 120$ mm.

10 Dados para o projeto

Empresa:

Projeto:

Aplicação:

Data:

Projeto Existente Projeto Novo

Quantidade Anual

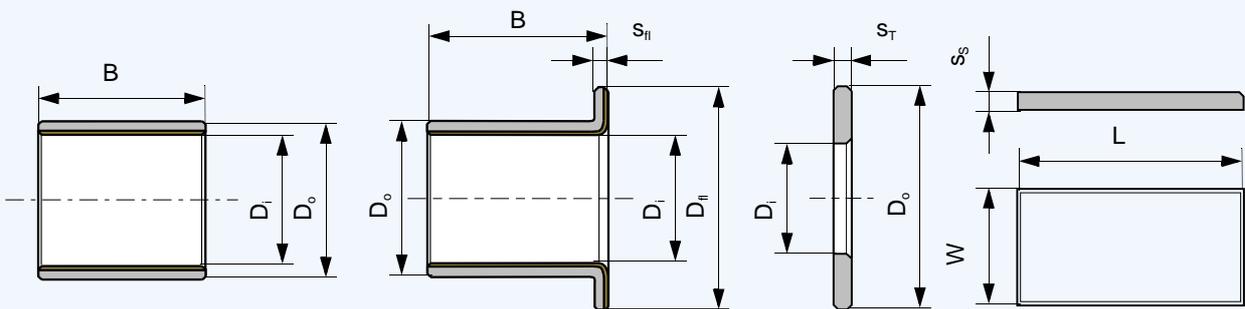
Nome:

Tel.:

Fax:

Email:

Desenho anexo SI NO



Bucha cilíndrica
 Bucha com Flange
 Anel de Encosto
 Placa de Deslizamento
 Peça Especial (Croquis)

Carga Estática
 Carga Dinâmica
 Movimento Giratório
 Movimento Oscilatório
 Movimento Linear

Dimensões em mm

Diâmetro Interno	D_i	<input type="text"/>
Diâmetro Externo	D_o	<input type="text"/>
Largura	B	<input type="text"/>
Diâmetro do Flange	D_{fi}	<input type="text"/>
Espessura do Flange	s_{fi}	<input type="text"/>
Comprimento da Placa	L	<input type="text"/>
Largura da Placa	W	<input type="text"/>
Espessura da Placa	s_s	<input type="text"/>

Carga

Carga radial	F [N]	<input type="text"/>
Carga axial	F [N]	<input type="text"/>

Movimento

Velocidade de rotação	n [1/min]	<input type="text"/>
Velocidade de deslizamento	v [m/s]	<input type="text"/>
Curso	L_s [mm]	<input type="text"/>
Ciclos por minuto	[1/min]	<input type="text"/>
Deslocamento angular	ϕ [°]	<input type="text"/>
Frequência	n_{osc} [1/min]	<input type="text"/>

Horas de operação por dia

Operação contínua	[h]	<input type="text"/>
Operação intermitente	[h]	<input type="text"/>

Dimensões e Tolerâncias

Alojamento do mancal (\emptyset , tolerância)	D_H	<input type="text"/>
Eixo (\emptyset , tolerância)	D_J	<input type="text"/>

Contramaterial

Material	<input type="text"/>
Dureza	HB/HRC <input type="text"/>
Rugosidade	R_a [μm] <input type="text"/>

Condições ambientais

Temperatura ambiente	T_{amb}	<input type="text"/>
Temperatura - min/max	T_{min}/T_{max}	<input type="text"/>

Material do alojamento

Alojamento com boa dissipação térmica

Alojamento com pouca dissipação térmica

Operação a seco Operação lubrificação

Se graxa, especifique e anexe ficha técnica

Se óleo, especifique e anexe ficha técnica

- Salpico de óleo

- Banho de óleo

- Circuito de óleo

Vida útil

Vida útil requerida L_H [h]

Notas

Informação do Produto

A GGB assegura, que os produtos aqui descritos não têm defeitos de material e/ou de fabricação. Os detalhes descritos neste documento são disponibilizados para auxiliar na escolha do material para uma determinada condição de uso. Eles foram desenvolvidos através de nossas pesquisas, assim como de outras publicações disponíveis. Eles não representam qualquer garantia das propriedades por si sós.

A não ser que expressamente declarado por escrito, a GGB não garante que os produtos descritos são utilizados para qualquer propósito ou aplicações específicas. A GGB não assume qualquer responsabilidade por perdas, danos ou custos, quaisquer que sejam, que possam decorrer direta ou indiretamente da utilização de seus produtos.

Os termos e as condições de venda e entrega da GGB, inclusos como parte integral das cotações, estoque e lista de preços, aplicam-se absolutamente a todos os negócios conduzidos pela GGB. Cópias podem ser disponibilizadas quando solicitadas.

Os produtos da GGB estão sob constante desenvolvimento. A GGB se reserva o direito de fazer emendas nas especificações ou melhorias nos dados técnicos, sem aviso prévio.

Edição 2008 (Esta edição substitui todas as edições anteriores, que, portanto, estão canceladas).

Declaração de índices de chumbo dos produtos GGB / conformidade com a lei da UE

Desde 1º de julho de 2006 ficou proibido, sob a diretiva 2002/95/EC (limitação de uso de determinadas substâncias perigosas em equipamentos eletro-eletrônicos; diretiva ROHS) comercializar produtos que contenham em sua composição, mercúrio, cádmio, cromo hexavalente, bifenóis polibromados (PBB) e os éteres difenílicos polibromados (PBDE). Certas aplicações, listadas em anexo, são exceções da diretiva ROHS. O valor máximo de concentração permitido para cádmio é de 0,01% em massa de material homogêneo e de 0,1% em massa de material homogêneo, para chumbo, mercúrio, cromo hexavalente, PBB e PBDE.

De acordo com a diretiva 2003/53/EC para fim da vida útil de veículos, desde 1º de julho de 2003 ficou proibida a comercialização de materiais e componentes que contenham chumbo, mercúrio, cádmio ou cromo hexavalente. Devido uma medida provisória, casquilhos e buchas com chumbo poderiam continuar sendo comercializados até 1º de julho de 2008. A medida provisória não foi renovada e, portanto, expirou em 1º de julho de 2008. Passou-se, então, a tolerar a concentração máxima até 0,1% em massa de material homogêneo, para chumbo, cromo hexavalente e mercúrio.

Todos os produtos GGB neste catálogo, com exceção do DU, DUB, DB, SY e SP, satisfazem esses requisitos das diretrizes 2002/95/EC (Diretiva ROHS) e 2000/53/EC (Diretiva para Fim da Vida Útil de Veículos).

Todos os produtos fabricados pela GGB também estão de acordo com a regulamentação REACH (EC) No. 1 907/2006 de 18 de dezembro de 2006.

Riscos à saúde - Aviso

Fabricação

A temperaturas até 250 °C o politetrafluoretileno (PTFE), presente na camada de deslizamento dos mancais DP4, é uma substância completamente inerte. Mesmo nas raras ocasiões nas quais os mancais DP4 são perfurados ou usinados, não há nenhum risco à saúde durante estas operações.

A temperaturas mais altas porém, pequenas quantidades de vapores tóxicos podem ser produzidos e a inalação direta destes pode causar um ligeiro efeito, com sintomas semelhantes aos da gripe, que somente se manifesta após algumas horas e que passa sem deixar sequelas, depois de 24 a 48 horas.

Tais vapores podem se formar, quando partículas de PTFE entram em contato com a brasa de um cigarro. Por isso deve ser proibido fumar nos locais, em que os mancais DP4 forem usinados.

DP4™, DP4B™, DX®, DX®10 with DuraStrong™ technology, DS™ e HX™ são marcas registradas da GGB.

Visite-nos na internet:
www.ggbearings.com

