

MachLine®: para as suas máquinas-ferramentas, a solução por excelência

machline®



425 450 475 0.010
0.008
0.006
0.004
0.002
0.000
-0.002
-0.004
-0.006
-0.008
-0.010
-0.005
-0.004
-0.003
-0.002
-0.001
0.000
0.001
0.002
0.003
0.004
0.005
0.006
0.007
0.008
0.009
0.010

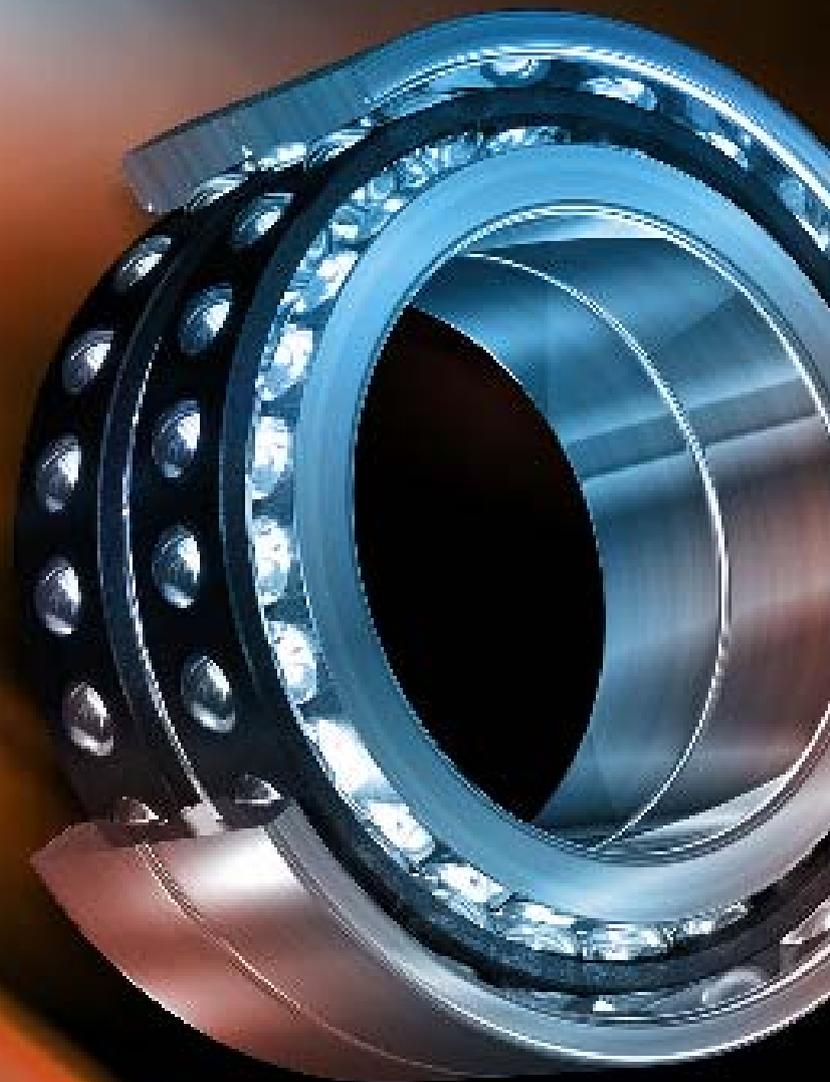


Industry





**A excelência a serviço das
suas máquinas-ferramentas**



Matchline[®]

Índice



Tudo sobre a MachLine®

4 > 10

- > MachLine vence todo desafio da máquina-ferramenta 6
- > Pesquisa & Desenvolvimento 7
- > A linha 8-10



Generalidades técnicas

11 > 36

- > Pré-carga, definição dos símbolos 12-14
- > Rigidez, deflexão axial 15
- > Influência de uma carga axial externa 16
- > Fator de correção de velocidade 17
- > Cálculo do eixo 18-24
- > Lubrificação 25-27
- > Guia dos produtos 28-29
- > Rolamentos de esferas de cerâmica (CH) 30-31
- > Rolamentos alta velocidade (ML) 32
- > Rolamentos vedados (MLE) 33
- > Rolamentos HNS (N) 34
- > Exemplos de montagem 35-36



Linha MachLine®

37 > 60

- > Símbolos, marcação e embalagem 38-39
- > MachLine: as linhas 40-51
- > Porcas de precisão autobloqueadoras 52-54
- > Síntese das linhas 55
- > Tolerâncias e classes de precisão 56-60

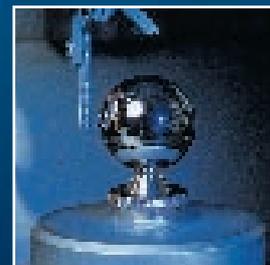


Manutenção e serviços

61 > 68

- > Estocagem 62
- > Montagem 63-66
- > Análise vibratória 67
- > Perícia, treinamento 68

Precisão, velocidade, exigência: tanto na terra como no ar



Parceiros de projetos tão ambiciosos quanto o Ariane 5 ou o Airbus A380, os engenheiros da SNR enfrentam, há uns quarenta anos, desafios técnicos estimulantes, porém de grande exigência. Toda a competência foi mobilizada para atender necessidades de cargas draconianas e especificidades de velocidade e temperatura fora do comum. Esta experiência do “fora da norma”, a SNR disponibiliza hoje, configurando nas suas máquinas-ferramentas o melhor das suas habilidades. Frutos desta cultura de fabricante, os rolamentos MachLine foram “programados” para garantir uma precisão, desempenhos e uma vida útil excepcionais.



A SNR é parte da história dos rolamentos... e construtora do seu futuro

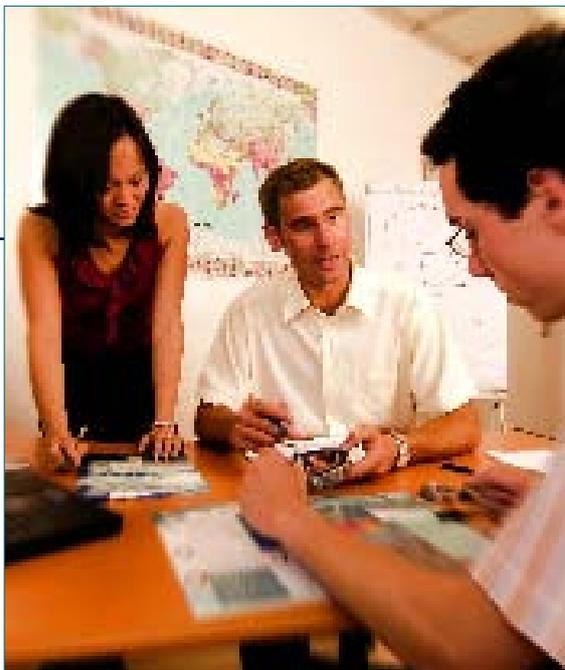
Empresa importante no cenário europeu e mundial, a SNR permaneceu sempre fiel ao seu papel de criadora e fabricante. Este domínio sobre os processos se faz acompanhar por uma presença comercial em mais de 200 países.

Mas o nome da SNR também está estreitamente associado ao desenvolvimento da mecatrônica, de que foi uma das pioneiras, desenvolvendo um centro de competências específicas, visando acompanhar os clientes dos seus três grandes mercados: o automobilístico, o aeronáutico e o industrial.



A precisão nasce da organização

Os rolamentos de altíssima precisão como MachLine são projetados, fabricados e testados na divisão aeronáutica, cuja organização é inteiramente ditada pela obrigatoriedade de “não avaria”.



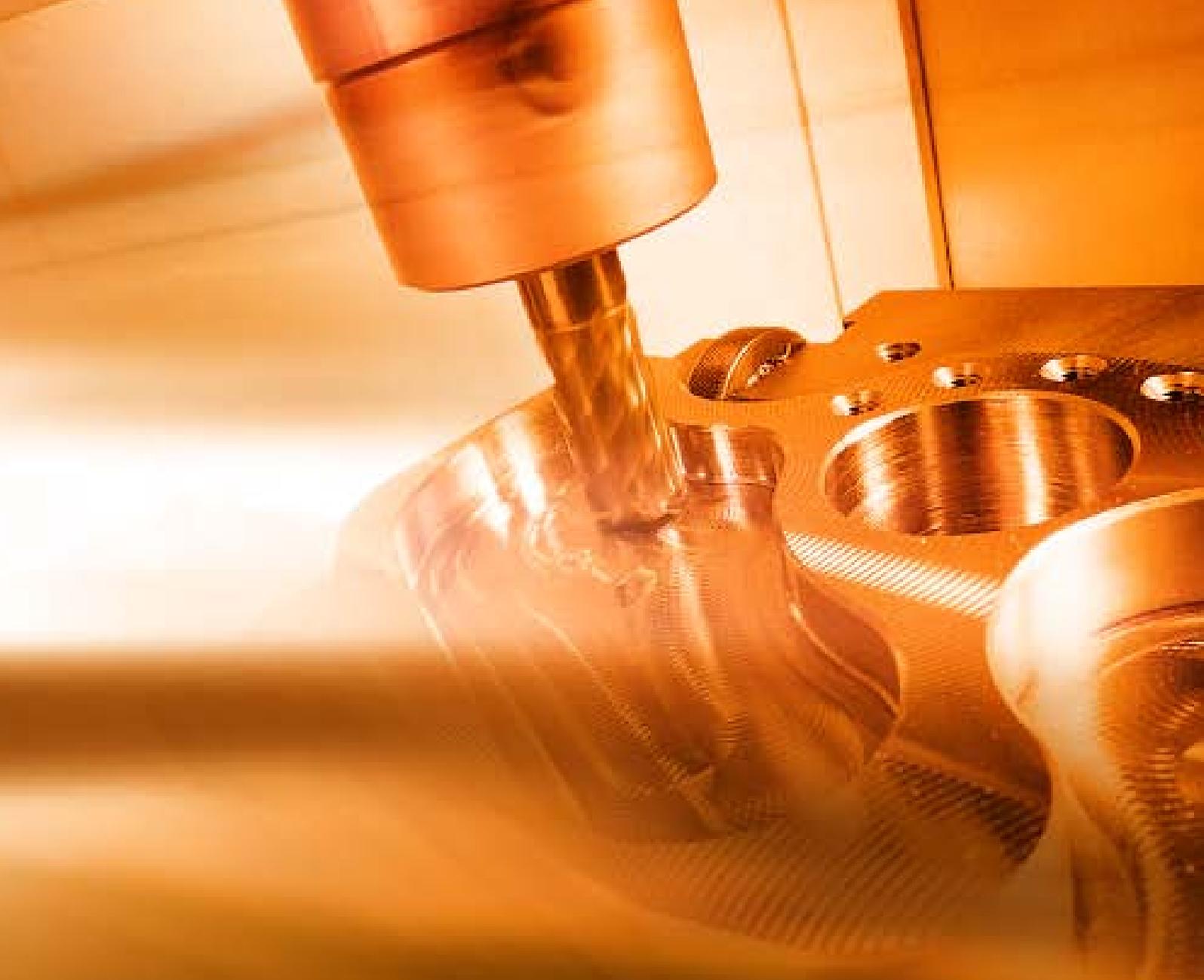
Qualidade: os rolamentos mais seguros... e mais limpos

Os rolamentos MachLine atendem as normas mais rigorosas em questões de qualidade de fabricação e de proteção ambiental: certificados ISO 9001-V2000, EN 9100, ISO 14001.



machline





Tudo sobre a **MachLine**[®]

Como foram levadas em conta as especificidades da máquina-ferramenta, como o P&D da SNR atendeu a elas, que famílias de produtos compõem a linha MachLine, quais são suas características gerais? Estas perguntas são respondidas nas páginas a seguir...

- MachLine vence todo desafio da máquina-ferramenta 6
- Pesquisa e Desenvolvimento 7
- A linha 8-10

MachLine® vence todo desafio da máquina-ferramenta

Sempre mais rápidos, mais limpos, mais duráveis: os rolamentos têm que se adaptar às realidades da usinagem de hoje: usinagem grande velocidade, redução dos tempos ociosos, maior rigidez, vedação integrada...

As máquinas exibem desempenhos cada vez mais elevados, em um contexto em que a produtividade e o respeito ambiental devem andar lado a lado. Em todos estes aspectos, a linha MachLine apresenta respostas de grande precisão.

| O desafio da credibilidade

Para não ter que optar entre velocidade de usinagem e capacidade de carga, a linha MachLine oferece todo um leque de novas referências de conceito inovador, complementados com uma oferta de porcas de precisão autobloqueadoras. Elas vêm enriquecer as linhas “standards” de alta precisão, sempre disponíveis e em exposição neste catálogo:

- MachLine Alta Precisão: Standard
- MachLine ML: Alta Velocidade
- MachLine CH: Híbrido
- MachLine MLE: Vedado
- MachLine N: HNS
- Porcas de precisão autobloqueadoras

| O desafio da velocidade

Tempo de usinagem é dinheiro. Quanto mais rápido trabalha a máquina, mais ela é produtiva. Para atingir este objetivo, os rolamentos têm que suportar altíssimas velocidades: a linha ML foi projetada com esta perspectiva.

| O desafio da simplicidade

Ao suprimir a lubrificação periódica, a tarefa do usuário fica simplificada: a linha MLE, vedada, dispõe de uma lubrificação perene.

Desempenho aumentado com as esferas cerâmicas:

- ↗ x3** vida útil
- ↗ +30%** de velocidade
- ↗ +10%** de rigidez

Todos os rolamentos da linha MachLine são fabricados com excentricidade de rotação de precisão ISO2 (Precisão P4S).



| P&D da SNR: o desempenho a serviço da máquina-ferramenta

Para a MachLine, a SNR levou a sua pesquisa a todos os setores que contribuem para o desempenho, dos materiais à geometria, até as funções complementares dos rolamentos.

- O aço:

Se as avarias devidas ao aço são extremamente raras nos rolamentos MachLine, deve-se a que a SNR domina completamente os seus abastecimentos e a rastreabilidade dos seus produtos em todas as partes do mundo. É o que garante a limpeza inclusionária muito alta, certeza da durabilidade do rolamento.

- Lubrificação e vedação:

LubSolid, solução adotada para determinadas aplicações industriais, é uma das lubrificações “perenes” aperfeiçoadas pela SNR. Para a MachLine é um dos eixos da pesquisa da SNR: tolera as altas velocidades, melhora a vedação e, assim, protege o ambiente mecânico.



Esferas de tamanho médio, garantindo melhor compromisso entre velocidade máxima e capacidade de carga.



Nova embalagem disponível em 2006

- A simulação das avarias:

Neste setor, a SNR dispõe de um centro de testes muito eficiente, além de uma longa experiência. MachLine passou por uma longa bateria de testes, por inúmeras simulações e uma análise vibratória aprofundada.

- Pesquisa de instrumentação dos rolamentos:

Como a microeletrônica, o magnetismo e os softwares envolvidos condicionam o futuro da máquina-ferramenta, P&D da SNR estudam as evoluções mecatrônicas dos produtos MachLine.

- A participação na pesquisa fundamental e aplicada:

MachLine desfruta, tal como as demais linhas da SNR, de uma participação ativa da empresa nos Programas Europeus de Pesquisa, em colaboração com as maiores aciarias mundiais e as grandes universidades.

2,2 milhões N.Dm: as altíssimas velocidades são atingidas com a linha ML.

machline



MachLine®: um universo de soluções



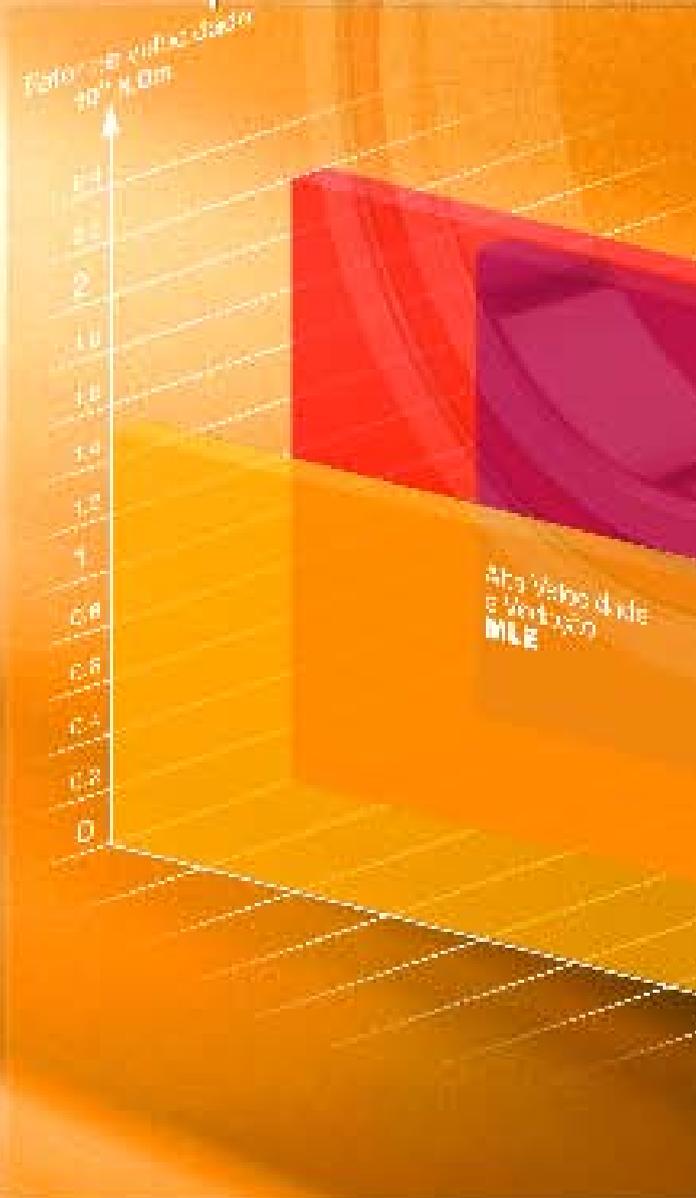
ALTA PRECISÃO

- Séries SNR 71900V e 7000V, com um excelente compromisso entre as performances de velocidade, rigidez, capacidade e precisão.
- Série 7200G1, projetada especialmente para atender as especificações estabelecidas pela aplicação com presença de fortes cargas de predominância axial.
- Variantes em função do ângulo de contato (C para 15° e H para 25°) e da pré-carga (fraca, média ou forte).



HÍBRIDOS, DE ESFERAS CERÂMICA, CH

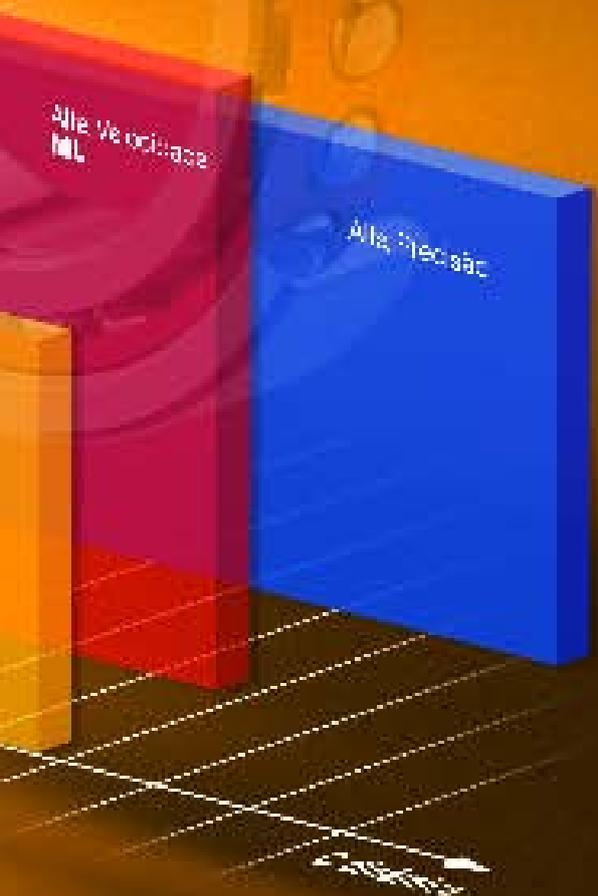
- Variante possível para todas as linhas, todas as séries e todas as dimensões, com esferas de Nitreto de Silício, e anéis de aço, combinando, assim, as melhores qualidades dos dois materiais.
- Nível térmico reduzido e velocidade limite aumentada. Redução das exigências de lubrificação com relação a um rolamento "inteiramente de aço".
- Rigidez e vida útil nitidamente aumentadas.



Padrão de fabricação:

Qualquer que seja o tipo de aplicação de uma máquina-ferramenta, há uma solução MachLine própria, perfeitamente adaptada.

Margens de uso das linhas MachLine para um rolamento de mesmo diâmetro de furo de centragem



Precisão de fabricação 4S como standard (ISO 2 para todas as características dinâmicas de rotação e ISO 4 para os outros).



ALTA VELOCIDADE ML

Velocidade + 30 %

- Família composta pelas séries 71900 e 7000, projetada e desenvolvida pela SNR para atender as exigências cada vez mais rigorosas da mecanização de alta velocidade.
- Geometria adaptada: redução do diâmetro das esferas, aumento do número de esferas e otimização do guia da gaiola sobre o anel externo.
- Diversas variantes em função do ângulo de contato (C para 17° e H para 25°) e da pré-carga.



ALTA VELOCIDADE E VEDAÇÃO MLE

Vedação sem contato

- Quando, em um eixo, não é indispensável instalar um circuito de lubrificação a óleo, e a lubrificação com graxa é suficiente, a SNR apresenta uma solução bem adaptada em níveis técnicos e economicamente vantajosa, com o uso, na montagem, de rolamentos da família MLE, composta das séries 71900 e 7000.
- Juntas de nitrilo fixadas sobre o anel externo, sem contato com o anel interno, o que permite manter a mesma velocidade limite como em um rolamento aberto lubrificado com graxa.
- Variantes em função do ângulo de contato (C para 17° e H para 25°) e da pré-carga.

MachLine





MachLine®: um universo de soluções

| Rolamentos HNS: N

Produto oriundo das competências na área aeronáutica da SNR, este rolamento para máquina-ferramenta exhibe desempenhos notáveis:

- Aumento da velocidade de rotação,
- Melhor resistência à fadiga,
- Maior credibilidade em caso de más condições de lubrificação,
- Aumento da vida útil,
- Resistência à corrosão.

Características:

- Rolamentos de aço inoxidável martensítico ao nitrogênio (utilizado na aeronáutica).
- Anéis de XD15N.
- Esferas de cerâmica.



| Porcas de precisão autobloqueadoras

Disponível nas versões estreita ou larga, 2 ou 4 insertos de bloqueios a escolher, aperto por orifícios cegos ou buracos, a linha SNR de porcas de precisão autobloqueadoras cobre a totalidade das necessidades do mercado.

Estes produtos são indispensáveis:

- para todas as montagens de rolamentos de precisão,
- quando é preciso garantir ao mesmo tempo a pré-carga de um conjunto de rolamentos e sua manutenção.
- em caso de esforços axiais significativos.



Generalidades

técnicas

Cada aplicação tem as suas exigências de velocidade e de carga, demandando um determinado tipo de geometria, de material ou de lubrificação. Os nossos engenheiros nos passam, nas próximas páginas, as informações necessárias para otimizar a escolha dos seus rolamentos e controlar a montagem.

• Pré-carga, definição dos símbolos	12-14
• Rigidez, deflexão axial	15
• Influência de uma carga axial externa	16
• Fator de correção de velocidade	17
• Cálculo do eixo	18-24
• Lubrificação	25-27
• Guia dos produtos	28-29
• Rolamentos de esferas de cerâmica (CH)	30-31
• Rolamentos alta velocidade (ML)	32
• Rolamentos vedados (MLE)	33
• Rolamentos HNS (N)	34
• Exemplos de montagem	35-36

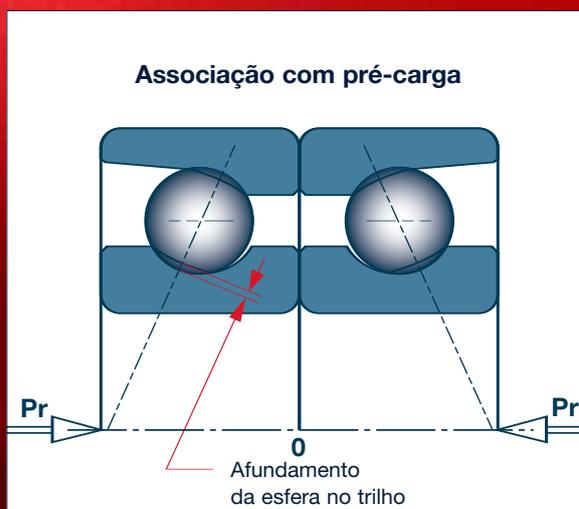
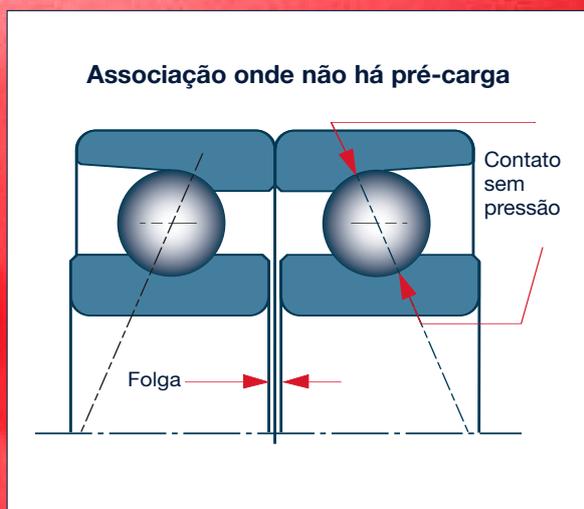


Pré-carga: uma influência direta na aplicação

| Pré-carga e colocação em pré-carga

A pré-carga é uma característica importante da associação: é ela que proporciona uma rigidez definida e controlada. Exerce também uma influência direta sobre o nível de carregamento e de velocidade de rotação admissíveis.

A colocação em pré-carga de uma associação consiste em aplicar de maneira permanente um esforço axial por aperto nas faces dos rolamentos da associação. Este esforço por sua vez vai provocar uma deformação elástica entre trilhos e esferas e gerar, entre estes componentes, uma pressão de contato.



Exemplo: associação 7014HVDBJ84

Folga: 0,012 mm

Pré-carga: $Pr = 1100 \text{ N}$

Afundamento: 0,0025 mm

Pressão de contato:

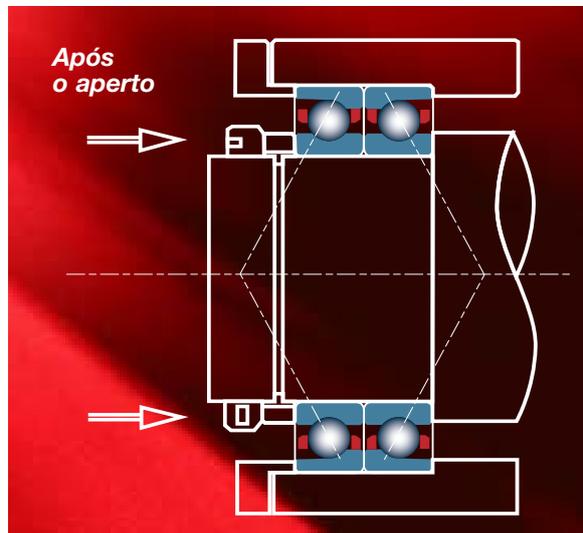
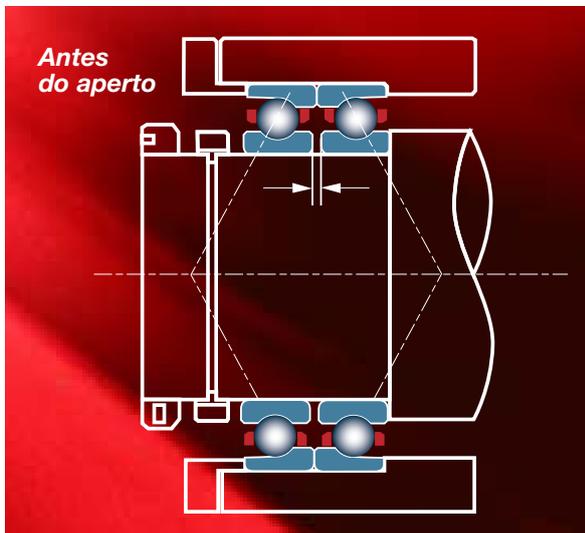
- anel interno: 960 N/mm^2

- anel externo: 840 N/mm^2

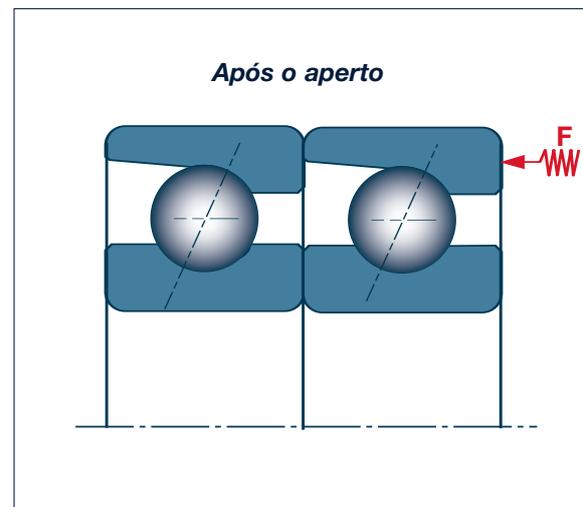
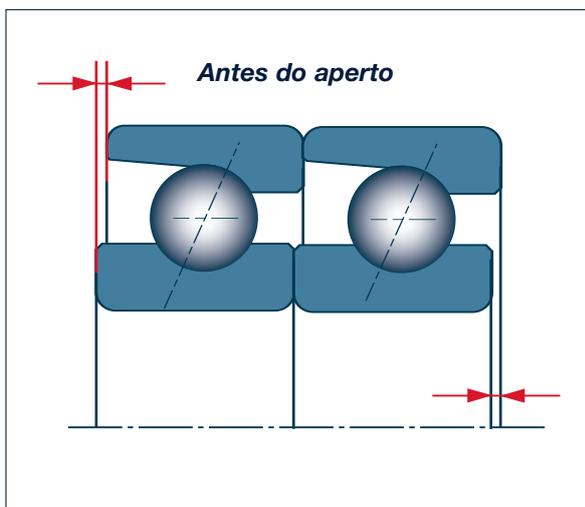
O esforço axial é chamado de pré-carga (Pr)

Dois métodos de aplicação

Colocação em pré-carga por aperto nas faces dos rolamentos de uma associação



Colocação em pré-carga por molas calibradas



Definição dos símbolos

P_r	Pré-carga	P	Carga dinâmica equivalente
a	Distância entre os 2 espaçadores (μm)	C	Carga dinâmica de base
K	Constante de afundamento ($\mu\text{m} (\text{daN})^{-2/3}$)	P_0	Carga estática equivalente
P_{r_i}	Pré-carga inicial (daN)	C_0	Carga estática de base
P_{r_s}	Pré-carga desejada (daN)	N	Velocidade de rotação (rpm)
PE	Pré-carga de equilíbrio de uma associação	L_{10}	Vida útil nominal (h)
CD	Carga de descolamento	f_s	Fator de segurança
F_a	Carga axial	L_{na}	Vida útil corrigida (h)
F_r	Carga radial	$N.Dm$	Fator de velocidade



Pré-carga: parâmetros que não podem ser omitidos

Níveis de pré-carga

A SNR definiu 3 níveis de pré-carga correspondentes, cada uma, a um nível de pressão de contato adaptado às condições de funcionamento:

- **Pré-carga leve (código 7):**
Aplicações de grandes velocidades e carga fraca.
- **Pré-carga média (código 8):**
Melhor compromisso entre velocidade e carga.
- **Pré-carga forte (código 9):**
Aplicações de fortes cargas e velocidade reduzida.
- Para atender as necessidades específicas de otimização do funcionamento de um eixo, a SNR pode fabricar **pré-cargas específicas, mediante pedido (código X)**.

Quando é necessária uma pré-carga específica, ela pode ser obtida a partir de rolamentos com pré-carga standard, montados com espaçadores de comprimentos diferentes.

A fórmula a seguir possibilita calcular o afastamento necessário entre dois espaçadores para modificar a pré-carga da associação de rolamentos:

$$a = 2K(Pr_i^{2/3} - Pr_s^{2/3})$$

- a Diferença de comprimento entre os 2 espaçadores (µm)
- K Constante de afundamento (vide página 44)
- Pr_i Pré-carga inicial (daN)
- Pr_s Pré-carga desejada (daN)

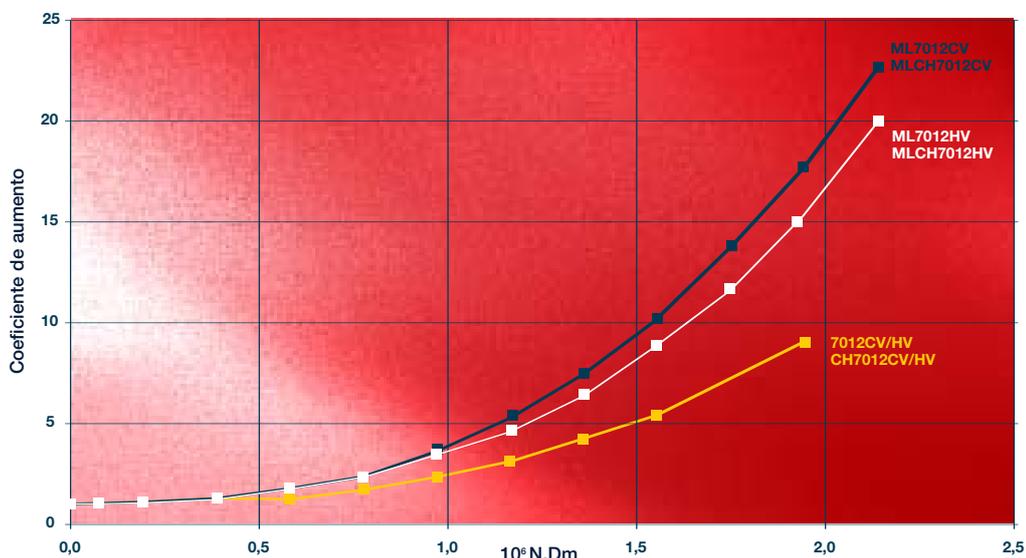
Ver também a página 15, deflexão axial de um rolamento de esferas de contato oblíquo.

Fatores que influenciam a pré-carga

Os fatores a seguir podem exercer uma influência sobre o valor de pré-carga:

- **A interferência de montagem** (ajustes),
- **A velocidade de rotação,**
- **A temperatura,** eventualmente associada aos materiais do eixo e do alojamento,
- **A geometria das peças circundantes.**

É conveniente não negligenciar estes parâmetros durante o projeto de um eixo. Para obter informações complementares, o departamento de engenharia da SNR está à sua disposição, para lhe proporcionar toda a sua excelência neste setor.



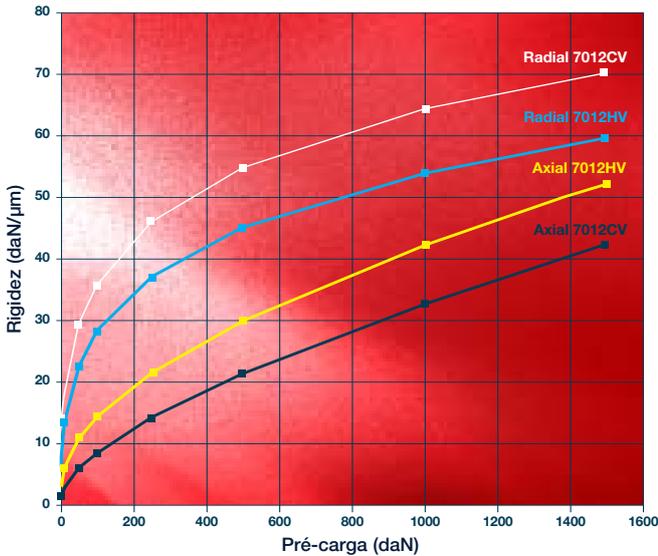
Coeficiente de aumento da pré-carga em função da velocidade de rotação: comparativo entre os rolamentos 7012 e ML7012, versões de esferas aço ou cerâmica



Rigidez em função da pré-carga

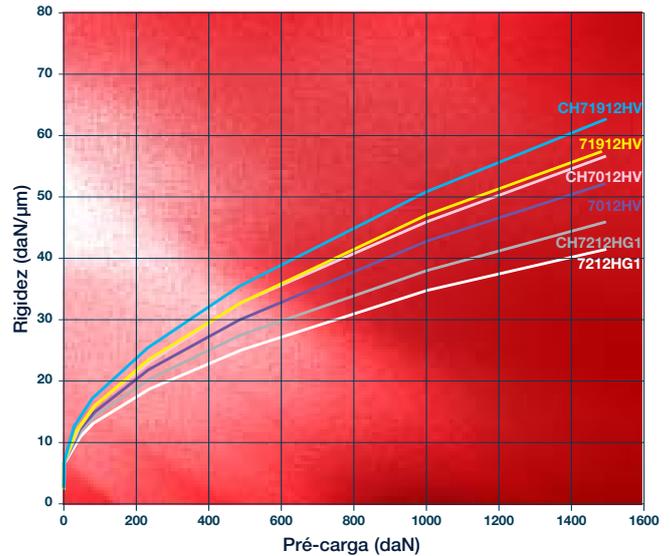
Rigidez em função da pré-carga

Exemplo de um rolamento 7012 montado em DB



A rigidez é dada pela pré-carga. Quando a pré-carga aumenta, a rigidez também aumenta, de maneira não linear.

Comparação de rigidez em função das séries



Deflexão axial de um rolamento de esferas de contato oblíquo

Quando um rolamento é submetido a uma carga axial **Fa em daN**, um dos seus anéis se desloca axialmente com relação ao outro, em um valor δa : $\delta a = K (F a)^{2/3}$

K é a constante de afundamento axial própria de cada rolamento, seu valor é dado na planilha das pré-cargas (cf. página 44).

Aplicação da pré-carga:

Tomemos o exemplo de uma associação Q16, com uma pré-carga **Pr** por rolamentos. Subsistirá, entre os anéis internos dos rolamentos 2 e 3, um interstício **2δ** antes da aplicação da pré-carga.

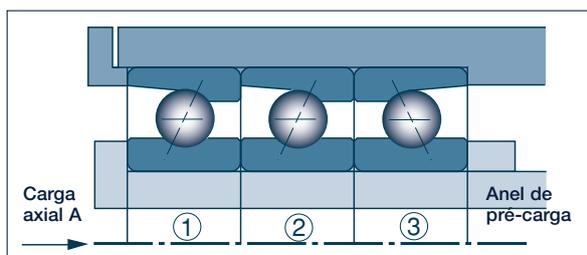
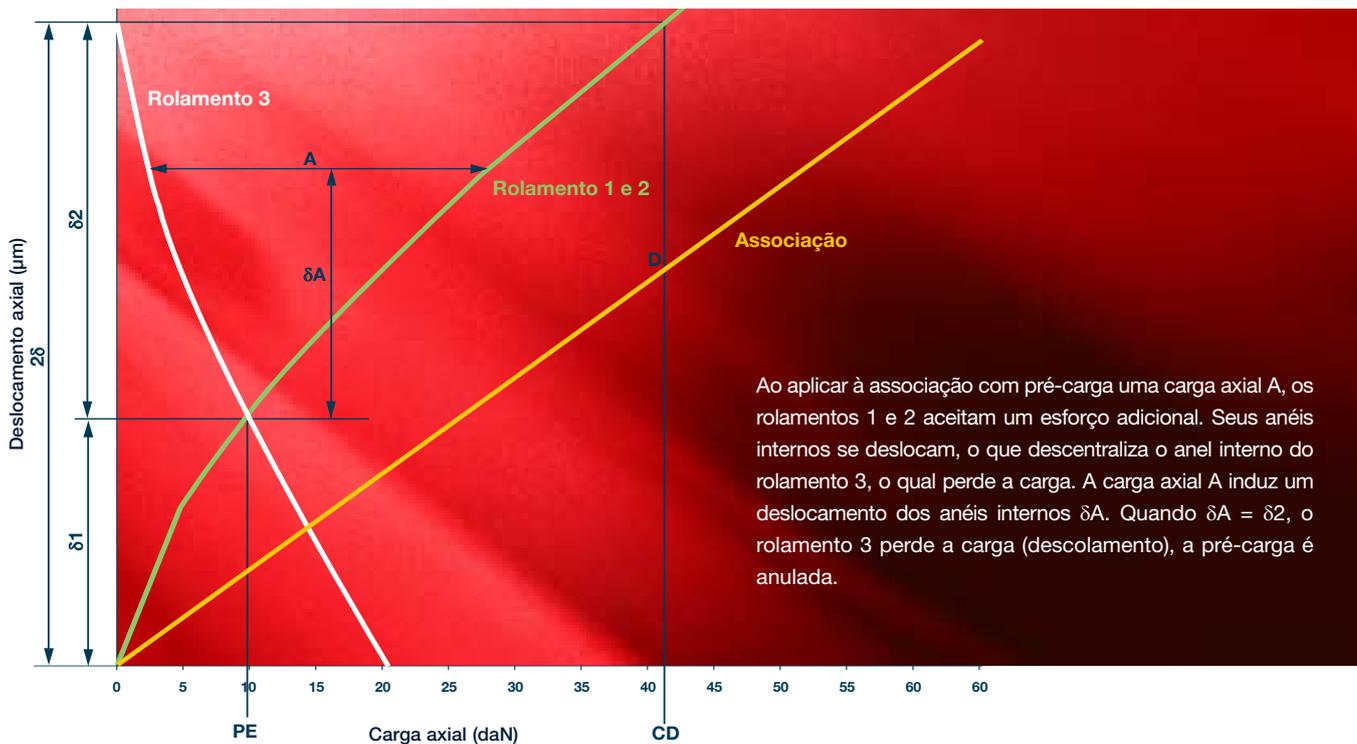
$$2\delta = 2K(Pr)^{2/3}$$

Ao apertarmos os anéis internos, anulando o interstício **2δ**, o deslocamento decorrente está ilustrado no gráfico ao lado. A pré-carga de equilíbrio da associação é equivalente a **PE** quando a folga **2δ** é anulada.



Influência de uma carga axial externa

| Curva de deflexão axial de uma associação Q16



Valores característicos da pré-carga de equilíbrio PE e da carga de descolamento CD

| Características

- **Deslocamento axial:** Até a anulação da pré-carga, ele é igual a $\delta 2$. Na primeira abordagem, é definido pelo OD direito. Além do ponto D, a curva é a dos rolamentos que suportam a carga axial A: rolamentos 1 e 2 no exemplo acima.
- **Rigidez axial:** Até a anulação da pré-carga, a rigidez média é igual a $CD/\delta 2$.
- **Carga de descolamento CD:** É a carga axial que provoca o descarregamento do rolamentos ou rolamentos em oposição: rolamento 3 no exemplo acima.

Associação	PE	CD
DB - DF	Pr	2.83 Pr
Q16	1.36 Pr	5.66 Pr
Q21	2 Pr	5.66 Pr

Pr: Pré-carga

Os nossos engenheiros estão aptos a comunicar as curvas características de uma associação, mediante pedido. Os valores de rigidez axial e radial dos rolamentos submetidos a pré-carga encontram-se definidos na página 44.

Fatores de correção de velocidade

Nenhum rolamento pode girar além de uma certa velocidade, denominada velocidade limite. A velocidade limite de um rolamento depende da sua definição, do modo de lubrificação e do nível térmico tolerado nesta velocidade. Se um destes parâmetros é modificado, a velocidade limite também muda.

Em função da associação

Quando os rolamentos são associados, é conveniente corrigir a velocidade limite do rolamento sozinho, em função da associação e da pré-carga.

A velocidade limite do rolamento está definida na página 41. Para os rolamentos MachLine híbridos, deve-se aumentar este valor em 30% (cf. página 31).

Em função da pré-carga

A pré-carga é escolhida entre os três níveis propostos: leve - média - forte. O nível a ser adotado depende da velocidade máxima do eixo, da rigidez que se quer e da carga de descolamento.

Correção de velocidade*

Quando as escolhas precedentes tiverem sido feitas, é importante certificar-se de que permitem atingir a velocidade máxima desejada do eixo.

* Este fator é dado a título indicativo para ajudar no dimensionamento. Se um eixo for levado a funcionar de maneira contínua, próximo à sua velocidade limite, será necessário verificar o nível térmico atingido e se certificar de que seja compatível com a precisão requerida.

Para obter outros tipos de associação, entre em contato com a SNR.

Associação	Pré-carga		
	Leve	Média	Forte
DT	0.90	0.80	0.65
DB	0.80	0.70	0.55
DF	0.75	0.65	0.40
Q16	0.70	0.60	0.35
Q21	0.65	0.55	0.30

Todo desvio com relação às tolerâncias geométricas necessárias penaliza a velocidade máxima de uma associação e, assim, o bom funcionamento do eixo.

machline





Cálculo do eixo: método de cálculo simplificado

| Pré-dimensionamento dos mancais

Deve ser verificado e otimizado, seja pelo método de cálculo simplificado e/ou corrigido pela vida útil dos rolamentos, seja através de um software de cálculo adaptado a este tipo de aplicação.

| Vida útil necessária

A vida útil dos mancais de um eixo está ligada à perda de precisão de usinagem (observância rigorosa das medições, vibrações) ou a um aquecimento anormal.

Esta perda de precisão se deve à degradação superficial das pistas de rolamento e das esferas devido ao desgaste, poluição, oxidação ou degradação do lubrificante (óleo ou graxa).

A vida útil correspondente não pode ser calculada de maneira direta. O único cálculo possível é o da duração L_{10} ligada à fadiga do material. A experiência demonstra que, para ter um eixo dimensionado de maneira conveniente, a vida útil L_{10} deve ser da ordem de 20 000 horas.

| Método de cálculo simplificado

O método mais simples, recomendado pela **norma ISO 281**, possibilita calcular a vida útil nominal atingida por 90% dos rolamentos que trabalham sob carga dinâmica.

O método de cálculo simplificado, aqui ao lado, fundamenta-se na fadiga do material como causa avaria.

| Carga dinâmica equivalente

Os esforços de corte e de arrasto devem ser decompostos em cada mancal pelos métodos normais da mecânica.

- **Carga axial:** Deve ser dividida de maneira uniforme em cada rolamento que suporta esta carga. Se “m” rolamentos suportam esta carga:

$$F_a = A / m$$

A = esforço axial aplicado ao mancal.

- **Cálculo da carga dinâmica equivalente**

$$P = X Fr + Y Fa$$

Os coeficientes **X** e **Y** estão descritos na planilha ao lado. Para defini-los, é preciso calcular a relação **Fa/Co** e, em seguida, determinar **e** e calcular **Fa/Fr** e compará-lo a **e**.

Co é a carga radial estática de base.

Se a carga imposta variar entre os diversos tipos de usinagem, a carga radial equivalente ponderada calculada é a seguint:

$$P = (t_1 P_1^3 + t_2 P_2^3 + \dots + t_i P_i^3)^{1/3}$$

t_i = índice de utilização

P_i = carga equivalente correspondente

- **Carga radial:** Deve ser dividida de maneira uniforme em cada rolamento do mancal. Se existem “n” rolamentos no mancal, a carga radial aplicada a cada rolamento será igual a:

$$Fr = R / n^{0,9}$$

R = esforço radial aplicado ao mancal

	Fa/Co	e	Fa/Fr ≤ e		Fa/Fr > e	
			X	Y	X	Y
15°	0.015	0.38	1	0	0.44	1.47
	0.029	0.40	1	0	0.44	1.40
	0.058	0.43	1	0	0.44	1.30
	0.087	0.46	1	0	0.44	1.23
	0.12	0.47	1	0	0.44	1.19
	0.17	0.50	1	0	0.44	1.12
	0.29	0.55	1	0	0.44	1.02
	0.44	0.56	1	0	0.44	1.00
	0.58	0.56	1	0	0.44	1.00
25°	-	0.68	1	0	0.41	0.87

| Vida útil nominal

Duração em horas: $L_{10} = (C/P)^3 \cdot 10^6 / 60N$

C: carga de base dinâmica (cf. página 41)

Co: carga radial estática de base (cf. página 41)

N: velocidade de rotação da anel giratório em rpm

O cálculo da vida útil dos rolamentos do eixo é restabelecido segundo o cálculo de vida útil do rolamento de maior carga.

machline





Cálculo do eixo: método de cálculo simplificado e corrigido

| Carga estática equivalente

Na eventualidade de um rolamento ser submetido a cargas estáticas combinadas, é necessário calcular a carga estática equivalente e compará-la com a capacidade de carga estática do rolamento.

- Cálculo da carga estática equivalente:

$$P_o = X_o F_r + Y_o F_a$$

Os coeficientes X_o e Y_o encontram-se definidos na planilha ao lado. Para defini-los, é preciso calcular a relação F_a/F_r .

A capacidade de carga estática do rolamento é uma indicação: em hipótese alguma é um limite rigoroso que não possa ser ultrapassado. Seria útil levá-la em consideração para avaliar, por exemplo, a influência de cargas pontuais, como aquelas que são criadas pelos sistemas de desbloqueio de ferramenta ou de avanço de barra.

	F_a/F_r	X_o	Y_o
15°	≤ 1.09	1	0
	> 1.09	0.50	0.46
25°	≤ 1.31	1	0
	> 1.31	0.50	0.38

- Capacidade estática de base de um rolamento

Co: Foi definida pela norma ISO 76 como a carga radial que cria, no nível de contato (corpo rolante e caminho) de maior carga uma pressão de Hertz de 4200 Mpa.

$$\text{Fator de segurança: } f_s = i \cdot C_o / P_o$$

i : Número de rolamentos
 C_o : Carga estática de base do rolamento
 P_o : Carga estática equivalente

Os valores iniciais mínimos para o fator de segurança f_s :

- 2.5 a 3 no caso geral dos eixos
- 1 a 1.5 no caso de um esforço axial de curta duração.

| Método de cálculo corrigido

A norma ISO 281 define uma fórmula de vida útil nominal corrigida L_{na} que é transcrita, em função da duração nominal de base L_{10} : $L_{na} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_{10}$

- Coeficiente a_1

Coeficiente de correção para confiabilidade diferente de 90%.

É dado na planilha abaixo:

Duração	Confiabilidade	Probabilidade de avaria	a_1
L_{10}	90%	10	1.00
L_5	95%	5	0.62
L_4	96%	4	0.53
L_3	97%	3	0.44
L_2	98%	2	0.33
L_1	99%	1	0.21

- Coeficiente a_2

Coeficiente de correção em função do material utilizado e da geometria interna.

Para determinadas aplicações, um rolamento pode ser fabricado a partir de um aço especial, diferente do aço convencional, ou ter uma geometria interna não standard. Estas opções implicam em uma vida útil bem superior a do rolamento standard. Neste caso, um coeficiente a_2 superior a 1 é aplicado, cujo valor é função dos resultados experimentais obtidos pelo centro de pesquisas e testes da SNR.

Material	a_2
100Cr6	1
XD15N	2.8

- Coeficiente a_3

Coeficiente de correção segundo as condições de funcionamento: poluição, lubrificação, temperatura...

Deve-se notar que os coeficientes a_2 e a_3 não são independentes.

- Coeficiente a_{3pol}

O tipo de poluição pode reduzir a vida útil segundo o seu tipo e o nível de carga dos corpos rolantes.

Na maioria dos casos, o funcionamento de um rolamento de eixo se dá em condições de limpeza máxima: o coeficiente a_{3pol} é então igual a 1.

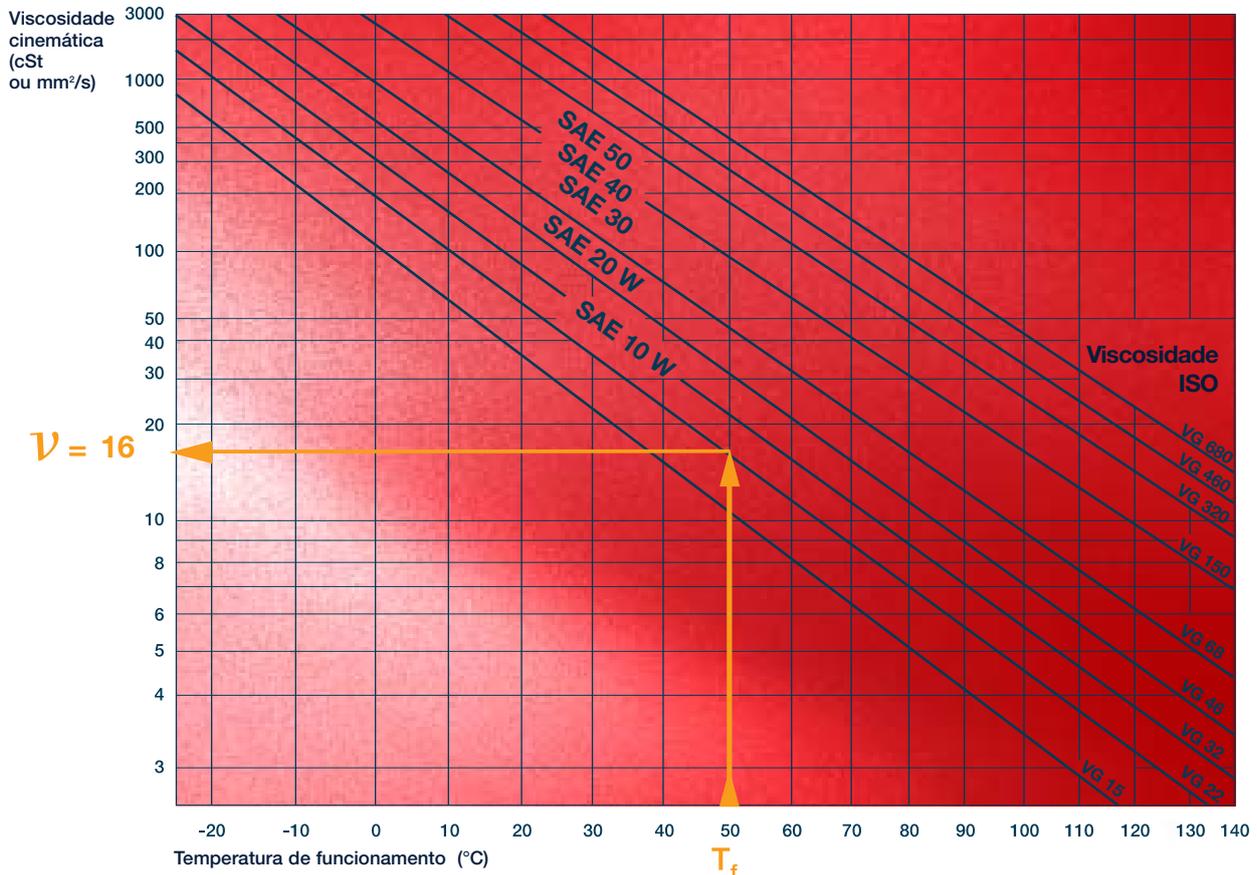
Para os demais tipos de aplicações, que são bem menos protegidos, o coeficiente a_{3pol} pode tomar os seguintes valores:

Filtragem	a_{3pol}
< 3 μm	1
5 μm	0.95
10 μm	0.90

- Coeficiente a_{3lub}

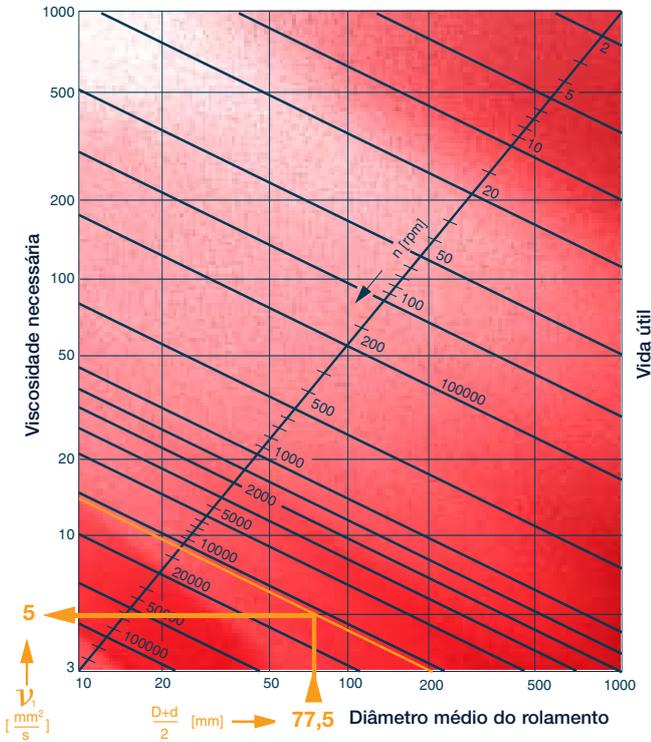
A vida útil dos rolamentos é influenciada pela eficácia da lubrificação, que se caracteriza, entre outros fatores, pela espessura da película de óleo. A teoria da elasto-hidrodinâmica mostra que esta depende quase que exclusivamente da viscosidade do óleo e da velocidade. Os diagramas abaixo permitem determinar o coeficiente a_{3lub} .

Diagrama 1: Viscosidade-temperatura



Cálculo do eixo: método de cálculo corrigido

Diagrama 2: Viscosidade necessária



Exemplo

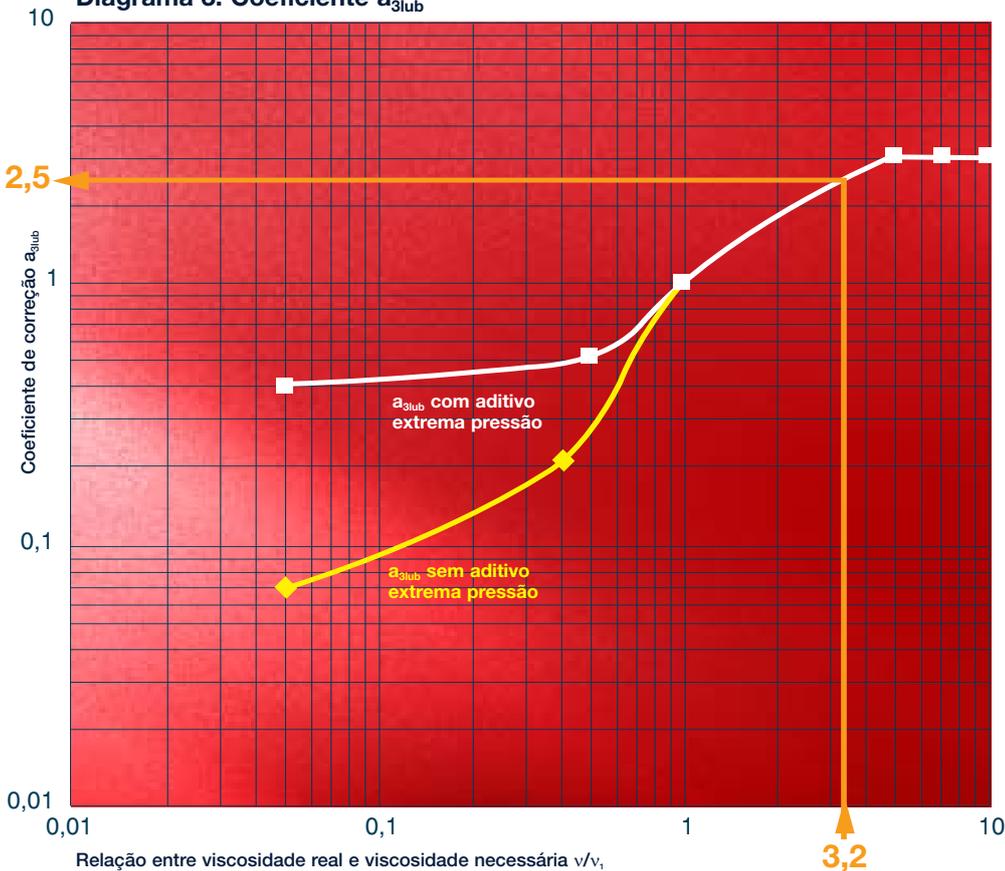
Rolamento 7012CV a 13000 rpm lubrificado com um óleo VG22 e funcionando a 50°C.

Diagrama 1: A viscosidade do óleo VG22 a 50°C é $\nu = 16$ cSt

Diagrama 2: A viscosidade necessária para um 7012CV de diâmetro médio $D_m = 77.5$ mm a 13000 rpm é:
 $\nu_1 = 5$ cSt

Diagrama 3: O coeficiente a_{3lub} com uma relação de viscosidade $\nu/\nu_1 = 16/5 = 3.2$ é $a_{3lub} = 2.5$

Diagrama 3: Coeficiente a_{3lub}



- Coeficiente a_{3temp}

A temperatura de uso dos elementos do rolamento está definida na planilha abaixo:

Elemento	Tempo máx.	Comentário
Anéis	150°C	-
Esferas		
- aço	150°C	-
- cerâmica	> 200°C	-
Gaiola		
- resina fenólica	100°C contínuos 120°C em pico	Standard
- bronze	200°C	Mediante pedido
- PEEK	120°C contínuos 150°C em pico	Mediante pedido
Juntas	100°C contínuos 120°C em pico	- -
Graxa	120°C	-

Para a maioria das aplicações de eixo de máquina-ferramenta, um coeficiente $a_{3temp} = 1$ é admitido, pois a temperatura de funcionamento é nitidamente inferior a 100°C.

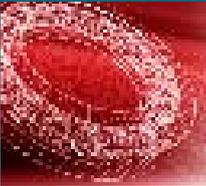
Para as demais, aplicações, mais expostas, o coeficiente a_{3temp} pode tomar os seguintes valores:

Temperatura	a_{3temp}
< 100°C	1
110°C	0.96
120°C	0.92
130°C	0.88
140°C	0.84
150°C	0.8

| Vida útil infinita

No campo da elaboração dos materiais, podemos definir condições para as quais os rolamentos atinjam uma vida útil infinita:

- Separação total das superfícies metálicas por uma película de óleo, ou seja, $a_{3lub} > 1.5$.
- Poluição da película de óleo extremamente limitada, ou seja $a_{3pol} = 1$.
- Carga aplicada correspondente a $Co/Po > 9$, correspondente a pressões de Hertz inferior a: 2000 MPa para o 100Cr6, 2300 MPa para o XD15N.



Cálculo do eixo: simulações

Software de cálculos

A P&D da SNR implementou um software de cálculos que possibilita verificar e otimizar o dimensionamento dos mancais de um eixo. Este software permite uma simulação mais completa e mais precisa que os métodos simplificado e corrigido. Permite modelar o eixo e seus mancais, levando em conta a carga, a velocidade de rotação e a lubrificação. O software simula o equilíbrio de um eixo em rotação montado em rolamentos e submetido a esforços externos.

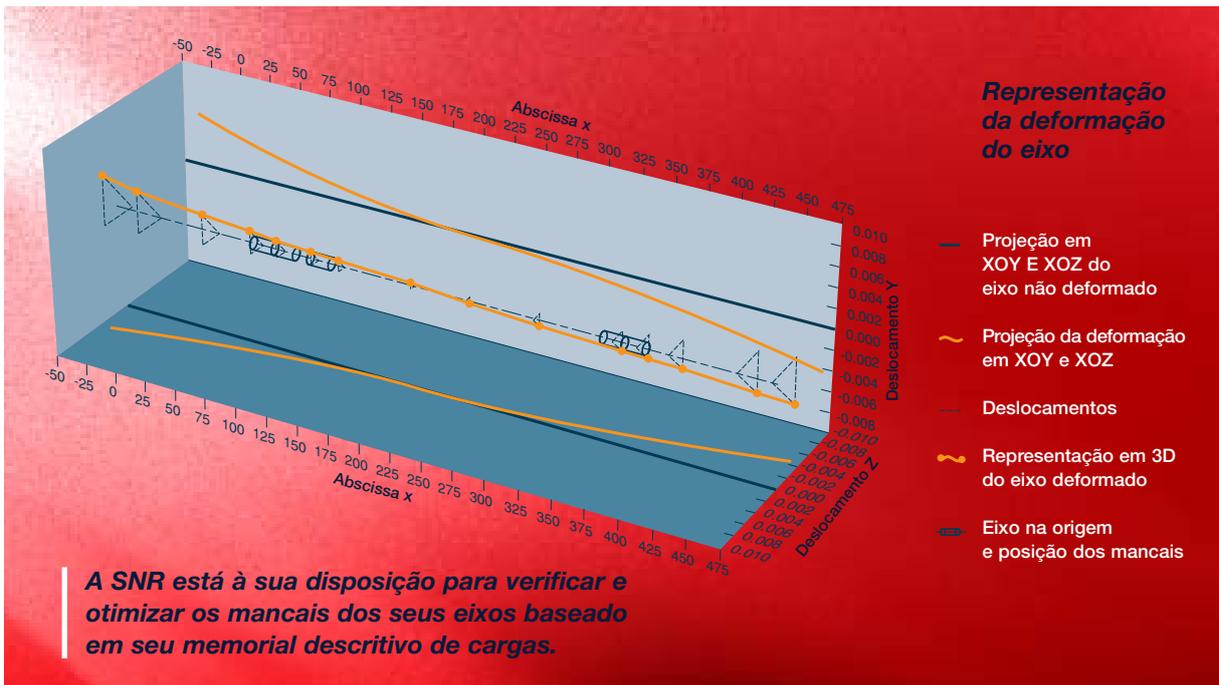
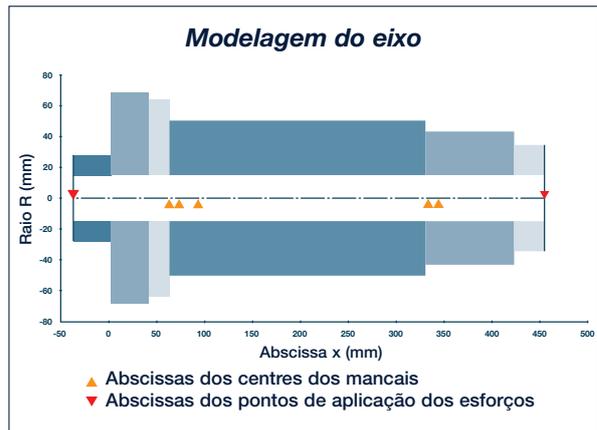
• **Ele determina:**

- os esforços e os afundamentos dos contatos entre esferas e anéis,
- as cargas aplicadas a cada rolamento,
- os deslocamentos dos anéis internos e externos,
- a deformação do eixo,
- a rigidez axial e radial no ponto de referência escolhido.

• **Ele calcula:**

- as pressões e as dimensões das elipses de contato,
- a vida útil L_{10} dos rolamentos baseada na capacidade do contato,
- a espessura da película de lubrificante (A vida útil é corrigida em caso de película incompleta).

Representação gráfica dos dados de entrada e dos resultados da SNR





Uma lubrificação adequada: um crédito para a longevidade

A lubrificação é um elemento fundamental para o bom funcionamento de um rolamento. Ela permite evitar o desgaste e a gripagem, interpondo uma película de óleo entre os corpos rolantes e os trilhos do rolamento. Garante, assim, o resfriamento do rolamento, dissipando e expelindo o calor gerado por contato e protegendo-o de forma durável contra a corrosão.

Escolha do modo de lubrificação

É determinado em função da velocidade máxima de rotação, das cargas e, portanto, da quantidade de calor a dissipar. Tem também uma estreita ligação com o projeto da máquina.

- **A lubrificação com graxa** é aconselhada quando a velocidade máxima desejada o permite e que o

calor liberado pode ser evacuado por condução através do ambiente sem provocar um aquecimento anormal (ΔT geralmente admitido de 20 a 25°C).

- **A lubrificação com óleo** (por névoa de óleo ou ar-óleo) é recomendado nos outros casos.

Lubrificação com óleo

Quando a velocidade de rotação ultrapassa o limite de uma lubrificação com graxa, é preciso optar por uma lubrificação com óleo. A SNR recomenda que se escolha um óleo de viscosidade fraca, da ordem de 20 cSt a 40°C para minimizar o aquecimento (a não ser que os esforços aplicados sejam muito altos).

- **Lubrificação por névoa de óleo:** A fraca vazão de óleo pulverizado em uma veia de ar garante a lubrificação. A circulação de ar, filtrado e destituído de umidade, garante o resfriamento. Por exemplo,

para um rolamento 7016, a vazão de óleo será de 50 mm³/h e por rolamento. A pressão de ar 0,7 a 2 bars. A supressão gerada no eixo melhora a vedação.

- **Lubrificação ar-óleo:** Gotículas de óleo são enviadas periodicamente em uma veia de ar. Este sistema, menos poluente, apresenta um certo interesse para substituir a névoa de óleo. Ele possibilita maior controle da quantidade de lubrificante introduzida no rolamento.

Exemplo de condições de regulagem para um rolamento 7016

- **Vazão de óleo:** 60 mm³/h e por rolamento
- **Intervalo de injeção:** 8 min
- **Pressão de ar:** 1,0 a 2,5 bars.

- **Observação:** As condições de regulagem são dadas a título indicativo. Elas devem ser otimizadas para obter o nível térmico mais fraco.

- **Canais de circulação:** O lubrificante deve ser levado o mais próximo possível do rolamento e ser introduzido entre o anel interno e a gaiola.

O diâmetro primitivo de chegada de óleo (D5) e o espaço entre o anel interno e a gaiola (E) encontram-se definidos na página 40.

machline®





Uma lubrificação adequada: um crédito para a longevidade

Lubrificação com graxa

A SNR recomenda a sua graxa SNR-LUB GV+. Ela garante uma boa aderência em grande velocidade e com cargas, e possibilita um fraco torque de funcionamento.

SNR-LUB GV+ :

- **Base:** óleo sintético, sabão de lítio.
- **Aditivos:** anti-oxidante, anti-desgaste, anti-corrosão, pressão extrema.
- **Viscosidade do óleo de base:** 15 cSt a 40°C.
- **Temperatura de uso:** entre -50°C e +120°C.

A graxa LUB GV+ é especialmente recomendada para as aplicações de eixos verticais.

O volume de graxa recomendado pela SNR está definido no quadro ao lado. Este volume deve ser prescrito em função da velocidade de uso, com base nos fatores corretivos abaixo.

% velocidade limite	Fator de correção
< 35 %	1
35 % à 75 %	0,75
> 75 %	0,60

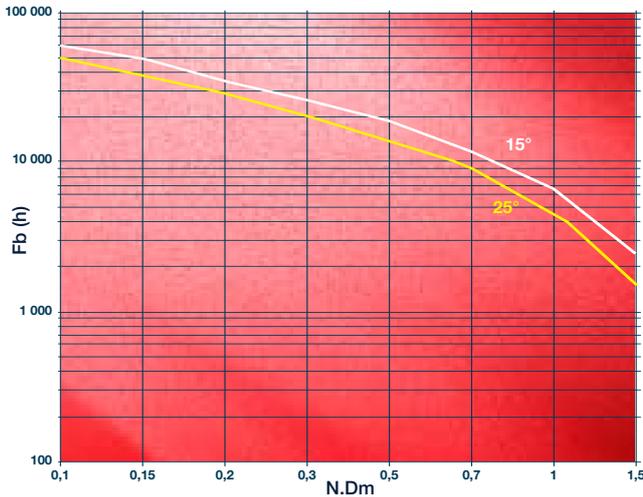
Linha MachLine Alta velocidade - ML		
Volume médio de graxa por rolamento em cm ³ - tolerância ± 10%		
Diã. int. código	Série 70	Série 719
00	0.1	0.1
01	0.2	0.1
02	0.3	0.1
03	0.3	0.1
04	0.6	0.3
05	0.8	0.4
06	1.0	0.5
07	1.4	0.6
08	1.7	1.0
09	2.2	1.1
10	2.4	1.1
11	4.4	2.3
12	4.6	2.6
13	5.2	2.7
14	6.7	4.3
15	7.1	4.6
16	9.3	4.8
17	9.6	6.5
18	12.9	6.8
19	12.8	7.0
20	13.5	9.6
21	18.3	-
22	22.1	10.3
24	23.5	13.3
26	34.8	17.5

Linha MachLine Alta Precisão			
Volume médio de graxa por rolamento em cm ³ - tolerância ± 10%			
Diã. int. código	Série 70	Série 72	Série 719
00	0,3	0,4	0,2
01	0,4	0,5	0,2
02	0,5	0,6	0,3
03	0,6	0,8	0,3
04	1,0	1,3	0,5
05	1,2	1,7	0,6
06	1,6	2,3	0,7
07	2,0	3,3	1,0
08	2,5	3,5	1,5
09	3,2	5,3	1,6
10	3,4	6,2	1,7
11	4,7	7,5	2,2
12	5,0	9,2	2,3
13	5,3	11	2,5
14	7,5	13	4,2
15	7,8	14	4,3
16	10	16	4,5
17	11	21	6,3
18	14	26	6,5
19	15	-	7,3
20	16	38	9,7
21	19	-	10
22	24	52	10
24	25	63	14
26	40	-	19
28	42	-	20
30	51	-	30
32	64	-	31
34	83	-	32
36	107	-	50
38	110	-	52
40	140	-	74
44	190	-	80
48	-	-	86

Exemplo: Rolamento 7016, destinado a uso com a velocidade de 7.000 rpm (64% da sua velocidade limite com graxa).
Volume de graxa a calcular:
 $10 \text{ cm}^3 \times 0,75 = 7,5 \text{ cm}^3$
N.Dm = produto do diâmetro médio do rolamento (mm) pela velocidade de rotação (rpm).
Colocação da graxa: vide página 64.

Relubrificação

- **Frequência de relubrificação de base:** O diagrama abaixo possibilita determinar a frequência de base em horas, em função do tipo de rolamento.



Estes valores são dados a título indicativo devendo ser sempre confirmados através de teste.

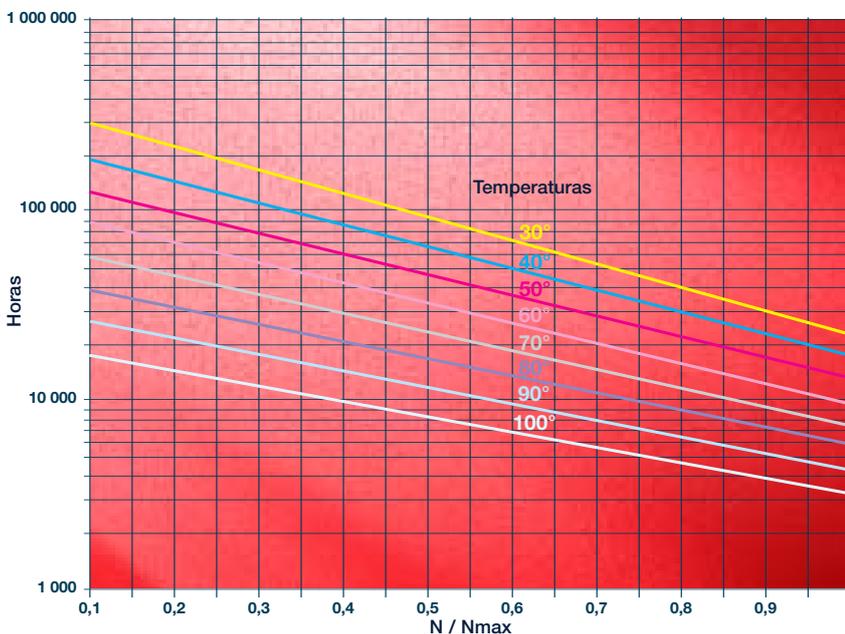
- **Correção da frequência de relubrificação:** A frequência de base F_b deve ser corrigida pelos coeficientes procedentes do quadro abaixo, em função das condições de funcionamento específicas do eixo, nos termos da relação: $F_c = F_b \cdot T_e \cdot T_a \cdot T_t$

Coef.	Condições	Nível	Valor coef.
Te	Ambiente		
	- poeira	Fraco	1
	- umidade	Médio	0.8
	- condensação	Forte	0.5
Ta	Aplicação		
	- eixo vertical	Fraco	1
	- vibrações	Médio	0.8
	- choques	Forte	0.5
Tt	Temperaturas		
	< 75°C		1
	75° a 85°C		0.8
	85° a 120°C		0.5

Duração de uso da graxa

Muitas vezes a montagem dos rolamentos de eixo é determinada de tal maneira que o nível de pressões de Hertz permita garantir uma vida útil, no que diz respeito à fadiga, praticamente infinita. Para este tipo de aplicação, a duração de uso da graxa torna-se um fator preponderante para definir a vida útil do rolamento.

A duração de uso da graxa é o período durante o qual ela vai conservar as suas características iniciais intactas, assim como o seu poder de lubrificação. Para uma dada graxa, ela é função principalmente da velocidade de rotação do rolamento e de sua temperatura de funcionamento.



N: Velocidade de rotação do rolamento
Nmax: Velocidade limite de rotação do rolamento
T: Temperatura de funcionamento (°C)

Estes valores são dados a título indicativo devendo ser sempre confirmados através de teste.

Guia de opções MachLine®

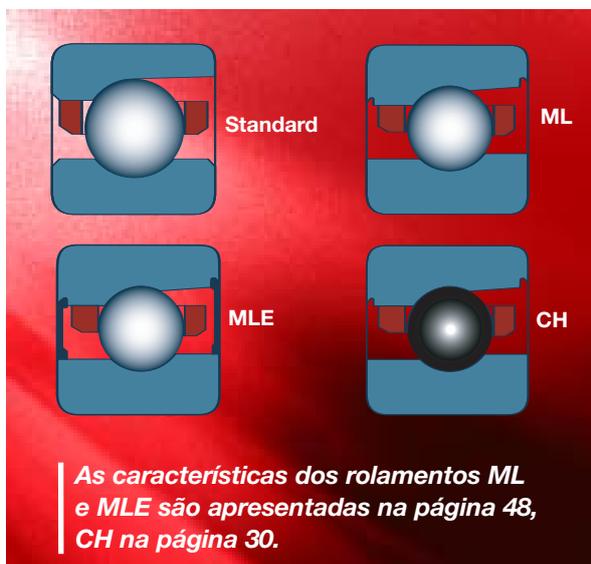
A nossa linha MachLine foi desenvolvida para atender as aplicações de fusos de uma grande maioria de máquinas-ferramentas: torres, fresadoras, furadeiras, centros de usinagem, retificadoras, fusos de grandes velocidades ... A sua capacidade de suportar as exigências de uso – esforços de corte e de arrasto – e sua velocidade de rotação elevada foi otimizada com relação aos seguintes critérios: precisão de rotação, conservação da cota, desvios macro e micro geométricos, rigidez, nível térmico, nível vibratório, duração de vida útil.

Características dos rolamentos de contato angular

- Anéis e esferas de aço 100Cr6 de altíssima qualidade,
- Dois ângulos de contato: 15° e 25° (17° e 25° para a linha MachLine ML e MLE),
- Gaiola de resina estratificada centralizada sobre o anel externo (possibilidade de gaiola em Bronze ou PEEK mediante pedido),
- Três níveis de pré-carga (possibilidade de pré-carga específica, mediante pedido),
- Precisão padrão P4S: ISO4 (ABEC 7) nas características dimensionais e ISO2 (ABEC 9) na totalidade das características dinâmicas. Possibilidade de fornecimento também em ISO 2.

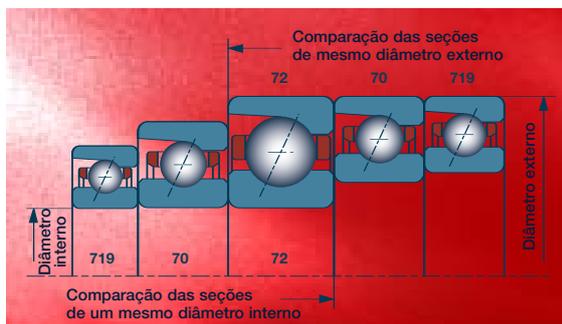
A nossa excelência como fabricante nos permite realizar com altíssima precisão o alinhamento sob pré-carga entre o anel externo e o anel interno, garantia de diferença de nível inferior a 2µm. Esta característica não normatizada determina o valor da pré-carga que exerce uma grande influência na rigidez e no comportamento do fuso.

Comparação das geometrias internas



- **MachLine Alta Velocidade – ML:** a redução do diâmetro das esferas, o aumento da quantidade delas e um guiamento aperfeiçoado da gaiola sobre o anel externo possibilitando um aumento de velocidade de 30% com relação à linha standard.
- **MachLine Vedado – MLE:** o uso de juntas sem contato nos ML autoriza uma lubrificação com graxa para um desempenho em velocidade comparável ao de um rolamento standard lubrificado com óleo.
- **MachLine Híbridos – CH:** o desempenho dos rolamentos pode melhorar ainda mais com o uso de esferas de cerâmica no lugar das esferas de aço.

Séries de dimensões



Definição dos rolamentos por série

Série	Definição
7000	V
71900	V
7200	G1

- **Rolamentos definição V:** as séries 71900 e 7000 são as que melhor se adaptam para atingir grandes velocidades de rotação. Elas obtêm a melhor relação entre velocidade, capacidade, rigidez e precisão.
- **Rolamentos definição G1:** a definição G1 foi especialmente estudada para atender as especificações da série 7200 prevista para suportar fortes cargas de predominância axial.

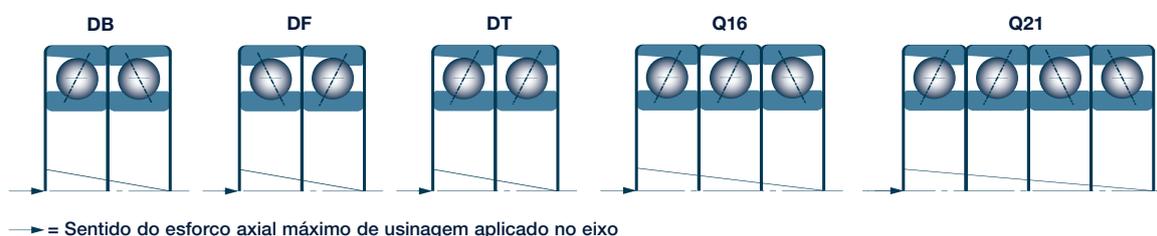
Escolha da versão: a SNR oferece várias possibilidades para realizar uma associação de rolamentos.

Características das versões propostas

- **Rolamento UNIVERSAL, designação U:** sob a pré-carga escolhida, as faces do anel interno e do anel externo destes rolamentos situam-se em um mesmo plano. Este rolamento permite realizar todos os tipos de associações.
- **Associações de rolamentos UNIVERSAIS, designação DU, TU, QU...:** associação de vários rolamentos universais cujos diâmetros externos e diâmetros internos são selecionados com uma margem de tolerância no máximo igual à metade da tolerância ISO.
- **Associações de rolamentos CONEXOS, designação DB, DF, DT, Q16, Q21...:** estes conjuntos constituídos a nossos cuidados são indissociáveis e apresentam as seguintes características:
 - Associação dos valores de pré-carga,
 - Diâmetros externos e diâmetros internos selecionados com uma margem de tolerância no máximo igual à metade da tolerância ISO,
 - Marcação do conjunto por um "V" no diâmetro externo dos rolamentos de um conjunto.

As características obtidas, em especial o altíssimo nível de precisão dos valores de pré-carga possibilitam obter um fuso mais preciso, uma rigidez mais controlada e uma duração de vida útil máxima.

Exemplos de marcações de conjuntos associados



Tolerâncias específicas

Determinadas aplicações específicas podem necessitar de tolerâncias de diâmetro interno e de diâmetro externo reduzidos e centralizados com relação à

tolerância ISO 4. Este tipo de rolamento, neste caso, é identificado com a letra R, conforme indicado no seguinte exemplo de codificação: 71912CVURJ74.



MachLine® CH - Híbridos: a escolha da esfera cerâmica

A definição interna das séries SNR possibilita aumentar muitíssimo o desempenho e a duração da vida útil dos rolamentos com o uso de esferas de cerâmica.

| Propriedades da cerâmica

A cerâmica utilizada é um Nitreto de Silício: Si_3N_4

- massa volumétrica baixa: 3,2 kg/dm³,
- baixo coeficiente de dilatação,
- módulo de elasticidade elevado: 310.000 N/mm²,
- não magnética,
- baixo coeficiente de atrito,
- isolante elétrico,
- baixa condutibilidade térmica,
- anticorrosão.

| Resultados significativos

As propriedades físicas da cerâmica permitem:

- **aumentar a velocidade de rotação em nível térmico igual,**
- **melhorar a rigidez dos rolamentos,**
- **aumentar a duração da vida útil.**

*O conjunto das linhas MachLine
Alta Precisão, ML, MLE
e séries 7000, 71900 e 7200
estão disponíveis na versão híbrida.*



Desempenhos dos MachLine CH - Híbridos

Aumento da velocidade de rotação:
+30%

Os rolamentos híbridos SNR têm uma cinemática que gera menos deslizamentos e aquecimento que os rolamentos de esferas de aço. De nível térmico igual, eles podem, então, funcionar com uma velocidade de rotação mais alta, da ordem de 30% com relação a um rolamento de esferas de aço.

Rigidez melhorada:
+10%

O módulo de elasticidade da cerâmica, mais alta que a do aço, possibilita para pré-carga igual, aumentar a rigidez do rolamento híbrido da ordem de 10%.

As propriedades dos rolamentos “híbridos” permitem, em alguns casos, uma lubrificação com graxa, nos casos onde a lubrificação a óleo era exigida devido à velocidade de rotação visada. Esta possibilidade se mostra muito econômica.

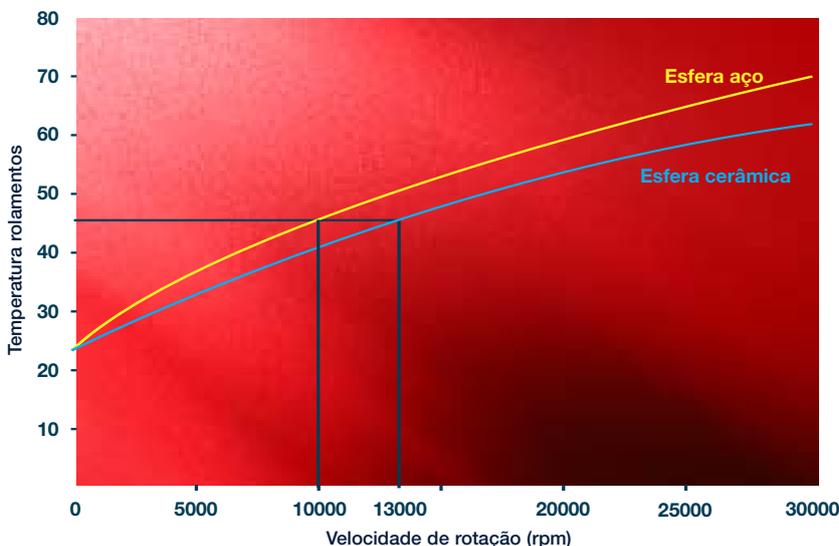
Duração de vida útil triplicada:
x 3

As qualidades tribológicas da cerâmica e, em especial, o seu fraco coeficiente de atrito, sua aptidão para tolerar melhor uma lubrificação limite, possibilitam que as pistas do rolamento resistam muito mais tempo ao desgaste e às degradações. Segundo as condições de uso, as durações de vida reais constatadas são da ordem de 2 a 3 vezes maiores do que nos rolamentos de esferas de aço (em condições de funcionamento equivalentes).

Lubrificação:
Reduzir os custos

Os produtos utilizados nos rolamentos com esferas de 100Cr6 são, em geral, compatíveis com os rolamentos de esferas cerâmica. Algumas aplicações podem, porém, necessitar de um estudo específico para definir o produto a utilizar.

Exemplo para um CH7009CVDTJ04, com pré-carga por mola a 550 N



Curva de temperatura em função da velocidade de rotação:

Para um nível térmico de 45°C, a velocidade de rotação evolui de 10.000 rpm com esferas de aço a 13.000 rpm com esferas de cerâmica.

machline





MachLine® ML - Alta Velocidade: nossa resposta às altíssimas velocidades

Para atender às exigências cada vez mais altas no setor dos fusos de altíssima velocidade, a SNR desenvolveu uma linha especificamente adaptada e dedicada a este tipo de aplicação.

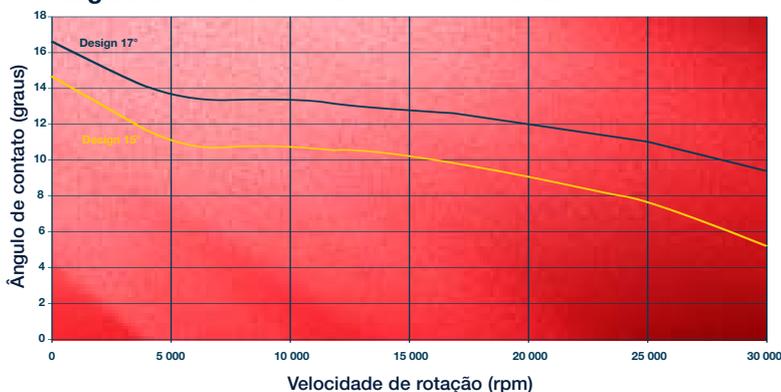
I Conceito otimizado

A linha ML é composta das séries 7000 e 71900. A geometria interna destes rolamentos foi otimizada para garantir o melhor comportamento e o melhor funcionamento nas velocidades limites de funcionamento:

- **Ângulo de contato 17° e 25°.**
- **Precisão 4S.**
- **Gaiola de resina fenólica e centragem da gaiola melhorada com relação às linhas standards.**
- **Concepção otimizado para uma lubrificação com óleo.**



Ângulo de contato médio teórico residual



O gráfico ao lado mostra a evolução do ângulo de contato de um ML7011CVUJ74S em função da velocidade de rotação. Uma concepção de 17° apresenta a vantagem de conservar um ângulo de contato importante na velocidade máxima com relação a uma concepção à 15°.

Para facilitar a montagem e a realização de associações de rolamentos, é marcado um "V" no diâmetro externo, no sentido do ângulo de contato.

I Desempenho: limitar as deformações em funcionamento

- Aumento da velocidade de rotação conservando um nível de capacidade de carga compatível com os objetivos de duração de vida útil dos fusos de grande velocidade.
- Fator de velocidade da ordem de 2.2×10^6 N.Dm.

Estes desempenhos são possíveis graças ao uso de um número maior de esferas de um diâmetro inferior. A principal vantagem deste conceito é o aumento da seção dos anéis, limitando assim as deformações quando em funcionamento.



MachLine® MLE - Vedados: a solução econômica por definição

Reduzir os custos de manutenção

Para acompanhar a tendência à simplificação dos mecanismos, a SNR propõe os MLE, especialmente desenvolvidos para os fusos de máquina-ferramenta. **O uso deste tipo de rolamento dispensa o uso dos sistemas de lubrificação convencionais** (névoa de óleo, ar-óleo) caros, difíceis de manter e que podem apresentar falhas de funcionamento fatais ao fuso.

Para as aplicações de lubrificação com graxa, possibilita **abandonar os sistemas de vedação complexos**, igualmente onerosos e das operações de relubrificação.

Conceito e características

A concepção destes rolamentos retoma a base dos rolamentos ML e é encontrado nas séries 7000 e 71900:

- **Ângulo de contato 17° e 25°.**
- **Precisão 4S.**
- **Juntas sem contato:** evita os aquecimentos ligados a uma vedação com presença de atrito.
- **Folga pequena entre o bordo da junta e a saliência do anel interno:** limita as entradas de poluição e evita as fugas de graxa.
- Lubricado na quantidade ideal na fábrica com a SNR-LUB GV+, indicada por nosso centro de pesquisa e de testes.
- Lubricado em sala limpa: evita a entrada de poluição durante a montagem.

Para facilitar a montagem e a realização de associações de rolamentos, um « V » unitário é marcado no diâmetro externo.



O uso de um rolamento MachLine Alta Velocidade ML, lubrificado com a graxa SNR LUB GV+, possibilita atingir o mesmo desempenho em velocidade que um rolamento standard lubrificado com óleo.

machline®





MachLine® HNS – N: para as condições extremas

Para as aplicações em que o rolamento é submetido a solicitações extremas de velocidade e de carga, a SNR oferece o MachLine HNS, oriundo de desenvolvimentos da aeronáutica e do setor aeroespacial.

| Características gerais

Este rolamento é composto de **anéis de aço inoxidável e de esferas de cerâmica.**

Desenvolvido pela SNR em colaboração com Aubert & Duval, o aço XD15N é um aço inoxidável

martensítico de nitrogênio, que apresenta uma **grande resistência à corrosão e uma grande resistência ao desgaste e à deterioração superficial.**

| Desempenhos do aço XD15N...

Seu modo de elaboração convencional por ESR - Electro Slag Remelted – e a sua boa usinabilidade fazem dele um aço para rolamento de altíssimo

desempenho e de **excelente limpeza inclusionária**, garantia de melhor estabilidade à fadiga com relação ao aço convencional.

| ... e das esferas cerâmica

Combinado com esferas cerâmica, este rolamento integra também as vantagens ligadas às qualidades tribológicas de um contato cerâmica – aço, isto é, uma resistência extrema ao desgaste e às degradações. (cf. página 31).

O centro de pesquisa e de testes SNR estabeleceu o coeficiente a_2 do cálculo duração de vida útil corrigida (cf. página 20) em 2.8 para o XD15N.





Tipos de fusos e exemplos de montagem

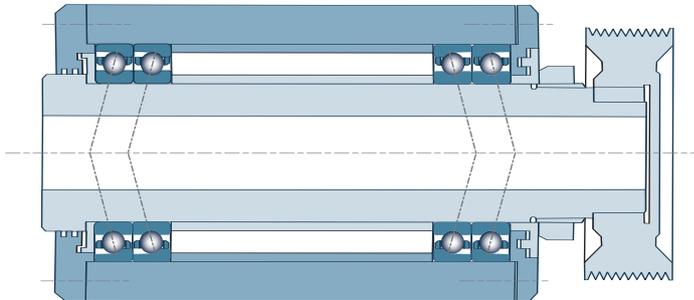
Classificação dos grandes setores de aplicação dos fusos

Esta classificação dá as configurações mais freqüentes, sendo que há outras possíveis.

Número de rolamentos	Mancal	Ordenação	Campo de aplicação
4	dianteiro		Cargas leves e médias – alta velocidade Montagem para unidades de diâmetro interno, fresagem, furar e fuso de retificação
	traseiro		
	dianteiro		
	traseiro		
5	dianteiro		Cargas fortes (axial unidirecional) velocidade média Montagem muito freqüente para fusos de máquina de mandrilagem, fresadora, torno e as unidades de diâmetro interno, furação
	traseiro		
6	dianteiro		Cargas fortes – velocidade média Montagem interessante quando a carga axial é exercida nos dois sentidos. Para fusos de máquina de mandrilagem, fresadora, torno e unidades de diâmetro interno, furação
	traseiro		

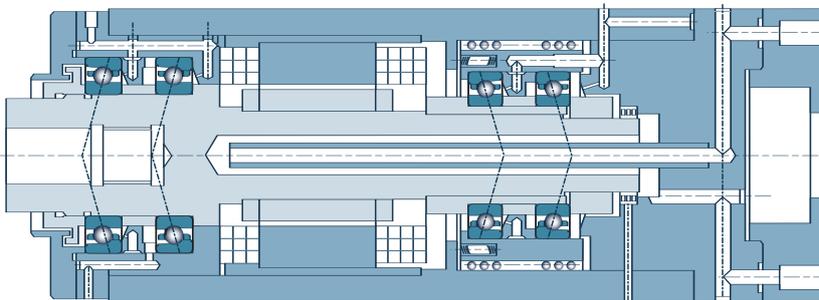


Tipos de fusos e exemplos de montagem



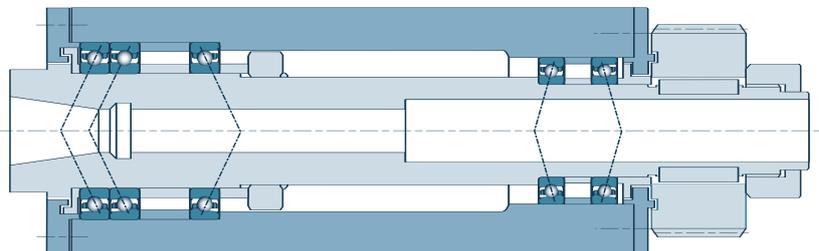
Exemplo 1:
Rolamentos MachLine Standard

Montagem em Q21



Exemplo 2:
Rolamentos MachLine ML

Mancal dianteiro: montagem em DT
Mancal traseiro: montagem em DT com pré-carga por mola



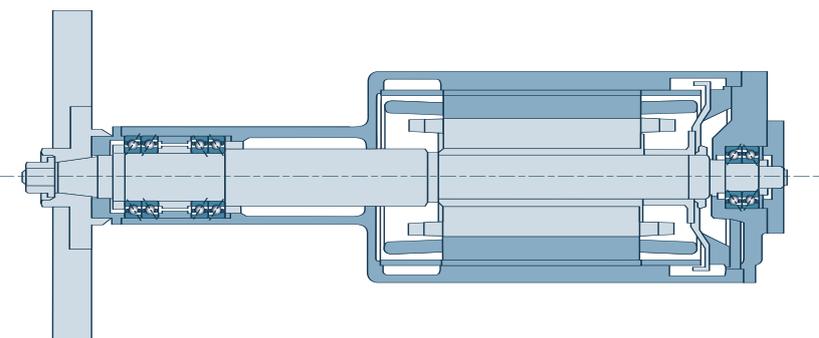
Exemplo 3:
Rolamentos MachLine MLE

Mancal dianteiro: montagem em Q16
Mancal traseiro: montagem em DB



Exemplo 4:
Rolamentos MachLine MLE

Mancal dianteiro: montagem em DB
Mancal traseiro: montagem em DB



Exemplo 5:
Rolamentos MachLine Standard

Mancal dianteiro: montagem em Q21
Mancal traseiro: montagem em DB



Linha

MachLine®

Para ajudá-lo na escolha, esta seção transmite a totalidade das referências, características, tolerâncias e classes de precisão da nossa linha de rolamentos e porcas de precisão autobloqueadoras.

Todo um conjunto de informações operacionais também se encontra à sua disposição para facilitar a sua logística e a legibilidade dos símbolos, das marcações e dos códigos de embalagem.

- Símbolos, marcação e embalagem 38-39
- MachLine: as linhas 40-51
- Porcas de precisão autobloqueadoras 52-54
- Síntese das linhas 55
- Tolerâncias e classes de precisão 56-60

machline®





Símbolos dos rolamentos MachLine®

12
Diâmetro interno

Código	Dimensão
00	10 mm
01	12 mm
02	15 mm
03	17 mm
04 x 5	20 mm
05 x 5	25 mm
.... x 5	etc...

719
Série

- 719 (ISO 19)
- 70 (ISO 10)
- 72 (ISO 02)

ML
linha Alta Velocidade

CH Rolamento híbrido
N Rolamento HNS

***** Orifícios de lubrificação no anel externo

Nenhum código
= Anel padrão



J
Símbolo que antecede as funções pré-carga e precisão

V
Rolamentos Alta Precisão

Séries 719-70
Caixa estratificada fenólica centralizada sobre o anel externo

G1 Rolamento de Forte capacidade de carga

Série 72
Caixa estratificada fenólica centralizada sobre o anel externo

4S
Precisão

Cód.	Precisão
4	P4S como padrão
4S	P4S para ML e MLE
2	ISO 2 (ABEC 9)

ML E CH 719 12 C V * U * J 7 4S *

E
Rolamento vedado

C
Angulo de contato α

Cód.	Stand.	ML
C	15°	17°
H	25°	25°

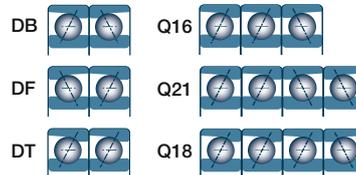


U
Código de Associações

Rolamentos Universais e associação de rolamentos universais

- U** Rolamento unitário universal
- DU** Par de rolamentos universais
- TU** Conjunto de 3 rolamentos universais
- QU** Conjunto de 4 rolamentos universais

Montagem em par: ângulos de contato idênticos



Montagem em par: ângulos de contato diferentes



Especificidades

Exemplo:
D = rolamento lubrificado

7
Pré-carga

Cód.	Denominação
7	Leve
8	Média
9	Forte
X	Especial
0	Não definida

(vide) rolamento padrão
R = classificação diâmetro interno e diâmetro externo



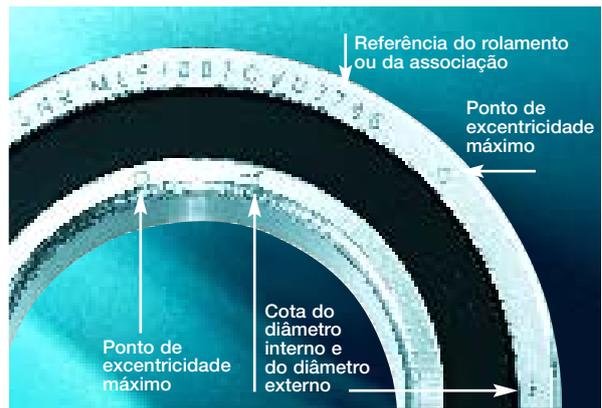
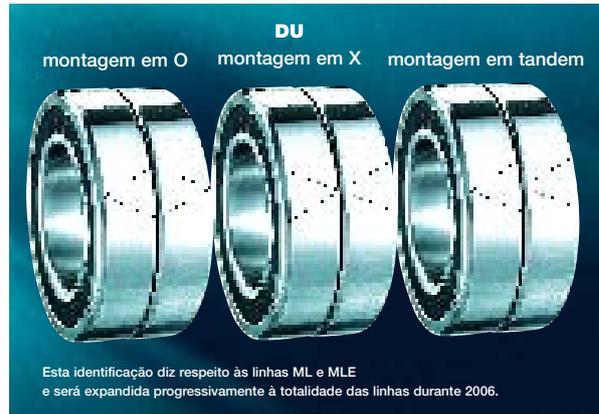
Para obter outras associações, consulte o seu contato na SNR



Marcação e embalagem

Marcação

- **Rolamentos universais:** Uma referência em « V » unitária é traçada no diâmetro externo para facilitar a montagem. Esta identificação incide sobre os rolamentos ML e MLE e será expandido progressivamente à totalidade das linhas durante 2006.
- **Associações de rolamentos conexos:** O « V » traçado no diâmetro externo indique a posição dos rolamentos na associação e possibilita orientar a totalidade na montagem (vide recomendações de montagem). O número de matrícula da associação possibilita reconstituir conjuntos no caso de mistura de rolamentos. O « V » da associação é traçado a 90° do « V » unitário no diâmetro externo.



Embalagem

Depois de ter recebido um produto de proteção, os rolamentos MachLine são acondicionados um a um sob plástico termocosturado. Uma proteção de longa duração contra a oxidação é garantida, caso o rolamento seja conservado na embalagem original.

- **Rolamentos universais.** Identificação contida na embalagem: referência do rolamento, data de embalagem, cotas do diâmetro interno e do diâmetro externo.
- **Associações de rolamentos conexos:** as caixas dos rolamentos que compõem a associação são reunidas com uma fita adesiva de garantia que leva a menção “Não separar”. Identificação contida na embalagem: referência da associação, data de embalagem, cotas do diâmetro interno e do diâmetro externo.



Para lutar contra a falsificação, todos os rolamentos MachLine SNR recebem uma etiqueta holográfica que comporta vários níveis de segurança.

machline

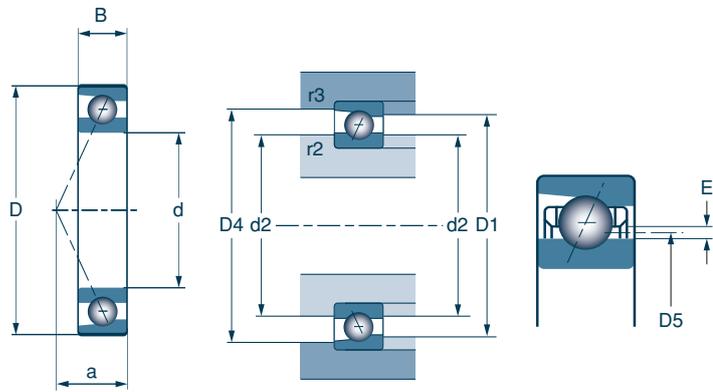
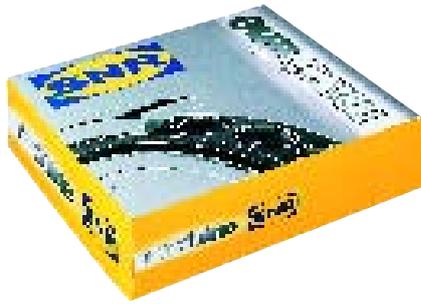




MachLine®: as linhas Alta Precisão - Standard

| Séries 719 / 70 / 72

Dimensões			Peso	Série	Concepção interna					Passagem para a lubrificação		Esferas	
d	D	B	kg		D1	d2	D4	r2 _{maxi}	r3 _{maxi}	D5	E	Diam.	No
10	22	6	0,010	71900	17,8	13,6	18,8	0,3	0,1	14,7	1,10	3,175	11
	26	8	0,018	7000	21,4	14,7	22,7	0,3	0,1	16,5	1,85	4,762	10
	30	9	0,030	7200	24,5	16,0	25,5	0,6	0,3	18,2	2,25	5,556	10
12	24	6	0,011	71901	19,6	15,4	20,6	0,3	0,1	16,5	1,30	3,175	13
	28	8	0,020	7001	23,4	16,7	24,7	0,3	0,1	18,5	1,65	4,762	11
	32	10	0,037	7201	26,0	18,3	27,9	0,6	0,3	20,5	1,85	5,953	10
15	28	7	0,015	71902	24,3	18,7	25,4	0,3	0,1	20,0	1,40	3,969	13
	32	9	0,028	7002	26,9	20,2	28,2	0,3	0,1	22,0	1,65	4,762	13
	35	11	0,044	7202	29,0	21,1	31,3	0,6	0,3	23,3	2,10	5,953	11
17	30	7	0,017	71903	26,6	21,0	27,7	0,3	0,1	23,0	1,45	3,969	14
	35	10	0,037	7003	29,4	22,7	30,7	0,3	0,1	24,4	1,75	4,762	14
	40	12	0,065	7203	33,0	24,1	35,2	0,6	0,3	26,5	2,45	6,747	11
20	37	9	0,036	71904	31,9	25,1	33,2	0,3	0,15	26,8	1,78	4,762	15
	42	12	0,063	7004	35,5	26,6	37,3	0,6	0,3	29,0	2,40	6,350	13
	47	14	0,105	7204	38,6	28,5	41,4	1,0	0,3	31,3	2,80	7,938	11
25	42	9	0,041	71905	37,4	30,6	38,7	0,3	0,15	32,3	1,75	4,762	17
	47	12	0,076	7005	40,1	32,2	42,3	0,6	0,3	34,2	2,05	6,350	15
	52	15	0,128	7205	44,5	34,0	46,9	1,0	0,3	36,8	2,80	7,938	13
30	47	9	0,047	71906	41,9	35,1	43,2	0,3	0,15	36,8	1,73	4,762	18
	55	13	0,112	7006	47,0	38,1	49,5	1,0	0,3	40,4	2,35	7,144	16
	62	16	0,200	7206	52,1	40,4	55,4	1,0	0,3	43,5	3,15	9,525	13
35	55	10	0,075	71907	48,6	41,4	50,4	0,6	0,15	43,2	1,85	5,556	18
	62	14	0,150	7007	53,1	43,2	56,3	1,0	0,3	46,0	2,85	7,938	16
	72	17	0,290	7207	61,0	47,4	64,5	1,1	0,3	50,9	3,50	11,112	13
40	62	12	0,110	71908	55,2	46,8	57,2	0,6	0,15	49,0	2,18	6,350	19
	68	15	0,185	7008	59,0	49,2	61,8	1,0	0,3	51,8	2,55	7,938	18
	80	18	0,370	7208	67,6	52,8	71,8	1,1	0,6	56,9	4,05	11,906	13
45	68	12	0,128	71909	60,7	52,3	62,7	0,6	0,3	54,5	2,15	6,350	20
	75	16	0,238	7009	65,0	54,7	68,6	1,0	0,3	57,5	2,85	8,731	18
	85	19	0,416	7209	72,5	57,4	77,5	1,1	0,6	61,7	4,30	12,700	14
50	72	12	0,129	71910	65,2	56,8	67,2	0,6	0,3	58,9	2,13	6,350	21
	80	16	0,256	7010	70,0	59,7	73,6	1,0	0,3	62,5	2,80	8,731	19
	90	20	0,486	7210	76,9	62,5	82,7	1,1	0,6	66,7	4,20	12,700	15
55	80	13	0,181	71911	72,5	62,1	75,8	1,0	0,3	65,4	2,25	7,144	21
	90	18	0,390	7011	80,0	65,0	84,0	1,1	0,6	69,0	2,00	9,525	19
	100	21	0,620	7211	87,0	68,0	92,5	1,5	0,6	72,5	2,10	14,288	14
60	85	13	0,195	71912	77,5	67,1	80,8	1,0	0,3	70,4	2,25	7,144	23
	95	18	0,420	7012	85,0	70,0	89,0	1,1	0,6	73,8	2,00	9,525	21
	110	22	0,810	7212	95,0	75,0	101,5	1,5	0,6	79,5	2,30	15,875	14
65	90	13	0,210	71913	82,5	72,5	86,0	1,0	0,3	74,5	1,25	7,144	27
	100	18	0,440	7013	90,0	75,0	94,0	1,1	0,6	78,8	2,00	9,525	22
	120	23	1,140	7213	104,0	81,0	109,0	1,5	0,6	87,0	2,30	15,875	15
70	100	16	0,340	71914	91,0	79,0	95,0	1,0	0,3	81,5	1,50	8,731	24
	110	20	0,610	7014	98,5	81,5	103,0	1,1	0,6	85,8	2,50	11,112	21
	125	24	1,100	7214	109,0	86,0	116,0	1,5	0,6	91,4	2,60	17,462	14



Séries 719 CV 70 CV / 72 CG1

Ângulo de contato
15°

Séries 719 HV 70 HV / 72 HG1

Ângulo de contato
25°

Série C	a	Cargas de base em N		Velocidade limite em rpm	
		C dinâmica	Co estática	Graxa	Óleo
71900CV	5	3 050	1 520	71 000	108 000
7000CV	6	5 700	2 750	60 000	95 000
7200CG1	7	7 500	3 700	53 000	82 000
71901CV	5	3 400	1 860	64 000	97 000
7001CV	7	6 200	3 200	54 000	85 000
7201CG1	8	8 600	4 300	48 000	74 000
71902CV	6	5 100	2 850	52 000	79 000
7002CV	8	7 000	4 000	46 000	72 000
7202CG1	9	9 400	5 000	42 000	65 000
71903CV	7	5 300	3 150	46 000	70 000
7003CV	8	7 400	4 450	41 000	65 000
7203CG1	10	11 600	6 400	37 000	58 000
71904CV	8	7 700	4 900	39 000	60 000
7004CV	10	11 800	7 100	35 000	55 000
7204CG1	11	15 600	8 900	32 000	49 000
71905CV	9	8 300	5 800	33 000	50 000
7005CV	11	13 000	8 600	30 000	47 000
7205CG1	13	17 600	11 100	27 000	42 000
71906CV	10	8 400	6 300	29 000	44 000
7006CV	12	16 700	11 700	25 000	40 000
7206CG1	14	24 400	15 900	23 000	35 000
71907CV	11	11 100	8 500	25 000	38 000
7007CV	13	21 000	15 500	23 000	35 000
7207CG1	16	32 500	21 700	20 000	31 000
71908CV	13	14 700	11 800	21 000	33 000
7008CV	15	21 600	16 800	21 000	33 000
7208CG1	17	36 500	25 000	18 500	29 500
71909CV	14	15 400	10 700	20 000	30 000
7009CV	16	27 400	19 200	19 000	28 000
7209CG1	18	45 900	29 900	16 500	26 000
71910CV	14	15 600	11 300	19 000	28 000
7010CV	17	28 200	20 200	18 000	26 000
7210CG1	19	48 000	32 600	15 500	24 500
71911CV	16	18 700	13 700	16 500	25 000
7011CV	19	30 500	26 000	16 000	24 000
7211CG1	21	53 000	40 000	14 500	21 500
71912CV	16	19 500	15 000	14 500	23 500
7012CV	19	32 500	29 500	15 000	23 000
7212CG1	22	65 000	49 000	12 500	19 500
71913CV	17	21 700	21 900	14 500	22 000
7013CV	20	33 000	31 000	14 000	21 000
7213CG1	24	67 000	54 000	11 500	17 500
71914CV	19	29 500	29 000	13 000	20 000
7014CV	22	43 000	40 000	13 000	20 000
7214CG1	25	77 000	60 000	11 000	16 500

Série H	a	Cargas de base em N		Velocidade limite em rpm	
		C dinâmica	Co estática	Graxa	Óleo
71900HV	7	2 900	1 450	67 000	103 000
7000HV	8	5 500	2 650	53 000	82 000
7200HG1	9	7 200	3 550	46 000	72 000
71901HV	7	3 250	1 770	61 000	93 000
7001HV	9	6 000	3 050	48 000	72 000
7201HG1	10	8 300	4 200	42 000	65 000
71902HV	9	4 850	2 750	49 000	75 000
7002HV	10	6 700	3 850	42 000	62 000
7202HG1	11	9 100	4 850	37 000	57 000
71903HV	9	5 100	3 000	44 000	68 000
7003HV	11	7 000	4 250	37 000	56 000
7203HG1	13	11 200	6 200	32 000	50 000
71904HV	11	7 300	4 650	37 000	57 000
7004HV	13	11 300	6 800	31 000	47 000
7204HG1	15	15 000	8 500	28 000	43 000
71905HV	12	7 800	5 500	31 000	47 000
7005HV	14	12 400	8 200	26 000	40 000
7205HG1	16	16 900	10 600	24 000	37 000
71906HV	13	8 000	5 900	27 000	42 000
7006HV	16	15 900	11 200	22 000	34 000
7206HG1	19	23 400	15 200	20 000	31 000
71907HV	15	10 500	8 100	23 000	36 000
7007HV	18	20 000	14 800	21 000	31 000
7207HG1	21	31 000	20 700	17 000	27 000
71908HV	18	13 900	11 100	20 000	31 000
7008HV	20	20 500	16 000	20 000	30 000
7208HG1	23	35 000	24 100	16 500	25 500
71909HV	19	14 500	10 100	18 000	26 000
7009HV	22	26 000	18 100	18 000	24 000
7209HG1	25	43 800	28 500	15 000	22 500
71910HV	20	14 700	10 600	16 000	24 000
7010HV	23	26 600	19 300	14 500	22 000
7210HG1	26	45 700	30 800	13 500	20 500
71911HV	22	17 600	12 900	13 500	21 500
7011HV	26	29 000	24 900	14 000	22 000
7211HG1	29	51 000	38 000	12 500	19 500
71912HV	23	18 400	14 200	13 500	20 000
7012HV	27	30 500	28 000	14 000	21 000
7212HG1	31	62 000	47 000	11 000	17 500
71913HV	25	20 400	20 400	14 000	21 000
7013HV	28	31 500	29 500	13 000	19 000
7213HG1	33	64 000	52 000	10 000	16 500
71914HV	28	28 000	27 500	12 500	19 000
7014HV	31	40 500	37 500	12 500	19 000
7214HG1	35	73 000	57 000	9 700	15 000

machline

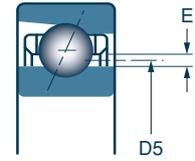
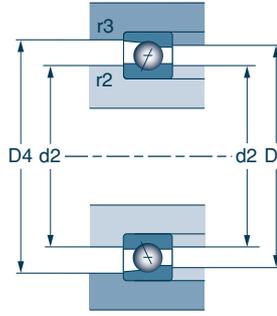
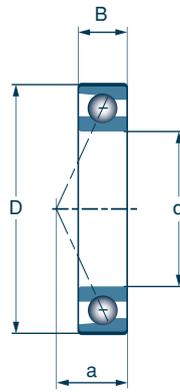




MachLine®: as linhas Alta Precisão - Standard

| Séries 719 / 70 / 72

Dimensões			Peso	Série	Concepção interna					Passagem para a lubrificação		Esferas	
d	D	B	kg		D1	d2	D4	r2 _{maxi}	r3 _{maxi}	D5	E	Diam.	No
75	105	16	0,360	71915	96,0	84,0	100,0	1,0	0,3	86,3	1,50	8,731	26
	115	20	0,650	7015	103,5	86,5	108,0	1,1	0,6	90,7	2,50	11,112	22
	130	25	1,200	7215	114,0	91,0	121,0	1,5	0,6	96,4	2,60	17,462	15
80	110	16	0,380	71916	101,0	89,0	105,0	1,0	0,3	91,2	1,50	8,731	27
	125	22	0,850	7016	112,0	93,0	117,5	1,1	0,6	98,0	3,50	13,494	20
	140	26	1,470	7216	122,5	97,5	130,0	2,0	1,0	103,4	2,80	19,050	15
85	120	18	0,550	71917	110,0	95,0	114,0	1,1	0,6	98,6	1,80	9,525	27
	130	22	0,900	7017	117,0	98,0	122,5	1,1	0,6	102,8	3,50	13,494	21
	150	28	1,810	7217	131,0	104,0	140,0	2,0	1,0	110,3	3,10	20,638	15
90	125	18	0,580	71918	115,0	100,0	119,0	1,1	0,6	103,5	1,80	9,525	29
	140	24	1,160	7018	125,5	104,5	131,5	1,5	0,6	110,0	3,80	15,081	20
	160	30	2,240	7218	139,0	111,0	149,0	2,0	1,0	117,2	3,30	22,225	15
95	130	18	0,590	71919	120,0	105,0	124,0	1,1	0,6	108,3	2,00	10,319	28
	145	24	1,210	7019	130,5	109,5	136,5	1,5	0,6	114,8	3,80	15,081	21
100	140	20	0,820	71920	128,5	111,5	133,5	1,1	0,6	115,6	2,10	11,112	28
	150	24	1,270	7020	135,5	114,5	141,5	1,5	0,6	119,7	3,80	15,081	22
	180	34	3,230	7220	155,5	124,5	167,0	2,1	1,1	131,0	3,80	25,400	14
105	145	20	0,860	71921	133,5	116,5	138,5	1,1	0,6	120,5	2,10	11,112	29
	160	26	1,610	7021	144,5	120,5	150,0	2,0	1,0	127,0	4,00	15,875	22
110	150	20	0,890	71922	138,5	121,5	143,5	1,1	0,6	125,5	2,10	11,112	30
	170	28	2,000	7022	153,0	127,0	160,0	2,0	1,0	134,0	4,50	17,462	21
	200	38	4,530	7222	172,5	137,5	185,5	2,1	1,1	145,0	4,30	28,575	14
120	165	22	1,190	71924	151,5	133,5	157,5	1,1	0,6	137,7	3,30	13,494	28
	180	28	2,150	7024	163,0	137,0	170,0	2,0	1,0	144,0	4,50	17,462	23
	215	40	5,600	7224	185,5	149,5	197,5	2,1	1,1	157,5	4,30	28,575	16
130	180	24	1,570	71926	165,0	145,0	172,0	1,5	0,6	149,8	3,70	15,081	27
	200	33	3,180	7026	179,5	150,5	189,0	2,0	1,0	158,0	5,30	20,638	21
140	190	24	1,680	71928	175,0	155,0	182,0	1,5	0,6	159,8	3,70	15,081	29
	210	33	3,420	7028	189,5	160,5	199,0	2,0	1,0	168,0	5,30	20,638	23
150	210	28	2,620	71930	192,5	167,5	199,0	2,0	1,0	174,0	4,10	16,669	29
	225	35	4,160	7030	203,0	172,0	213,0	2,1	1,0	180,0	5,70	22,225	23
160	220	28	2,760	71932	202,5	177,5	209,0	2,0	1,0	184,0	4,10	16,669	30
	240	38	5,130	7032	216,0	184,0	227,0	2,1	1,0	192,0	6,20	23,812	23
170	230	28	2,910	71934	212,5	187,5	219,0	2,0	1,0	194,0	4,10	16,669	32
	260	42	6,980	7034	232,5	197,5	246,0	2,1	1,1	206,4	6,60	25,400	23
180	250	33	4,260	71936	229,0	201,0	237,5	2,0	1,0	208,3	4,70	19,050	30
	280	46	9,000	7036	249,5	210,5	264,0	2,1	1,1	219,8	7,80	30,163	21
190	260	33	4,480	71938	239,0	211,0	247,5	2,0	1,0	218,3	4,70	19,050	32
	290	46	9,400	7038	259,5	220,5	274,0	2,1	1,1	229,8	7,80	30,163	22
200	280	38	6,160	71940	255,5	224,5	266,0	2,1	1,0	232,0	5,50	23,812	27
	310	51	12,150	7040	276,5	233,5	292,0	2,1	1,1	243,6	8,60	33,338	21
220	300	38	6,770	71944	275,5	244,5	286,0	2,1	1,0	252,0	5,50	22,225	31
	340	56	16,280	7044	304,0	256,0	321,0	3,0	1,1	268,6	8,60	33,338	23
240	320	38	7,270	71948	295,5	264,5	306,0	2,1	1,0	272,0	5,50	22,225	33



Séries 719 CV 70 CV / 72 CG1

Ângulo de contato
15°

Séries 719 HV 70 HV / 72 HG1

Ângulo de contato
25°

Série C	a	Cargas de base em N		Velocidade limite em rpm	
		C dinâmica	Co estática	Graxa	Óleo
71915CV	20	30 500	31 500	12 500	19 000
7015CV	23	44 000	42 000	12 000	19 000
7215CG1	26	80 000	65 000	10 000	16 000
71916CV	21	31 000	33 000	12 000	18 000
7016CV	25	59 000	55 000	11 000	17 000
7216CG1	28	94 000	78 000	9 400	15 000
71917CV	23	36 500	39 000	11 000	17 000
7017CV	25	61 000	59 000	10 500	16 000
7217CG1	30	108 000	91 000	8 700	14 000
71918CV	23	38 000	41 500	10 500	16 000
7018CV	27	73 000	69 000	10 000	15 000
7218CG1	32	124 000	105 000	8 100	12 500
71919CV	24	43 000	47 500	9 900	15 000
7019CV	28	74 000	73 000	9 700	14 500
71920CV	26	49 000	55 000	9 500	14 500
7020CV	29	76 000	77 000	9 300	14 000
7220CG1	36	150 000	127 000	7 200	11 000
71921CV	27	50 000	57 000	9 200	14 000
7021CV	31	84 000	86 000	8 800	13 500
71922CV	27	51 000	59 000	8 900	13 500
7022CV	33	97 000	98 000	8 300	12 500
7222CG1	40	177 000	160 000	6 300	9 700
71924CV	30	70 000	81 000	8 200	12 500
7024CV	34	102 000	109 000	7 700	11 500
7224CG1	42	193 000	187 000	5 700	8 700
71926CV	33	84 000	98 000	7 500	11 500
7026CV	39	131 000	137 000	7 000	10 500
71928CV	34	87 000	105 000	7 200	11 000
7028CV	40	138 000	152 000	6 600	10 000
71930CV	38	105 000	128 000	6 500	9 000
7030CV	43	158 000	176 000	6 200	9 300
71932CV	39	106 000	132 000	6 200	9 400
7032CV	46	179 000	202 000	5 800	8 800
71934CV	41	107 000	140 000	5 800	8 900
7034CV	50	200 000	230 000	5 400	8 100
71936CV	45	135 000	173 000	5 400	8 300
7036CV	54	244 000	290 000	5 000	7 600
71938CV	47	139 000	183 000	5 200	7 900
7038CV	55	250 000	305 000	4 800	7 300
71940CV	51	192 000	243 000	4 800	7 400
7040CV	60	280 000	355 000	4 500	6 900
71944CV	54	180 000	242 000	4 400	6 800
7044CV	66	295 000	395 000	4 100	6 200
71948CV	57	185 000	255 000	4 200	6 400

Série H	a	Cargas de base em N		Velocidade limite em rpm	
		C dinâmica	Co estática	Graxa	Óleo
71915HV	29	29 000	29 500	12 000	18 000
7015HV	32	41 500	40 000	11 000	17 000
7215HG1	36	76 000	62 000	9 100	14 500
71916HV	30	29 500	30 500	11 000	17 000
7016HV	35	56 000	53 000	10 500	16 000
7216HG1	39	89 000	74 000	8 500	13 000
71917HV	33	34 500	36 500	9 900	15 000
7017HV	36	58 000	56 000	9 900	15 000
7217HG1	41	103 000	86 000	7 800	12 000
71918HV	34	35 500	39 000	9 900	15 000
7018HV	39	69 000	66 000	9 200	14 000
7218HG1	44	118 000	100 000	7 300	11 000
71919HV	35	40 500	44 000	9 200	14 000
7019HV	40	71 000	69 000	8 900	13 500
71920HV	38	46 000	51 000	8 600	13 000
7020HV	41	72 000	73 000	8 600	13 000
7220HG1	50	143 000	121 000	6 400	9 800
71921HV	39	47 000	53 000	8 600	13 000
7021HV	44	79 000	81 000	7 900	12 000
71922HV	40	47 500	55 000	8 200	12 500
7022HV	47	92 000	93 000	7 600	11 500
7222HG1	55	169 000	153 000	5 600	8 700
71924HV	44	66 000	76 000	7 500	11 500
7024HV	49	96 000	103 000	6 900	10 500
7224HG1	59	184 000	178 000	5 100	7 800
71926HV	48	79 000	92 000	6 900	10 500
7026HV	55	124 000	130 000	6 500	9 800
71928HV	50	82 000	98 000	6 400	9 800
7028HV	57	130 000	144 000	6 100	9 200
71930HV	56	99 000	120 000	5 900	9 000
7030HV	61	149 000	167 000	5 700	8 600
71932HV	58	100 000	123 000	5 600	8 500
7032HV	66	169 000	191 000	5 300	8 100
71934HV	61	103 000	131 000	5 300	8 100
7034HV	71	189 000	218 000	5 000	7 500
71936HV	67	127 000	161 000	4 900	7 500
7036HV	77	231 000	275 000	4 600	7 000
71938HV	69	131 000	171 000	4 700	7 200
7038HV	79	237 000	290 000	4 400	6 700
71940HV	75	181 000	229 000	4 400	6 800
7040HV	85	265 000	335 000	4 200	6 300
71944HV	77	170 000	226 000	4 000	6 200
7044HV	93	280 000	375 000	3 700	5 700
71948HV	84	174 000	238 000	3 800	5 800

machline





MachLine®: as linhas Alta Precisão - Standard

Pré-carga, rigidez axial e radial das associações DU DB DF

Símbolo	Constante de pressão	Pré-carga (N)			Rigidez axial (N/μm)			Rigidez radial (N/μm)		
		7	8	9	7	8	9	7	8	9
	K (1)									
71900CV	2,58	12	40	75	13	21	29	72	104	125
7000CV	2,33	25	80	160	17	30	43	100	141	171
7200CG1	2,12	40	120	230	23	39	54	128	178	214
71900HV	1,25	22	70	140	32	50	65	67	95	117
7000HV	1,14	45	130	260	42	65	87	90	124	152
7200HG1	1,03	60	180	360	54	81	110	111	157	194
71901CV	2,31	15	43	85	15	24	34	87	120	146
7001CV	2,19	30	90	180	20	33	48	113	158	192
7201CG1	2,11	42	130	250	24	39	54	135	186	227
71901HV	1,12	25	75	150	37	56	74	78	110	135
7001HV	1,06	50	140	280	47	70	95	101	138	169
7201HG1	1,03	70	200	400	56	84	112	119	168	207
71902CV	2,18	22	70	140	18	29	42	105	150	184
7002CV	2,06	32	100	200	22	38	55	123	174	212
7202CG1	1,98	45	130	270	25	41	59	149	203	249
71902HV	1,05	35	110	220	44	68	89	93	133	164
7002HV	1,00	55	160	320	54	82	110	111	154	190
7202HG1	0,97	75	220	440	61	93	123	132	182	225
71903CV	2,08	25	75	150	20	32	45	115	162	198
7003CV	1,87	35	105	210	24	41	59	141	197	240
7203CG1	1,81	60	170	350	29	48	69	164	224	275
71903HV	1,00	40	120	240	49	73	96	102	144	178
7003HV	0,91	60	170	340	58	88	115	127	175	216
7203HG1	0,92	90	280	560	69	106	143	141	200	244
71904CV	1,79	35	110	220	26	43	61	148	210	257
7004CV	1,65	60	180	360	33	57	84	185	257	312
7204CG1	1,58	85	260	500	38	66	94	205	284	340
71904HV	0,87	55	170	340	62	95	125	130	186	229
7004HV	0,81	100	300	600	78	120	165	165	231	283
7204HG1	0,80	140	410	820	91	139	189	182	251	305
71905CV	1,64	40	120	240	29	48	67	169	236	289
7005CV	1,50	70	200	400	38	65	95	215	295	358
7205CG1	1,45	100	300	600	45	77	112	245	340	413
71905HV	0,80	60	180	360	70	105	138	146	207	256
7005HV	0,74	110	320	640	88	135	180	189	263	323
7205HG1	0,72	150	450	900	104	159	216	210	294	358
71906CV	1,59	40	120	240	30	50	69	176	246	302
7006CV	1,43	85	250	500	43	72	105	246	341	416
7206CG1	1,33	130	380	760	49	82	117	283	389	472
71906HV	0,77	60	190	380	72	111	146	153	220	271
7006HV	0,70	130	400	800	98	150	205	212	300	368
7206HG1	0,68	200	600	1200	117	177	239	247	346	423
71907CV	1,45	55	165	330	37	61	86	211	295	361
7007CV	1,30	100	300	600	50	84	120	285	398	486
7207CG1	1,32	180	530	1000	60	102	142	333	460	551
71907HV	0,70	90	260	520	91	135	177	189	263	325
7007HV	0,63	170	500	1000	118	180	245	257	360	443
7207HG1	0,65	280	840	1700	142	217	296	294	414	512

(1) Constante de pressão axial em μm (daN)^{2/3} 7 = pré-carga leve 8 = pré-carga média 9 = pré-carga forte



Símbolo	Constante de pressão K (1)	Pré-carga (N)			Rigidez axial (N/μm)			Rigidez radial (N/μm)		
		7	8	9	7	8	9	7	8	9
71908CV	1,29	75	230	460	46	77	109	260	365	445
7008CV	1,25	110	330	660	53	91	130	306	427	521
7208CG1	1,37	185	560	1100	58	98	137	332	466	566
71908HV	0,63	120	360	720	111	168	225	230	325	401
7008HV	0,61	180	530	1100	125	190	265	273	383	476
7208HG1	0,67	300	900	1800	142	215	288	297	420	518
71909CV	1,20	80	230	460	49	79	112	272	376	467
7009CV	1,24	130	400	800	60	105	150	333	500	625
7209CG1	1,33	230	700	1400	71	119	171	394	567	713
71909HV	0,59	120	360	720	115	173	232	240	339	422
7009HV	0,61	210	650	1300	140	220	300	292	431	545
7209HG1	0,63	370	1100	2200	169	257	346	352	504	629
71910CV	1,13	80	230	460	50	81	115	278	386	479
7010CV	1,15	140	420	840	64	110	160	356	524	667
7210CG1	1,29	240	720	1440	75	125	178	417	595	742
71910HV	0,55	120	370	740	119	180	241	248	353	438
7010HV	0,56	220	670	1330	145	230	310	302	451	564
7210HG1	0,61	380	1140	2280	177	271	363	369	531	660
71911CV	1,08	90	280	560	52	87	122	370	495	614
7011CV	1,12	180	480	1040	71	112	166	400	538	671
7211CG1	1,20	320	800	1600	80	122	173	449	592	723
71911HV	0,53	150	440	880	130	193	257	325	438	543
7011HV	0,55	280	720	1500	167	240	325	351	472	589
7211HG1	0,57	500	1250	2500	188	267	356	394	525	647
71912CV	1,03	100	300	600	58	94	132	401	534	667
7012CV	1,05	200	540	1160	79	125	184	443	598	744
7212CG1	1,15	400	1000	2000	90	136	193	501	660	806
71912HV	0,50	150	460	920	137	208	276	354	475	592
7012HV	0,51	320	800	1700	187	266	363	393	523	657
7212HG1	0,56	600	1500	3000	207	294	390	434	579	713
71913CV	0,97	150	400	860	77	122	180	432	582	724
7013CV	1,01	220	560	1220	85	130	193	471	625	781
7213CG1	1,09	420	1050	2100	95	145	205	533	703	859
71913HV	0,48	240	600	1260	183	260	354	384	512	641
7013HV	0,50	340	860	1750	197	282	378	414	553	686
7213HG1	0,52	620	1550	3100	218	310	412	460	613	756
71914CV	0,98	200	520	1120	84	131	194	470	623	782
7014CV	0,99	280	720	1550	93	144	213	521	693	864
7214CG1	1,11	460	1150	2300	96	146	207	542	716	875
71914HV	0,48	310	800	1640	196	283	381	413	557	692
7014HV	0,49	420	1100	2250	215	311	419	453	613	760
7214HG1	0,53	720	1800	3600	227	322	428	477	636	784
71915CV	0,93	220	580	1220	92	144	210	512	686	849
7015CV	0,96	300	760	1650	99	151	225	550	728	910
7215CG1	1,07	480	1200	2400	102	155	219	576	761	931
71915HV	0,46	340	860	1800	214	306	416	450	602	753
7015HV	0,47	460	1160	2400	229	327	442	482	644	802
7215HG1	0,51	740	1850	3700	239	339	451	505	673	830

machine





MachLine®: as linhas Alta Precisão - Standard

Pré-carga, rigidez axial e radial das associações DU DB DF

Símbolo	Constante de pressão K (1)	Pré-carga (N)			Rigidez axial (N/μm)			Rigidez radial (N/μm)		
		7	8	9	7	8	9	7	8	9
71916CV	0,91	220	600	1280	94	149	220	525	712	885
7016CV	0,97	380	1000	2150	106	166	244	596	799	996
7216CG1	1,03	580	1450	2900	112	170	241	632	834	1020
71916HV	0,45	360	900	1850	224	319	430	470	627	780
7016HV	0,47	600	1500	3150	250	356	484	527	702	879
7216HG1	0,50	880	2200	4400	261	370	491	550	734	905
71917CV	0,88	280	720	1550	105	163	242	585	778	969
7017CV	0,93	400	1060	2250	112	175	256	627	842	1045
7217CG1	1,01	660	1650	3300	120	182	256	678	895	1095
71917HV	0,43	420	1080	2250	242	349	473	510	685	856
7017HV	0,46	620	1600	3300	261	376	507	551	741	923
7217HG1	0,49	1000	2500	5000	279	396	525	590	787	971
71918CV	0,84	300	760	1650	113	174	258	628	832	1039
7018CV	0,93	480	1260	2700	119	186	274	669	896	1115
7218CG1	1,00	760	1900	3800	129	195	275	728	962	1177
71918HV	0,41	460	1160	2400	262	375	507	551	736	917
7018HV	0,45	740	1900	3950	278	400	541	586	788	984
7218HG1	0,47	1160	2900	5800	301	426	566	635	847	1045
71919CV	0,84	320	860	1850	115	182	269	645	870	1084
7019CV	0,90	500	1320	2800	125	195	286	700	940	1167
71919HV	0,41	520	1300	2700	274	390	528	576	768	958
7019HV	0,44	780	2000	4150	293	421	569	617	829	1034
71920CV	0,82	380	1000	2150	125	196	290	699	937	1167
7020CV	0,87	520	1400	2950	130	206	300	732	988	1225
7220CG1	0,99	920	2300	4600	137	207	292	775	1024	1252
71920HV	0,40	600	1500	3150	294	419	570	619	825	1033
7020HV	0,43	820	2100	4350	307	441	596	647	869	1084
7220HG1	0,48	1400	3500	7000	319	453	601	675	901	1112
71921CV	0,80	400	1040	2200	131	203	298	728	972	1205
7021CV	0,86	580	1550	3300	138	216	318	772	1040	1292
71921HV	0,39	620	1600	3250	304	439	590	641	863	1069
7021HV	0,42	920	2350	4850	325	466	629	684	918	1142
71922CV	0,78	420	1080	2300	136	211	310	757	1007	1251
7022CV	0,86	680	1800	3800	146	228	333	815	1094	1356
7222CG1	0,96	1080	2700	5400	149	225	316	852	1126	1379
71922HV	0,38	640	1650	3400	315	454	613	662	892	1110
7022HV	0,42	1060	2700	5600	341	488	660	717	962	1199
7222HG1	0,46	1660	4150	8300	351	497	658	744	993	1226
71924CV	0,77	560	1460	3100	152	237	348	849	1135	1409
7024CV	0,80	740	1950	4200	159	248	367	891	1194	1489
7224CG1	0,89	1140	2850	5700	165	248	347	949	1257	1541
71924HV	0,37	880	2200	4600	357	508	690	750	1001	1251
7024HV	0,39	1160	3000	6150	373	538	724	786	1059	1315
7224HG1	0,42	1720	4300	8600	387	546	721	824	1101	1361

(1) Constante de pressão axial em μm (daN)^{-2/3} 7 = pré-carga leve 8 = pré-carga média 9 = pré-carga forte



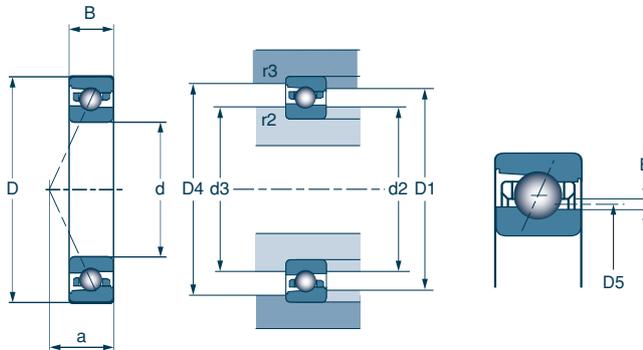
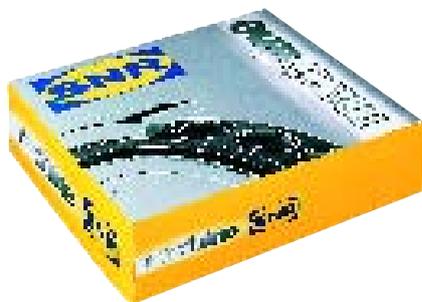
Símbolo	Constante de pressão	Pré-carga (N)			Rigidez axial (N/μm)			Rigidez radial (N/μm)		
		7	8	9	7	8	9	7	8	9
71926CV	0,76	660	1750	3750	163	255	376	909	1221	1520
7026CV	0,81	940	2450	5250	171	266	391	960	1283	1597
71926HV	0,37	1040	2650	5500	382	548	741	804	1078	1345
7026HV	0,40	1480	3750	7750	402	576	777	847	1135	1413
71928CV	0,72	720	1900	4000	176	275	402	981	1316	1630
7028CV	0,76	1040	2700	5800	188	292	431	1054	1408	1754
71928HV	0,35	1140	2900	5950	413	593	798	869	1165	1449
7028HV	0,37	1650	4150	8550	444	633	854	934	1247	1552
71930CV	0,70	880	2300	4850	194	303	443	1084	1450	1797
7030CV	0,74	1200	3150	6700	202	315	463	1134	1519	1887
71930HV	0,34	1380	3500	7250	455	652	882	958	1283	1599
7030HV	0,36	1900	4850	9900	477	681	919	1003	1342	1671
71932CV	0,68	920	2400	5100	202	314	462	1126	1505	1868
7032CV	0,73	1380	3600	7650	217	337	494	1215	1625	2019
71932HV	0,33	1440	3650	7550	472	676	915	994	1331	1658
7032HV	0,36	2150	5500	11350	508	729	984	1070	1437	1789
71934CV	0,65	980	2550	5400	215	335	491	1200	1603	1989
7034CV	0,71	1550	4100	8700	230	360	527	1291	1734	2152
71934HV	0,32	1550	3900	8100	505	722	978	1063	1421	1772
7034HV	0,35	2450	6250	12950	542	778	1051	1142	1532	1909
71936CV	0,65	1200	3150	6650	231	360	527	1286	1722	2134
7036CV	0,71	2000	5150	10950	250	385	565	1401	1866	2318
71936HV	0,32	1850	4800	9850	536	775	1045	1129	1524	1894
7036HV	0,35	3100	7950	16350	584	839	1130	1231	1654	2057
71938CV	0,62	1280	3350	7050	246	384	561	1372	1835	2273
7038CV	0,69	2100	5450	11500	260	406	592	1470	1962	2431
71938HV	0,31	2000	5100	10550	575	826	1116	1210	1624	2023
7038HV	0,34	3300	8350	17200	615	880	1186	1296	1735	2159
71940CV	0,65	1650	4350	9100	257	402	585	1436	1926	2382
7040CV	0,69	2400	6300	13350	274	426	624	1540	2063	2561
71940HV	0,32	2600	6600	13600	603	864	1176	1270	1702	2118
7040HV	0,34	3800	9650	19900	646	925	1247	1362	1825	2271
71944CV	0,61	1700	4400	9300	279	433	634	1554	2072	2569
7044CV	0,65	2700	7200	15400	304	477	702	1700	2288	2846
71944HV	0,30	2650	6750	13850	651	934	1259	1370	1838	2284
7044HV	0,32	4250	10900	22500	713	1026	1385	1502	2018	2511
71948CV	0,58	1800	4700	10000	296	461	678	1652	2208	2743
71948HV	0,28	2850	7250	14900	696	998	1347	1464	1962	2440



MachLine®: as linhas Alta Velocidade e Vedado - ML & MLE

| Séries 719 / 70

Dimensões			Peso kg	Série	Concepção interna						Passagem para a lubrificação		Esferas	
d	D	B			D1	d2	d3	D4	r2	r3	D5	E	Diam.	No
10	22	6	0,010	ML 71900	17,2	13,3	13,6	17,8	0,3	0,1	14,4	1,05	2,381	14
	26	8	0,018	ML 7000	19,5	14,2	14,7	20,1	0,3	0,1	15,7	1,53	3,175	11
12	24	6	0,011	ML 71901	19,0	15,1	15,4	19,6	0,3	0,1	16,2	1,05	2,381	14
	28	8	0,020	ML 7001	21,5	16,2	16,7	22,1	0,3	0,1	17,7	1,58	3,175	13
15	28	7	0,015	ML 71902	23,3	18,3	18,7	23,7	0,3	0,1	19,7	1,35	2,778	16
	32	9	0,028	ML 7002	25,7	19,4	20,2	26,8	0,3	0,1	21,3	1,85	3,969	13
17	30	7	0,017	ML 71903	25,6	20,6	21,0	26,0	0,3	0,1	22,0	1,35	2,778	18
	35	10	0,037	ML 7003	28,4	22,0	22,7	29,5	0,3	0,1	23,9	1,85	3,969	15
20	37	9	0,036	ML 71904	30,7	24,5	25,1	31,8	0,3	0,2	26,3	1,75	3,969	16
	42	12	0,063	ML 7004	34,3	25,3	26,6	35,7	0,6	0,3	27,9	2,63	5,556	14
25	42	9	0,041	ML 71905	36,2	30,0	30,6	37,3	0,3	0,2	31,8	1,75	3,969	19
	47	12	0,076	ML 7005	39,9	30,9	32,2	41,3	0,6	0,3	33,5	2,63	5,556	17
30	47	9	0,047	ML 71906	40,7	34,5	35,1	41,8	0,3	0,2	36,2	1,73	3,969	22
	55	13	0,112	ML 7006	45,8	36,8	38,1	47,2	1,0	0,3	39,4	2,63	5,556	20
35	55	10	0,075	ML 71907	47,1	40,8	41,4	48,2	0,6	0,2	42,7	1,90	3,969	26
	62	14	0,149	ML 7007	51,5	41,5	43,2	53,6	1,0	0,3	44,6	3,10	6,350	20
40	62	12	0,109	ML 71908	53,1	45,3	46,8	54,4	0,6	0,2	47,6	2,25	4,762	25
	68	15	0,185	ML 7008	57,5	47,5	49,2	59,6	1,0	0,3	50,5	3,00	6,350	22
45	68	12	0,128	ML 71909	58,6	50,8	52,3	59,9	0,6	0,3	53,0	2,23	4,762	28
	75	16	0,238	ML 7009	63,0	53,0	54,7	65,0	1,0	0,3	56,1	3,05	6,350	22
50	72	12	0,129	ML 71910	63,1	55,3	56,8	64,4	0,6	0,3	57,5	2,23	4,762	30
	80	16	0,256	ML 7010	68,0	58,0	59,7	70,0	1,0	0,3	61,0	3,00	6,350	25
55	80	13	0,177	ML 71911	73,8	60,5	62,2	76,0	1,0	0,3	64,3	2,50	5,556	30
	90	18	0,396	ML 7011	79,5	65,5	66,5	83,5	1,1	0,6	69,5	1,70	7,938	22
60	85	13	0,190	ML 71912	78,8	65,6	67,1	81,0	1,0	0,3	69,3	2,50	5,556	32
	95	18	0,426	ML 7012	84,5	70,5	71,5	88,5	1,1	0,6	74,4	1,67	7,938	24
65	90	13	0,202	ML 71913	83,5	70,5	72,5	86,5	1,0	0,3	75,0	1,25	6,350	29
	100	18	0,445	ML 7013	89,5	74,0	76,5	93,5	1,1	0,6	79,4	1,67	7,938	26
70	100	16	0,330	ML 71914	92,0	76,5	79,0	95,5	1,0	0,3	81,9	1,63	7,938	26
	110	20	0,625	ML 7014	98,0	81,5	83,0	102,5	1,1	0,6	86,4	2,07	9,525	24
75	105	16	0,349	ML 71915	97,0	81,5	84,0	100,5	1,0	0,3	86,9	1,63	7,938	28
	115	20	0,658	ML 7015	103,0	86,5	88,0	107,5	1,1	0,6	91,4	2,07	9,525	25
80	110	16	0,370	ML 71916	102,0	86,5	89,0	105,5	1,0	0,3	91,9	1,63	7,938	30
	125	22	0,874	ML 7016	111,5	93,0	94,5	116,5	1,1	0,6	98,4	2,49	11,113	23
85	120	18	0,535	ML 71917	110,0	93,0	96,0	114,0	1,1	0,6	99,2	1,94	8,731	29
	130	22	0,927	ML 7017	116,5	98,5	99,5	121,5	1,1	0,6	103,4	2,49	11,113	25
90	125	18	0,562	ML 71918	115,0	98,5	101,0	119,0	1,1	0,6	104,2	1,94	8,731	31
	140	24	1,192	ML 7018	124,5	103,0	106,5	130,0	1,5	0,6	110,5	2,64	11,906	25
95	130	18	0,591	ML 71919	120,0	103,5	106,0	124,0	1,1	0,6	109,2	1,94	8,731	32
	145	24	1,263	ML 7019	129,5	109,5	111,5	135,0	1,5	0,6	115,5	2,64	11,906	26
100	140	20	0,796	ML 71920	128,5	109,5	112,5	133,0	1,1	0,6	115,9	2,02	10,319	29
	150	24	1,313	ML 7020	134,5	114,5	116,5	140,0	1,5	0,6	120,5	2,61	11,906	27
105	160	26	1,602	ML 7021	143,0	119,0	123,0	149,0	2,0	1,0	127,5	3,02	13,494	25
110	150	20	0,868	ML 71922	138,5	119,5	122,5	143,0	1,1	0,6	125,9	1,98	10,319	32
	170	28	2,019	ML 7022	150,5	126,0	130,0	149,0	2,0	1,0	134,7	3,23	14,288	25
120	165	22	1,204	ML 71924	151,5	131,0	134,5	156,5	1,1	6,0	138,1	2,18	11,113	33
	180	28	2,167	ML 7024	160,5	136,0	140,0	167,5	2,0	1,0	144,7	3,23	14,288	27
130	180	24	1,572	ML 71926	165,0	142,0	146,0	170,5	1,5	0,6	150,0	2,56	12,700	31
	200	33	3,306	ML 7026	177,0	148,5	154,0	185,0	2,0	1,0	158,9	3,84	16,669	26



Séries 719 CV 70 CV

Ângulo de contato
17°

Séries 719 HV 70 HV

Ângulo de contato
25°

Série C		a	Cargas de base em N		Velocidade limite em rpm	
ML	C		C dinâmica	Co estática	Graxa	Óleo
ML 71900	C 5	5	1 430	680	101 500	135 000
ML 7000	C 6	6	2 040	920	94 000	125 000
ML 71901	C 5	5	1 490	705	90 000	120 000
ML 7001	C 7	7	2 280	1 110	82 500	110 000
ML 71902	C 6	6	2 030	1 030	75 000	100 000
ML 7002	C 8	8	3 450	1 710	69 000	92 000
ML 71903	C 7	7	2 170	1 180	67 500	90 000
ML 7003	C 8	8	3 750	2 020	61 500	82 000
ML 71904	C 8	8	3 900	2 080	56 500	75 000
ML 7004	C 10	10	6 550	3 600	52 500	70 000
ML 71905	C 9	9	4 300	2 550	47 500	63 000
ML 7005	C 11	11	7 450	4 500	44 500	59 000
ML 71906	C 10	10	4 650	3 000	41 500	55 000
ML 7006	C 12	12	8 300	5 150	37 500	50 000
ML 71907	C 11	11	5 100	3 600	35 500	47 000
ML 7007	C 13	13	10 500	6 700	33 000	44 000
ML 71908	C 13	13	6 950	4 950	31 500	42 000
ML 7008	C 15	15	11 000	7 500	29 500	39 000
ML 71909	C 14	14	7 350	5 550	28 500	38 000
ML 7009	C 16	16	10 900	7 600	27 000	36 000
ML 71910	C 14	14	7 600	6 000	26 500	35 000
ML 7010	C 17	17	11 700	8 700	25 000	33 000
ML 71911	C 16	16	10 100	8 200	21 000	31 000
ML 7011	C 19	19	23 300	21 700	22 000	30 500
ML 71912	C 16	16	10 400	8 700	18 000	29 500
ML 7012	C 19	19	24 400	24 000	19 000	28 500
ML 71913	C 17	17	17 600	18 400	19 000	30 500
ML 7013	C 20	20	25 500	26 000	18 000	27 000
ML 71914	C 19	19	25 000	26 000	17 000	27 000
ML 7014	C 22	22	34 000	34 500	16 500	25 000
ML 71915	C 20	20	26 000	28 000	16 500	26 000
ML 7015	C 23	23	34 500	36 000	15 500	23 750
ML 71916	C 21	21	27 000	30 000	15 500	24 500
ML 7016	C 25	25	44 000	44 500	14 000	21 500
ML 71917	C 23	23	31 500	35 000	14 500	22 500
ML 7017	C 26	26	46 000	49 000	13 500	20 500
ML 71918	C 23	23	32 500	37 000	13 500	21 000
ML 7018	C 28	28	52 000	56 000	12 500	19 100
ML 71919	C 24	24	33 000	38 000	12 700	20 000
ML 7019	C 28	28	53 000	59 000	12 000	18 400
ML 71920	C 26	26	42 500	49 000	11 700	18 500
ML 7020	C 29	29	54 000	61 000	11 500	18 000
ML 7021	C 31	31	65 000	72 000	10 500	16 500
ML 71922	C 28	28	44 500	53 000	10 500	17 000
ML 7022	C 33	33	72 000	81 000	10 000	15 800
ML 71924	C 30	30	52 000	64 000	9 500	15 500
ML 7024	C 34	34	75 000	88 000	9 000	14 000
ML 71926	C 33	33	64 000	79 000	8 500	14 000
ML 7026	C 39	39	97 000	115 000	8 000	12 500

Série H		a	Cargas de base em N		Velocidade limite em rpm	
ML	H		C dinâmica	Co estática	Graxa	Óleo
ML 71900	H 7	7	1 360	645	94 000	125 000
ML 7000	H 8	8	1 950	870	82 500	110 000
ML 71901	H 7	7	1 410	670	82 500	110 000
ML 7001	H 9	9	2 180	1 050	75 000	100 000
ML 71902	H 9	9	1 930	980	67 500	90 000
ML 7002	H 10	10	3 300	1 630	62 500	83 000
ML 71903	H 9	9	2 060	1 110	61 500	82 000
ML 7003	H 11	11	3 600	1 820	55 500	74 000
ML 71904	H 11	11	3 700	1 970	51 000	68 000
ML 7004	H 13	13	6 300	3 400	47 500	63 000
ML 71905	H 12	12	4 100	2 400	43 000	57 000
ML 7005	H 14	14	7 100	4 050	40 000	53 000
ML 71906	H 13	13	4 400	2 850	37 500	50 000
ML 7006	H 16	16	7 800	4 900	34 500	46 000
ML 71907	H 15	15	4 800	3 400	32 500	43 000
ML 7007	H 18	18	10 000	6 350	30 000	40 000
ML 71908	H 18	18	6 550	4 650	28 500	38 000
ML 7008	H 20	20	10 500	7 100	27 000	36 000
ML 71909	H 19	19	6 950	5 250	25 500	34 000
ML 7009	H 22	22	10 300	7 200	24 000	32 000
ML 71910	H 20	20	7 150	5 650	24 000	32 000
ML 7010	H 23	23	11 100	8 200	22 500	30 000
ML 71911	H 22	22	9 600	7 700	18 000	28 500
ML 7011	H 26	26	22 000	20 600	19 000	27 000
ML 71912	H 24	24	9 800	8 200	17 500	26 500
ML 7012	H 27	27	23 000	22 600	17 000	25 500
ML 71913	H 25	25	16 600	17 200	17 500	26 000
ML 7013	H 28	28	23 900	24 400	16 000	24 500
ML 71914	H 28	28	23 700	24 300	15 000	23 500
ML 7014	H 31	31	32 000	32 500	15 000	21 800
ML 71915	H 29	29	24 600	26 000	14 000	21 700
ML 7015	H 32	32	32 500	34 000	13 500	21 000
ML 71916	H 30	30	25 500	28 000	13 700	21 000
ML 7016	H 35	35	41 500	42 500	12 500	19 000
ML 71917	H 33	33	29 500	32 500	12 500	20 000
ML 7017	H 36	36	43 500	46 000	11 500	18 500
ML 71918	H 34	34	30 500	34 500	11 700	18 700
ML 7018	H 39	39	49 000	53 000	10 500	17 200
ML 71919	H 35	35	31 000	35 500	11 000	17 700
ML 7019	H 40	40	50 000	55 000	10 000	16 500
ML 71920	H 38	38	40 000	45 500	10 500	16 700
ML 7020	H 41	41	51 000	57 000	9 500	15 900
ML 7021	H 44	44	61 000	68 000	9 000	14 900
ML 71922	H 41	41	42 000	50 000	9 300	14 700
ML 7022	H 47	47	68 000	76 000	8 500	13 900
ML 71924	H 44	44	49 000	60 000	8 600	13 500
ML 7024	H 49	49	70 000	82 000	8 000	12 500
ML 71926	H 48	48	60 000	73 000	7 500	11 500
ML 7026	H 55	55	92 000	108 000	7 000	10 500

machline

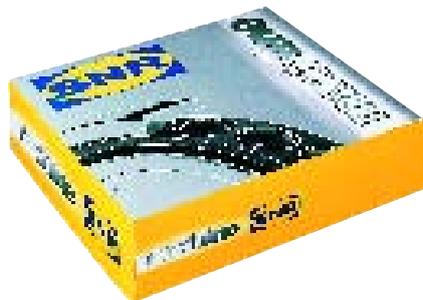




MachLine®: as linhas Alta Velocidade e Vedado - ML & MLE

Pré-carga, rigidez axial e radial das associações DU DB DF

Símbolo	Constante de pressão K (1)	Pré-carga (N)			Rigidez axial (N/μm)			Rigidez radial (N/μm)		
		7	8	9	7	8	9	7	8	9
ML 71900 C	2,58	7	21	45	12	18	25	58	83	105
ML 7000 C	2,33	10	30	60	12	19	26	61	87	108
ML 71900 H	1,25	11	35	70	25	37	49	54	37	98
ML 7000 H	1,14	16	50	100	26	39	51	57	82	103
ML 71901 C	2,31	7	22	45	12	19	26	61	89	110
ML 7001 C	2,19	11	35	70	15	22	30	70	102	127
ML 71901 H	1,12	12	35	70	26	39	51	58	83	103
ML 7001 H	1,06	18	55	110	30	45	59	66	95	119
ML 71902 C	2,18	10	30	60	15	23	31	75	107	133
ML 7002 C	2,06	17	50	100	18	27	36	88	125	155
ML 71902 H	1,05	16	50	100	32	48	64	70	102	127
ML 7002 H	1,00	30	80	160	39	55	72	85	117	146
ML 71903 C	2,08	11	35	65	17	27	34	84	122	148
ML 7003 C	1,87	19	55	110	20	31	41	101	142	176
ML 71903 H	1,00	17	50	100	35	62	67	78	110	137
ML 7003 H	0,91	30	90	180	42	63	82	94	134	167
ML 71904 C	1,79	20	60	120	21	33	44	107	152	189
ML 7004 C	1,65	35	100	200	27	40	54	132	185	230
ML 71904 H	0,87	30	90	180	44	66	85	98	140	175
ML 7004 H	0,81	50	160	320	54	82	106	119	174	217
ML 71905 C	1,64	22	65	130	25	38	51	124	176	219
ML 7005 C	1,50	35	110	220	30	47	63	151	218	271
ML 71905 H	0,80	35	100	200	52	76	99	116	163	203
ML 7005 H	0,74	60	180	360	65	96	125	144	206	257
ML 71906 C	1,59	23	70	140	28	43	57	139	199	248
ML 7006 C	1,43	40	120	250	35	54	73	176	251	316
ML 71906 H	0,77	35	110	220	58	87	112	128	186	232
ML 7006 H	0,70	65	200	390	74	111	143	165	238	295
ML 71907 C	1,45	25	80	150	32	50	64	160	233	284
ML 7007 C	1,30	50	160	320	40	62	82	198	288	359
ML 71907 H	0,70	40	120	240	67	99	129	149	214	267
ML 7007 H	0,63	80	250	500	83	125	162	185	268	335
ML 71908 C	1,29	35	100	210	37	55	75	185	260	329
ML 7008 C	1,25	55	160	330	44	65	88	218	308	387
ML 71908 H	0,63	55	160	330	77	113	148	172	243	307
ML 7008 H	0,61	90	260	520	92	135	175	205	290	362
ML 71909 C	1,20	35	110	220	40	61	81	200	290	361
ML 7009 C	1,22	55	160	330	44	65	88	218	308	387
ML 71909 H	0,59	60	170	350	86	124	162	191	268	338
ML 7009 H	0,60	90	260	520	92	135	175	205	290	362
ML 71910 C	1,13	40	110	230	44	64	86	219	303	383
ML 7010 C	1,14	60	180	350	49	74	98	245	349	431
ML 71910 H	0,55	60	180	360	90	132	171	200	287	357
ML 7010 H	0,56	90	280	560	100	150	194	224	324	404
ML 71911 C	1,06	50	150	300	50	75	99	252	357	443
ML 7011 C	1,15	73	233	470	50	78	104	254	369	460
ML 71911 H	0,59	80	240	480	104	154	199	225	331	414
ML 7011 H	0,64	120	368	740	107	160	207	239	344	430
ML 71912 C	1,01	50	160	310	52	80	104	269	381	473
ML 7012 C	1,08	78	252	508	55	85	113	275	401	500
ML 71912 H	0,57	80	240	490	109	161	209	241	354	442
ML 7012 H	0,60	130	395	800	117	173	225	260	373	468



Símbolo	Constante de pressão	Pré-carga (N)			Rigidez axial (N/μm)			Rigidez radial (N/μm)		
		7	8	9	7	8	9	7	8	9
	K (1)									
ML 71913 C	1.03	62	185	370	53	81	107	268	382	475
ML 7013 C	1.03	85	271	546	59	92	122	298	434	541
ML 71913 H	0.57	88	288	576	108	164	212	240	354	442
ML 7013 H	0.57	140	430	860	126	188	243	281	405	506
ML 71914 C	1.04	92	265	530	61	91	121	306	431	536
ML 7014 C	1.03	115	360	720	66	102	135	332	480	598
ML 71914 H	0.57	130	265	820	123	185	239	274	399	498
ML 7014 H	0.57	190	573	1160	141	208	271	313	449	563
ML 71915 C	0.98	98	282	564	65	98	129	329	462	575
ML 7015 C	0.99	120	378	754	69	106	141	346	502	624
ML 71915 H	0.54	138	442	884	132	199	257	294	430	537
ML 7015 H	0.55	199	590	1200	147	216	281	327	466	585
ML 71916 C	0.94	104	300	600	70	104	138	351	494	615
ML 7016 C	1.00	151	475	950	74	114	152	372	539	670
ML 71916 H	0.52	148	470	940	141	213	275	315	459	574
ML 7016 H	0.56	252	750	1500	158	233	302	352	502	627
ML 71917 C	0.90	123	352	704	75	111	147	374	526	655
ML 7017 C	0.94	163	517	1030	80	124	165	404	586	728
ML 71917 H	0.52	174	550	1100	150	226	292	336	488	610
ML 7017 H	0.52	270	810	1620	171	253	327	381	545	681
ML 71918 C	0.89	130	374	748	79	118	157	399	561	698
ML 7018 C	0.92	184	570	1160	85	131	175	430	620	776
ML 71918 H	0.50	185	588	1176	160	242	312	358	522	652
ML 7018 H	0.51	315	925	1880	184	270	352	410	583	732
ML 71919 C	0.87	134	385	770	82	122	162	412	579	720
ML 7019 C	0.90	195	608	1220	89	138	183	450	650	810
ML 71919 H	0.48	191	603	1206	166	249	322	370	538	672
ML 7019 H	0.50	326	960	1950	191	281	366	426	606	760
ML 71920 C	0.87	172	495	980	88	132	174	443	623	773
ML 7020 C	0.88	200	628	1260	93	143	190	466	674	839
ML 71920 H	0.48	246	770	1540	178	267	346	398	578	722
ML 7020 H	0.49	336	1005	2010	198	293	379	441	631	788
ML 7021 C	0.89	238	760	1520	97	151	200	489	711	885
ML 7021 H	0.49	398	1200	2400	208	308	398	462	663	828
ML 71922 C	0.83	190	540	1080	97	145	192	489	685	852
ML 7022 C	0.87	265	810	1650	103	156	209	516	741	927
ML 71922 H	0.46	270	846	1692	196	295	381	439	637	795
ML 7022 H	0.48	448	1330	2700	220	324	422	490	699	877
ML 71924 C	0.79	226	645	1290	108	161	213	542	760	946
ML 7024 C	0.83	287	885	1820	111	170	228	558	803	1008
ML 71924 H	0.44	322	1000	2000	218	326	421	487	704	880
ML 7024 H	0.46	480	1440	2880	237	351	454	528	756	944
ML 71926 C	0.78	278	790	1580	116	172	228	582	816	1015
ML 7026 C	0.81	375	1170	2400	124	191	256	626	905	1135
ML 71926 H	0.43	400	1240	2480	235	351	454	524	759	948
ML 7026 H	0.45	630	1880	3800	267	393	511	594	848	1062

(1) Constante de pressão axial em μm (daN)^{2/3} 7 = pré-carga leve 8 = pré-carga média 9 = pré-carga forte



Porcas de precisão autobloqueadoras

As porcas de precisão autobloqueadoras são particularmente recomendadas para todas as montagens de rolamentos MachLine. Possibilitam pré-carregar um conjunto de rolamentos, garantindo a manutenção da pré-carga com o passar do tempo. No caso de esforços axiais importantes, elas posicionam a totalidade de forma confiável e durável.

Características

- Aço de alta resistência (1000 N/mm²) em toda a linha e protegido por um polimento (com exceção do lado de apoio e rosca).
- Perpendicularidade face de apoios/diâmetro interno < 2 µm.
- Roscagem métrica realizada com tolerância 5H (de acordo com ISO 965/1).
- Séries estreitas ou largas.
- Aperto através de furos cegos ou de rebaixo.
- Bloqueio das porcas garantido por 2 ou 4 rebites de bronze.



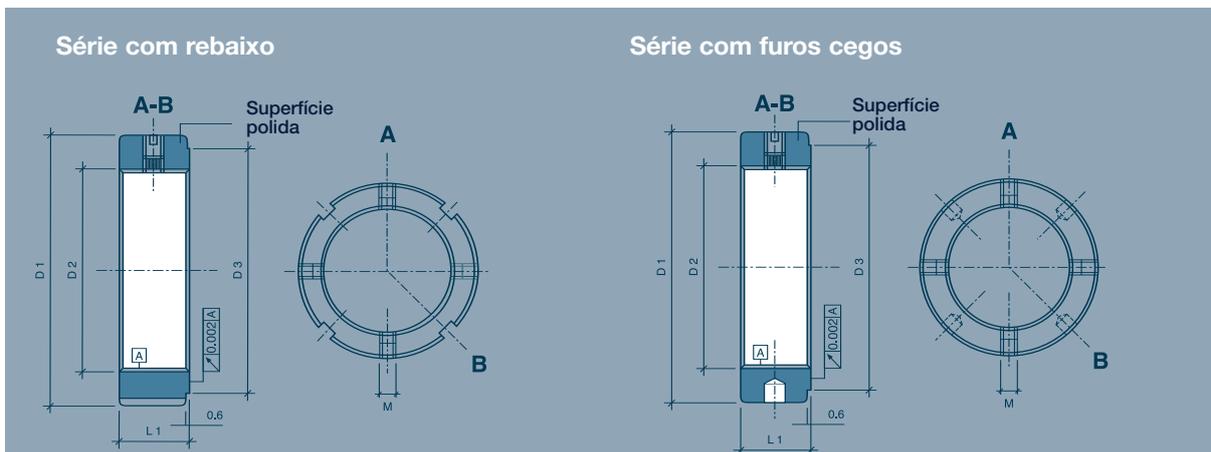
Precauções de montagem

Como feito com os rolamentos, desembalar as porcas no último minuto para evitar qualquer risco de poluição. Elas devem ser dispostas sobre a face polida. Quando a porca estiver apertada com uma chave de aperto (DIN 1810A e DIN 1810B), apertar os parafusos de fixação dos rebites com uma chave de seis faces do tipo Allen (séries de 4 rebites: apertar progressivamente e em cruz).

Recomenda-se substituir as porcas toda vez que os rolamentos forem trocados.



A SNR lhe apresenta uma linha completa de chaves: sólidas, seguras e de fácil uso, as nossas 5 referências substituem, por si só, os 15 modelos clássicos fixos equivalentes. Para obter mais informações: www.snr-bearings.com ou consultar o seu técnico da SNR.



Série	Número de rebites	Rebaixos	Furos cegos
Estreita	2	B	TB
	4	BR	TBR
Larga	2	BP	TBP
	4	BPR	TBPR

Dimensões e referências

Porcas tipo B e TB

Rosca	Referência		Peso	Dimensões				Parafuso de fixação	Porcas		
				D1	L1	D3	M	Mbl	Far	Ma	Md
			kg	mm	mm	mm	mm	N.m	kN	N.m	N.m
M8 x 0,75	B 8/0.75		0,01	16	8	11	M 4	1	27	4	26
M12 x 1	B 12/1		0,015	22	8	18	M 4	1	47	8	31
M15 x 1	B 15/1		0,02	25	8	21	M 4	1	65	10	32
M17 x 1	B 17/1		0,03	28	10	24	M 5	3	100	15	32
M20 x 1	B 20/1	TB 20/1	0,04	32	10	28	M 5	4-5	140	18	39
M20 x 1,5	B 20/1,5	TB 20/1,5	0,04	32	10	28	M 5	4-5	126	18	39
M25 x 1,5	B 25	TB 25	0,06	38	12	33	M 5	4-5	198	25	56
M30 x 1,5	B 30	TB 30	0,08	45	12	40	M 5	4-5	240	32	63
M35 x 1,5	B 35	TB 35	0,11	52	12	47	M 5	4-5	263	40	72
M40 x 1,5	B 40	TB 40	0,15	58	14	52	M 6	8-10	290	55	97
M45 x 1,5	B 45	TB 45	0,18	65	14	59	M 6	8-10	322	65	115
M50 x 1,5	B 50	TB 50	0,20	70	14	64	M 6	8-10	351	85	132
M55 x 2	B 55	TB 55	0,25	75	16	68	M 8	16-18	378	95	148
M60 x 2	B 60	TB 60	0,27	80	16	73	M 8	16-18	405	100	186
M65 x 2	B 65	TB 65	0,28	85	16	78	M 8	16-18	431	120	196
M70 x 2	B 70	TB 70	0,38	92	18	85	M 8	16-18	468	130	228
M75 x 2	B 75	TB 75	0,42	98	18	90	M 8	16-18	497	150	255
M80 x 2	B 80	TB 80	0,49	105	18	95	M 8	16-18	527	160	291
M85 x 2	B 85	TB 85	0,52	110	18	100	M 8	16-18	558	190	315
M90 x 2	B 90	TB 90	0,75	120	20	110	M 8	16-18	603	200	369
M95 x 2	B 95	TB 95	0,78	125	20	115	M 8	16-18	637	220	391
M100 x 2	B 100	TB 100	0,82	130	20	120	M 8	16-18		250	432

Porcas tipo BP e TBP

Rosca	Referência		Peso	Dimensões				Parafuso de fixação	Porcas		
				D1	L1	D3	M	Mbl	Far	Ma	Md
			kg	mm	mm	mm	mm	N.m	kN	N.m	N.m
M20 x 1	BP 20/1	TBP 20/1	0,12	38	20	28	M 5	4-5	255	18	39
M20 x 1,5	BP 20/1,5	TBP 20/1,5	0,12	38	20	28	M 5	4-5	225	18	39
M25 x 1,5	BP 25	TBP 25	0,17	45	20	33	M 6	8-10	405	25	56
M30 x 1,5	BP 30	TBP 30	0,24	52	22	40	M 6	8-10	491	32	63
M35 x 1,5	BP 35	TBP 35	0,28	58	22	47	M 6	8-10	560	40	72
M40 x 1,5	BP 40	TBP 40	0,29	62	22	52	M 8	16-18	585	55	97
M45 x 1,5	BP 45	TBP 45	0,37	68	24	59	M 8	16-18	641	65	115
M50 x 1,5	BP 50	TBP 50	0,46	75	25	64	M 8	16-18	706	85	132
M55 x 2	BP 55	TBP 55	0,92	88	32	68	M 8	16-18	940	95	148
M60 x 2	BP 60	TBP 60	1,14	98	32	73	M 8	16-18	1 070	100	186
M65 x 2	BP 65	TBP 65	1,29	105	32	78	M 8	16-18	1 155	120	196
M70 x 2	BP 70	TBP 70	1,49	110	35	85	M 8	16-18	1 230	130	228
M75 x 2	BP 75	TBP 75	2,25	125	38	90	M 10	30-32	1 300	150	255
M80 x 2	BP 80	TBP 80	2,97	140	38	95	M 10	30-32	1 420	160	291
M85 x 2	BP 85	TBP 85	3,44	150	38	100	M 10	30-32	1 510	190	315
M90 x 2	BP 90	TBP 90	3,59	155	38	110	M 10	30-32	1 596	200	369
M95 x 2	BP 95	TBP 95	3,73	160	38	115	M 10	30-32	1 656	220	391
M100 x 2	BP 100	TBP 100	3,70	160	40	120	M 10	30-32	1 780	250	432

Far: Carga axial de ruptura (correspondente à ruptura da rosca). Em funcionamento, a carga axial a ser suportada por uma porca deve ser inferior a 75% da carga axial de ruptura **Far** definida para esta porca / **Ma:** Acoplamento de montagem da porca / **Md:** Acoplamento de desconexão da porca (montado com acoplamentos **Ma** e **Mbl** correspondentes) / **Mbl:** Acoplamento de aperto dos rebites / **D1:** Diâmetro externo / **D3:** Diâmetro face de apoio / **L1:** Largura



Porcas de precisão autobloqueadores

Dimensões e referências

Porcas tipo BR e TBR

Rosca	Referência		Peso	Dimensões				Parafuso de fixação	Porcas		
				D1	L1	D3	M	Mbl	Far	Ma	Md
D2	-	-	-	mm	mm	mm	mm	N.m	kN	N.m	N.m
M25 x 1,5	BR 25	TBR 25	0,06	38	12	33	M5	3-4	198	25	85
M30 x 1,5	BR 30	TBR 30	0,08	45	12	40	M5	3-4	240	32	96
M35 x 1,5	BR 35	TBR 35	0,11	52	12	47	M5	3-4	263	40	107
M40 x 1,5	BR 40	TBR 40	0,15	58	14	52	M6	6-8	290	55	127
M45 x 1,5	BR 45	TBR 45	0,18	65	14	59	M6	6-8	322	65	149
M50 x 1,5	BR 50	TBR 50	0,20	70	14	64	M6	6-8	351	85	180
M55 x 2	BR 55	TBR 55	0,25	75	16	68	M8	12-14	378	95	206
M60 x 2	BR 60	TBR 60	0,27	80	16	73	M8	12-14	405	100	255
M65 x 2	BR 65	TBR 65	0,28	85	16	78	M8	12-14	431	120	277
M70 x 2	BR 70	TBR 70	0,38	92	18	85	M8	12-14	468	130	304
M75 x 2	BR 75	TBR 75	0,42	98	18	90	M8	12-14	497	150	357
M80 x 2	BR 80	TBR 80	0,49	105	18	95	M8	12-14	527	160	396
M85 x 2	BR 85	TBR 85	0,52	110	18	100	M8	12-14	558	190	444
M90 x 2	BR 90	TBR 90	0,75	120	20	110	M8	12-14	603	200	501
M95 x 2	BR 95	TBR 95	0,78	125	20	115	M8	12-14	637	220	550
M100 x 2	BR 100	TBR 100	0,82	130	20	120	M8	12-14	688	250	603

Porcas tipo BPR e TBPR

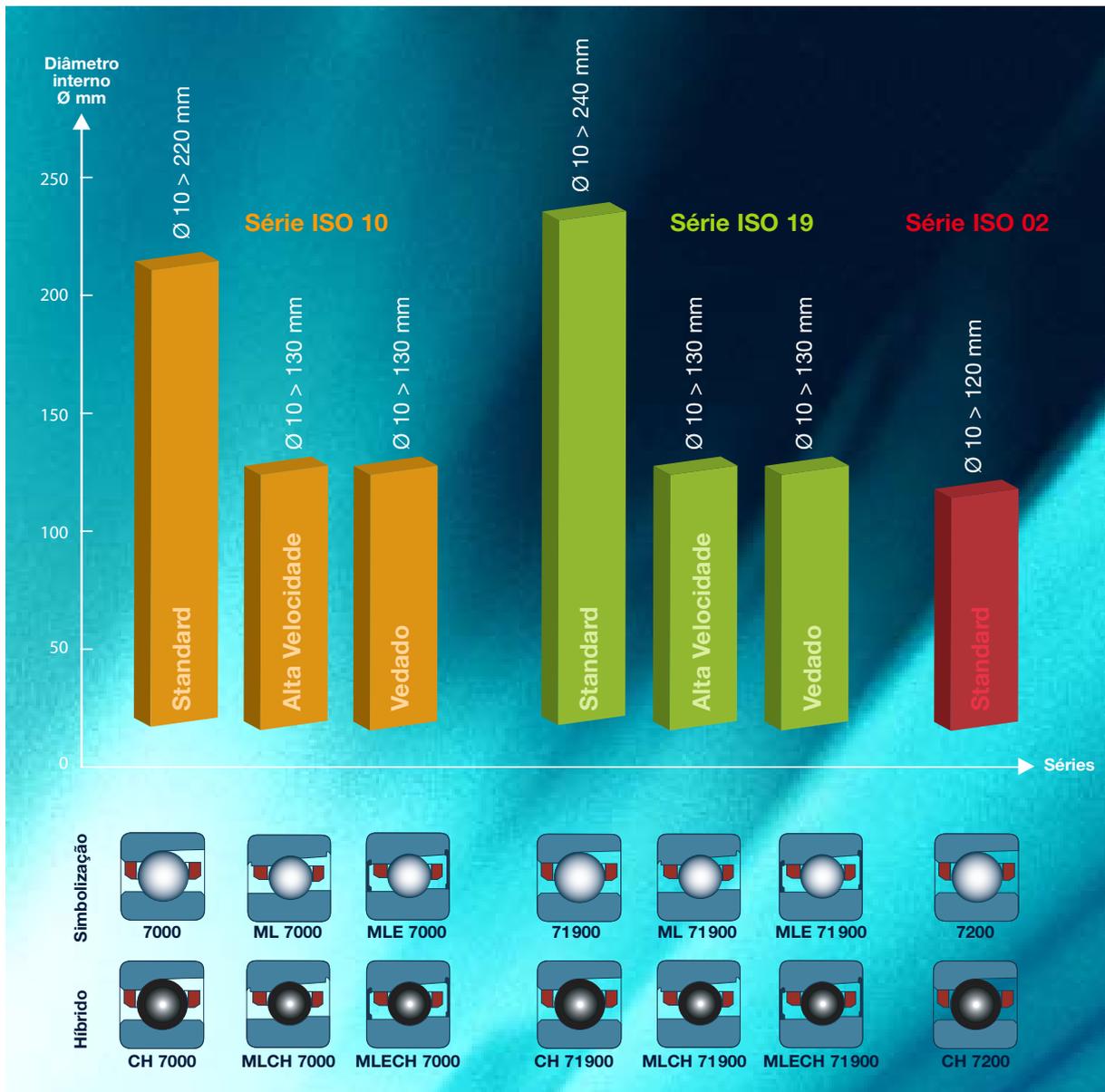
Rosca	Referência		Peso	Dimensões				Parafuso de fixação	Porcas		
				D1	L1	D3	M	Mbl	Far	Ma	Md
D2	-	-	-	mm	mm	mm	mm	N.m	kN	N.m	N.m
M20 x 1	BPR 20/1	TBPR 20/1	0,12	38	20	28	M5	3-4	255	18	56
M20 x 1,5	BPR 20/1,5	TBPR 20/1,5	0,12	38	20	28	M5	3-4	225	18	56
M25 x 1,5	BPR 25	TBPR 25	0,17	45	20	33	M6	6-8	405	25	85
M30 x 1,5	BPR 30	TBPR 30	0,24	52	22	40	M6	6-8	491	32	96
M35 x 1,5	BPR 35	TBPR 35	0,28	58	22	47	M6	6-8	560	40	107
M40 x 1,5	BPR 40	TBPR 40	0,29	62	22	52	M8	12-14	585	55	127
M45 x 1,5	BPR 45	TBPR 45	0,37	68	24	59	M8	12-14	641	65	149
M50 x 1,5	BPR 50	TBPR 50	0,46	75	25	64	M8	12-14	706	85	180
M55 x 2	BPR 55	TBPR 55	0,92	88	32	68	M8	12-14	940	95	206
M60 x 2	BPR 60	TBPR 60	1,14	98	32	73	M8	12-14	1 070	100	255
M65 x 2	BPR 65	TBPR 65	1,29	105	32	78	M8	12-14	1 155	120	277
M70 x 2	BPR 70	TBPR 70	1,49	110	35	85	M8	12-14	1 230	130	304
M75 x 2	BPR 75	TBPR 75	2,25	125	38	90	M10	24-26	1 300	150	357
M80 x 2	BPR 80	TBPR 80	2,97	140	38	95	M10	24-26	1 420	160	396
M85 x 2	BPR 85	TBPR 85	3,44	150	38	100	M10	24-26	1 510	190	444
M90 x 2	BPR 90	TBPR 90	3,59	155	38	110	M10	24-26	1 596	200	501
M95 x 2	BPR 95	TBPR 95	3,73	160	38	115	M10	24-26	1 656	220	550
M100 x 2	BPR 100	TBPR 100	3,70	160	40	120	M10	24-26	1 780	250	603

Far: Carga axial de ruptura (correspondente à ruptura da rosca). Em funcionamento, a carga axial a ser suportada por uma porca deve ser inferior a 75% da carga axial de ruptura **Far** definida para esta porca / **Ma:** Acoplamento de montagem da porca / **Md:** Acoplamento de desconexão da porca (montado com acoplamentos **Ma** e **Mbl** correspondentes) / **Mbl:** Acoplamento de aperto dos rebites / **D1:** Diâmetro externo / **D3:** Diâmetro face de apoio / **L1:** Largura



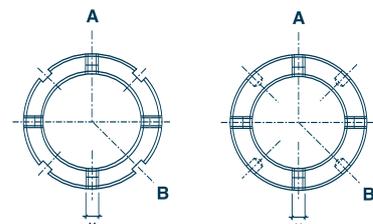
Síntese da gama: encontrar a solução SNR própria

Linha MachLine



Linha de porcas de precisão

Série	Número de rebites	Rebaixos	Furos cegos	Aplicação	Diâmetro interno
Estreita	2	B	-	Uso normal	8 à 100
		-	TB		20 à 100
Larga	4	BR	TBR	Esforços médios: exigência máxima de planeza	25 à 100
		BP	TBP		Esforços elevados
Larga	4	BPR	TBPR	Esforços muito elevados: exigência máxima de planeza	



Mediante pedido, é possível realizar porcas específicas (diâmetro, número de rebites, etc. ...)



Tolerâncias e classes de precisão

| Tolerância dos anéis

A precisão de rotação do fuso influencia diretamente a precisão da usinagem. A SNR realiza os seus rolamentos nas classes de altíssima precisão P4S e de super precisão ISO 2.

Anel interno											
Tolerâncias em μm											
Diâmetro interno (d) em mm	De	6	10	18	30	50	80	120	150	180	
	A	10	18	30	50	80	120	150	180	250	

Tolerâncias	Símbolo (1)											
Tolerância no diâmetro médio	Δ dmp	ISO 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			-4	-4	-5	-6	-7	-8	-10	-10	-12	
		ISO 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			-2,5	-2,5	-2,5	-2,5	-4	-5	-7	-7	-8	
Ovalidade	Série 719 Vdp maxi	ISO 4	4	4	5	6	7	8	10	10	12	
		ISO 2	2,5	2,5	2,5	2,5	4	5	7	7	8	
	Séries 70-72	ISO 4	3	3	4	5	5	6	8	8	9	
		ISO 2	2,5	2,5	2,5	2,5	4	5	7	7	8	
Conicidade	Vdmp maxi	ISO 4	2	2	2,5	3	3,5	4	5	5	6	
		ISO 2	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2,5	3,5	3,5	4	
Excentricidade de rotação	K_{ia} maxi	ISO 4	2,5	2,5	3	4	4	5	6	6	8	
		ISO 2	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	5	5	
Distorção da face com relação ao diâmetro interno	S_d maxi	ISO 4	3	3	4	4	5	5	6	6	7	
		ISO 2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	4	5	
Distorção do percurso com relação à face	S_{ia} maxi	ISO 4	3	3	4	4	5	5	7	7	8	
		ISO 2	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	5	5	
Tolerância de largura apenas rolamento	Δ Bs	ISO 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		ISO 2	-40	-80	-120	-120	-150	-200	-250	-250	-300	
Paralelismo das faces	VBs maxi	ISO 4	2,5	2,5	2,5	3	4	4	5	5	6	
		ISO 2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	4	5	

(1) Os símbolos das tolerâncias observam as disposições da norma ISO 492

Équivalência das normas de precisão

Qualidade	ISO	ABEC	DIN
Alta precisão	4	7	P4
Muito alta precisão P4S (Padrão SNR)	2: dinâmica 4: dimensional	9: dinâmica 7: dimensional	P2: dinâmica P4: dimensional
Super precisão	2	9	P2

Anel externo
Tolerâncias em μm

Diâmetro externo (D) em mm	De	2,5	18	30	50	80	120	150	180	250	31
	A	18	30	50	80	120	150	180	250	315	400

Tolerâncias	Símbolo (1)	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2
Tolerância no diâmetro médio	ΔD_{mp}	ISO 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		ISO 2	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-13	-15	
Ovalidade	Série 719 VDp maxi	ISO 4	4	5	6	7	8	9	10	11	13	15	
		ISO 2	2,5	4	4	4	5	5	7	8	8	10	
	Séries 70-72	ISO 4	3	4	5	5	6	7	8	8	10	11	
		ISO 2	2,5	4	4	4	5	5	7	8	8	10	
Conicidade	VDmp maxi	ISO 4	2	2,5	3	3,5	4	5	5	6	7	8	
		ISO 2	1,5	2	2	2	2,5	2,5	3,5	4	4	5	
Excentricidade de rotação	K_{ea} maxi	ISO 4	3	4	5	5	6	7	8	10	11	13	
		ISO 2	1,5	2,5	2,5	4	5	5	5	7	7	8	
Distorção da face com relação ao diâmetro externo	S_D maxi	ISO 4	4	4	4	4	5	5	5	7	8	10	
		ISO 2	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4	5	7	
Distorção do percurso com relação à face	S_{ea} maxi	ISO 4	5	5	5	5	6	7	8	10	10	13	
		ISO 2	1,5	2,5	2,5	4	5	5	5	7	7	8	
Tolerância de largura apenas rolamento	ΔC_s	ISO 4	Valores idênticos aos do anel interno do rolamento sozinho										
Paralelismo das faces	VCs maxi	ISO 4	2,5	2,5	2,5	3	4	5	5	7	7	8	
		ISO 2	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4	5	7	

(1) Os símbolos das tolerâncias observam as disposições da norma ISO 492



Tolerâncias e classes de precisão

| Tolerâncias dos vãos livres

Para não modificar a pré-carga e não prejudicar a precisão de rotação, os vãos livres devem ser muito próximos das cotas dos rolamentos. Como regra geral, recomendamos os ajustes definidos abaixo. Durante a montagem, aconselhamos associar os rolamentos e seus vãos livres para evitar montagem de peças nas condições máximas de sua tolerância, o que pode resultar em folga ou em aperto grande demais.

Tolerâncias em microns

Diâmetro nominal (mm)	Eixo			Alojamento					
	ISO4		ISO2	ISO4				ISO2	
				Mancal fixo		Mancal correção		Mancal fixo	Mancal correção
	h4 (1)	js4(2)	-	JS5(1)	K5(2)	H5(3)	Jeu(4)	JS4	-
10 à 18	0 -5	+3 -3	0 -4	- -	- -	- -	- -	- -	- -
> 18 à 30	0 -6	+3 -3	0 -4	+4 -4	+1 -8	+9 0	2 à 10	+3 -3	+8 +2
> 30 à 50	0 -7	+4 -4	0 -5	+5 -5	+2 -9	+11 0	3 à 11	+4 -4	+10 +2
> 50 à 80	0 -8	+4 -4	0 -5	+6 -6	+3 -10	+13 0	3 à 12	+4 -4	+11 +3
> 80 à 120	0 -10	+5 -5	0 -6	+7 -7	+2 -13	+15 0	5 à 15	+5 -5	+13 +3
> 120 à 180	0 -12	+6 -6	0 -8	+9 -9	+3 -15	+18 0	5 à 17	+6 -6	+16 +4
> 180 à 250	0 -14	+7 -7	0 -10	+10 -10	+2 -18	+20 0	7 à 22	+7 -7	+18 +4
> 250 à 315	- -	- -	- -	+11 -11	+3 -20	+23 0	7 à 27	+8 -8	+21 +5
> 315 à 400	- -	- -	- -	+12 -12	+3 -22	+25 0	7 à 30	+9 -9	+23 +5

(1) Carga leve C/P > 16, carga média 10 ≤ C/P ≤ 16

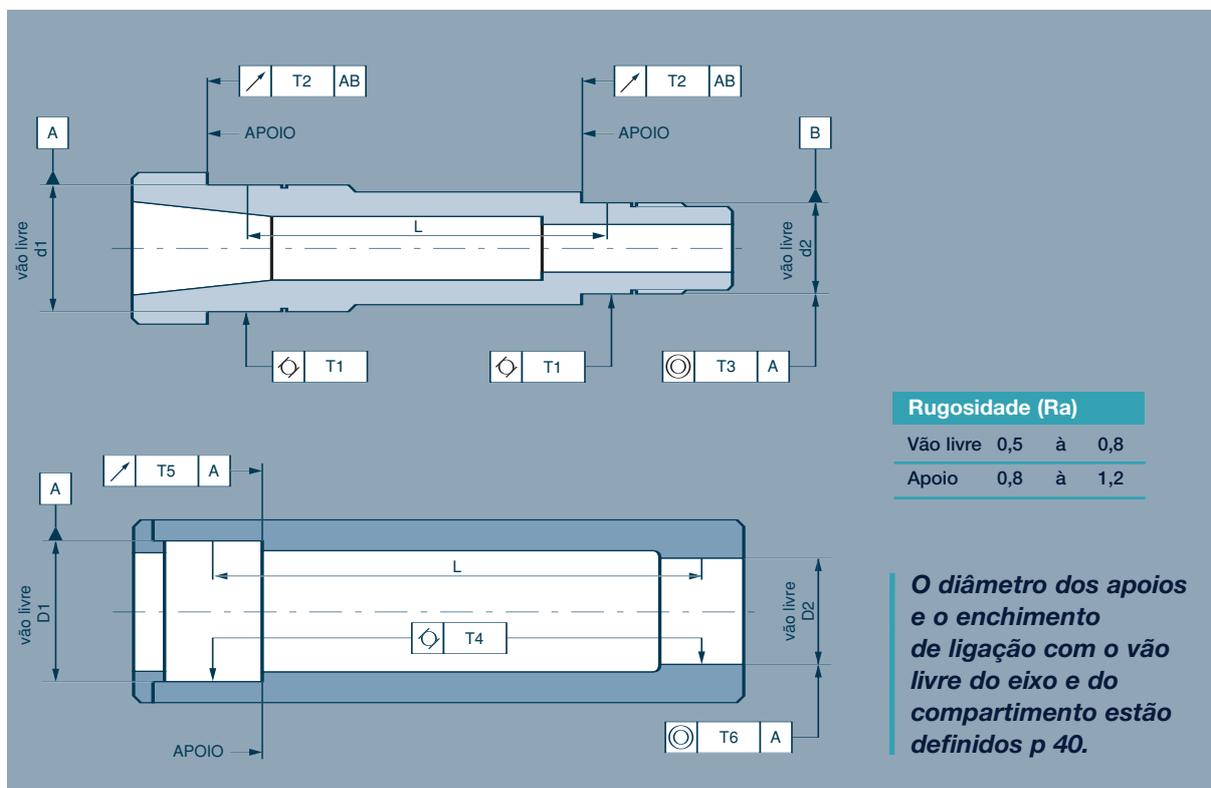
(2) Carga forte C/P < 10 ou aplicações altas velocidades (linha ML)

(3) Propomos uma tolerância, mas o excelente é associar o compartimento e os rolamentos na folga definida pela coluna (4)

Tolerâncias de forma e de posição dos apoios de vãos livres

O desempenho do fuso (precisão de rotação, nível térmico) depende, em grande parte, da qualidade de realização dos apoios e vãos livres. Para atingir

os objetivos fixados, estas características devem ser obrigatoriamente realizadas nas tolerâncias recomendadas pela SNR.



Tolerâncias máximas em microns

Diâmetro nominal do vão livre	Eixo						Alojamento					
	T1		T2		T3		T4		T5		T6	
	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2
10 à 18	1,5	1	2	1,2	0,013L ⁽¹⁾	0,008L ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-
> 18 à 30	2	1	2,5	1,5	0,013L ⁽¹⁾	0,008L ⁽¹⁾	2	1,5	2,5	1,5	0,015L ⁽¹⁾	0,010L ⁽¹⁾
> 30 à 50	2	1,5	2,5	1,5	0,013L ⁽¹⁾	0,008L ⁽¹⁾	2,5	1,5	2,5	1,5	0,015L ⁽¹⁾	0,010L ⁽¹⁾
> 50 à 80	2,5	1,5	3	2	0,013L ⁽¹⁾	0,008L ⁽¹⁾	3	2	3	2	0,015L ⁽¹⁾	0,010L ⁽¹⁾
> 80 à 120	3	2	4	2,5	0,025L ⁽¹⁾	0,013L ⁽¹⁾	3,5	2,5	4	2,5	0,030L ⁽¹⁾	0,015L ⁽¹⁾
> 120 à 180	3,5	2	5	3,5	0,025L ⁽¹⁾	0,013L ⁽¹⁾	4,5	3	5	3,5	0,030L ⁽¹⁾	0,015L ⁽¹⁾
> 180 à 250	4	2,5	7	4,5	0,025L ⁽¹⁾	0,013L ⁽¹⁾	5	3,5	7	4,5	0,030L ⁽¹⁾	0,015L ⁽¹⁾
> 250 à 315	-	-	-	-	-	-	6	4	8	6	0,030L ⁽¹⁾	0,015L ⁽¹⁾
> 315 à 400	-	-	-	-	-	-	6	4,5	9	7	0,030L ⁽¹⁾	0,015L ⁽¹⁾

(1) L = afastamento dos mancais em mm



Tolerâncias e classes de precisão

Tolerâncias dos componentes-tirantes e porcas de aperto

A precisão de rotação do fuso também depende da precisão de fabricação dos tirantes e porcas.

Tirantes

Parafusos de aperto

Os tirantes devem ser rígidos o suficiente para evitar qualquer flexão no aperto. O comprimento não deve ser superior a 200 mm. A tolerância de paralelismo e o desvio de comprimento estão definidos abaixo.

Quer a porca seja aparafusada ou guarnecida com cinta, o lado de aperto deve ser perpendicular ao vão livre do rolamento. A tolerância de oscilação axial da face está definida abaixo.

Tolerâncias máximas em microns

Diâmetro interno nominal do tirante ou diâmetro nominal do vão livre de rolamento	Tirante				Parafuso	
	T2		Desvio de comprimento entre L1 e L2		T2	
	ISO4	ISO2	ISO4	ISO2	ISO4	ISO2
10 à 18	2	1	2	1	5	3
> 18 à 30	2	1	2	1	6	4
> 30 à 50	2	1	2	1	7	4
> 50 à 80	2	1	3	2	8	5
> 80 à 120	3	2	3	2	10	6
> 120 à 180	3	2	4	3	12	8
> 180 à 250	4	3	5	4	14	10



Manutenção e serviços

Influindo tanto sobre a produtividade como sobre a segurança do trabalho e o ambiente, a manutenção é um desafio importante, sobretudo quando diz respeito a peças muito solicitadas como os rolamentos.

Sendo um ato de prevenção, a sua base reside nas habilidades dos homens. Neste capítulo, as nossas equipes vêm revelar todo o conteúdo desta excelência...

• Estocagem	62
• Montagem	63-66
• Análise vibratória	67
• Perícia, treinamento	68

machline[®]





Estocagem: as regras a respeitar

Para conservar suas qualidades de origem durante a estocagem, cada rolamento da SNR recebe um processo de embalagem específico. As precauções tomadas na montagem condicionam também os resultados posteriores do fuso.

Processo de embalagem da SNR e proteção do rolamento

- A montagem é realizada em ambiente climatizado e desprovido de poeira.
- Uma graxa de proteção anti-oxidante e de alto poder de cobertura é aplicada em ambiente controlado. Esta proteção é compatível com todos os lubrificantes conhecidos.
- Um sachê de proteção termocosturado e uma caixa de embalagem completam a proteção.

Condições normais de armazenamento

- Limpeza geral.
- Ausência de poeira e de ambiente corrosivo.
- Temperatura recomendada: 18° a 20°C.
- Grau higrométrico máximo: 65%. Para situações climáticas excepcionais, será necessária uma embalagem específica (exemplo: embalagem específica para os países tropicais).
- Evitar as prateleiras de madeira.
- Afastar-se pelo menos 30 cm do piso, das paredes e das canalizações de aquecimento.
- Evitar a exposição ao sol.
- Armazenar as caixas no plano, evitando empilhamento de cargas muito fortes.
- Dispor as caixas de maneira a poder ler a referência do rolamento sem manipulação.



Duração da estocagem

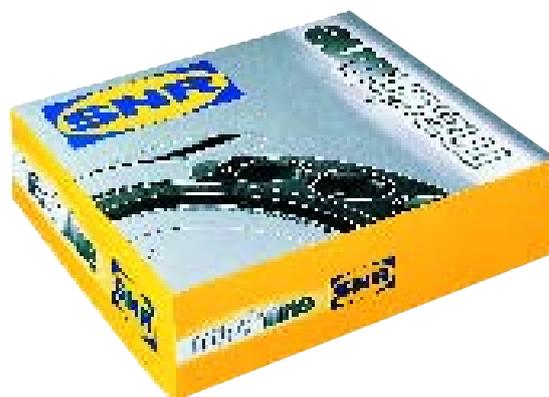
A embalagem padrão unitária dos rolamentos SNR garante que em condições normais de estocagem, abrigados, eles tenham uma longa duração de conservação.

Para isto, a embalagem não deve ser aberta, nem modificada nem deteriorada.

Montagem: as regras a respeitar

Precauções gerais na montagem

A montagem dos fusos deve ser realizada em um local limpo, bem iluminado e isolado dos locais de fabricação, a fim de evitar qualquer risco de poluição. Os rolamentos não devem ser retirados de sua caixa, a não ser na hora de colocá-los e em nenhuma hipótese devem ser lavados.



O rolamento deve ser armazenado na embalagem original, a qual só deve ser aberta na hora de usá-lo.

Verificações antes da montagem

As dimensões e as tolerâncias das peças que compõem o fuso devem ser verificadas previamente (cf. páginas 58 a 60). Todas as peças devem ser cuidadosamente lavadas e secadas antes da montagem.

Colocação dos rolamentos

Os vãos livres de rolamento devem ser revestidos com um produto anticorrosão. A SNR recomenda usar uma pasta de montagem.

Os produtos utilizados para a proteção do rolamento são compatíveis com todos os lubrificantes recomendados pela SNR.

Escolha das cotas de diâmetro externo e diâmetro interno

Para obter uma pré-carga e uma distribuição da carga externa o mais uniforme possível entre todos os rolamentos de uma associação, é recomendável fazer entre estes rolamentos e seu suporte (eixo e compartimento) interferências ou folgas praticamente idênticas.

As cotas diâmetro externo e diâmetro interno estão inscritas na embalagem: portanto, a escolha das cotas pode ser feita sem retirar o rolamento da caixa.

machline



Montagem: regras a respeitar

Lubrificação

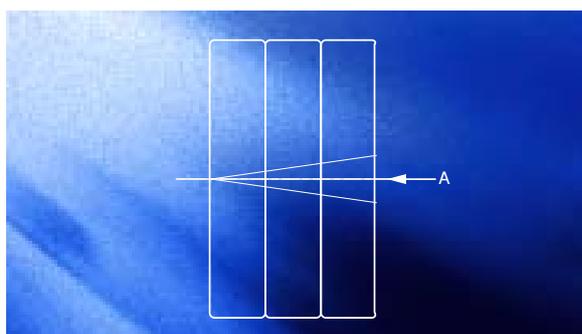
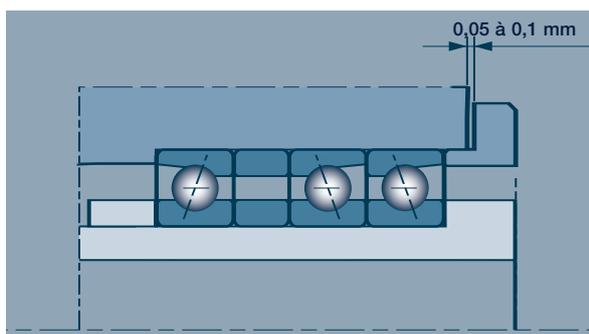
- A graxa deve ser introduzida com uma seringa graduada.
- A SNR pode fornecer rolamentos com sua graxa de funcionamento (sufixo D ou rolamentos vedados MLE).
- No caso de lubrificação com óleo, introduzir nos rolamentos um pouco de óleo de mesma especificação que a prevista no circuito. Esta precaução evitará a possibilidade de arranque a seco, o que poderia estragar muito os rolamentos.

Determinar o modo de lubrificação adequado: vide página 25.

No caso de lubrificação com graxa, respeitar os volumes indicados na página 26.

Posicionamento dos rolamentos

- **Rolamentos universais e pares de universais:**
Prestar atenção no posicionamento dos rolamentos em função dos ângulos de contato, para obter o tipo de montagem desejada. Para os MachLine ML e MLE, servir-se dos « V » individuais traçados nos anéis externos.
- **Associação de rolamentos conexos:**
 - Uma associação é indissociável e não deve ser misturada.
 - Reconstituir o « V » traçado no diâmetro externo dos rolamentos a fim de posicionar corretamente os rolamentos da associação.
 - Orientar a ponta do « V » no sentido da impulsão axial preferencial A.



| Montagem

- **A colocação por dilatação é preferível a qualquer outro método.** No caso de impossibilidade, a pressão será exercida sobre toda a periferia do anel a colocar. É importante não exercer pressão sobre o outro anel, pois as esferas não devem nunca transmitir esforço de acoplamento.
- **A colocação por choques é absolutamente proibida.**



| Opor os defeitos

- Excentricidade do eixo e/ou compartimento com relação à excentricidade de rotação dos rolamentos.
- Tirantes.
- Alinhar os pontos de excentricidade dos anéis internos.

| Aperto

- Os parafusos de fixação dos apoios são bloqueados progressivamente e em cruz para evitar a colocação transversal do anel externo no compartimento.
- Para verificar que o eixo não se deforme com o aperto da porca, medir a excentricidade e a distorção de rotação do nariz do fuso antes e após bloqueio: os valores devem ser idênticos.

| Equilibragem

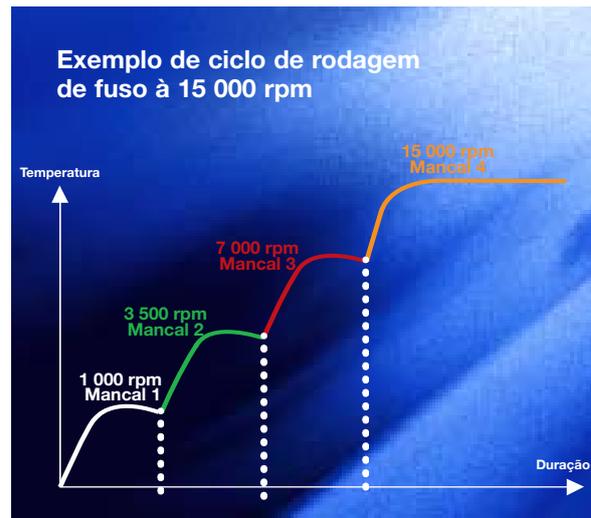
Após a montagem dos rolamentos no eixo, é necessário realizar uma equilibragem do eixo para eliminar todo e qualquer desequilíbrio, nocivo ao bom funcionamento do fuso de grande velocidade de rotação.

Montagem: as regras a respeitar

Rodagem

A precisão de rotação, a duração de vida útil, são consideravelmente influenciadas pela maneira como a rodagem será conduzida. Deve ser realizada pelo mancal e depende do tipo de fuso e da evolução da temperatura. A velocidade de rotação do primeiro mancal deve corresponder a um N.Dm da ordem de 10^5 para possibilitar, com certeza, a criação da película de lubrificação.

O tempo de rodagem de cada mancal depende da duração da estabilização da temperatura registrada. Assim que a temperatura for estabilizada, passar para o mancal seguintes.



Falhas características

As falhas por descamação devidas à fadiga do material são raríssimas nos rolamentos de fusos MachLine.

A falha do fuso caracteriza-se, antes, pela observação do afastamento de um certo número de fatores, medidos nas peças fabricadas, que necessitarão da manutenção do fuso. Estes fatores são:

- A dificuldade de manter a cota.
- Um aumento dos defeitos geométricos, tais como a circularidade ou a excentricidade de rotação.
- Má rugosidade.
- Um estado de superfície de um dado aspecto (facetado, superfície vibracional...).
- Um ruído de funcionamento anormal.

De maneira geral, as falhas estão ligadas a um defeito de lubrificação em 70% dos casos e ao sistema de vedação em 10% dos casos, talvez um choque brutal entre a peça e a ferramenta, o que pode danificar irremediavelmente o fuso e os rolamentos.

Raramente o rolamento em si é incriminado em caso de falha prematura.

Análise vibratória: uma abordagem global e objetiva

A manutenção deve levar em conta todo o ambiente mecânico, pois as interações entre o rolamento e outros elementos geram indícios preciosos.

Esta abordagem global, fruto da experiência de aplicações múltiplas, é porém indissociável dos dados objetivos que garantem a neutralidade do diagnóstico.

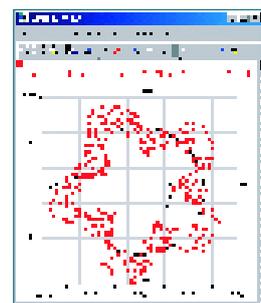
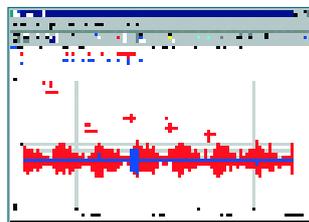
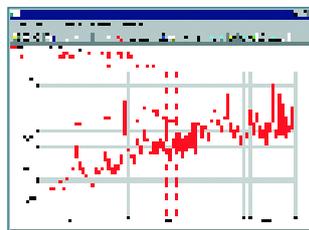
É esta a razão que leva a SNR a solicitar a participação de parceiros especializados.

| SNR e 01dB - Metravib

Esta colaboração possibilita oferecer a você os serviços de um perito, especializado em análise vibratória que, além do parecer técnico, é capaz de conceber e implantar um sistema de controle fixo ou pontual que resolverá o problema de realização de uma manutenção condicional das máquinas giratórias.

Os nossos serviços, em termos de perícia vibratória vão possibilitar que você defina:

- os métodos de vigilância e os meios de controle,
- as periodicidades do controle,
- a organização a implementar,
- a formalização dos resultados e a realização de orçamentos técnico-econômicos.



Nunca dimensionados em excesso, estes serviços adaptam-se a cada caso em particular. Podem tomar a forma de atuações pontuais ou de contratos a longo prazo. Para obter mais informações, consulte o seu técnico da SNR.

machline





Perícia, treinamento: a transmissão das nossas habilidades

| Perícia: conhecer as causas

Os nossos peritos estão à sua disposição no caso de montagens de protótipos ou de perícia de rolamentos após funcionamento. Para realizar uma análise de excelência em caso de perícia, é indispensável:

- desmontar os rolamentos com o maior cuidado (dificuldade de isolar os defeitos eventuais devidos às condições de trabalhos e as demais, oriundas

de uma desmontagem sem precauções).

- transmitir os rolamentos no estado (não lavados).
- localizar a posição dos rolamentos no fuso.
- colocar à disposição dos nossos serviços as condições de montagem e de funcionamento do fuso: velocidade, esforço, lubrificação... assim como um plano de conjunto do fuso.

| Freqüências características

Para um acompanhamento dos fusos em funcionamento, a SNR pode fornecer, mediante pedido, as freqüências características dos elementos dos seus rolamentos de fuso. Estas informações também estão disponíveis no catálogo eletrônico:

www.snr-bearings.com/catalogue

Contudo, devido à fraca presença dos sinais registrados, a interpretação dos resultados é delicada e deve ser feita por um especialista.

| Treinamento: serviços sob medida

A SNR oferece um programa completo de treinamentos, realizado e dado pelos nossos engenheiros e peritos de rolamentos de fuso para máquina-ferramenta.

Também se destina às equipes comerciais que desejam aprofundar seu conhecimento sobre o produto, como às equipes técnicas de projeto, técnicos de fabricação e de manutenção, este programa de trei-

namento vai lhe possibilitar:

- Conhecer melhor a linha MachLine,
- Recomendar e escolher as soluções técnicas adaptadas aos seus aplicativos,
- Abordar o cálculo de um fuso,
- Conhecer as fases fundamentais da montagem e do funcionamento de um rolamento de fuso.

| A SNR está aberta 24 horas por dia, 7 dias da semana.



Consultar nossos catálogos on-line, verificar a disponibilidade dos produtos em tempo real, fazer o pedido on-line 24 horas por dia, 7 dias da semana, de reposições de estoque e reparos de avaria, é simples e grátis... www.snr-bearings.com/catalogue item « Catalogue Industry ».



Aproveite estes serviços conectando-se diretamente em www.snr-bearings.com, preencha o formulário on-line ou entre em contato diretamente com o seu interlocutor SNR habitual.

SNR: a exigência aeronáutica a serviço da máquina-ferramenta

Parceira de projetos aeronáuticos tão ambiciosos como o Airbus A380 ou o Ariane 5, a SNR levou este conhecimento ao mundo da máquina-ferramenta, criando a linha MachLine: dos rolamentos de alta precisão, adaptados às exigências extremas de velocidade, de vedação e de credibilidade.

