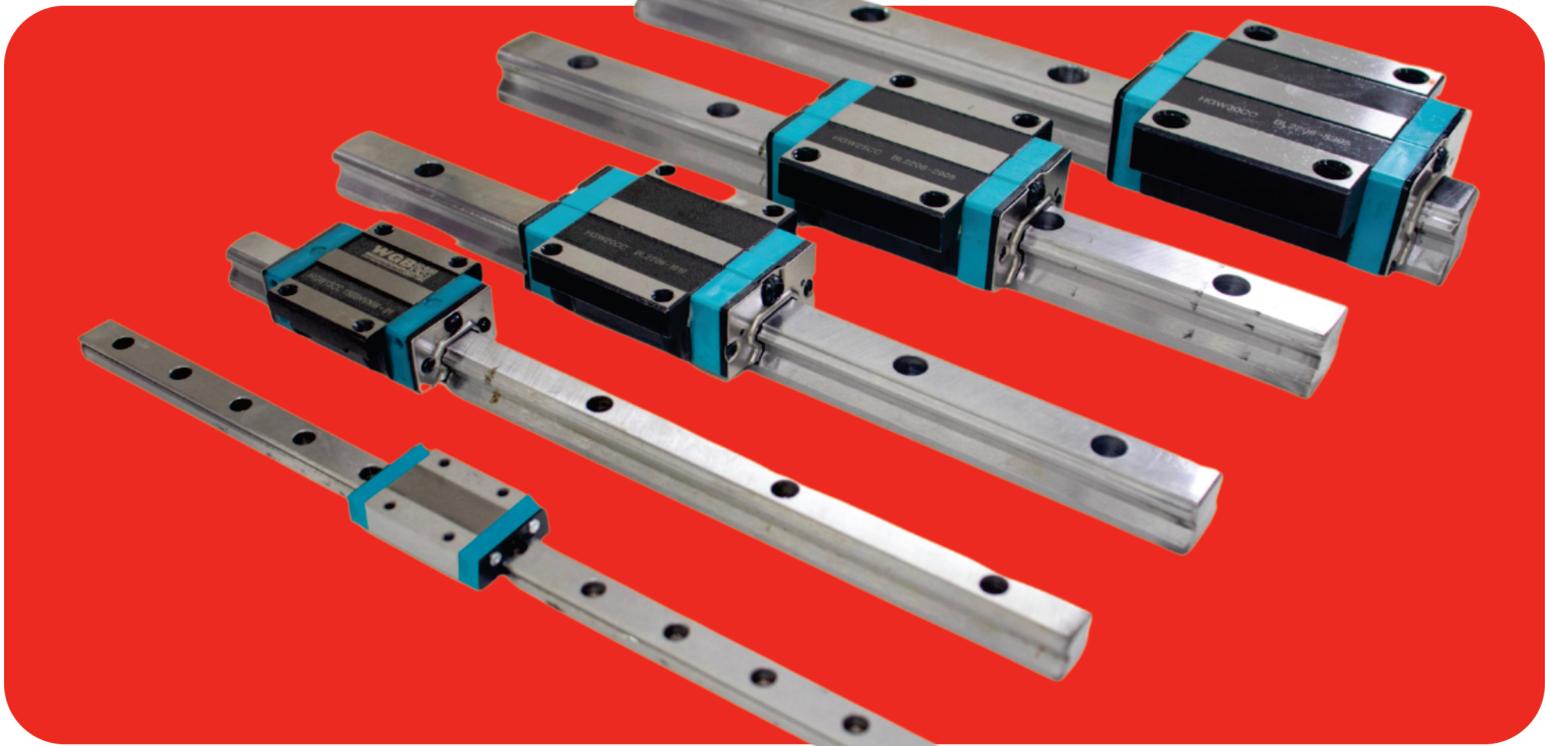




WGB
Automação Industrial



Guias Lineares

WWW.WGBAUTOMACAO.COM.BR

Uma guia linear permite um tipo de movimento linear que utiliza elementos rolantes como esferas ou rolos. Ao utilizar elementos rolantes recirculantes entre o trilho e o bloco, uma guia linear pode alcançar um movimento linear de alta precisão. Comparado a um deslize tradicional, o coeficiente de atrito de uma guia linear é apenas 1/50. Devido ao efeito de restrição entre os trilhos e os blocos, os guias lineares podem suportar cargas tanto nas direções vertical como horizontal. Com essas características, os guias lineares podem aumentar significativamente a precisão do movimento, especialmente quando acompanhados de fusos de esferas precisos.

01 Informações gerais

1-1 Vantagens e Características das Guias Lineares

1) *Alta precisão posicional*

Quando uma carga é conduzida por uma guia de movimento linear, o contato por atrito entre a carga e a mesa de base é um contato de rolamento. O coeficiente de atrito é apenas 1/50 do contato tradicional, e a diferença entre o coeficiente de atrito dinâmico e estático é pequena. Portanto, não há deslizamento enquanto a carga está em movimento.

2) *Longa vida útil com alta precisão de movimento*

Nos slides tradicionais, os erros de precisão são causados pelo contrafluxo do filme de óleo. Lubrificação insuficiente provoca desgaste entre as superfícies de contato, tornando-as cada vez mais imprecisas. Em contraste, o contato por rolamento tem pouco desgaste; portanto, as máquinas podem alcançar uma longa vida útil com movimento altamente preciso.

3) *Alta velocidade de movimento é possível com uma baixa força de acionamento*

Devido ao baixo atrito das guias lineares, apenas uma pequena força de acionamento é necessária para mover uma carga. Isso resulta em maior economia de energia, especialmente nas partes móveis de um sistema, o que é especialmente significativo para as partes de movimento alternado.

4) *Capacidade de carga igual em todas as direções*

Com este design especial, as guias lineares podem suportar cargas tanto nas direções vertical quanto horizontal. Slides lineares convencionais só conseguem suportar pequenas cargas na direção paralela à superfície de contato e têm maior probabilidade de se tornarem imprecisos quando submetidos a essas cargas.

5) *Instalação fácil*

A instalação de uma guia linear é bastante simples. Retificar ou fresar a superfície da máquina, seguir o procedimento de instalação recomendado e apertar os parafusos com o torque especificado para alcançar um movimento linear altamente preciso.

1-1 Vantagens e Características das Guias Lineares

6) Fácil lubrificação

Com um sistema de deslizamento tradicional, a lubrificação insuficiente causa desgaste nas superfícies de contato. Além disso, pode ser bastante difícil fornecer lubrificação suficiente às superfícies de contato, pois encontrar um ponto de lubrificação adequado não é muito fácil. Com um guia de movimento linear, a graxa pode ser facilmente fornecida através do bico de graxa no bloco do guia linear. Também é possível utilizar um sistema de lubrificação

7) Intercambialidade

Em comparação com caixas tradicionais ou corrediças com ranhura em V, as guias lineares podem ser facilmente substituídas em caso de danos ocorrerem. Para classes de alta precisão, considere encomendar

1-2 Selecionando Guias Lineares

- Identifique as condições:
- Tipo de equipamento
 - Limitações de espaço
 - Precisão
 - Rigidez
 - Comprimento de curso
 - Magnitude e direção das cargas
 - Velocidade de movimento, aceleração
 - Ciclo de trabalho
 - Vida útil

Seleção de séries

- **Série WG/CG** - Retíficas, fresadoras e máquinas de perfuração, tornos, centros de usinagem;
- **Série GG** - Equipamentos automáticos, dispositivos de transferência de alta velocidade, equipamentos semicondutores, máquinas de corte de madeira, equipamentos de medição de precisão;
- **Série QE/QH** - Equipamentos de medição de precisão, equipamentos semicondutores, equipamentos automáticos, máquinas de marcação a laser, amplamente aplicáveis na indústria de alta tecnologia que requer alta velocidade, baixo ruído e baixa geração de poeira.
- **Série WE/QW** - Dispositivos automáticos, dispositivos de transporte, equipamentos de medição de precisão, equipamentos semicondutores, máquinas de moldagem por sopro, robôs de eixo único/robótica;
- **Série MG** - Dispositivos em miniatura, equipamentos semicondutores, equipamentos médicos;
- **Série BG/QR** - Centros de usinagem CNC, máquinas de corte de alta resistência, retificadoras CNC, máquinas de moldagem por injeção, máquinas de descarga elétrica,

Seleção de precisão

- Classes: C, H, P, SP, UP dependem da precisão do equipamento

1-2 Selecionando Guias Lineares

Determine o tamanho e o número de blocos

- Condição de carga dinâmica;
- Se acompanhado de um fusos de esferas, o tamanho deve ser semelhante ao diâmetro do fuso de esferas. Por exemplo, se o diâmetro do fuso de esferas for de 35 mm, então o modelo do guia linear deve ser WG35.

Calcule a carga máxima do bloco

- Consulte exemplos de cálculo de carga e calcule a carga máxima;
- Certifique-se de que o fator de segurança estático do guia selecionado seja maior que o fator de segurança estático classificado.

Escolha a pré-carga

- Depende dos requisitos de rigidez e da precisão da superfície de montagem.

Identifique rigidez

- Calcule a deformação usando a tabela de valores de rigidez, escolhendo a pré-carga mais pesado e guias lineares de tamanho maior para aumentar a rigidez.

Cálculo da vida útil

- Calcule o requisito de vida útil usando a velocidade de movimento e a frequência;
- Consulte o exemplo de cálculo de vida útil.

Seleção de lubrificação

- Graxa fornecida pelo bico de graxa;
- Óleo fornecido pela junta de tubulação;

Conclusão da seleção.

1-3 Classificação de Cargas Básicas das Guias Lineares*1-3-1 Carga Estática Básica**1) Capacidade de carga estática (C0)*

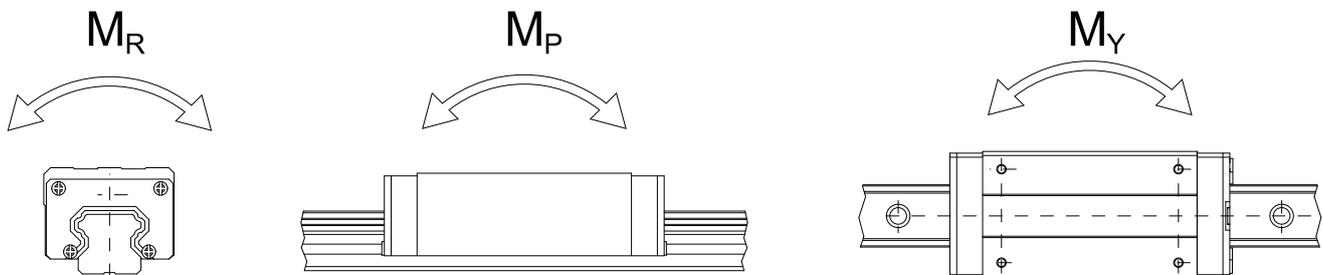
Deformações permanentes localizadas podem ocorrer entre a superfície da pista de rolamento e os elementos rolantes quando uma guia linear é submetida a uma carga excessivamente grande ou a uma carga de impacto, tanto em repouso quanto em movimento. Se a quantidade dessa deformação permanente exceder um certo limite, ela se torna um obstáculo para o funcionamento suave da guia linear.

Geralmente, a definição da capacidade de carga estática básica é uma carga estática de magnitude e direção constantes que resulta em uma deformação permanente total de 0,0001 vezes o diâmetro do elemento rolante e da pista de rolamento no ponto de contato sujeito ao maior estresse.

O valor é descrito nas tabelas de dimensões para cada guia linear. Uma projetista pode selecionar uma guia linear adequada consultando essas tabelas. A carga estática máxima aplicada a uma guia linear não deve exceder a capacidade de carga estática básica.

2) Momento estático permissível (M0)

O momento estático permissível se refere a um momento em uma direção e magnitude específicas, quando o maior estresse dos elementos rolantes em um sistema aplicado é igual ao estresse induzido pela Capacidade de Carga Estática. O momento estático permissível em sistemas de movimento linear é definido para três direções: MR, MP e MY.

*3) Fator de segurança estático*

Esta condição se aplica quando o sistema de guia estático ou em movimento de baixa velocidade. O fator de segurança estático, que depende das condições ambientais e operacionais, deve ser levado em consideração. Um fator de segurança maior é especialmente importante para guias sujeitas a cargas de impacto (consulte Tabela 1-1). A carga estática pode ser obtida usando a Eq. 1.1.

Tabela 1-1: Fator de Segurança Estático

Condição de Carga	f_{SL} , f_{SM} (Mín.)
Carga Normal	1.0~3.0
Com impactos/vibrações	3.0~5.0

$$f_{SL} = \frac{C_0}{P} \text{ or } f_{SM} = \frac{M_0}{M} \quad \text{----- Eq.1.1}$$

fSL: Fator de segurança estático para carga simples

fSM: Fator de segurança estático para momento

C0: Capacidade de carga estática (kN)

M0: Momento estático permissível (kN mm)

P: Carga de trabalho calculada (kN)

M: Momento aplicado calculado (kN mm)

1-3-2 Carga Dinâmica Básica

1) Capacidade de carga dinâmica C

A capacidade de carga dinâmica básica é um fator importante usado para o cálculo da vida útil da guia linear. É definida como a carga máxima que, quando aplicada de forma constante em direção e magnitude, resulta em uma vida nominal de operação de 50 km para uma guia linear tipo bola e 100 km para uma guia linear tipo rolo. Os valores da capacidade de carga dinâmica básica de cada guia são mostrados nas tabelas de dimensão. Eles podem ser usados para prever a vida útil de uma guia linear selecionada.

1-4 Vida Útil de Guias Lineares

1-4-1 Vida Útil

Quando a pista de rolamento e os elementos rolantes de uma guia linear são continuamente submetidos a tensões repetidas, a superfície da pista de rolamento mostra fadiga. Eventualmente, ocorrerá descamação. Isso é chamado de descamação por fadiga. A vida útil de uma guia linear é definida como a distância total percorrida até que apareça descamação por fadiga na superfície da pista de rolamento ou nos elementos rolantes.

1-4-2 Vida Nominal (L)

A vida útil varia consideravelmente mesmo quando os guias de movimento linear são fabricados da mesma forma ou operados sob condições de movimento idênticas. Por essa razão, a vida nominal é usada como critério para prever a vida útil de um guia de movimento linear. A vida nominal é a distância total que 90% de um grupo de guias de movimento linear idênticos, operados em condições idênticas, podem percorrer sem apresentar descamação. Quando a carga dinâmica básica é aplicada a um guia de movimento linear, a vida nominal é de 50 km.

1-4-3 Cálculo da Vida Nominal

A carga atuante afetará a vida nominal de uma guia linear. Com base na carga dinâmica básica selecionada e na carga real. A vida nominal de uma guia linear tipo bola e tipo rolo pode ser calculada pelas Equações 1.2 e 1.3, respectivamente.

$$\text{Tipo de esferas: } L = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \cdot 50\text{km} = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \cdot 31\text{mile} \quad \text{----- Eq.1.2}$$

$$\text{Tipo de rolos: } L = \left(\frac{C}{P}\right)^{\frac{10}{3}} \cdot 100\text{km} = \left(\frac{C}{P}\right)^{\frac{10}{3}} \cdot 62\text{mile} \quad \text{----- Eq.1.3}$$

L: Vida nominal | *C*: Capacidade de carga dinâmica básica | *P*: Carga real

Se os fatores ambientais forem considerados, a vida nominal é influenciada significativamente pelas condições de movimento, pela dureza da pista de rolamento e pela temperatura da guia linear. A relação entre esses fatores é expressa nas Equações 1.4 e 1.5.

$$\text{Tipo de esferas: } L = \left(\frac{f_h \cdot f_t \cdot C}{f_w \cdot P_c}\right)^3 \cdot 50\text{km} = \left(\frac{f_h \cdot f_t \cdot C}{f_w \cdot P_c}\right)^3 \cdot 31\text{mile} \quad \text{----- Eq.1.4}$$

$$\text{Tipo de rolos: } L = \left(\frac{f_h \cdot f_t \cdot C}{f_w \cdot P_c}\right)^{\frac{10}{3}} \cdot 100\text{km} = \left(\frac{f_h \cdot f_t \cdot C}{f_w \cdot P_c}\right)^{\frac{10}{3}} \cdot 62\text{mile} \quad \text{----- Eq.1.5}$$

L: Vida nominal

fh: Fator de dureza

C: Capacidade de carga dinâmica básica

ft: Fator de temperatura

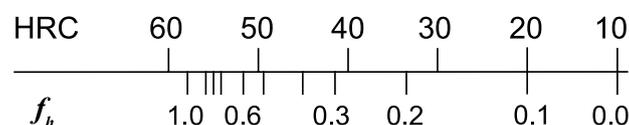
PC: Carga calculada

fW: Fator de carga

1-4-4 Fatores da Vida Normal

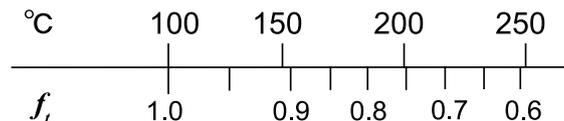
1) Fator de dureza (fh)

Em geral, a superfície da pista de rolamento em contato com os elementos rolantes deve ter uma dureza de HRC 58~62 até uma profundidade apropriada. Quando a dureza especificada não é alcançada, a carga permissível é reduzida e a vida nominal é diminuída. Nessa situação, a capacidade de carga dinâmica básica e a capacidade de carga estática básica devem ser multiplicadas pelo fator de dureza para o cálculo.

Dureza da pista de rolamento

2) Fator de temperatura (ft)

Devido à temperatura afetar o material da guia linear, portanto, a carga permitida será reduzida e a vida útil nominal diminuirá quando estiver acima de 100°C. Portanto, a classificação básica de carga dinâmica e estática deve ser multiplicado pelo fator de temperatura. Como alguns acessórios são de plástico que não resistem a altas temperaturas, o ambiente de trabalho é recomendado para ser inferior a 100°C.

Temperatura

3) Fator de carga (fw)

As cargas atuantes em uma guia linear incluem o peso do deslize, a carga de inércia no momento do início e parada, e os momentos causados por sobrecarga. Estes fatores de carga são especialmente difíceis de estimar devido às vibrações mecânicas e impactos. Portanto, a carga em uma guia linear deve ser dividida pelo fator empírico.

Tabela 1-2: Fator de Carga

Condição de Carga	Velocidade de serviço	fw
Sem impactos e vibrações	V 15 m/min	1 ~ 1.2
Pequenos impactos	15 m/min V 60 m/min	1.2 ~ 1.5
Carga normal	60m/min V 120 m/min	1.5 ~ 2.0
Com impactos/vibrações	2.0 ~ 3.5	2.0 ~ 3.5

1-4-5 Cálculo da Vida Útil (Lh)

Transformar a vida nominal em tempo de vida útil utilizando velocidade e frequência.

$$\text{Tipo de esferas: } L_h = \frac{L \cdot 10^3}{V_e \cdot 60} = \frac{\left(\frac{C}{P}\right)^3 \cdot 50 \cdot 10^3}{V_e \cdot 60} \text{ hr} \quad \text{Eq.1.6}$$

$$\text{Tipo de rolos: } L_h = \frac{L \cdot 10^3}{V_e \cdot 60} = \frac{\left(\frac{C}{P}\right)^{\frac{10}{3}} \cdot 100 \cdot 10^3}{V_e \cdot 60} \text{ hr} \quad \text{Eq.1.7}$$

Lh: Vida útil (horas) | L: Vida nominal (km) | Ve: Velocidade (m/min) | C/P: Fator de carga

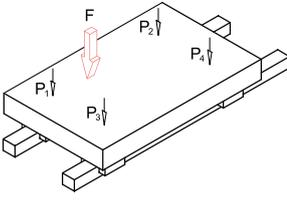
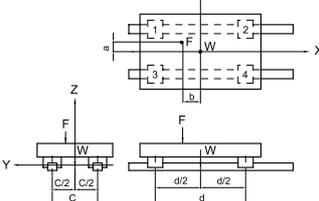
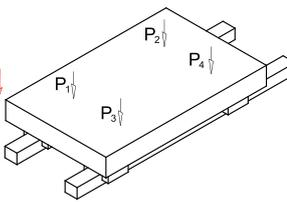
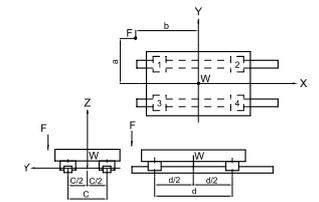
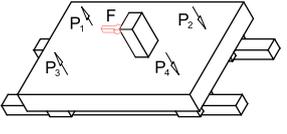
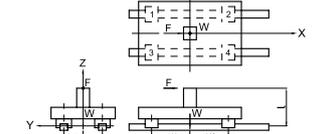
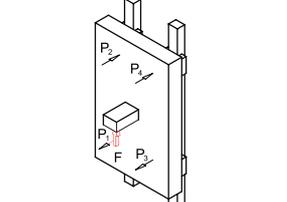
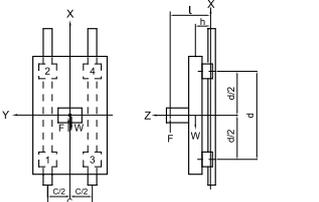
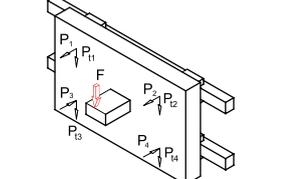
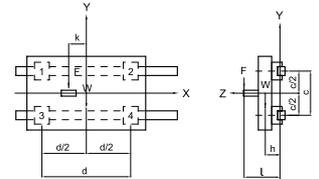
1-5 Cargas Aplicadas

1-5-1 Cálculo da Carga

Vários fatores afetam o cálculo das cargas atuantes em uma guia linear (como a posição do centro de gravidade do objeto, a posição do empuxo e as forças inerciais no momento de iniciar e parar). Para obter o valor correto da carga, cada condição de carga deve ser cuidadosamente considerada.

1) Carga em um bloco

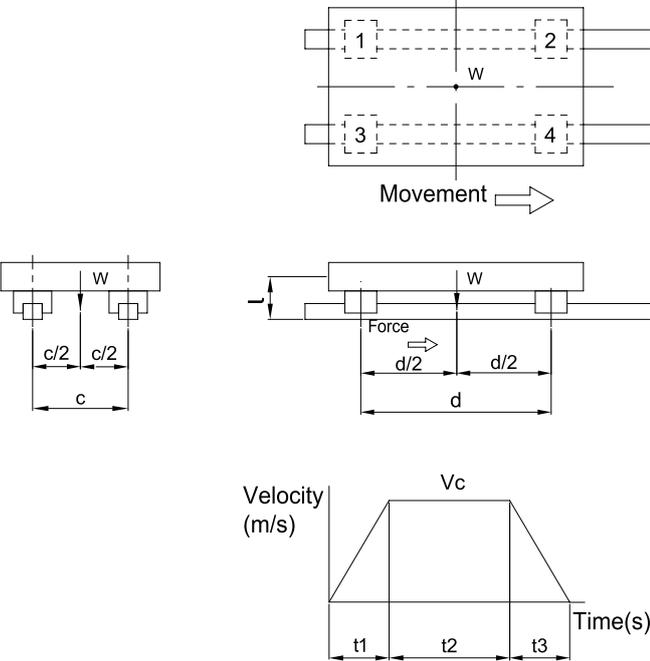
Tabela 1-3: Exemplo de cálculo de cargas em um bloco

Padrões	Layout de cargas	Carga em um bloco
		$P_1 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} + \frac{F \cdot a}{2c} + \frac{F \cdot b}{2d}$ $P_2 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} + \frac{F \cdot a}{2c} - \frac{F \cdot b}{2d}$ $P_3 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} - \frac{F \cdot a}{2c} + \frac{F \cdot b}{2d}$ $P_4 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} - \frac{F \cdot a}{2c} - \frac{F \cdot b}{2d}$
		$P_1 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} + \frac{F \cdot a}{2c} + \frac{F \cdot b}{2d}$ $P_2 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} + \frac{F \cdot a}{2c} - \frac{F \cdot b}{2d}$ $P_3 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} - \frac{F \cdot a}{2c} + \frac{F \cdot b}{2d}$ $P_4 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} - \frac{F \cdot a}{2c} - \frac{F \cdot b}{2d}$
		$P_1 = P_3 = \frac{W}{4} - \frac{F \cdot l}{2d}$ $P_2 = P_4 = \frac{W}{4} + \frac{F \cdot l}{2d}$
		$P_1 \sim P_4 = -\frac{W \cdot h}{2d} + \frac{F \cdot l}{2d}$
		$P_1 \sim P_4 = -\frac{W \cdot h}{2c} - \frac{F \cdot l}{2c}$ $P_{11} = P_{13} = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} + \frac{F \cdot k}{2d}$ $P_{12} = P_{14} = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} - \frac{F \cdot k}{2d}$

W: Peso aplicado | *P_n*: Carga (radial, radial inversa), *n*=14 | *a, b, k*: Distância da força externa ao centro geométrico | *l*: Distância da força externa ao motor | *F*: Força externa | *P_{tn}*: Carga (lateral), *n*=14 | *c*: Espaçamento do trilho | *d*: Espaçamento do bloco | *h*: Distância do centro de gravidade ao motor

2) Carga com forças de inércia

Tabela 1-4: Exemplos de cálculo para cargas com forças de inércia

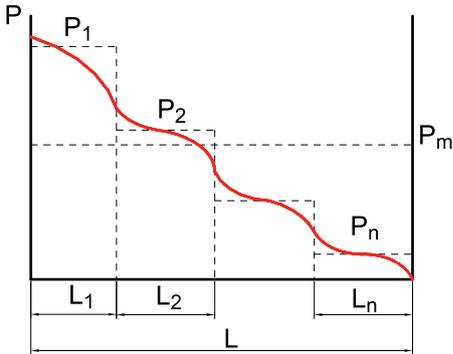
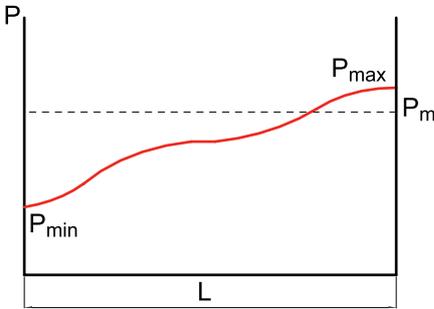
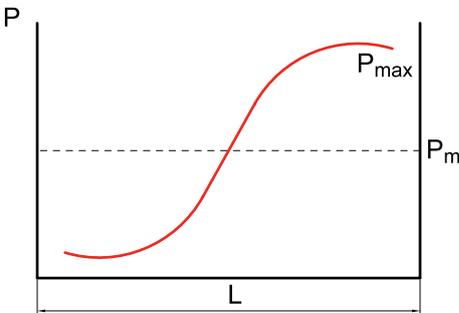
Considerando a aceleração e desaceleração	Carga em um bloco
 <p>Diagrama de um bloco em movimento sobre trilhos. O bloco tem peso W e comprimento d. Os trilhos têm espaçamento c. O centro de gravidade do bloco está a uma distância l do condutor. Um gráfico de velocidade vs tempo mostra aceleração (t_1), velocidade constante (t_2) e desaceleração (t_3).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Velocidade Constante</i> $P_1 \sim P_4 = \frac{W}{4}$ • <i>Aceleração</i> $P_1 = P_3 = \frac{W}{4} + \frac{1}{2} \cdot \frac{W}{g} \cdot \frac{V_c}{t_1} \cdot \frac{l}{d}$ $P_2 = P_4 = \frac{W}{4} - \frac{1}{2} \cdot \frac{W}{g} \cdot \frac{V_c}{t_1} \cdot \frac{l}{d}$ • <i>Desaceleração</i> $P_1 = P_3 = \frac{W}{4} - \frac{1}{2} \cdot \frac{W}{g} \cdot \frac{V_c}{t_3} \cdot \frac{l}{d}$ $P_2 = P_4 = \frac{W}{4} + \frac{1}{2} \cdot \frac{W}{g} \cdot \frac{V_c}{t_3} \cdot \frac{l}{d}$

W: Peso do objeto (N) | **g:** Aceleração gravitacional (9,8 m/s²) | **P_n:** Carga (radial, reversa radial) (N), n=1~4 | **V_c:** Velocidade máxima (m/s) | **t₁(t₃):** Tempo de aceleração (desaceleração) (s) | **t₂:** Tempo de velocidade constante (s) | **c:** Espaçamento dos trilhos (m) | **d:** Espaçamento dos blocos (m) | **l:** Distância do centro de gravidade ao condutor (m)

1-5-2 Cálculo da Carga Média para Carga Variável

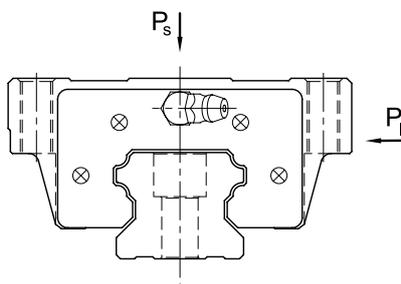
Quando a carga em uma guia linear flutua significativamente, é necessário considerar a condição de carga variável no cálculo da vida útil. A definição da carga média é a carga igual à carga de fadiga do rolamento sob condições de carga variável. Pode ser calculada utilizando a Tabela 1-5.

Tabela 1-5: Exemplos de cálculo para Carga Média (Pm)

Condição de operação	Carga média
<p>Carga por Passo</p> 	$P_m = \sqrt[3]{1/L(P_1^3 \cdot L_1 + P_2^3 \cdot L_2 + \dots + P_n^3 \cdot L_n)}$ <p>Pm: Carga média Pn: Carga por passo L: Distância total percorrida Ln: Distância percorrida sob carga Pn</p>
<p>Variação linear</p> 	$P_m = 1/3 (P_{\min} + 2 \cdot P_{\max})$ <p>Pm: Carga média Pmin: Carga mínima Pmax: Carga máxima</p>
<p>Carga sinusoidal</p> 	$P_m = 0.65 \cdot P_{\max}$ <p>Pm: Carga média Pmax: Carga máxima</p>

1-5-3 Cálculo de Cargas Equivalentes Bidirecionais

As guias lineares WGB podem aceitar cargas em várias direções simultaneamente. Para calcular a vida útil da guia quando as cargas aparecem em múltiplas direções, calcule a carga equivalente (Pe) utilizando as equações abaixo.



1-5-3 Cálculo de Cargas Equivalentes Bidirecionais

As guias lineares WGB podem aceitar cargas em várias direções simultaneamente. Para calcular a vida útil da guia quando as cargas aparecem em múltiplas direções, calcule a carga equivalente (Pe) utilizando as equações abaixo.

Séries: WG/GG/WE/QH/QE/QW/BG/QR

$$P_e = P_s + P_l \quad \text{----- Eq.1.8}$$

Série MG

Quando: $P_s > P_l \quad P_e = P_s + 0.5 \cdot P_l \quad \text{----- Eq.1.9}$

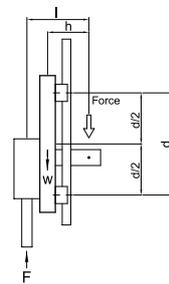
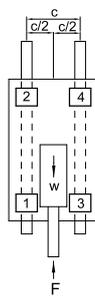
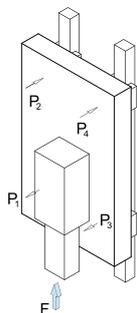
$P_l > P_s \quad P_e = P_l + 0.5 \cdot P_s \quad \text{----- Eq.1.10}$

1-5-4 Exemplo de Cálculo para Vida Útil

Uma guia linear adequada deve ser selecionada com base na carga atuante. A vida útil é calculada a partir da razão entre a carga de trabalho e a classificação básica de carga dinâmica.

Tabela 1-6: Exemplo de Cálculo para Vida Útil

Tipo de guia linear	Dimensão do dispositivo	Condição de operação
Tipo: WGH 30 CA Carga dinâmica básica (C): 38.74 kN Carga estática básica (CO): 52.19 kN Pré-carga: Z0	d: 600 mm c: 400 mm h: 200 mm l: 250 mm	Peso (W): 15 kN Força atuante (F): 1 kN Temperatura: temperatura normal Estado da carga: carga normal



- Cálculo das cargas atuantes**

$$P_1 \sim P_4 = + \frac{W \times h}{2d} - \frac{F \times l}{2d} = + \frac{15 \times 200}{2 \times 600} - \frac{1 \times 250}{2 \times 600} = 2.29 \text{ (kN)}$$

$$P_{\max} = |P_1 \sim P_4| = 2.29 \text{ (kN)}$$

Como a pré-carga é Z0, Pc é Pmax 2.29 kN.

Observação: Uma pré-carga maior (ZA, AB) aumentará a rigidez, mas diminuirá a vida útil nominal da guia.

- Cálculo para a vida útil L**

$$L = \left(\frac{f_h \times f_t \times C}{f_w \times P_c} \right)^3 \times 50 = \left(\frac{1 \times 1 \times 38.74}{2 \times 2.29} \right)^3 \times 50 = 30,258 \text{ (km)}$$

1-6 Fricção

Como mencionado no prefácio, uma guia linear permite um tipo de movimento de rolamento, o qual é alcançado utilizando esferas ou rolos. O coeficiente de atrito de uma guia linear pode ser tão pequeno quanto 1/50 de um deslizamento tradicional. Geralmente, o coeficiente de atrito para guias lineares do tipo esfera é cerca de 0,004 e para guias lineares do tipo rolo é cerca de 0,003. Quando uma carga é 10% ou menos da taxa básica de carga estática, a maior parte da resistência provém da viscosidade da graxa e da resistência ao atrito entre as esferas. Em contraste, se a carga exceder a classificação básica de carga estática, a resistência virá principalmente da carga aplicada.

$$F = \mu \cdot W + S \quad \text{-----} \quad \text{Eq.1.11}$$

F: Força de atrito (kN)

S: Resistência ao atrito (kN)

μ : Coeficiente de atrito

W: Cargas normais (kN)

1-7 Lubrificação

Fornecer lubrificação insuficiente para a guia linear reduzirá significativamente a vida útil devido ao aumento do atrito de rolamento. O lubrificante desempenha as seguintes funções:

- Reduz o atrito de rolamento entre as superfícies de contato para evitar abrasão e queima superficial da guia.
- Gera um filme lubrificante entre as superfícies de rolamento e reduz a fadiga.
- Previne a corrosão.

1-7-1 Graxa

A guia linear deve ser lubrificada com graxa à base de sabão de lítio antes da instalação. Após a instalação da guia linear, recomendamos que a lubrificação seja refeita a cada 100 km. É possível realizar a lubrificação através do bico de graxa. Geralmente, a graxa é aplicada para velocidades que não excedem 60 m/min; velocidades mais altas exigirão óleo de alta viscosidade como lubrificante.

$$T = \frac{100 \cdot 1000}{V_e \cdot 60} \text{ hr} \quad \text{-----} \quad \text{Eq.1.12}$$

T: Frequência de alimentação de óleo (hora)

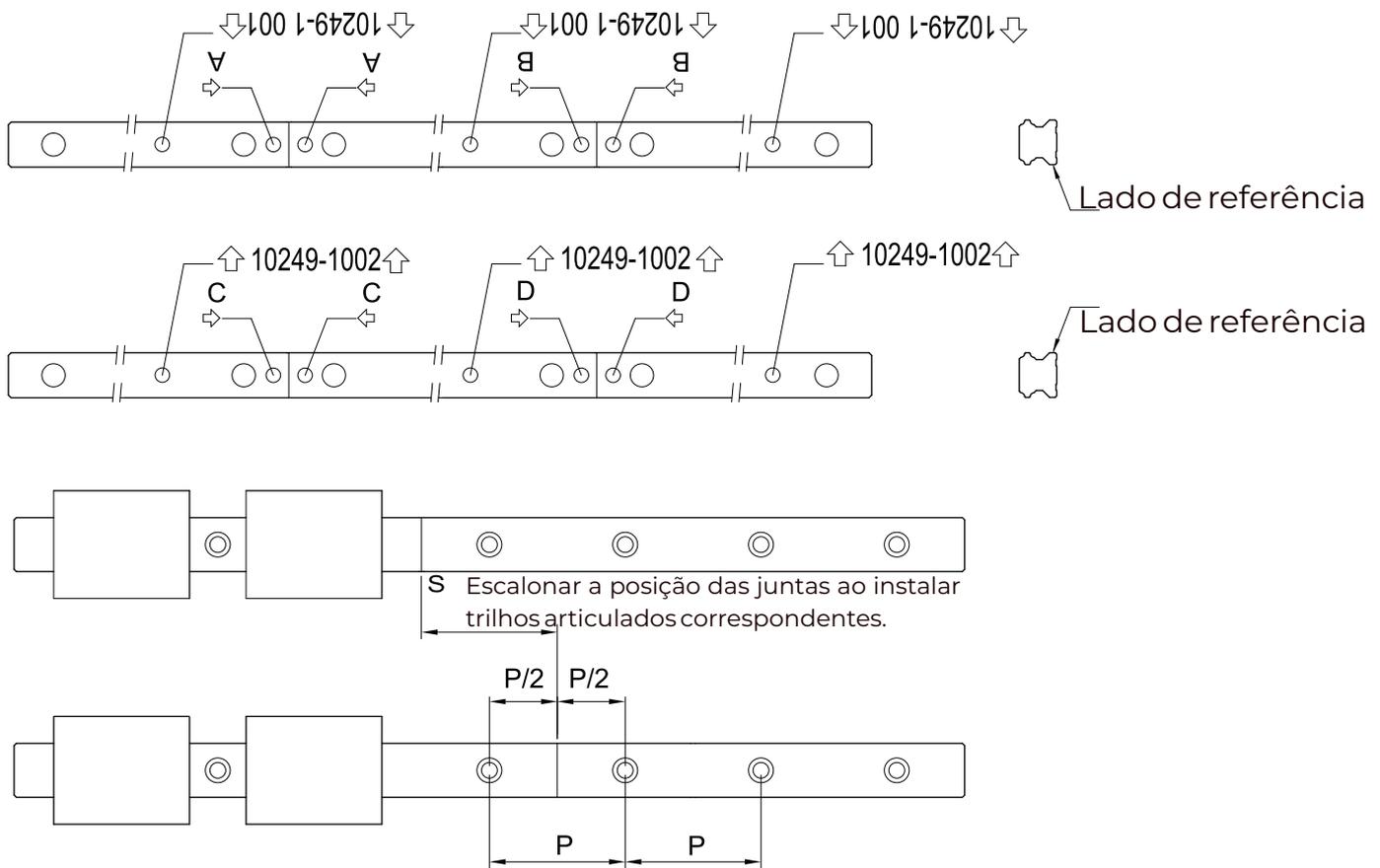
Ve: Velocidade (m/min)

1-7-2 Óleo

A viscosidade recomendada do óleo é de aproximadamente 32~150 cSt. O bico de graxa padrão pode ser substituído por uma junta de tubulação de óleo para lubrificação com óleo. Como o óleo evapora mais rapidamente do que a graxa, a taxa de alimentação recomendada de óleo é de aproximadamente 0,3 cm³/hr.

1-8 Trilho articulado

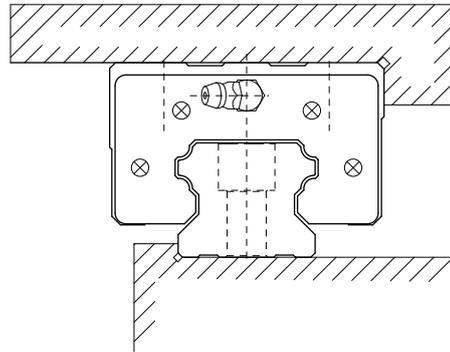
Os trilhos articulados devem ser instalados seguindo a seta e o número ordinal que estão marcados na superfície de cada trilho. Para pares correspondentes de trilhos articulados, as posições das juntas devem ser escalonadas. Isso evitará problemas de precisão devido a discrepâncias entre os 2 trilhos (veja a figura).



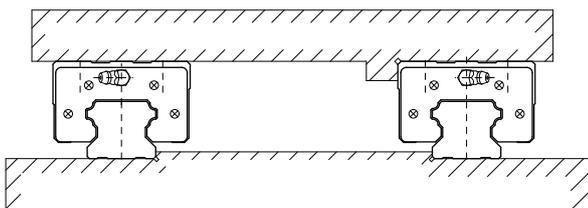
1-9 Configurações de Montagem

As guias lineares têm classificações de carga iguais nas direções radial, radial reversa e lateral. A aplicação depende dos requisitos da máquina e das direções de carga. Exemplos típicos de layouts para guias lineares são mostrados abaixo:

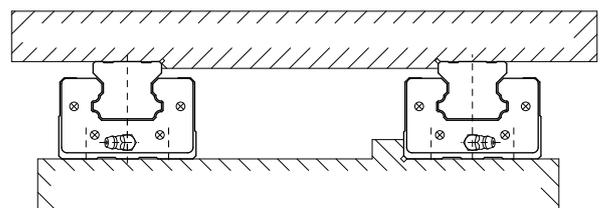
Uso de um trilho e montagem do lado de referência



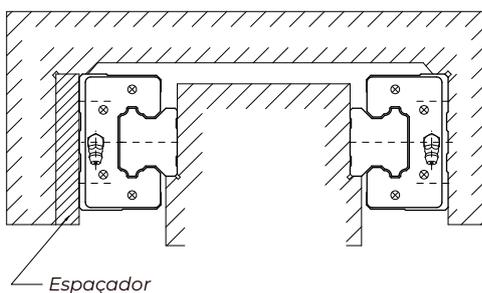
Uso de dois trilhos (movimento do bloco)



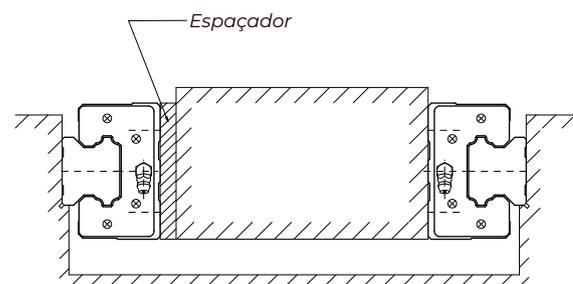
Uso de dois trilhos (bloco fixo)



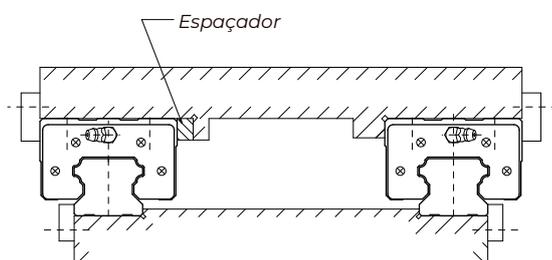
Uso de dois trilhos externos



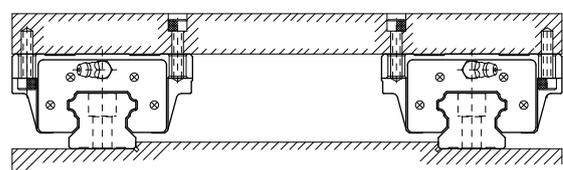
Uso de dois trilhos internos



Instalação fixa em superfície total



Bloco tipo WGW com furos de montagem em direções diferentes.

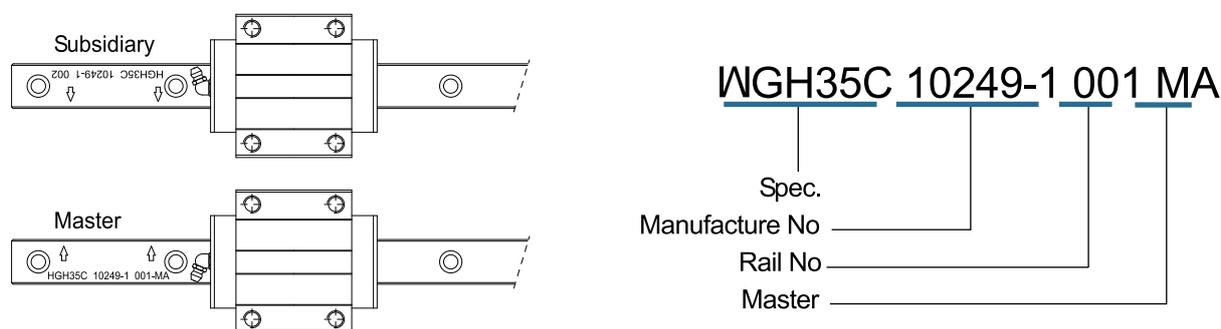


1-10 Procedimentos de Montagem

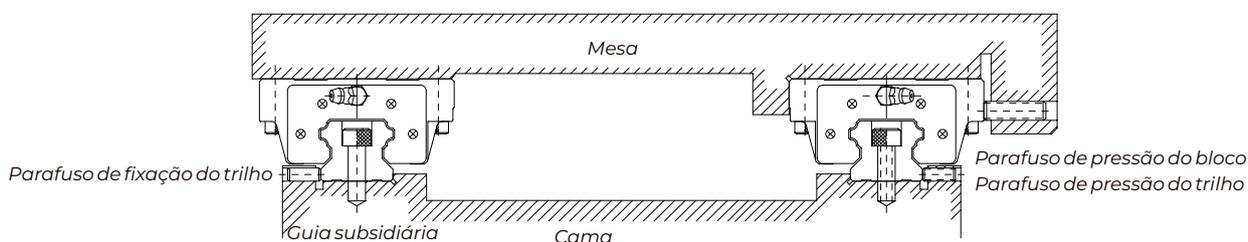
São recomendados três métodos de instalação com base na precisão de funcionamento requerida e no grau de impactos e vibrações.

1-10-1 Guia Principal e Guia Secundária

Para guias lineares do tipo não-intercambiável, existem algumas diferenças entre a guia principal e a guia secundária. A precisão do plano de referência da guia principal é melhor do que a da guia secundária e pode ser utilizada como lado de referência para a instalação. Há uma marca "MA" impressa no trilho, conforme mostrado na figura abaixo.



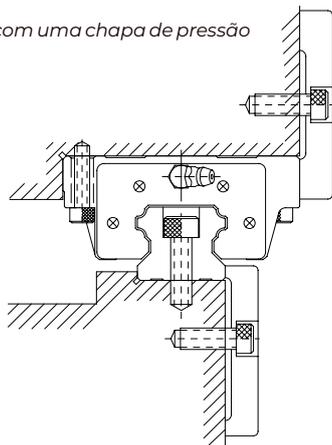
1-10-2 Instalação para Alcançar Alta Precisão e Rigidez



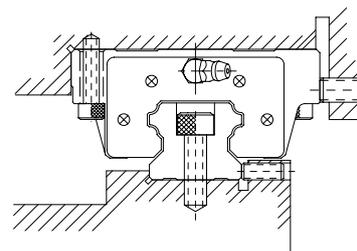
1) Métodos de montagem

É possível que os trilhos e os blocos se desloquem quando a máquina estiver sujeita a vibrações e impactos. Para eliminar essas dificuldades e alcançar alta precisão de funcionamento, os seguintes quatro métodos são recomendados para fixação.

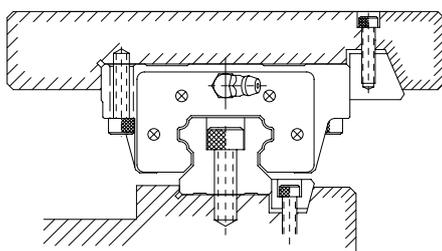
Montagem com uma chapa de pressão



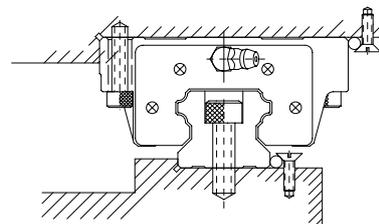
Montagem com parafusos de pressão



Montagem com cunha cônica

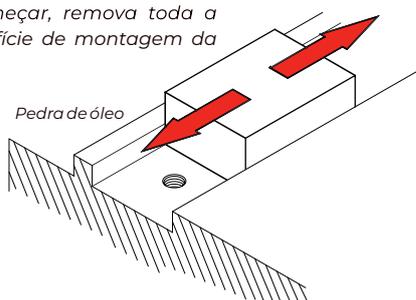


Montagem com rolete de agulhas

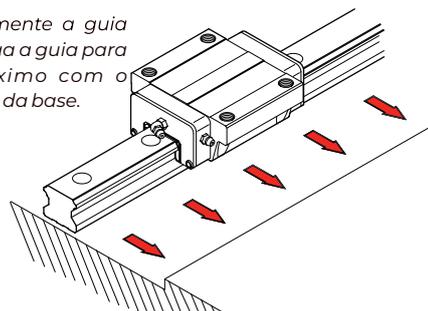


2) Procedimento de instalação do trilho

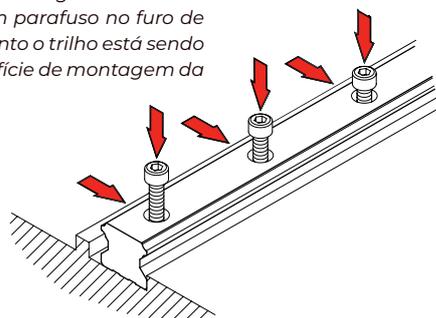
1) Antes de começar, remova toda a sujeira da superfície de montagem da máquina.



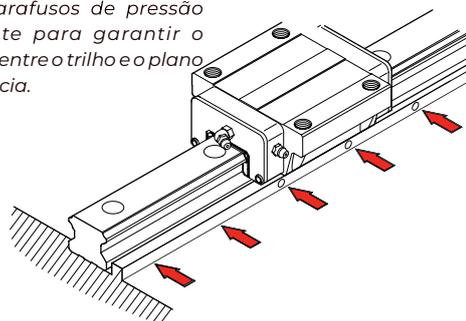
2) Coloque suavemente a guia linear na base. Traga a guia para um contato próximo com o plano de referência da base.



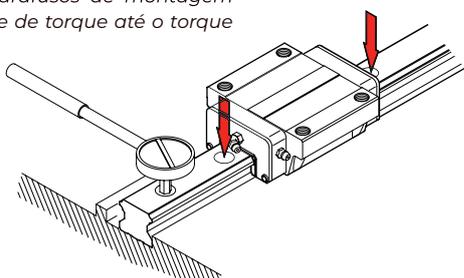
3) Verifique se há um engate correto da rosca ao inserir um parafuso no furo de montagem enquanto o trilho está sendo colocado na superfície de montagem da base.



4) Aperte os parafusos de pressão sequencialmente para garantir o contato próximo entre o trilho e o plano lateral de referência.

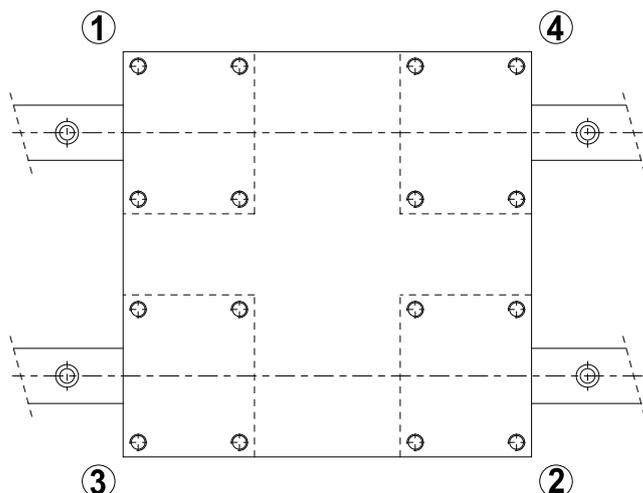


5) Aperte os parafusos de montagem com uma chave de torque até o torque especificado.



6) Instale o restante da guia linear da mesma maneira.

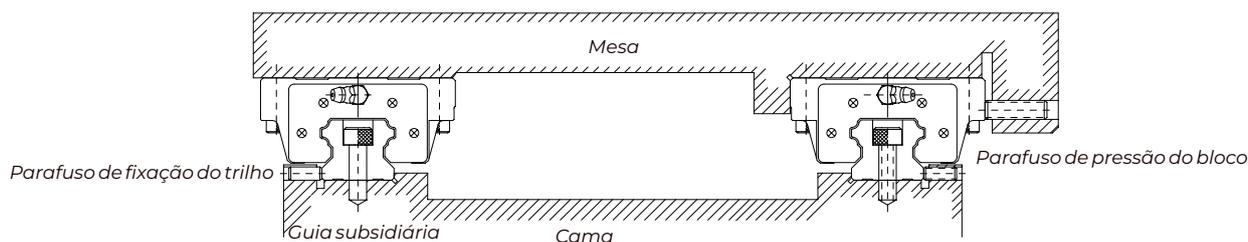
3) Procedimento de instalação do bloco



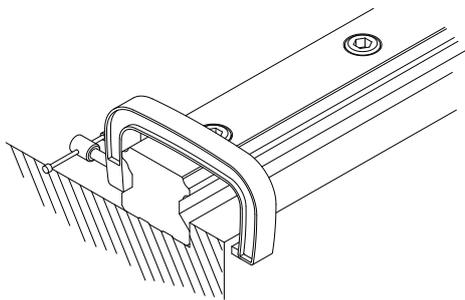
- Coloque a mesa suavemente sobre os blocos. Em seguida, aperte temporariamente os parafusos de montagem dos blocos.
- Empurre os blocos contra o plano de referência da mesa e posicione a mesa apertando os parafusos de pressão.
- A mesa pode ser fixada uniformemente apertando os parafusos de montagem no lado da guia principal e no lado da guia secundária em sequências de 1 a 4.

1-10-3 Instalação da Guia Principal sem Parafusos de Pressão

Para garantir o paralelismo entre a guia secundária e a guia principal sem o uso de parafusos de pressão, são recomendados os seguintes métodos de instalação dos trilhos. A instalação do bloco é a mesma mencionada anteriormente.

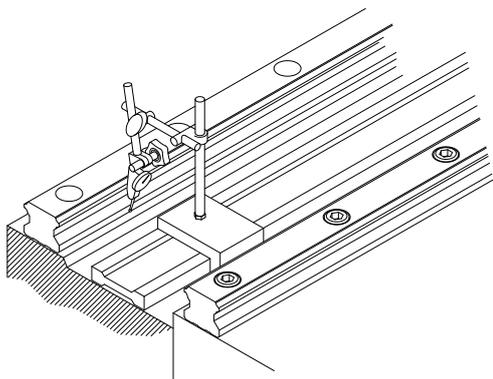


1) Instalação do trilho no lado da guia secundária

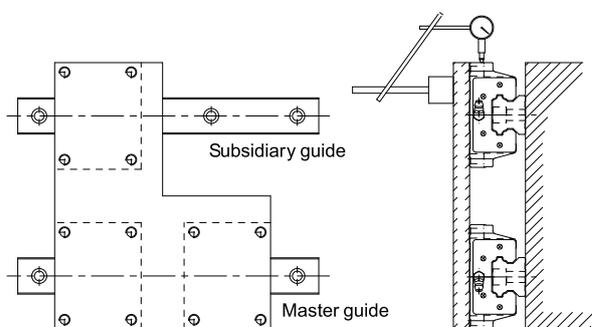


- *Usando um torno:* Coloque o trilho no plano de montagem da base. Aperte temporariamente os parafusos de montagem. Use um torno para pressionar o trilho contra o plano de referência lateral da base. Aperte os parafusos de montagem em sequência até o torque especificado.

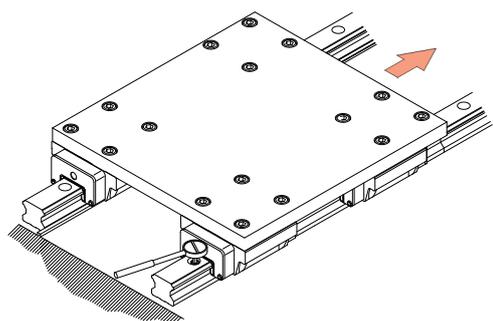
2) Instalação do trilho no lado da guia secundária



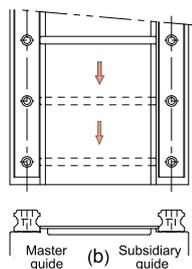
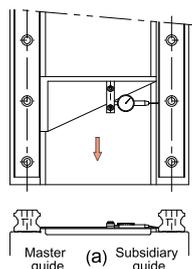
- Coloque a mesa suavemente sobre os blocos. Em seguida, aperte temporariamente os parafusos de montagem dos blocos.
- Empurre os blocos contra o plano de referência da mesa e posicione a mesa apertando os parafusos de pressão.
- A mesa pode ser fixada uniformemente apertando os parafusos de montagem no lado da guia principal e no lado da guia secundária em sequências de 1 a 4.



- Método com o uso de uma mesa: Fixe dois blocos no lado da guia principal na mesa. Fixe temporariamente o trilho e um bloco no lado da guia secundária na base e na mesa. Fixe um suporte de relógio comparador na superfície da mesa e traga-o em contato com o lado do bloco no lado da guia secundária. Mova a mesa de uma extremidade do trilho para a outra. Enquanto alinha o trilho no lado da guia secundária paralelamente ao trilho no lado da guia principal, aperte os parafusos em sequência.



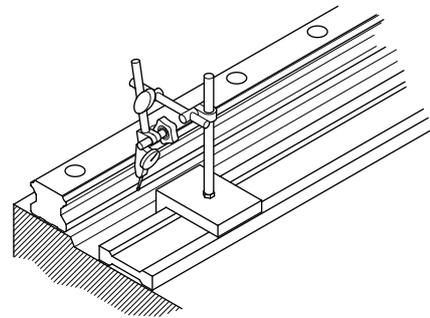
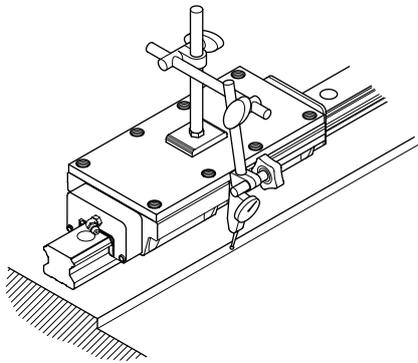
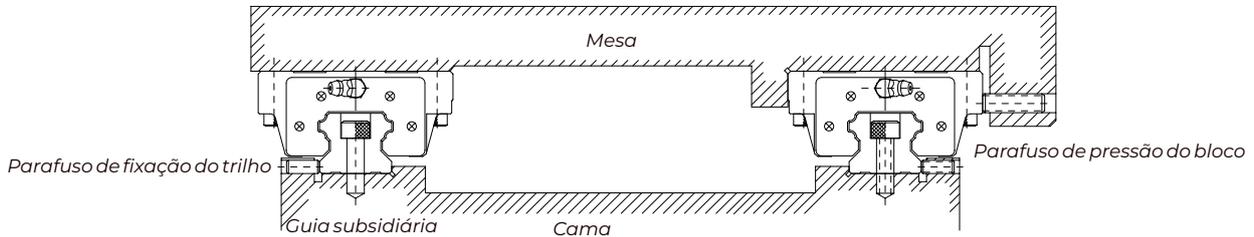
- Método seguindo o lado da guia principal: Quando um trilho no lado da guia principal estiver corretamente apertado, fixe ambos os blocos no lado da guia principal e um dos dois blocos no lado da guia secundária completamente na mesa. Ao mover a mesa de uma extremidade do trilho, aperte completamente os parafusos de montagem no lado da guia secundária.



- Método com o uso de um gabarito: Utilize um gabarito especial para garantir a posição do trilho no lado da guia secundária. Aperte os parafusos de montagem até o torque especificado em sequência.

1-10-4 Quando Não Há Superfície Lateral no Lado da Guia Principal

Para garantir o paralelismo entre a guia secundária e a guia principal quando não há superfície lateral, recomenda-se o seguinte método de instalação do trilho. A instalação dos blocos é a mesma mencionada anteriormente.



- Usando um plano de referência provisório: Dois blocos são fixados em contato próximo através da placa de medição. Um plano de referência fornecido na base é usado para alinhar retamente o trilho de uma extremidade à outra. Mova os blocos e aperte os parafusos de montagem até o torque especificado em sequência.
- Método com o uso de uma régua reta: Utilize um relógio comparador e uma régua reta para confirmar a retidão do plano de referência lateral do trilho de uma extremidade à outra. Certifique-se de apertar os parafusos de montagem com segurança em sequência.

2) Instalação do trilho no lado da guia secundária

O método de instalação para o trilho no lado da guia secundária é o mesmo do caso sem parafusos de pressão.

1-10-5 Instruções de Montagem da Guia Linear

- As guias WGB são fornecidas com uma camada de óleo anti-corrosivo antes do envio. Por favor, limpe o óleo antes de mover ou operar os blocos.

- Reconhecimento dos trilhos principal e secundário: Para as guias lineares do tipo não-intercambiável, existem algumas diferenças entre o trilho principal e o trilho secundário. A precisão do plano de referência do trilho principal é melhor do que a do trilho secundário e pode servir como lado de referência para a instalação. Há uma marca "MA" impressa no trilho. Verifique a ordem correta antes de iniciar a instalação. O número do trilho principal é um número ímpar e o número do trilho secundário é um número par. Por favor, instale os trilhos de acordo com a indicação e siga a ordem para a instalação de trilhos múltiplos (por exemplo: 001 emparelhado com 002; 003 emparelhado com 004, etc.).
- Reconhecimento do plano de referência: O plano de referência (B) do trilho é o lado indicado pela seta, que está marcado na superfície superior do trilho. O plano de referência do bloco é a superfície lisa do solo, indicada como D na Figura 2.

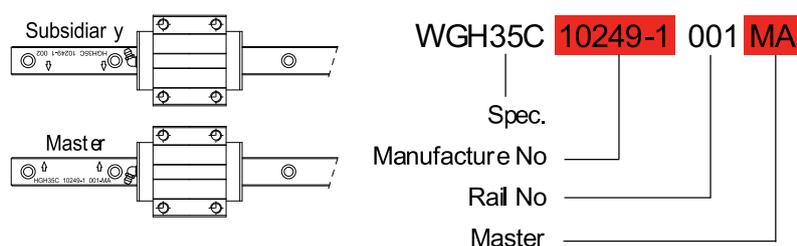


Figura 1

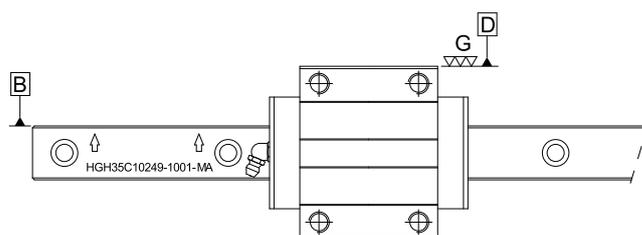


Figura 2

- Junção de trilho em tope: O trilho em tope deve ser instalado seguindo a seta e o número ordinal marcados na superfície de cada trilho, conforme mostrado na figura 3. Para evitar problemas de precisão devido a discrepâncias entre os 2 trilhos, como no caso de pares correspondentes de trilhos em tope, as posições das juntas devem ser escalonadas, conforme mostrado na figura 4.

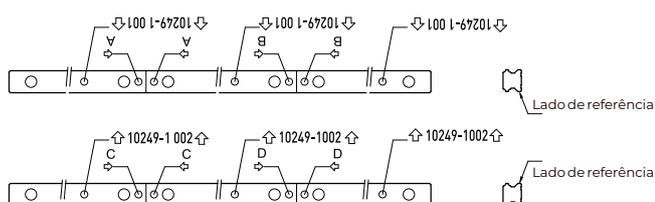


Figura 3

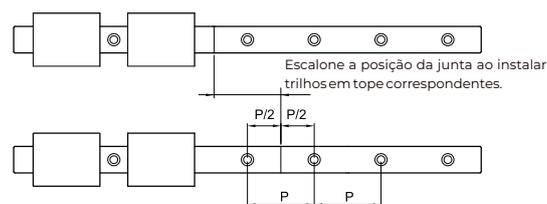


Figura 4

- Evite remover os blocos dos trilhos ao montar as guias nas máquinas sempre que possível. Por favor, utilize inserções de blocos (consulte a Figura 5) se for necessário remover ou montar blocos nos trilhos.

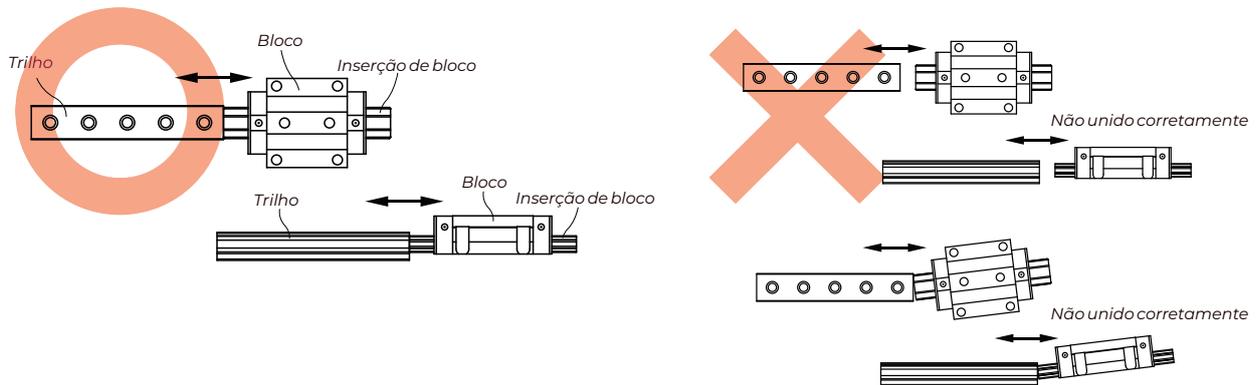


Figura 5

- Por favor, não misture aleatoriamente unidades de blocos e trilhos para tipos não intercambiáveis para evitar problemas de instalação.
- Para garantir a retidão do trilho, aperte os parafusos de montagem sequencialmente com uma chave de torque até o torque especificado. (Consulte as Informações Técnicas da WGB).

1-10-6 Instruções de Uso da Guia Linear

- Após montar as guias nas máquinas, lubrifique os blocos utilizando graxa ou óleo à base de sabão de lítio.
- As guias são enviadas com óleo anti-corrosão antes da entrega. Se os trilhos foram limpos antes da instalação, lembre-se de lubrificar os trilhos após montar as guias na máquina. (Confirme a compatibilidade entre o lubrificante e o trilho anti-ferrugem).
- Os blocos são compostos por várias partes plásticas; evite a exposição prolongada dessas partes a solventes orgânicos durante a limpeza para prevenir possíveis danos.
- Evite que objetos estranhos entrem nos blocos, pois isso pode danificar o produto.
- Por favor, não desmonte as peças; a desmontagem descuidada pode introduzir objetos estranhos nos blocos e diminuir a precisão das guias ou causar danos.
- Ao manusear as guias, segure-as horizontalmente. O manuseio inadequado pode fazer com que os blocos caiam dos trilhos.
- Evite quedas ou colisões inadequadas nos blocos, o que pode danificar a função das guias.
- A faixa de temperatura operacional do tipo E2 (kit autolubrificante) é de -10°C a 60°C . Para os tipos Q1 (guia linear silenciosa), a faixa é de -10°C a 80°C , a temperatura máxima de serviço do tipo SE (com tampa de extremidade metálica) é de 150°C , enquanto para outros tipos padrão é de 100°C .
- Não hesite em contatar a WGB se houver outras perguntas relacionadas à aplicação.

Buscando atender às necessidades e exigências dos clientes, a WGB oferece diversos tipos de guias. Fornecemos a série WG, adequada para máquinas CNC, a série GG para indústrias de automação, a série BG para aplicações de alta rigidez, e a série em miniatura MGN/MGW, para dispositivos médicos e equipamentos semicondutores.

1) Tipos e Séries

Tabela 2-1: Tipos e séries

Tipo de guia linear	Montagem Altura	Carga	Quadrado Furo roscado	Flange Combinação
WG	Alto	Carga pesada	WGH-CA	W G W -
		Carga super pesada	WGH-HA	W G W -
	Baixo	Carga pesada	WGH-CA	-
		Carga super pesada	WGH-HA	-
GG	Baixo	Carga média	GGH-SA	-
		Carga pesada	GGH-CA	-
MGN	-	Padrão	MGN-C	-
		Longa	MGN-H	-
MGW	-	Padrão	MGW-C	-
		Longa	MGW-H	-
BG	Alto	Carga pesada	BGH-CA	BGW-CC
		Carga super pesada	BGH-HA	BGW-HC
	Baixo	Carga pesada	BGL-CA	-
		Carga super pesada	BGL-HA	-

2) Classes de precisão

Tabela 2-2: Classes de precisão

Séries	Tipo de montagem					Tipo de intercambialidade		
	Normal	Alto	Precisão	Super Precisão	Ultra Precisão	Normal	Alto	Precisão
	(C)	(H)	(P)	(SP)	(UP)	(C)	(H)	(P)
WG	●	●	●	●	●	●	●	●
GG	●	●	●	●	●	●	●	●
MGN	●	●	●	-	-	●	●	●
MGW	●	●	●	-	-	●	●	●
BG	-	●	●	●	●	-	●	●

3) Classificação de pré-carga

Tabela 2-3: Pré-carga

Séries	Modelos não-intercambiáveis			Modelos intercambiáveis	
	Pré-carga leve (ZO)	Pré-carga moderada (ZA)	Pré-carga pesada (ZB)	Pré-carga leve (ZO)	Pré-carga moderada (ZA)
WG	●	●	●	●	●
GG	●	●	●	●	●

Séries	Modelos não-intercambiáveis			Modelos intercambiáveis	
	Pré-carga super leve (ZO)	Pré-carga moderada (ZA)	Pré-carga pesada (ZB)	Pré-carga super leve (ZO)	Pré-carga leve (ZA)
BG	●	●	●	●	●

Séries	Modelos não-intercambiáveis			Modelos intercambiáveis		
	Folga Linear (ZF)	Pré-carga super leve (ZO)	Pré-carga leve (ZI)	Folga linear (ZF)	Pré-carga super leve (ZA)	Pré-carga leve (ZI)
MGN	●	●	●	●	●	●
MGW	●	●	●	●	●	●

Série HG

Tipo de Esferas de Carga Pesada

2-1 Série WG - Guia Linear Tipo de Esferas de Carga Pesada

As guias lineares da série WG foram projetadas com capacidade de carga e rigidez superiores a outros produtos similares, com sulcos em arco circular e otimização da estrutura. Elas apresentam classificações de carga iguais nas direções radial, radial inversa e lateral, além de autoalinhamento para absorver erros de instalação. Assim, as guias lineares da série WGB WG podem alcançar uma longa vida útil com alta velocidade, alta precisão e movimento linear suave.

2-1-1 Características da Série WG

- Capacidade de autoalinhamento

Por design, o sulco em arco circular possui pontos de contato a 45 graus. A série WG pode absorver a maioria dos erros de instalação devido a irregularidades na superfície e proporcionar um movimento linear suave através da deformação elástica dos elementos rolantes e do deslocamento dos pontos de contato. A capacidade de autoalinhamento, alta precisão e operação suave podem ser obtidas com uma instalação fácil.

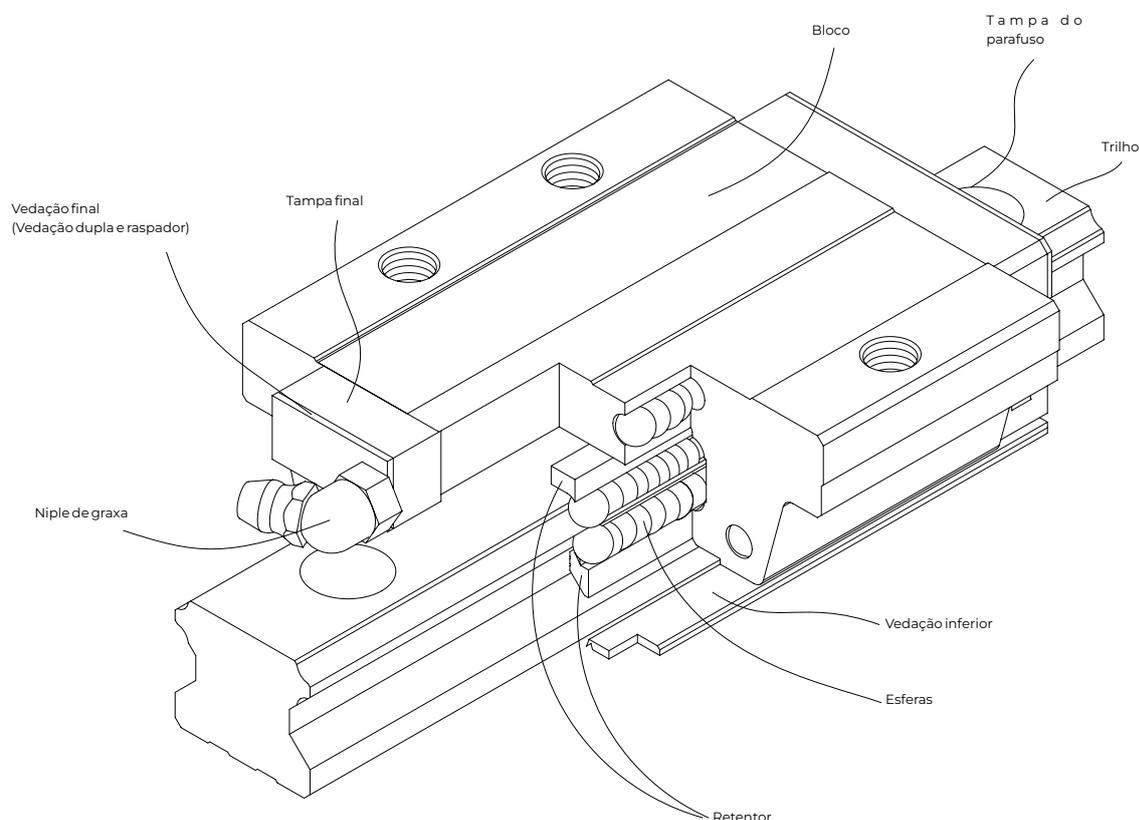
- Intercambialidade

Devido ao controle preciso das dimensões, a tolerância dimensional da série WG pode ser mantida em uma faixa razoável, o que significa que qualquer bloco e qualquer trilho em uma série específica podem ser usados juntos mantendo a tolerância dimensional. Além disso, um retentor é adicionado para evitar que as esferas caiam quando os blocos são removidos do trilho.

- Alta rigidez em todas as quatro direções

Devido ao design de quatro fileiras, a guia linear da série WG possui classificações de carga iguais nas direções radial, radial inversa e lateral. Além disso, o sulco em arco circular proporciona uma largura de contato ampla entre as esferas e a pista do sulco, permitindo grandes cargas permissíveis e alta rigidez.

2-1-2 Construção da Série WG

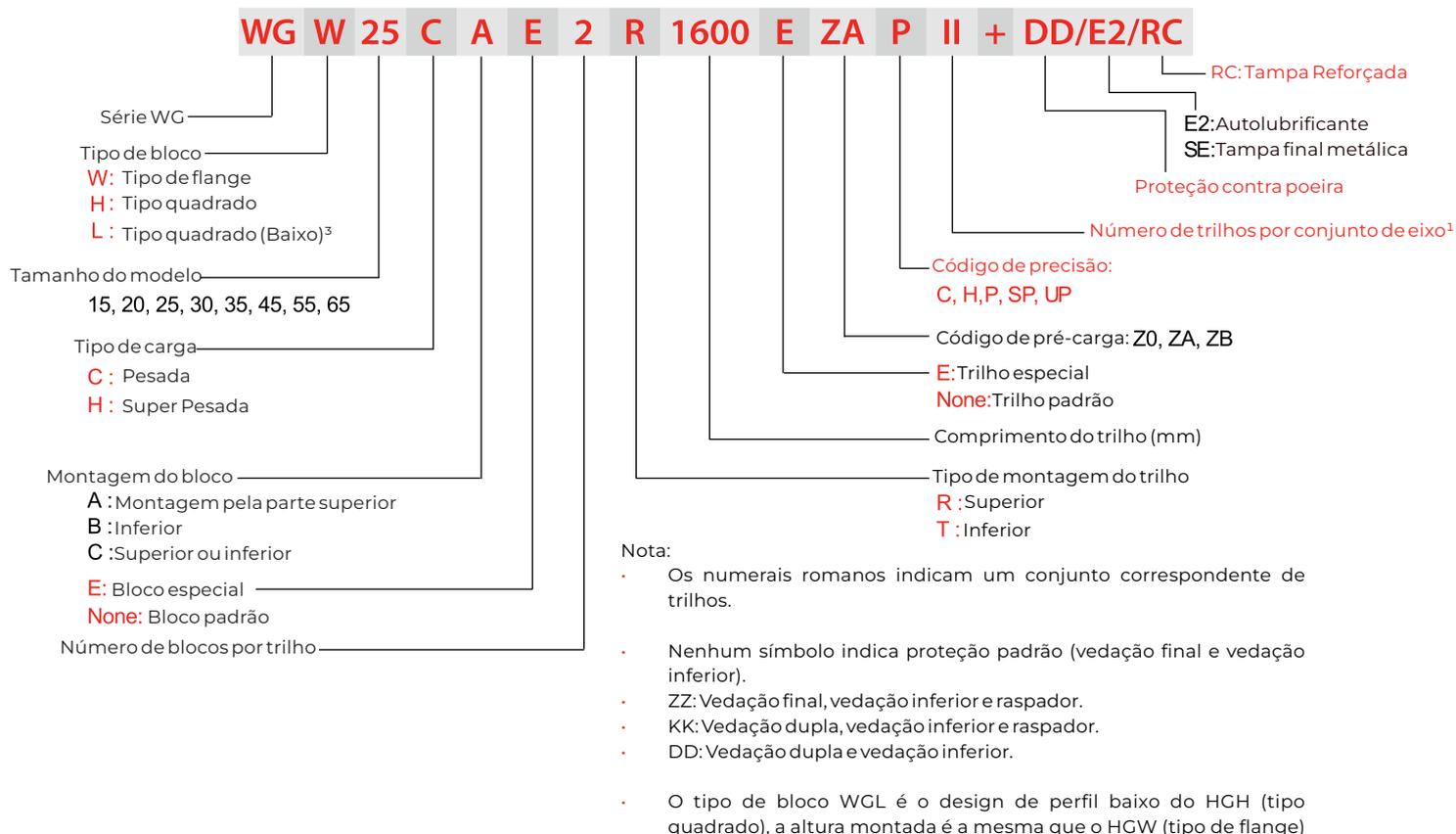


- Sistema de circulação de rolos: Bloco, Trilho, Tampa Final e Retentor.
- Sistema de lubrificação: Niple de Graxa e Junta de Tubulação.
- Sistema de proteção contra poeira: Vedação Final, Vedação Inferior, Tampa de Parafuso, Vedação Dupla e Raspador.

2-1-3 Número do Modelo da Série WG

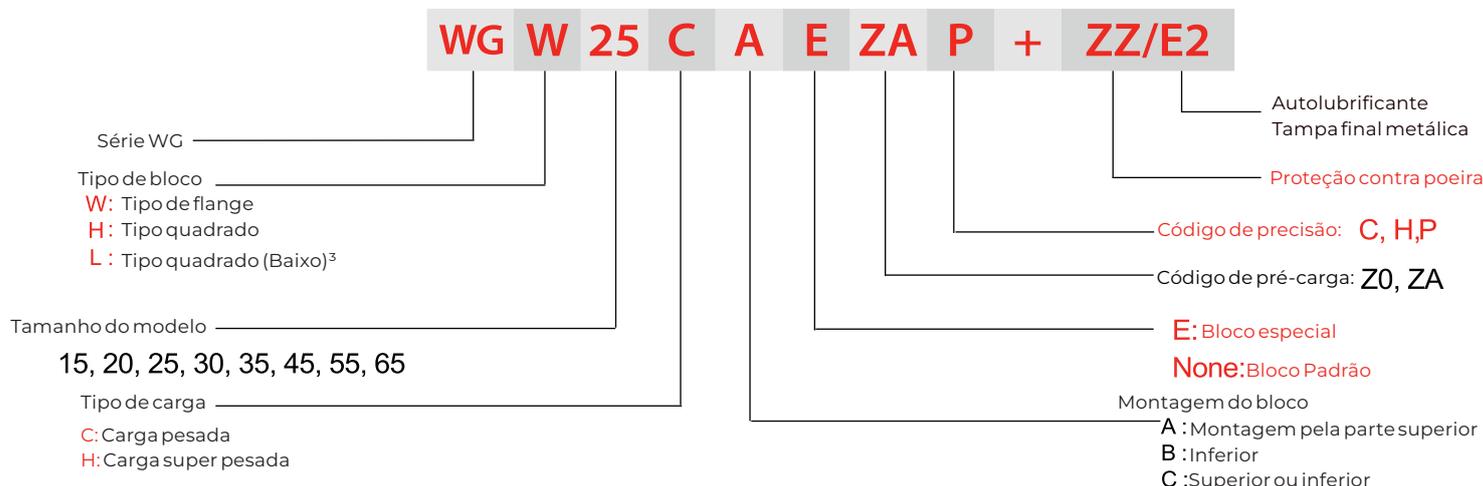
As guias da série WG podem ser classificadas em tipos não-intercambiáveis e intercambiáveis. Os tamanhos são idênticos. A única diferença entre os dois tipos é que o tipo intercambiável de blocos e trilhos pode ser trocado livremente, e sua precisão pode chegar até a classe P. O número do modelo da série WG contém o tamanho, tipo, classe de precisão, classe de pré-carga, etc.

Modelo não intercambiável



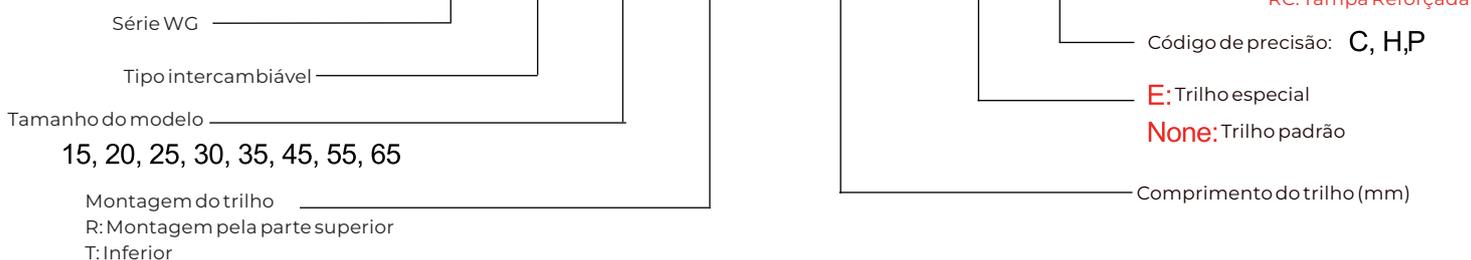
Modelo intercambiável

- Número do modelo do bloco WG



- Número do modelo do trilho WG

WG R 25 R 1200 E P + RC



2-1-4 Tipos

1) Tipos de blocos

Existem dois tipos de blocos: flange e quadrado. O tipo de flange é adequado para aplicações de carga momentânea pesada devido à altura de montagem mais baixa e à superfície de montagem mais ampla.

Tabela 2-1-1: Tipos de Blocos

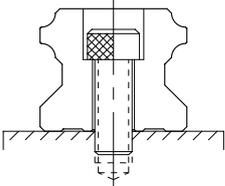
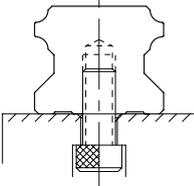
Tipo	Modelo	Formato	Altura (mm)	Comp. do trilho (mm)	Principais Aplicações
Quadrado	WGH-CA WGH-HA		28	100	<ul style="list-style-type: none"> Centros de usinagem Tornos CNC Retificadoras Máquinas de usinagem de precisão Máquinas de corte pesado Dispositivos de automação Equipamentos de transporte Equipamentos de medição Dispositivos que requerem alta precisão posicional
			↓	↓	
	WGL-CA WGL-HA		24	100	
			↓	↓	
Flange	WGW-CA WGW-HA		24	100	
			↓	↓	
	WGW-CB WGW-HB		90	4000	
			↓	↓	
	WGW-CC WGW-HC		24	100	
			↓	↓	
		90	4000		

Por favor, consulte o capítulo 2-1-13 para os detalhes dimensionais.

2) Tipos de trilhos

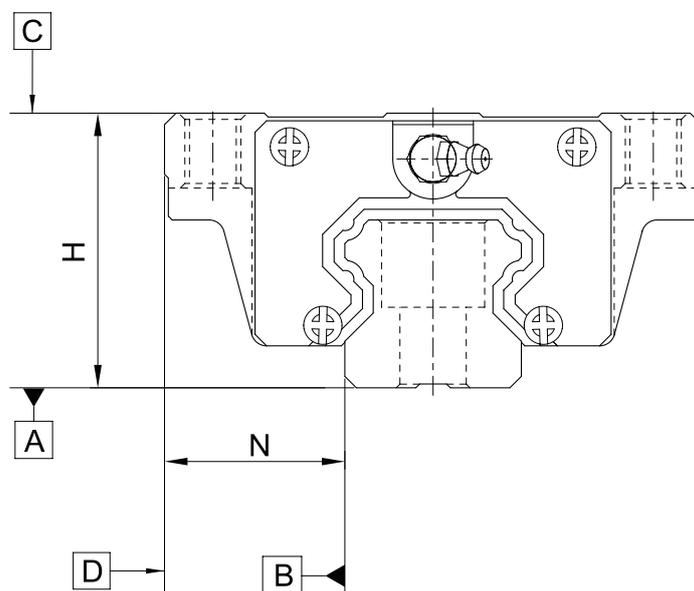
Além do tipo padrão de montagem superior, o tipo de montagem inferior também está disponível.

Tabela 2-1-2: Tipos de trilhos

Montagem superior	Montagem inferior
	

2-1-5 Classes de Precisão

A precisão da série WG pode ser classificada em normal (C), alta (H), precisão (P), super precisão (SP), ultra precisão (UP), em cinco classes. Por favor, escolha a classe referente à precisão do equipamento aplicado.



(1) Precisão das guias não-intercambiáveis

Tabela 2-1-3: Padrões de Precisão

Item	WG - 15, 20				
	Normal (C)	Alto (H)	Precisão (P)	Super Precisão (SP)	Ultra Precisão (UP)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.1	± 0.03	0 - 0.03	0 - 0.015	0 - 0.008
Tolerância dimensional da largura N	± 0.1	± 0.03	0 - 0.03	0 - 0.015	0 - 0.008
Varição da altura H	0.02	0.01	0.006	0.004	0.003
Varição da largura N	0.02	0.01	0.006	0.004	0.003
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco C em relação à superfície A Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco D em relação à superfície B	Consulte a Tabela 2-1-11				

Tabela 2-1-4: Padrões de Precisão

Item	WG - 25, 30, 35				
	Normal (C)	Alto (H)	Precisão (P)	Super Precisão (SP)	Ultra Precisão (UP)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.1	± 0.04	0 - 0.04	0 - 0.02	0 - 0.01
Tolerância dimensional da largura N	± 0.1	± 0.04	0 - 0.04	0 - 0.02	0 - 0.01
Varição da altura H	0.02	0.015	0.007	0.005	0.003
Varição da largura N	0.03	0.015	0.007	0.005	0.003
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco C em relação à superfície A Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco D em relação à superfície B	Consulte a Tabela 2-1-11				

Tabela 2-1-5: Padrões de Precisão

Item	WG - 45, 55				
	Normal (C)	Alto (H)	Precisão (P)	Super Precisão (SP)	Ultra Precisão (UP)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.1	± 0.05	0 - 0.05	0 - 0.03	0 - 0.02
Tolerância dimensional da largura N	± 0.1	± 0.05	0 - 0.05	0 - 0.03	0 - 0.02
Varição da altura H	0.03	0.015	0.007	0.005	0.003
Varição da largura N	0.03	0.02	0.01	0.007	0.005
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco C em relação à superfície A Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco D em relação à superfície B	Consulte a Tabela 2-1-11				

Tabela 2-1-6: Padrões de Precisão

Item	WG - 65				
	Normal (C)	Alto (H)	Precisão (P)	Super Precisão (SP)	Ultra Precisão (UP)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.1	± 0.07	0 - 0.07	0 - 0.05	0 - 0.03
Tolerância dimensional da largura N	± 0.1	± 0.07	0 - 0.07	0 - 0.05	0 - 0.03
Variação da altura H	0.03	0.02	0.01	0.007	0.005
Variação da largura N	0.03	0.025	0.015	0.01	0.007
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco C em relação à superfície A Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco D em relação à superfície B	Consulte a Tabela 2-1-11				

Tabela 2-1-7: Padrões de Precisão

Item	WG - 15, 20		
	Normal (C)	Alto (H)	Precisão (P)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.1	± 0.03	± 0.015
Tolerância dimensional da largura N	± 0.1	± 0.03	± 0.015
Variação da altura H	0.02	0.01	0.006
Variação da largura N	0.02	0.01	0.006
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco C em relação à superfície A Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco D em relação à superfície B	Consulte a Tabela 2-1-11		

Tabela 2-1-8: Padrões de Precisão

Item	WG - 25, 30, 35		
	Normal (C)	Alto (H)	Precisão (P)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.1	± 0.04	± 0.02
Tolerância dimensional da largura N	± 0.1	± 0.04	± 0.02
Variação da altura H	0.02	0.015	0.007
Variação da largura N	0.03	0.015	0.007
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco C em relação à superfície A Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco D em relação à superfície B	Consulte a Tabela 2-1-11		

Tabela 2-1-9: Padrões de Precisão

Item	WG - 45, 55		
	Normal (C)	Alto (H)	Precisão (P)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.1	± 0.05	± 0.025
Tolerância dimensional da largura N	± 0.1	± 0.05	± 0.025
Varição da altura H	0.03	0.015	0.007
Varição da largura N	0.03	0.02	0.01
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco C em relação à superfície A Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco D em relação à superfície B	Consulte a Tabela 2-1-11		

Tabela 2-1-10: Padrões de Precisão

Item	WG - 65		
	Normal (C)	Alto (H)	Precisão (P)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.1	± 0.07	± 0.035
Tolerância dimensional da largura N	± 0.1	± 0.07	± 0.035
Varição da altura H	0.03	0.02	0.01
Varição da largura N	0.03	0.025	0.015
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco C em relação à superfície A Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco D em relação à superfície B	Consulte a Tabela 2-1-11		

3) Precisão do paralelismo de funcionamento

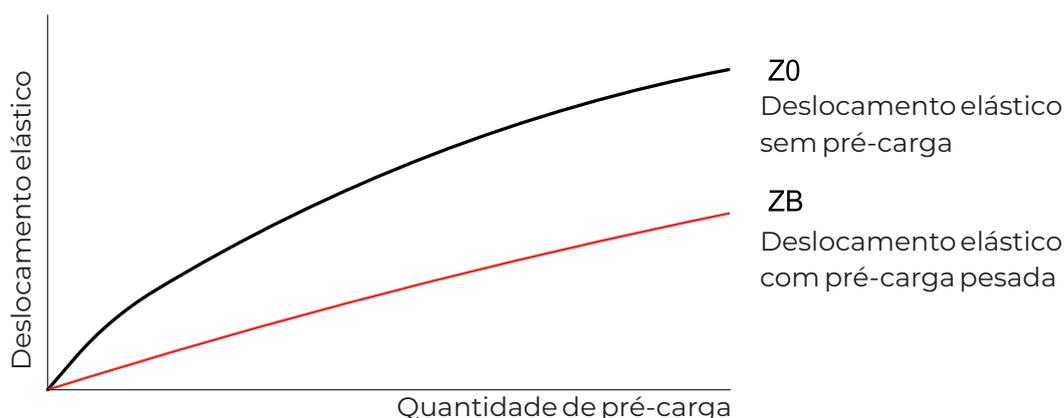
Tabela 2-1-11: Precisão do paralelismo de funcionamento

Comprimento do trilho (mm)	Precisão (µm)				
	C	H	P	SP	UP
~ 100	12	7	3	2	2
100 ~ 200	14	9	4	2	2
200 ~ 300	15	10	5	3	2
300 ~ 500	17	12	6	3	2
500 ~ 700	20	13	7	4	2
700 ~ 900	22	15	8	5	3
900 ~ 1,100	24	16	9	6	3
1,100 ~ 1,500	26	18	11	7	4
1,500 ~ 1,900	28	20	13	8	4
1,900 ~ 2,500	31	22	15	10	5
2,500 ~ 3,100	33	25	18	11	6
3,100 ~ 3,600	36	27	20	14	7
3,600 ~ 4,000	37	28	21	15	7

2-1-6 Pré-carga

1) Definição

Uma pré-carga pode ser aplicada a cada guia linear. Esferas sobredimensionadas são utilizadas. Geralmente, uma guia de movimento linear possui folga negativa entre o sulco e as esferas para melhorar a rigidez e manter alta precisão. A figura mostra que a carga é multiplicada pela pré-carga, a rigidez é duplicada e a deflexão é reduzida pela metade. Recomenda-se uma pré-carga não superior a ZA para o tamanho do modelo abaixo de HG20, a fim de evitar que uma pré-carga excessiva afete a vida útil da guia.



2) Classes de Pré-carga

A WGB oferece três classes de pré-carga padrão para diversas aplicações e condições.

Tabela 2-1-12: Classes de Pré-carga

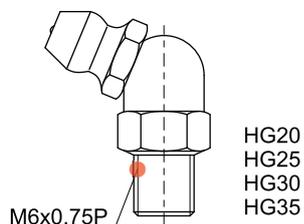
Classes	Código	Pré-carga	Condição	Exemplos de aplicação
Pré-carga leve	Z0	0~ 0.02C	Direção de carga específica, baixo impacto, baixa precisão requerida	Dispositivos de transporte, máquinas de embalagem automática, eixos X-Y para máquinas industriais gerais, máquinas de solda, soldadores
Pré-carga moderada	ZA	0.05C~0.07C	Alta precisão requerida	Centros de usinagem, eixos Z para máquinas industriais gerais, EDM (Máquinas de Descarga Elétrica), tornos CNC, mesas de precisão X-Y, equipamentos de medição
Pré-carga pesada	ZB	0.10C~ 0.12C	Alta rigidez necessária, com vibração e impacto	Centros de usinagem, retificadoras, tornos CNC, fresadoras horizontais e verticais, eixos Z de máquinas-ferramenta, máquinas de corte pesado
Classes	Guia Linear Intercambiável		Guia Linear Não-Intercambiável	
Classes de pré-carga	Z0, ZA		Z0, ZA, ZB	

Nota: O "C" na coluna de pré-carga denota carga dinâmica básica.

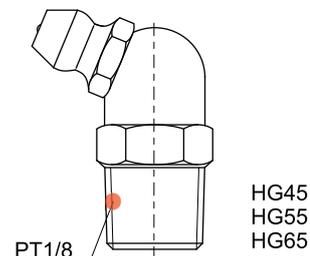
2-1-7 Lubrificação

(1) Graxa

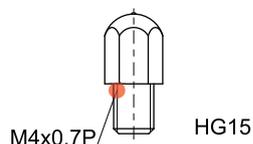
- Niple de graxa



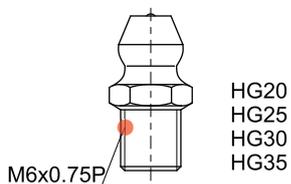
NO.34320001



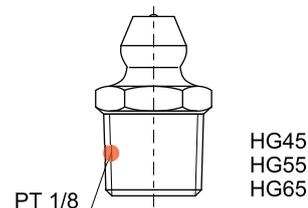
NO.34320003



NO.34310002



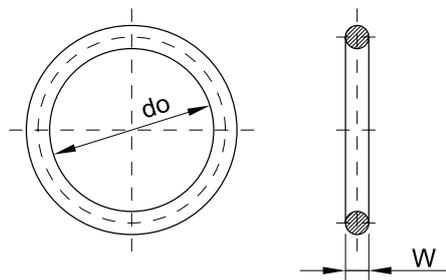
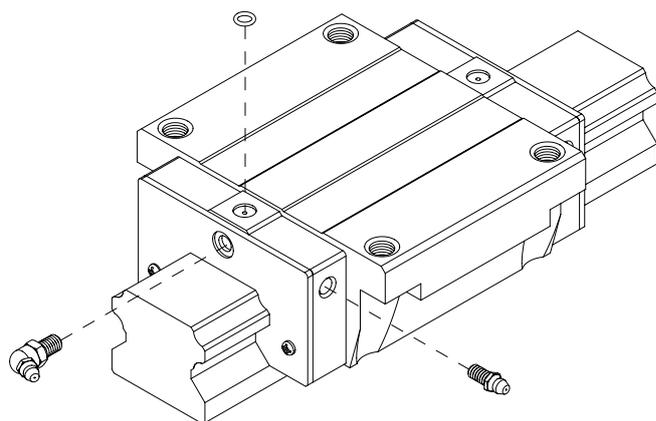
NO. 34310003(OPTION)



NO.3431000B(OPTION)

- Local de montagem

A localização padrão do bico de graxa é em ambas as extremidades do bloco, mas o niple pode ser montado em cada lado do bloco. Para instalação lateral, recomendamos que o niple seja montado no lado não de referência; caso contrário, entre em contato conosco. É possível realizar a lubrificação usando a junta de tubulação de óleo.



O Ring

Tabela 2-1-13: Tamanho do anel-O e profundidade máxima permitida para perfuração

Tamanho	Anel-O		Furo de lubrificação na parte superior: profundidade máxima permitida para perfuração
	do (mm)	W (mm)	T _{max} (mm)
WG15	2.5±0.15	1.5±0.15	3.75
WG20	4.5±0.15	1.5±0.15	5.7
WG25	4.5±0.15	1.5±0.15	5.8
WG30	4.5±0.15	1.5±0.15	6.3
WG35	4.5±0.15	1.5±0.15	8.8
WG45	4.5±0.15	1.5±0.15	8.2
WG55	4.5±0.15	1.5±0.15	11.8
WG65	4.5±0.15	1.5±0.15	10.8

- A quantidade de lubrificante para um bloco cheio de graxa

Tabela 2-1-14: A quantidade de lubrificante para um bloco cheio de graxa

Tamanho	Carga pesada (cm ³)	Carga super pesada (cm ³)	Tamanho	Carga pesada (cm ³)	Carga super pesada (cm ³)
WG15	1	-	WG35	10	12
WG20	2	3	WG45	17	21
WG25	5	6	WG55	26	33
WG30	7	8	WG65	50	61

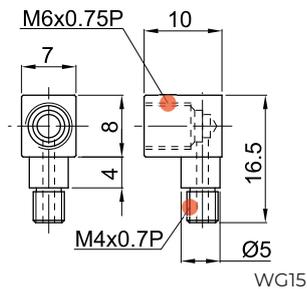
- Frequência de reposição: Verifique a graxa a cada 100 km ou a cada 3-6 meses.

2) Óleo

A viscosidade recomendada do óleo é de aproximadamente 30 a 150 cSt. Se os clientes precisarem utilizar lubrificação à base de óleo, por favor nos informem.

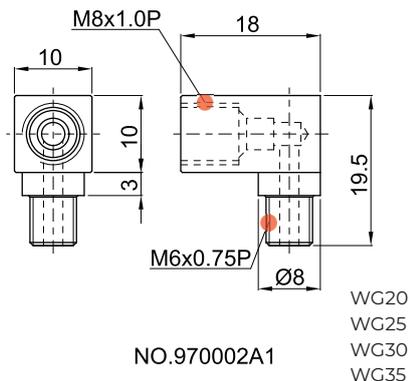
- Tipos de junta de tubulação de óleo

LF-64



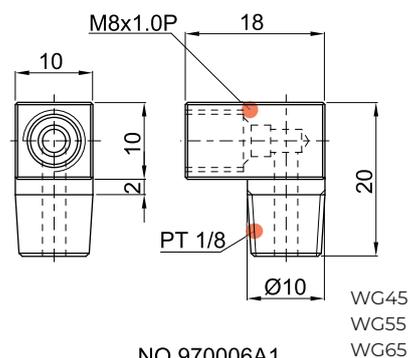
NO.97000EA1

LF-76



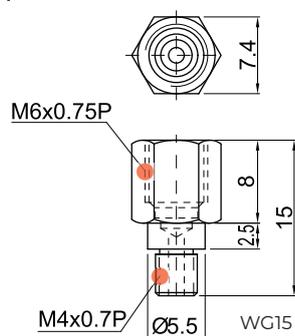
NO.970002A1

LF-78



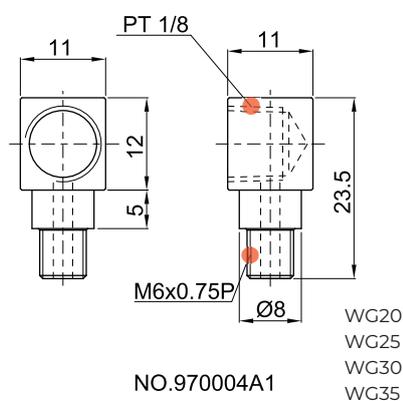
NO.970006A1

SF-64



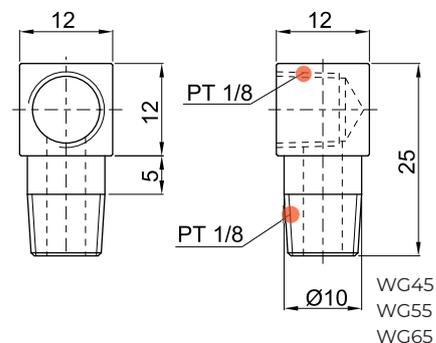
NO.97001TA1

LF-86



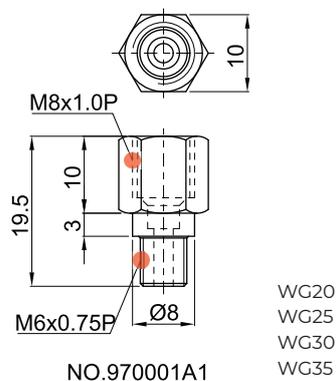
NO.970004A1

LF-88



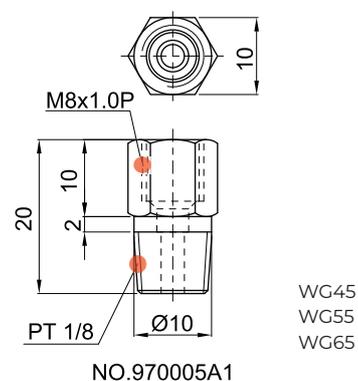
NO.970008A1

SF-76



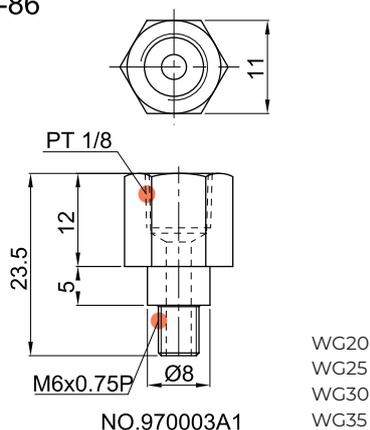
NO.970001A1

SF-78



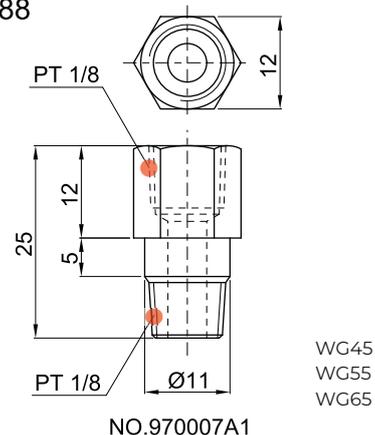
NO.970005A1

SF-86



NO.970003A1

SF-88



NO.970007A1

- Taxa de reposição de óleo

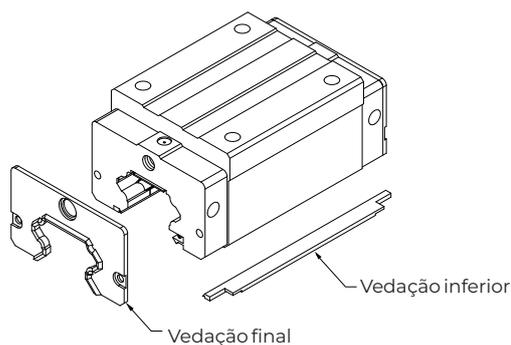
Tabela 2-1-15

Tamanho	Taxa de reposição (cm ³ /hr)	Tamanho	Taxa de reposição (cm ³ /hr)
WG15	0.2	WG35	0.3
WG20	0.2	WG45	0.4
WG25	0.3	WG55	0.5
WG30	0.3	WG65	0.6

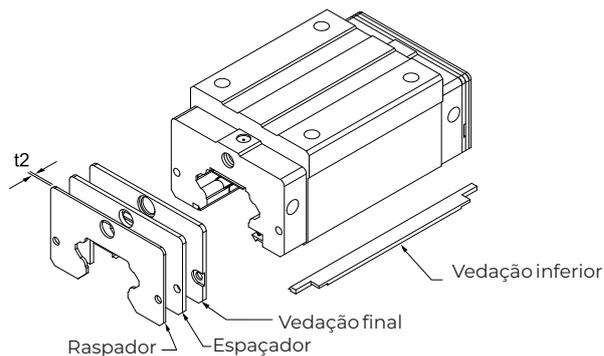
2-1-8 Acessórios à Prova de Poeira

1) Códigos dos acessórios padrão à prova de poeira

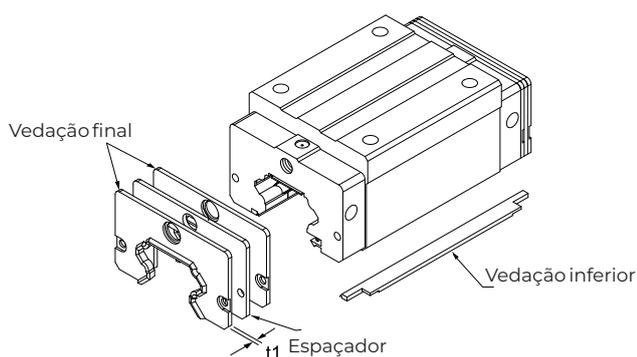
Se os seguintes acessórios forem necessários, por favor adicione o código seguido pelo número do modelo.



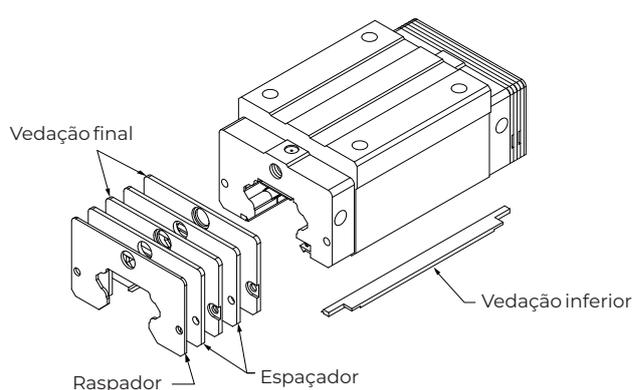
Sem símbolo: Proteção padrão (Vedação final + Vedação inferior)



ZZ (Vedação final + Vedação inferior + Raspador)



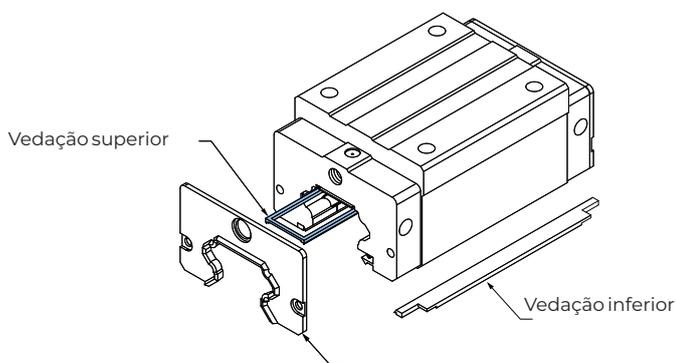
DD (Vedação dupla + Vedação inferior)



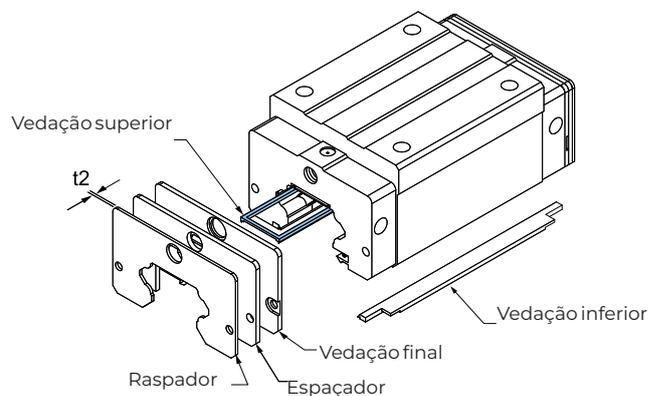
KK (Vedação dupla + Vedação inferior + Raspador)

2) Códigos de acessórios de alta proteção contra poeira

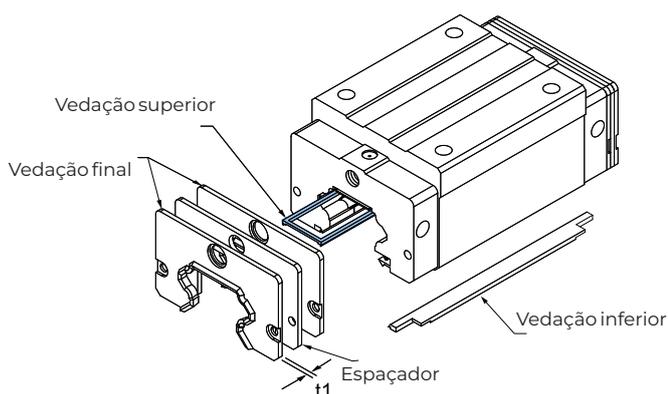
A WGB desenvolve muitos tipos de acessórios de proteção contra poeira para diferentes aplicações e ambientes de trabalho, para evitar poeira ou detritos. Se os seguintes acessórios forem necessários, por favor adicione o código seguido pelo número do modelo.



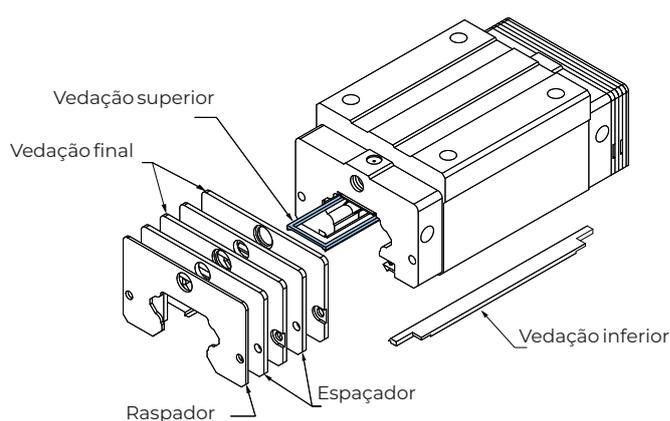
SH {Vedação Final (Alta Proteção Contra Poeira)
Vedação Inferior (Alta Proteção Contra Poeira) + Vedação Superior}



ZH {Vedação Final (Alta Proteção Contra Poeira)
Vedação Inferior (Alta Proteção Contra Poeira) + Vedação Superior +
Espaçador}



DH {Vedação Final Dupla (Alta Proteção Contra Poeira)
Vedação Inferior (Alta Proteção Contra Poeira) + Vedação Superior}



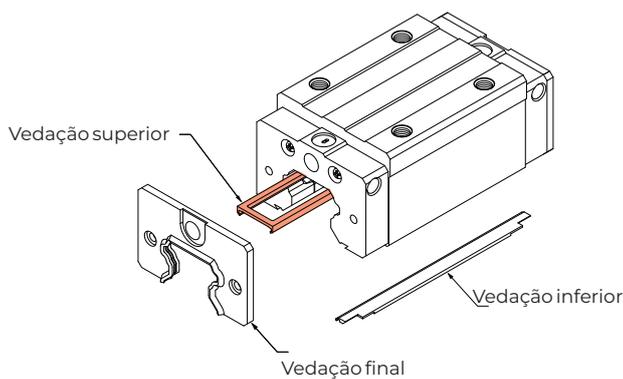
KH {Vedação Final Dupla (Alta Proteção Contra Poeira)Vedação
Inferior (Alta Proteção Contra Poeira) + Vedação Superior + Raspador}

Nota:

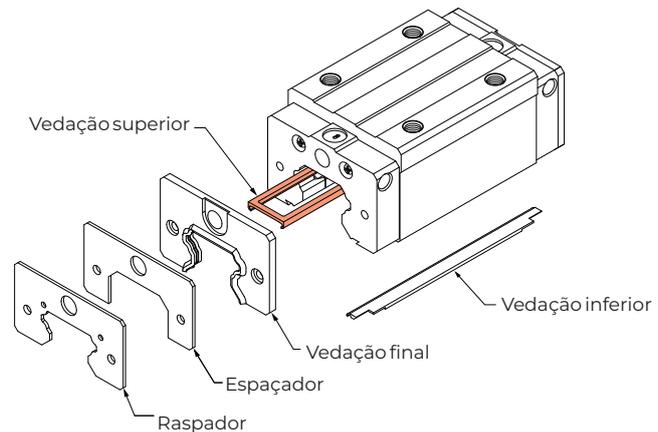
- Os tamanhos disponíveis para acessórios de alta proteção contra poeira são WG20 (C/H), 25 (C/H), 30 (C/H), 35 (C/H) e 45C.
- O valor da força de atrito aumentará em 0,6 a 1,2 kgf.

3) Códigos de acessórios de ultra-alta proteção contra poeira

A WGB desenvolveu acessórios de alta proteção contra poeira que são usados em ambientes cheios de poeira e partículas, como máquinas para trabalhar madeira e equipamentos de usinagem de vidro/pedra. Esses acessórios oferecem alto desempenho de proteção contra poeira. Se os acessórios forem necessários, por favor adicione o código seguido pelo número do modelo.



SW (Vedação Final (Ultra-alta proteção contra poeira) + Vedação Inferior (Ultra-alta proteção contra poeira) + Vedação Superior)



ZW (Vedação Final (Ultra-alta proteção contra poeira) + Vedação Inferior (Ultra-alta proteção contra poeira) + Vedação Superior + Raspador)

Nota:

- Os tamanhos disponíveis para acessórios de alta proteção contra poeira são WG15C, WG20 (C/H), WG30 (C/H), WG35 (C/H), WG45 (C/H).
- O valor da força de atrito aumentará em 1,5 a 4,0 kgf

4) Função dos acessórios à prova de poeira

- Vedação final e vedação inferior

Para evitar a redução da vida útil causada pela entrada de cavacos de ferro ou poeira no bloco.

- Vedação dupla

Aumenta o efeito de limpeza, permitindo que corpos estranhos sejam completamente removidos.

Tabela 2-1-16: Dimensões da vedação final

Tamanho	Espessura (t1) (mm)	Tamanho	Espessura (t1) (mm)
WG15 ES	3	WG35 ES	3.2
WG20 ES	3.5	WG45 ES	4.5
WG25 ES	3.5	WG55 ES	4.5
WG30 ES	3.2	WG65 ES	6

- Raspador

O raspador remove cavacos de ferro de alta temperatura e objetos estranhos maiores.

Tabela 2-1-17: Dimensões do raspador

Tamanho	Espessura (t2) (mm)	Tamanho	Espessura (t2) (mm)
WG15 SC	1.5	WG35 SC	1.5
WG20 SC	1.5	WG45 SC	1.5
WG25 SC	1.5	WG55 SC	1.5
WG30 SC	1.5	WG65 SC	1.5

- Vedação Superior

A vedação superior pode eficientemente evitar que poeira da superfície do trilho ou do furo de rosca entre no bloco.

- Tampas de parafuso para furos de montagem do trilho.

As tampas são usadas para cobrir os furos de montagem para evitar que cavacos ou outros objetos estranhos se acumulem neles. As tampas serão incluídas em cada pacote de trilho.

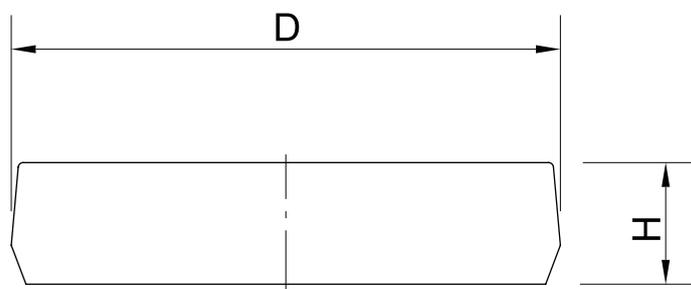
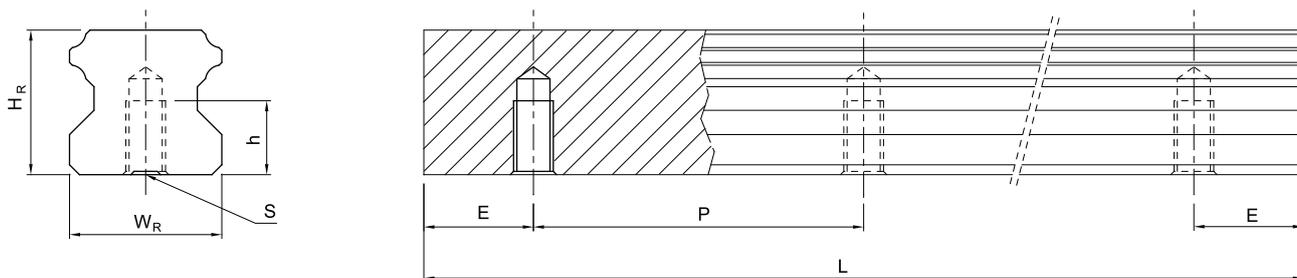


Tabela 2-1-18: Dimensões das tampas de parafuso para furos de montagem do trilho

Tamanho do trilho	Tamanho do parafuso	Diâmetro (D) (mm)	Espessura (H) (mm)	Tamanho do trilho	Tamanho do parafuso	Diâmetro (D) (mm)	Espessura (H) (mm)
WGR15	M4	7.65	1.1	WGR35	M8	14.20	3.5
WGR20	M5	9.65	2.5	WGR45	M12	20.25	4.5
WGR25	M6	11.15	2.5	WGR55	M14	23.25	5.0
WGR30	M8	14.20	3.5	WGR65	M16	26.35	5.0

5) Dimensões para WGR-T (Montagem do Trilho pela Parte Inferior)**Tabela 2-1-19**

Número de modelo	Dimensões do trilho (mm)						Peso (kg/m)
	W _R	H _R	S	h	P	E	
WGR15T	15	15	M5 x 0.8P	8	60	20	1.48
WGR20T	20	17.5	M6 x 1P	10	60	20	2.29
WGR25T	23	22	M6 x 1P	12	60	20	3.35
WGR30T	28	26	M8 x 1.25P	15	80	20	4.67
WGR35T	34	29	M8x1.25P	17	80	20	6.51
WGR45T	45	38	M12 x 1.75P	24	105	22.5	10.87
WGR55T	53	44	M14 x 2P	24	120	30	15.67
WGR65T	63	53	M20 x 2.5P	30	150	35	21.73

2-1-9 Fricção

O valor máximo de resistência por vedação final está mostrado na tabela.

Tabela 2-1-20: Resistência da vedação

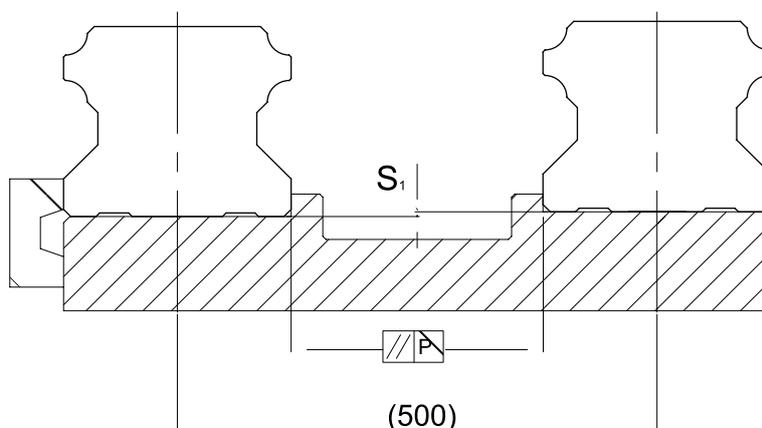
Número de modelo	Número de modelo	Número de modelo	Número de modelo
WG15	1.18 (0.12)	WG35	3.04 (0.31)
WG20	1.57 (0.16)	WG45	3.83 (0.39)
WG25	1.96 (0.2)	WG55	4.61 (0.47)
WG30	2.65 (0.27)	WG65	5.79 (0.59)

Note: 1kgf=9.81N

2-1-10 Tolerância de Precisão da Superfície de Montagem

1) Tolerância de precisão da superfície de montagem do trilho

Devido ao design de contato circular-arco, a guia linear WG pode compensar alguns erros de superfície na instalação e ainda manter um movimento linear suave. Desde que os requisitos de precisão para a superfície de montagem sejam seguidos, é possível obter alta precisão e rigidez no movimento linear da guia sem dificuldades. Para atender às necessidades de instalação rápida e movimento suave, a WGB oferece aos clientes o tipo de folga normal de pré-carga, com alta capacidade de absorção da variação na precisão da superfície de montagem.



2) A tolerância de paralelismo da superfície de referência (P)

Tabela 2-1-21: Tolerância máxima de paralelismo (P)

Tamanho	Classes de pré-carga		
	Z0	ZA	ZB
WG15	25	18	13
WG20	25	20	18
WG25	30	22	20
WG30	40	30	27
WG35	50	35	30
WG45	60	40	35
WG55	70	50	45
WG65	80	60	55

2) A tolerância de paralelismo da superfície de referência (P)

Tabela 2-1-22: Tolerância máxima da altura da superfície de referência (S¹)

Tamanho	Classes de pré-carga		
	Z0	ZA	ZB
WG15	130	85	35
WG20	130	85	50
WG25	130	85	70
WG30	170	110	90
WG35	210	150	120
WG45	250	170	140
WG55	300	210	170
WG65	350	250	200

2-1-11 Cuidados para Instalação

1) Alturas de ombro e raios

Alturas de ombro e raios inadequados das superfícies de montagem podem causar desvios na precisão e interferência com a parte chanfrada do trilho ou bloco. Desde que as alturas de ombro e os raios recomendados sejam seguidos, as imprecisões na instalação devem ser eliminadas.

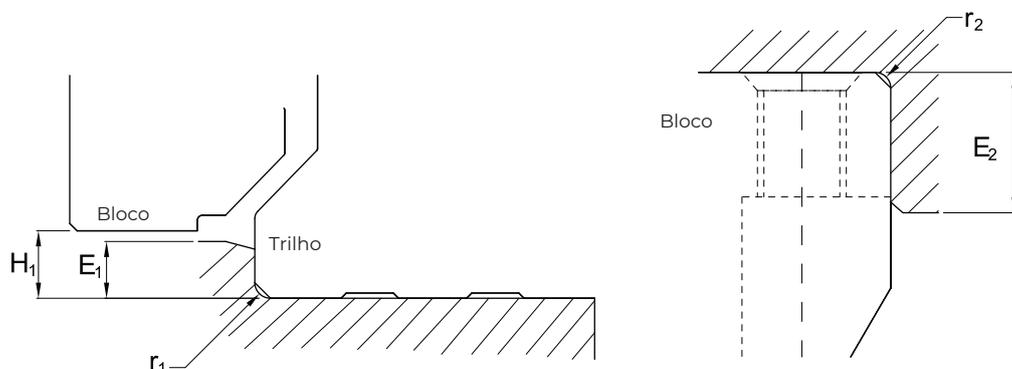


Tabela 2-1-23: Alturas de ombro e raios

Tamanho	Raio máximo dos raios r_1 (mm)	Raio máximo dos raios r_2 (mm)	Altura do ombro do raio E_1 (mm)	Altura do ombro do bloco E_2 (mm)	Folga sob o bloco H_1 (mm)
WG15	0.5	0.5	3	4	4.3
WG20	0.5	0.5	3.5	5	4.6
WG25	1.0	1	5	5	5.5
WG30	1.0	1	5	5	6
WG35	1.0	1	6	6	7.5
WG45	1.0	1	8	8	9.5
WG55	1.5	1.5	10	10	13
WG65	1.5	1.5	10	10	15

2) Torque de Aperto dos Parafusos para Instalação

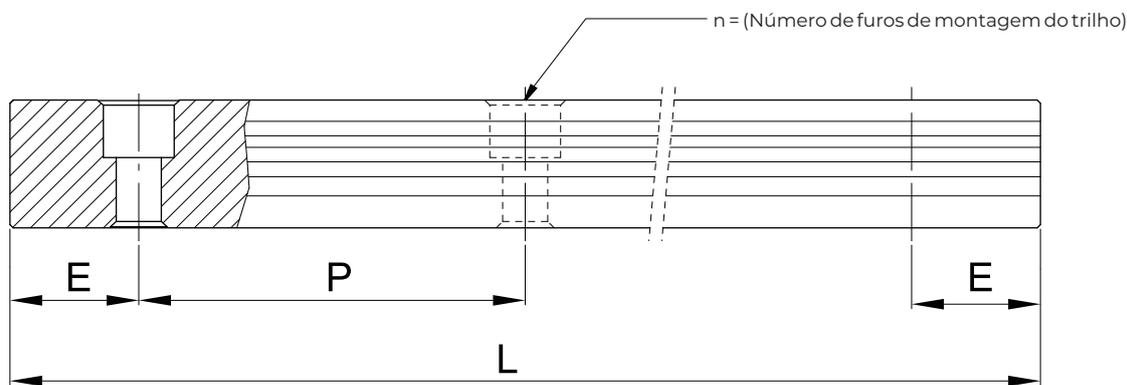
O aperto inadequado dos parafusos influenciará seriamente a precisão da instalação da Guia Linear. Os seguintes torques de aperto para diferentes tamanhos de parafusos são recomendados.

Tabela 2-1-24: Torque de aperto

Tamanho	Tamanho do parafuso	Torque N-cm (kgf-cm)		
		Ferro	Fundição	Alumínio
WG15	M4×0.7P×16L	392 (40)	274 (28)	206 (21)
WG20	M5×0.8P×16L	883 (90)	588 (60)	441 (45)
WG25	M6×1P×20L	1373 (140)	921 (94)	686 (70)
WG30	M8×1.25P×25L	3041 (310)	2010 (205)	1470 (150)
WG35	M8×1.25P×25L	3041 (310)	2010 (205)	1470 (150)
WG45	M12×1.75P×35L	11772 (1200)	7840 (800)	5880 (600)
WG55	M14×2P×45L	15696 (1600)	10500 (1100)	7840 (800)
WG65	M16×2P×50L	19620 (2000)	13100 (1350)	9800 (1000)

2-1-12 Comprimentos Padrão e Máximo do Trilho

A WGB oferece comprimentos padrão de trilho de acordo com as necessidades do cliente. Para valores E não padronizados, a dimensão recomendada não deve ser maior que 1/2 da dimensão de passo (P). Isso evitará uma extremidade instável do trilho.



$$L = (n-1) \times P + 2 \times E \quad \text{-----} \quad \text{Eq.2.1}$$

L: Comprimento total do trilho (mm) | **n:** Número de furos de montagem | **P:** Distância entre quaisquer dois furos (mm) | **E:** Distância do centro do último furo até a borda (mm)

Tabela 2-1-25: Comprimento padrão do trilho e comprimento máximo

Item	WG15	WG20	WG25	WG30	WG35	WG45	WG55	WG65
Comprimento padrão L(n)	160 (3)	220 (4)	220 (4)	280 (4)	280 (4)	570 (6)	780 (7)	1,270 (9)
	220 (4)	280 (5)	280 (5)	440 (6)	440 (6)	885 (9)	1,020 (9)	1,570 (11)
	280 (5)	340 (6)	340 (6)	600 (8)	600 (8)	1,200 (12)	1,260 (11)	2,020 (14)
	340 (6)	460 (8)	460 (8)	760 (10)	760 (10)	1,620 (16)	1,500 (13)	2,620 (18)
	460 (8)	640 (11)	640 (11)	1,000 (13)	1,000 (13)	2,040 (20)	1,980 (17)	
	640 (11)	820 (14)	820 (14)	1,640 (21)	1,640 (21)	2,460 (24)	2,580 (22)	
	820 (14)	1,000 (17)	1,000 (17)	2,040 (26)	2,040 (26)	2,985 (29)	2,940 (25)	
		1,240 (21)	1,240 (21)	2,520 (32)	2,520 (32)			
		1,600 (27)	3,000 (38)	3,000 (38)				
Passo (P)	60	60	60	80	80	105	120	150
Distância até a extremidade (E)	20	20	20	20	20	22.5	30	35
Comprimento máximo padrão	4,000(67)	4,000 (67)	4,000 (67)	3,960 (50)	3,960 (50)	3,930 (38)	3,900 (33)	3,970 (27)
Comprimento máximo	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000

Nota:

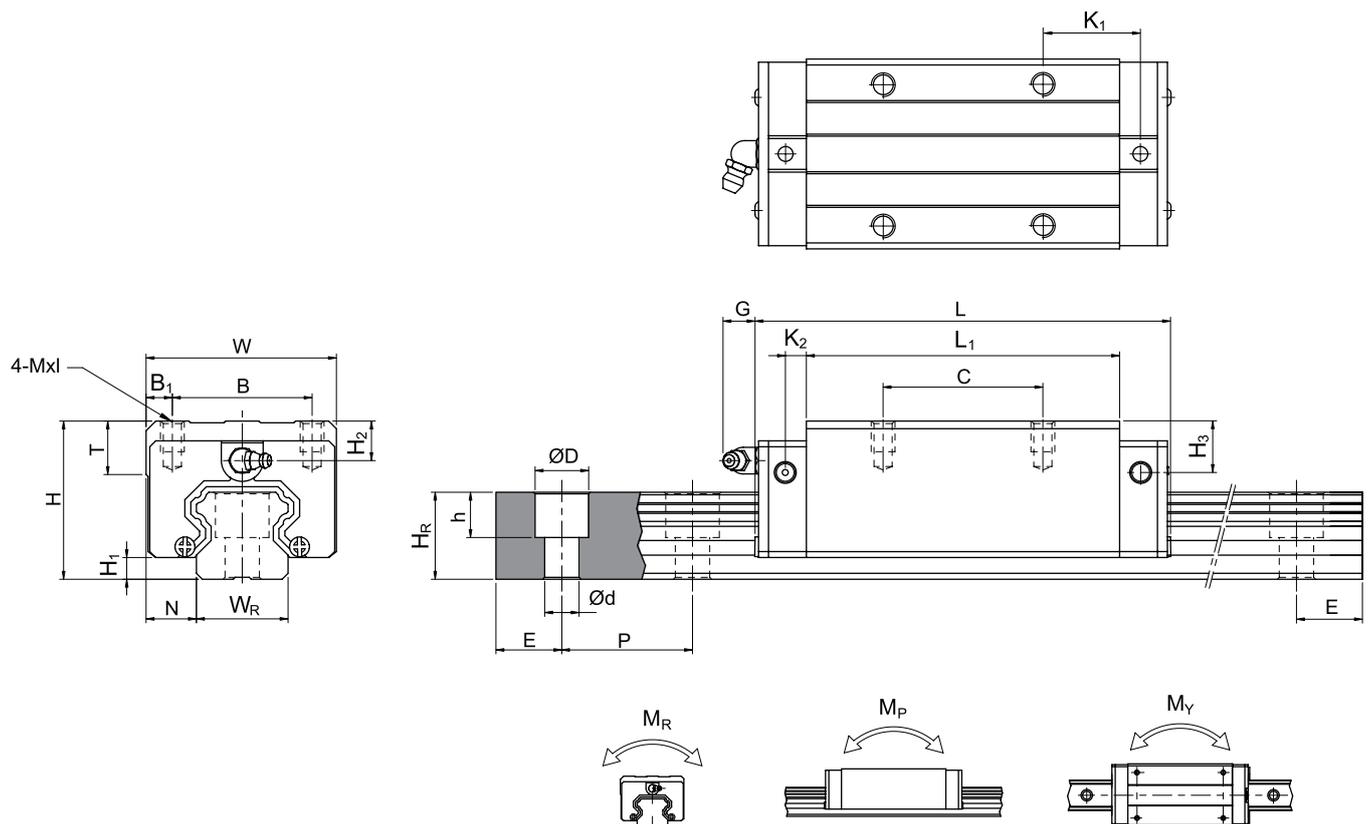
- A tolerância do valor E para trilhos padrão é de +0,5 mm a -0,5 mm. A tolerância do valor E para trilhos com junção é de 0 mm a -0,3 mm.
- Comprimento máximo padrão significa o comprimento máximo do trilho com valor e padrão em ambos os lados.
- Se for necessário um valor diferente, por favor entre em contato com a WGB.

2-1-13 Dimensões para a Série WG

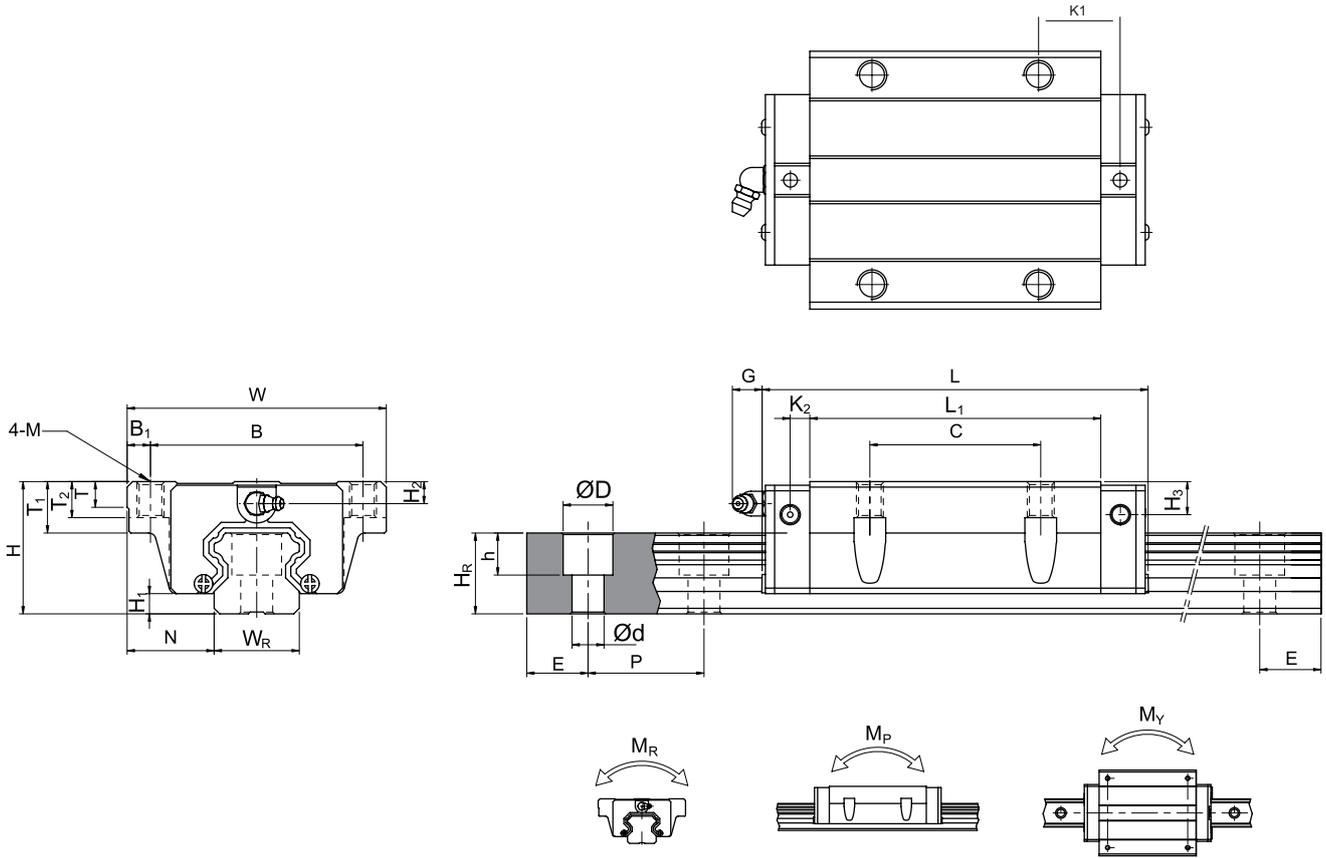
1) WGH-CA/WGH-HA

Número do modelo	Dimensões da montagem (mm)			Dimensões do bloco (mm)													Dimensões do trilho (mm)										Parafuso de montagem para o trilho (mm)	Capacidade de carga dinâmica básica C (kN)	Capacidade de carga estática básica C ₀ (kN)	Momento nominal estático			Peso	
	H	H ₁	N	W	B	B ₁	C	L ₁	L	K ₁	K ₂	G	MxI	T	H ₂	H ₃	W _R	H _R	D	h	d	P	E	M _R	M _P	M _Y				Bloco	Trilho			
	kg	kg/m	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg				kg	kg	kg		
WGH15CA	28	4.3	9.5	34	26	4	26	39.4	61.4	10	4.85	5.3	M4x5	6	7.95	7.7	15	15	7.5	5.3	4.5	60	20	M4x16	14.7	23.47	0.12	0.10	0.10	0.18	1.45			
WGH20CA	30	4.6	12	44	32	6	36	50.5	77.5	12.25	6	12	M5x6	8	6	6	20	17.5	9.5	8.5	6	60	20	M5x16	27.1	36.68	0.27	0.20	0.20	0.30	2.21			
WGH20HA							50	65.2	92.2	12.6															32.7	47.96	0.35	0.35	0.35	0.39				
WGH25CA	40	5.5	12.5	48	35	6.5	35	58	84	15.7	6	12	M6x8	8	10	9	23	22	11	9	7	60	20	M6x20	34.9	52.82	0.42	0.33	0.33	0.51	3.21			
WGH25HA							50	78.6	104.6	18.5															42.2	69.07	0.56	0.57	0.57	0.69				
WGH30CA	45	6	16	60	40	10	40	70	97.4	20.25	6	12	M8x10	8.5	9.5	13.8	28	26	14	12	9	80	20	M8x25	48.5	71.87	0.66	0.53	0.53	0.88	4.47			
WGH30HA							60	93	120.4	21.75															58.6	93.99	0.88	0.92	0.92	1.16				
WGH35CA	55	7.5	18	70	50	10	50	80	112.4	20.6	7	12	M8x12	10.2	16	19.6	34	29	14	12	9	80	20	M8x25	64.6	93.88	1.16	0.81	0.81	1.45	6.30			
WGH35HA							72	105.8	138.2	22.5															77.9	122.77	1.54	1.40	1.40	1.92				
WGH45CA	70	9.5	20.5	86	60	13	60	97	139.4	23	10	12.9	M10x17	16	18.5	30.5	45	38	20	17	14	105	22.5	M12x35	103.8	146.71	1.98	1.55	1.55	2.73	10.41			
WGH45HA							80	128.8	171.2	28.9															125.3	191.85	2.63	2.68	2.68	3.61				
WGH55CA	80	13	23.5	100	75	12.5	75	117.7	166.7	27.35	11	12.9	M12x18	17.5	22	29	53	44	23	20	16	120	30	M14x45	153.2	211.23	3.69	2.64	2.64	4.17	15.08			
WGH55HA							95	155.8	204.8	36.4															184.9	276.23	4.88	4.57	4.57	5.49				
WGH65CA	90	15	31.5	126	76	25	70	144.2	200.2	43.1	14	12.9	M16x20	25	15	15	63	53	26	22	18	150	35	M16x50	213.2	287.48	6.65	4.27	4.27	7.00	21.18			
WGH65HA							120	203.6	259.6	47.8															277.8	420.17	9.38	7.38	7.38	9.82				

Note : 1 kgf = 9.81 N



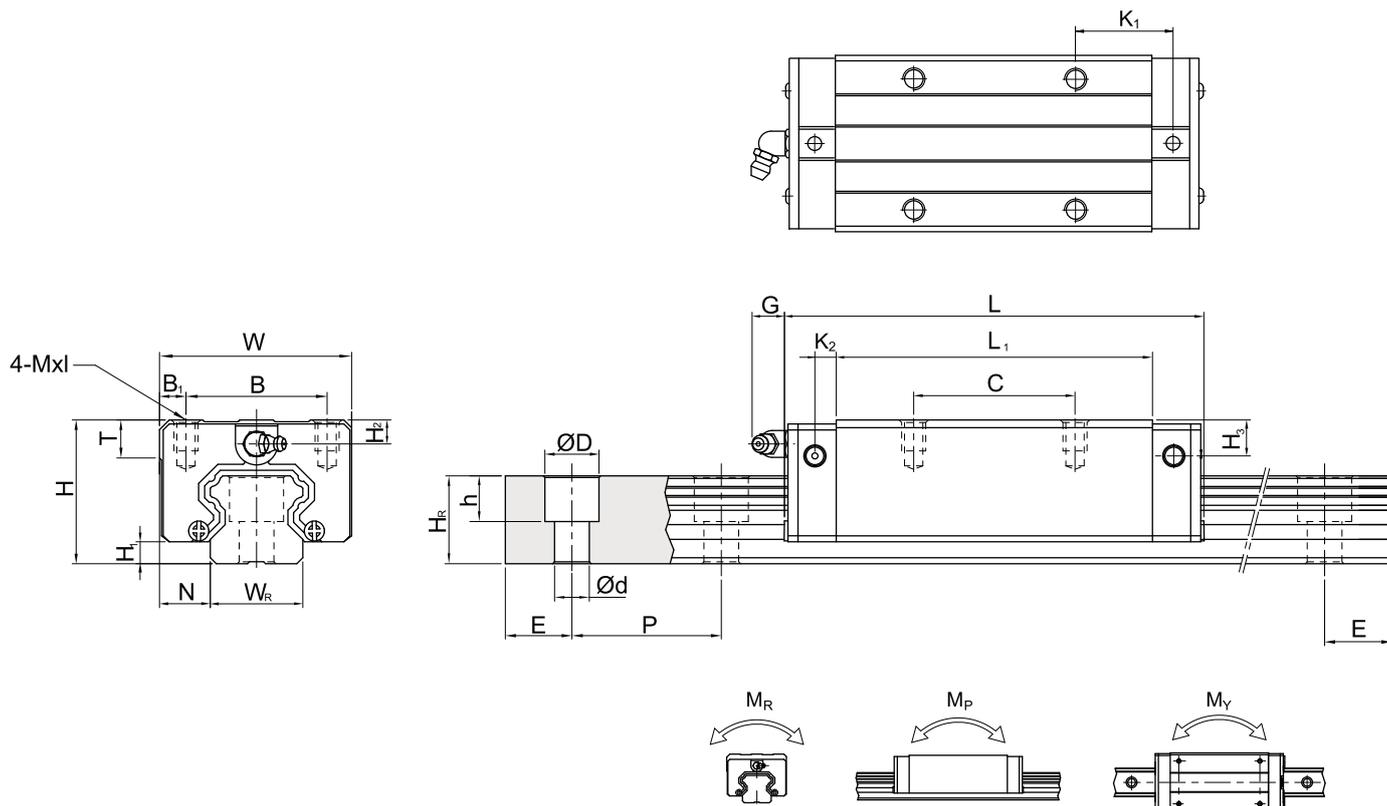
2) WGW-CC/WGW-HC



Número do modelo	Dimensões da montagem (mm)		Dimensões do bloco (mm)													Dimensões do trilho (mm)							Parafuso de montagem para o trilho (mm)	Capacidade de carga dinâmica básica C (kN)	Capacidade de carga estática básica C ₀ (kN)	Momento nominal estático			Peso				
	H	H ₁	N	W	B	B ₁	C	L ₁	L	K ₁	K ₂	G	M	T	T ₁	T ₂	H ₂	H ₃	W _R	H _R	D	h				d	P	E	M _R (kN-m)	M _P (kN-m)	M _Y (kN-m)	Bloco (kg)	Trilho (kg/m)
	WGW15CC	24	4.3	16	47	38	4.5	30	39.4	61.4	8	4.85	5.3	M5	6	8.9	6.95	3.95	3.7	15	15	7.5				5.3	4.5	60	20	M4x16	14.7	23.47	0.12
WGW20CC	30	4.6	21.5	63	53	5	40	50.5	77.5	10.25	6	12	M6	8	10	9.5	6	6	20	17.5	9.5	8.5	6	60	20	M5x16	27.1	36.68	0.27	0.20	0.20	0.40	2.21
WGW20HC								65.2	92.2	17.6																							
WGW25CC	36	5.5	23.5	70	57	6.5	45	58	84	10.7	6	12	M8	8	14	10	6	5	23	22	11	9	7	60	20	M6x20	34.9	52.82	0.42	0.33	0.33	0.59	3.21
WGW25HC								78.6	104.6	21																							
WGW30CC	42	6	31	90	72	9	52	70	97.4	14.25	6	12	M10	8.5	16	10	6.5	10.8	28	26	14	12	9	80	20	M8x25	48.5	71.87	0.66	0.53	0.53	1.09	4.47
WGW30HC								93	120.4	25.75																							
WGW35CC	48	7.5	33	100	82	9	62	80	112.4	14.6	7	12	M10	10.1	18	13	9	12.6	34	29	14	12	9	80	20	M8x25	64.6	93.88	1.16	0.81	0.81	1.56	6.30
WGW35HC								105.8	138.2	27.5																							
WGW45CC	60	9.5	37.5	120	100	10	80	97	139.4	13	10	12.9	M12	15.1	22	15	8.5	20.5	45	38	20	17	14	105	22.5	M12x35	103.8	146.71	1.98	1.55	1.55	2.79	10.41
WGW45HC								128.8	171.2	28.9																							
WGW55CC	70	13	43.5	140	116	12	95	117.7	166.7	17.35	11	12.9	M14	17.5	26.5	17	12	19	53	44	23	20	16	120	30	M14x45	153.2	211.23	3.69	2.64	2.64	4.52	15.08
WGW55HC								155.8	204.8	36.4																							
WGW65CC	90	15	53.5	170	142	14	110	144.2	200.2	23.1	14	12.9	M16	25	37.5	23	15	15	63	53	26	22	18	150	35	M16x50	213.2	287.48	6.65	4.27	4.27	9.17	21.18
WGW65HC								203.6	259.6	52.8																							

Note : 1 kgf = 9.81 N

3) GL-CA / WGL-HA



Número do modelo	Dimensões da montagem (mm)			Dimensões do bloco (mm)										Dimensões do trilho (mm)					Parafuso de montagem para o trilho (mm)	Capacidade de carga dinâmica C (kN)	Capacidade de carga estática básica C ₀ (kN)	Momento nominal estático			Peso						
	H	H ₁	N	W	B	B ₁	C	L ₁	L	K ₁	K ₂	G	Mxl	T	H ₂	H ₃	W _R	H _R				D	h	d	P	E	M _R	M _P	M _Y	Bloco	Trilho
	kgf	kgf	kgf	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm				mm	mm	mm	mm	mm	mm	kgf-m	kgf-m	kgf-m	kg
WGL15CA	24	4.3	9.5	34	26	4	26	39.4	61.4	10	4.85	5.3	M4x4	6	3.95	3.7	15	15	7.5	5.3	4.5	60	20	M4x16	14.7	23.47	0.12	0.10	0.10	0.14	1.45
WGL25CA	36	5.5	12.5	48	35	6.5	35	58	84	15.7	6	12	M6x6	8	6	5	23	22	11	9	7	60	20	M6x20	34.9	52.82	0.42	0.33	0.33	0.42	3.21
WGL25HA							50	78.6	104.6	18.5															42.2	69.07	0.56	0.57	0.57	0.57	
WGL30CA	42	6	16	60	40	10	40	70	97.4	20.25	6	12	M8x10	8.5	6.5	10.8	28	26	14	12	9	80	20	M8x25	48.5	71.87	0.66	0.53	0.53	0.78	4.47
WGL30HA							60	93	120.4	21.75															58.6	93.99	0.88	0.92	0.92	1.03	
WGL35CA	48	7.5	18	70	50	10	50	80	112.4	20.6	7	12	M8x12	10.2	9	12.6	34	29	14	12	9	80	20	M8x25	64.6	93.88	1.16	0.81	0.81	1.14	6.30
WGL35HA							72	105.8	138.2	22.5															77.9	122.77	1.54	1.40	1.40	1.52	
WGL45CA	60	9.5	20.5	86	60	13	60	97	139.4	23	10	12.9	M10x17	16	8.5	20.5	45	38	20	17	14	105	22.5	M12x35	103.8	146.71	1.98	1.55	1.55	2.08	10.41
WGL45HA							80	128.8	171.2	28.9															125.3	191.85	2.63	2.68	2.68	2.75	
WGL55CA	70	13	23.5	100	75	12.5	75	117.7	166.7	27.35	11	12.9	M12x18	17.5	12	19	53	44	23	20	16	120	30	M14x45	153.2	211.23	3.69	2.64	2.64	3.25	15.08
WGL55HA							95	155.8	204.8	36.4															184.9	276.23	4.88	4.57	4.57	4.27	

Note : 1 kgf = 9.81 N

Série GG

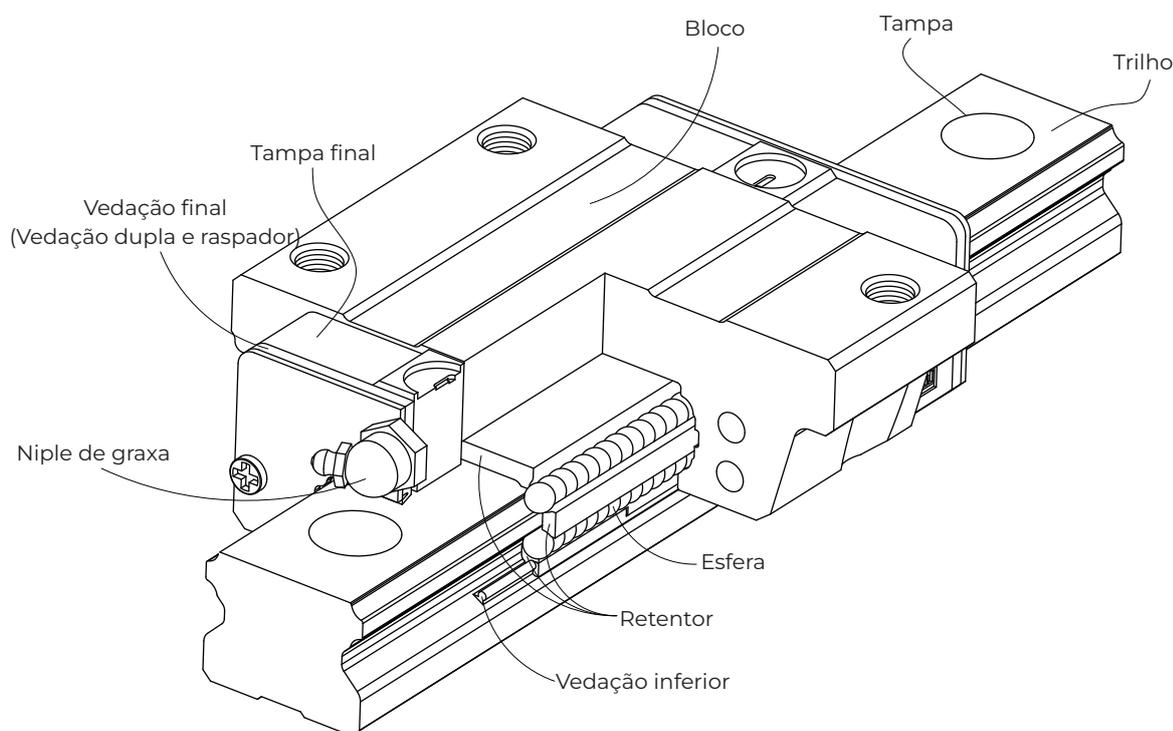
Tipo de Baixo Perfil com Esferas

2-2 Série GG - Guia Linear do Tipo de Baixo Perfil com Esferas

2-2-1 Características da Guia Linear da Série GG

O design da série GG oferece um perfil baixo, alta capacidade de carga e alta rigidez. Além disso, apresenta uma capacidade de carga igual em todas as quatro direções e capacidade de autoalinhamento para absorver erros de instalação, permitindo maior precisão. Adicionalmente, a altura de montagem mais baixa e o comprimento reduzido tornam a série GG mais adequada para máquinas de alta velocidade e automação, bem como para aplicações onde o espaço é limitado. O retentor é projetado para manter as esferas no bloco mesmo quando este é removido do trilho.

2-2-2 Construção da Série GG

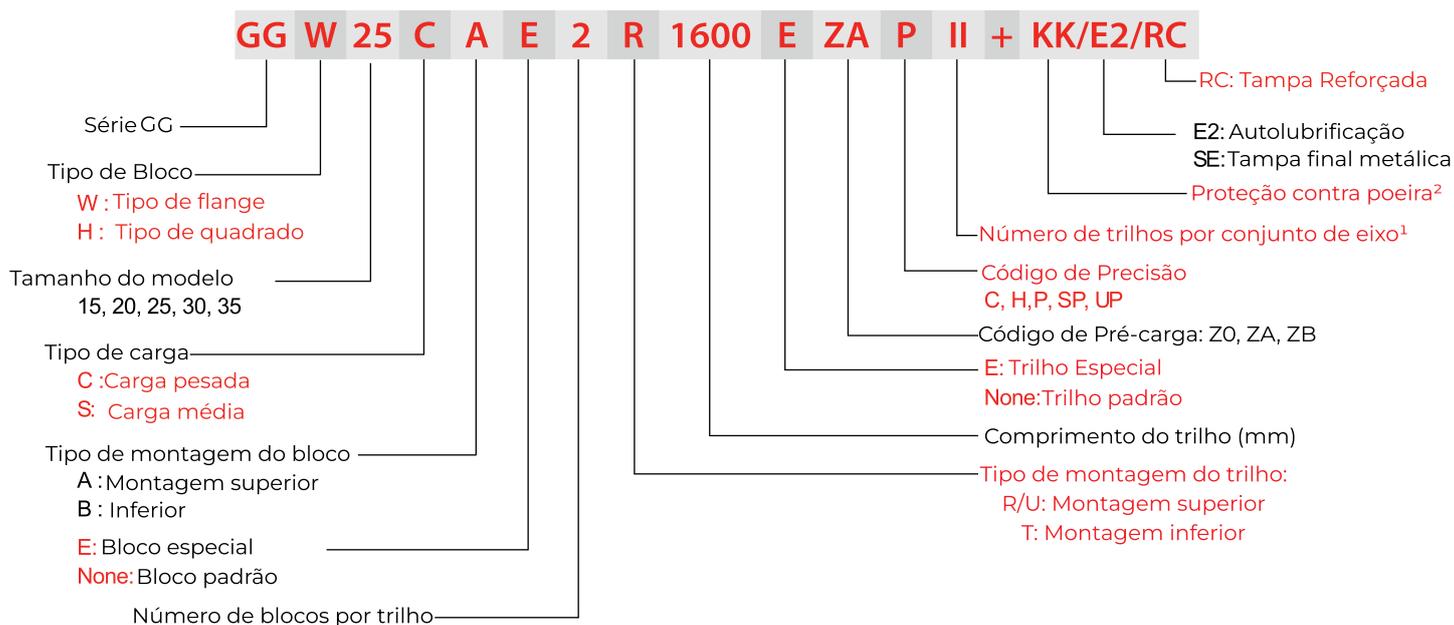


- Sistema de circulação de rolamento: Bloco, trilho, tampa final e retentor
- Sistema de lubrificação: Niple de graxa e junta de tubulação
- Sistema de proteção contra poeira: Vedação final, vedação inferior, tampa e raspador

2-2-3 Número do Modelo da Série GG

A série GG de guias lineares é classificada em tipos não-intercambiáveis e intercambiáveis. Os tamanhos desses dois tipos são idênticos entre si. A diferença principal é que os blocos e trilhos do tipo intercambiável podem ser livremente trocados e podem manter a precisão da classe P. Devido ao rigoroso controle dimensional, as guias lineares do tipo intercambiável são uma escolha sábia para os clientes quando os trilhos não precisam ser combinados para um eixo. O número do modelo da série GG identifica o tamanho, tipo, classe de precisão, classe de pré-carga, etc.

1) Tipo não-intercambiável

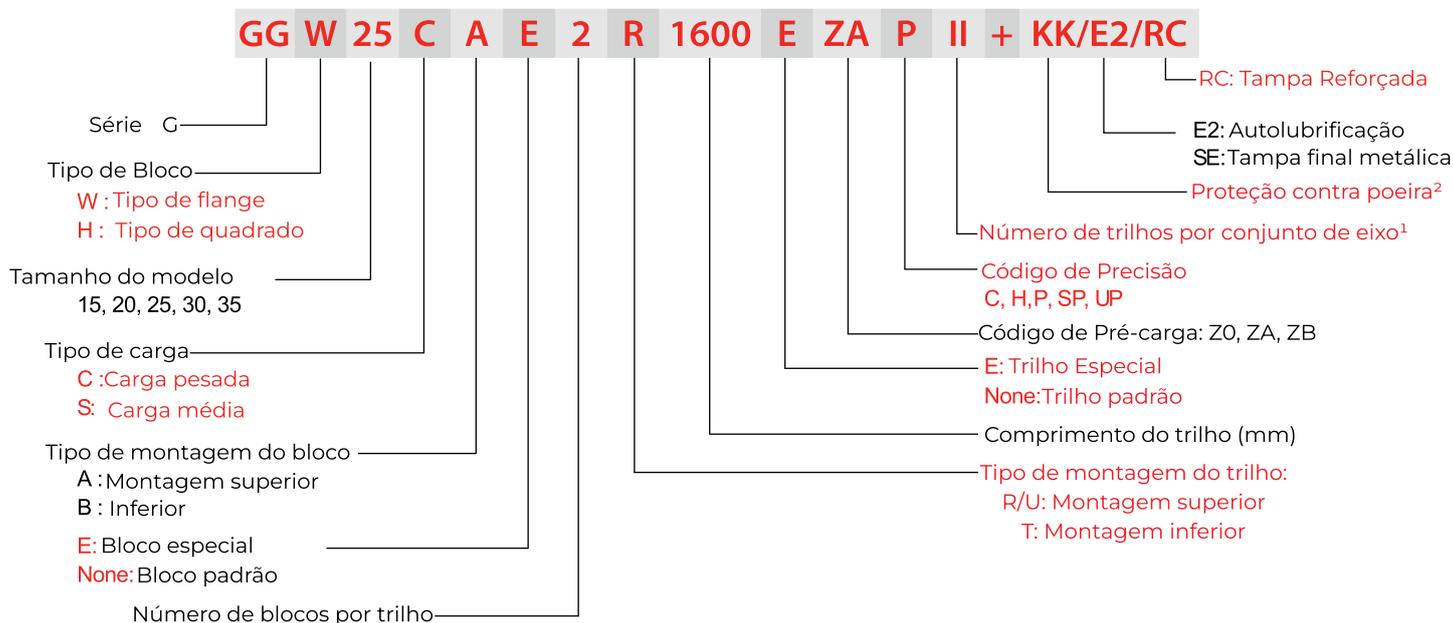


Nota:

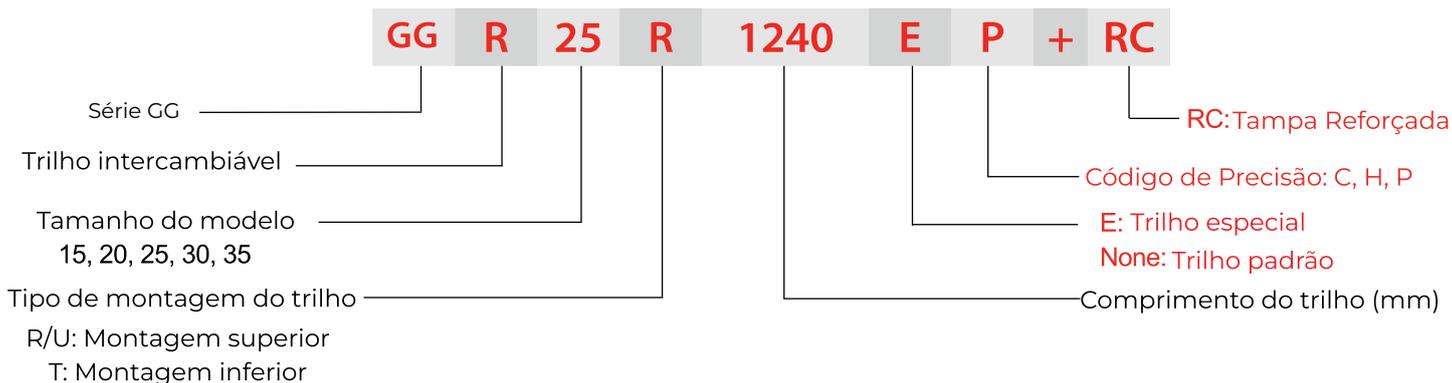
- Os numerais romanos são usados para expressar o número de trilhos combinados usados em um eixo. Quando um único trilho é usado em um eixo, nenhum símbolo é indicado.
- Nenhum símbolo indica proteção padrão (vedação final e vedação inferior).
- **ZZ**: Vedação final, vedação inferior e raspador.
- **KK**: Vedação dupla, vedação inferior e raspador.
- **DD**: Vedação dupla e vedação inferior.

2) Tipo intercambiável

- Número do modelo do bloco GG



- Número do modelo do trilho GG



2-2-4 Tipos

1) Tipos de Blocos

A WGB oferece dois tipos de guias lineares: tipo com flange e tipo quadrado.

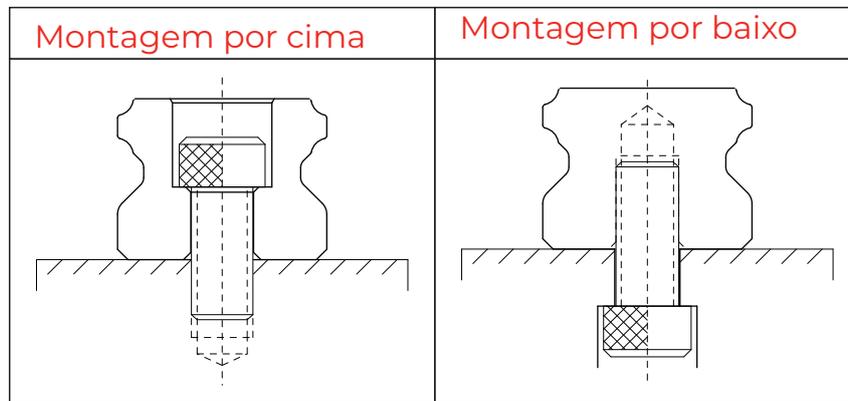
Tabela 2-2-1: Tipos de blocos

Tipo	Modelo	Formato	Altura (mm)	Comp. do Trilho (mm)	Principais aplicações
Quadrado	QEH-SA QEH-CA		24	100	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivos de automação • Equipamentos de transporte de alta velocidade • Equipamentos de medição de precisão • Equipamentos de fabricação de semicondutores
			↓	↓	
Flange	QEW-SA QEW-CA		48	4000	
			↓	↓	
	QEW-SB QEW-CB		24	100	
			↓	↓	
			48	4000	

2) Tipos de trilhos

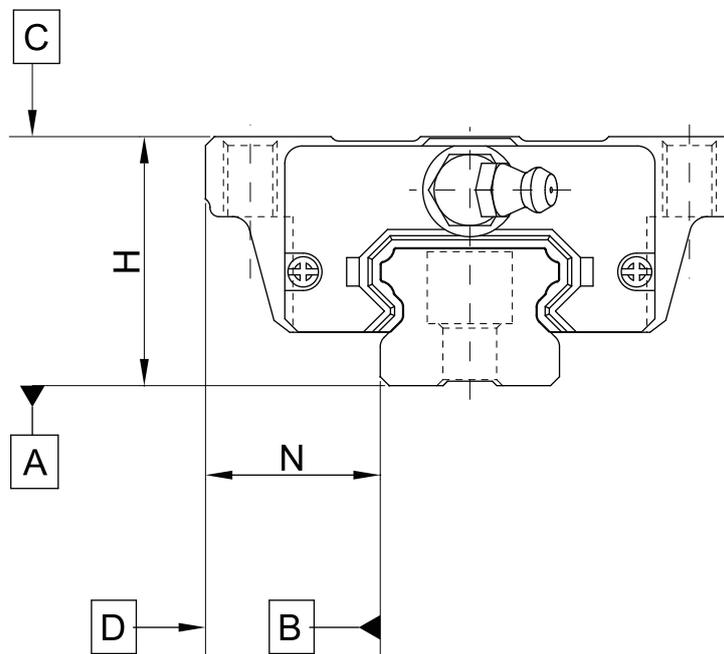
Além do tipo padrão de montagem superior, a WGB também oferece trilhos do tipo montagem inferior.

Tabela 2-2-2: Tipos de Trilhos



2-2-5 Precisão

A precisão da série G pode ser classificada em 5 classes: normal (c), alta (H), precisão (P), super precisão (SP) e ultra precisão (UP). Escolha a classe fazendo referência à precisão do equipamento selecionado.



1) Precisão de guias não intercambiáveis

Tabela 2-2-3: Normas de Precisão

Item	GG - 15, 20				
	Padrão	Alta	Precisão	Super Precisão	Ultra Precisão
	(C)	(H)	(P)	(SP)	(UP)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.1	± 0.03	0 - 0.03	0 - 0.015	0 - 0.008
Tolerância dimensional da largura N	± 0.1	± 0.03	0 - 0.03	0 - 0.015	0 - 0.008
Variação da altura H	0.02	0.01	0.006	0.004	0.003
Variação da largura N	0.02	0.01	0.006	0.004	0.003
Paralelismo de execução da superfície do bloco C em relação à superfície A	Veja a Tabela 2-2-7				
Paralelismo de execução da superfície do bloco D em relação à superfície B	Veja a Tabela 2-2-7				

Tabela 2-2-4: Padrões de Precisão

Item	GG - 25, 30, 35				
	Padrão	Alta	Precisão	Super Precisão	Ultra Precisão
	(C)	(H)	(P)	(SP)	(UP)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.1	± 0.04	0 - 0.04	0 - 0.02	0 - 0.01
Tolerância dimensional da largura N	± 0.1	± 0.04	0 - 0.04	0 - 0.02	0 - 0.01
Variação da altura H	0.02	0.015	0.007	0.005	0.003
Variação da largura N	0.03	0.015	0.007	0.005	0.003
Paralelismo de execução da superfície do bloco C em relação à superfície A	Veja a Tabela 2-2-7				
Paralelismo de execução da superfície do bloco D em relação à superfície	Veja a Tabela 2-2-7				

2) Precisão de guias intercambiáveis

Tabela 2-2-5: Padrões de Precisão

Item	GG - 15, 20		
	Normal	Alta	Precisão
	(C)	(H)	(P)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.1	± 0.03	± 0.015
Tolerância dimensional da largura N	± 0.1	± 0.03	± 0.015
Variação da altura H	0.02	0.01	0.006
Variação da largura N	0.02	0.01	0.006
Paralelismo de execução da superfície do bloco C em relação à superfície A	Veja a Tabela 2-2-7		
Paralelismo de execução da superfície do bloco D em relação à superfície B	Veja a Tabela 2-2-7		

1) Precisão de guias não intercambiáveis

Tabela 2-2-6: Normas de Precisão

Item	GG - 25, 30, 35		
	Normal	Alta	Precisão
	(C)	(H)	(P)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.1	± 0.04	± 0.02
Tolerância dimensional da largura N	± 0.1	± 0.04	± 0.02
Varição da altura H	0.02	0.015	0.007
Varição da largura N	0.03	0.015	0.007
Paralelismo de execução da superfície do bloco C em relação à superfície A	Veja a Tabela 2-2-7		
Paralelismo de execução da superfície do bloco D em relação à superfície B	Veja a Tabela 2-2-7		

3) Precisão do paralelismo de execução

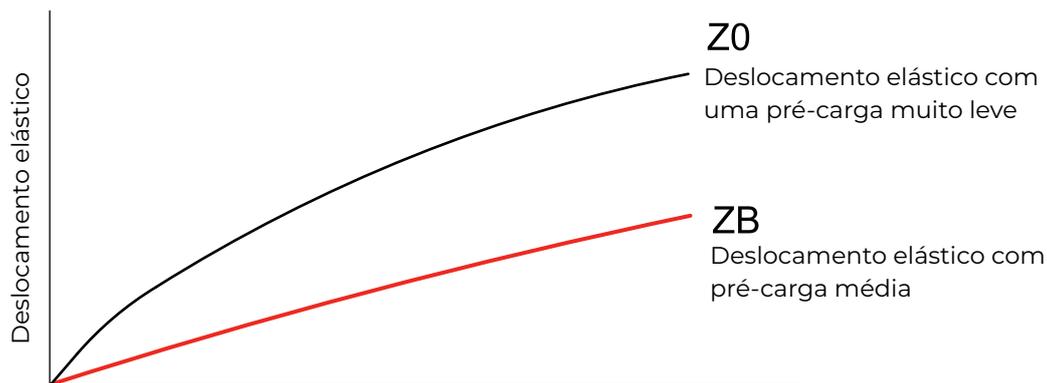
Tabela 2-2-7: Precisão do paralelismo de execução

Comprimento do trilho (mm)	Precisão (µm)				
	C	H	P	SP	UP
~ 100	12	7	3	2	2
100 ~ 200	14	9	4	2	2
200 ~ 300	15	10	5	3	2
300 ~ 500	17	12	6	3	2
500 ~ 700	20	13	7	4	2
700 ~ 900	22	15	8	5	3
900 ~ 1,100	24	16	9	6	3
1,100 ~ 1,500	26	18	11	7	4
1,500 ~ 1,900	28	20	13	8	4
1,900 ~ 2,500	31	22	15	10	5
2,500 ~ 3,100	33	25	18	11	6
3,100 ~ 3,600	36	27	20	14	7
3,600 ~ 4,000	37	28	21	15	7

2-2-6 Pré-carga

1) Definição

Uma pré-carga pode ser aplicada a cada guia linear. Geralmente, uma guia de movimento linear possui um folga negativa entre o sulco e as esferas para melhorar a rigidez e manter alta precisão. A figura mostra que adicionar uma pré-carga pode melhorar a rigidez da guia linear. Recomenda-se uma pré-carga não superior a ZA para tamanhos de modelo menores que GG20. Isso evitará uma condição de sobrecarga que poderia afetar a vida útil da guia.



2) Classes de pré-carga

A WGB oferece três pré-cargas padrão para diversas aplicações e condições.

Tabela 2-2-8: Classes de Pré-carga

Classes	Código	Pré-carga	Condição
Pré-carga muito leve	Z0	0~ 0.02C	Direção de carga específica, baixo impacto, baixa precisão requerida
Pré-carga leve	ZA	0.03C~0.05C	Carga baixa e alta precisão requerida
Pré-carga média	ZB	0.06C~ 0.08C	Alta rigidez requerida, com vibração e impacto

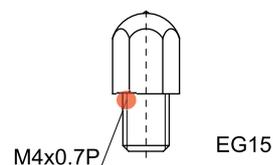
Classes	Guia intercambiável	Guia não intercambiável
	Z0, ZA	Z0, ZA, ZB

Nota: O "C" na coluna de pré-carga denota classificação básica de carga dinâmica.

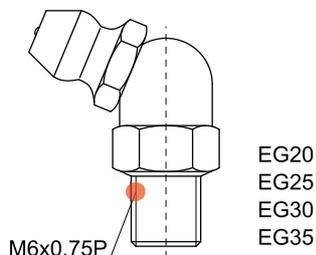
2-2-7 Lubrificação

1) Graxa

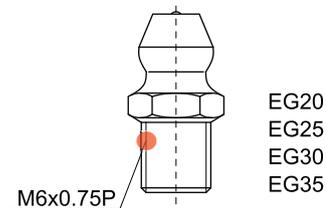
- Niple de graxa



NO.34310002



NO.34320001



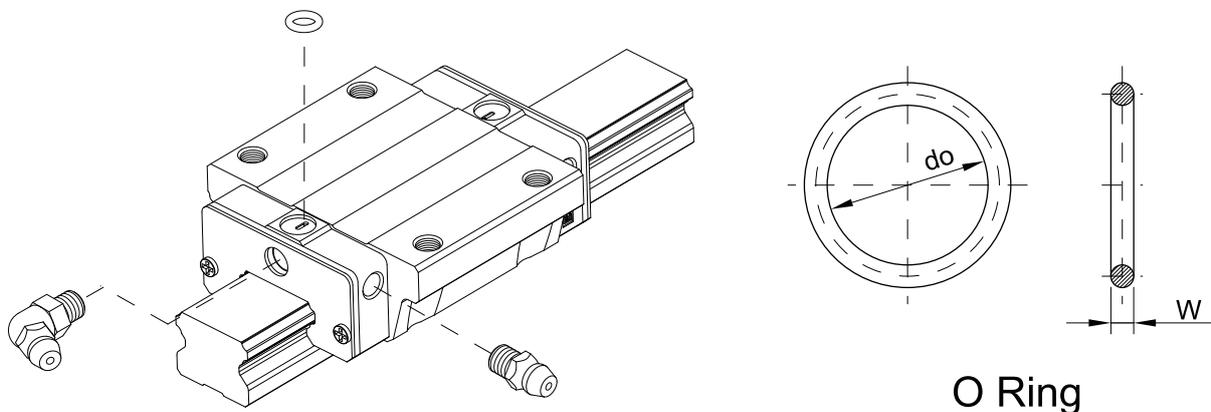
NO.34310003(OPTION)

2-2-7 Lubrificação

1) Local de montagem

A localização padrão do bico de graxa é em ambas as extremidades do bloco, podendo o niple ser montado na lateral ou na parte superior do bloco. Para instalação lateral, recomendamos que o niple seja montado no lado não-referência; caso contrário, entre em contato conosco. Ao lubrificar de cima, no recesso para o anel-O, um recesso menor pré-formado pode ser encontrado. Aqueça a ponta de metal de diâmetro de 0,8 mm. Abra cuidadosamente o pequeno recesso com a ponta de metal e perfure-o. Insira um anel de vedação redondo no recesso.

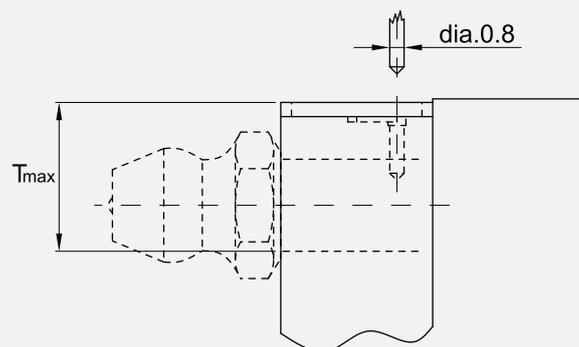
(O anel de vedação redondo não é fornecido com o bloco) Não abra o pequeno recesso com uma broca, pois isso pode introduzir o perigo de contaminação. É possível realizar a lubrificação utilizando a junta de tubulação de óleo.



O Ring

Tabela 2-2-9: Tamanho do anel-O e profundidade máxima permitida para perfuração

Tamanho	Anel-O		Furo de lubrificação na parte superior: profundidade máxima permitida para
	do(mm)	W (mm)	T _{max} (mm)
GG15	2.5 ± 0.15	1.5 ± 0.15	6.9
GG20	4.5 ± 0.15	1.5 ± 0.15	8.4
GG25	4.5 ± 0.15	1.5 ± 0.15	10.4
GG30	4.5 ± 0.15	1.5 ± 0.15	10.4
GG35	4.5 ± 0.15	1.5 ± 0.15	10.8



- A quantidade de óleo para um bloco cheio de graxa

Tabela 2-2-10: Quantidade de óleo para um bloco cheio de graxa

Tamanho	Carga Média (cm ³)	Carga Pesada (cm ³)
GG15	0.8	1.4
GG20	1.5	2.4
GG25	2.8	4.6
GG30	3.7	6.3
GG35	5.6	6.6

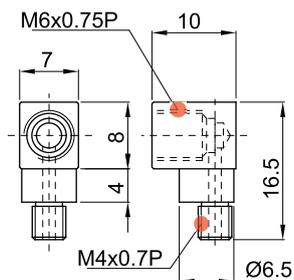
- Frequência de reposição:
Verifique a graxa a cada 100 km, ou a cada 3-6 meses.

2) Óleo

A viscosidade recomendada do óleo é de aproximadamente 32~150cSt. Se você precisar usar lubrificação à base de óleo, por favor, nos informe.

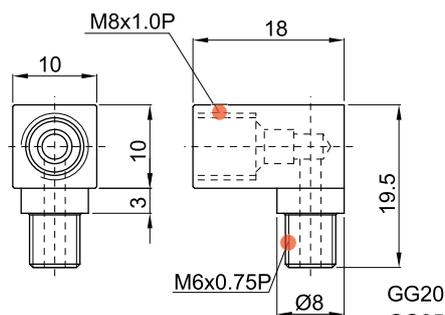
- Tipos de junta de tubulação de óleo

LF-64

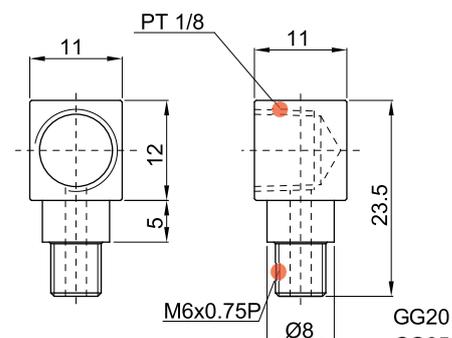


NO.97000EA1 GG15

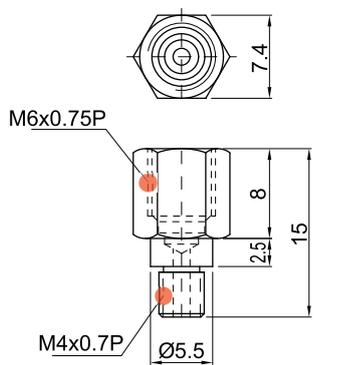
LF-76

NO.970002A1 GG20
GG25
GG30
GG35

LF-86

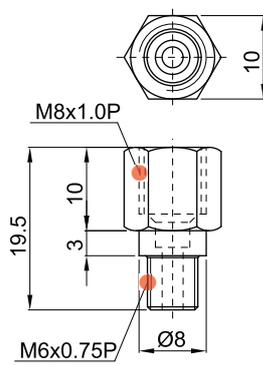
NO.970004A1 GG20
GG25
GG30
GG35

SF-64

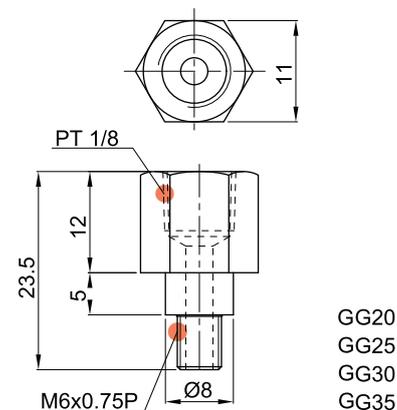


NO.97001TA1 GG15

SF-76

NO.970001A1 GG20
GG25
GG30
GG35

SF-86

NO.970003A1 GG20
GG25
GG30
GG35

- Taxa de alimentação de óleo

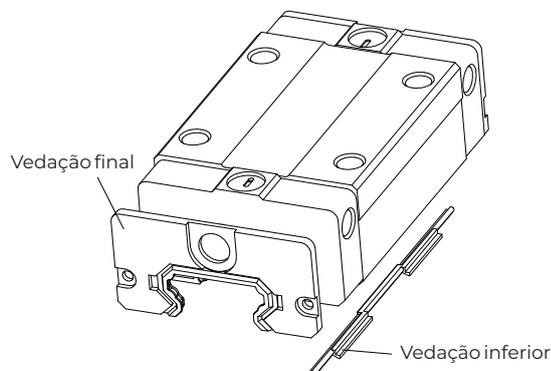
Tabela 2-2-11: Taxa de alimentação de óleo

Tamanho	Taxa de alimentação (cm ³ /hr)
GG15	0.1
GG20	0.133
GG25	0.167
GG30	0.2
GG35	0.233

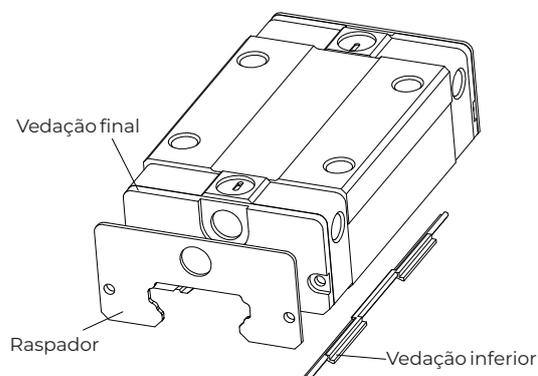
2-2-8 Equipamento de Proteção contra Poeira

1) Códigos de Equipamento

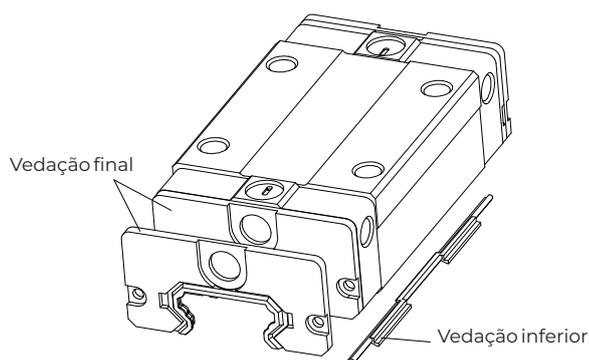
Se o seguinte equipamento for necessário, por favor, indique o código seguido pelo número do modelo.



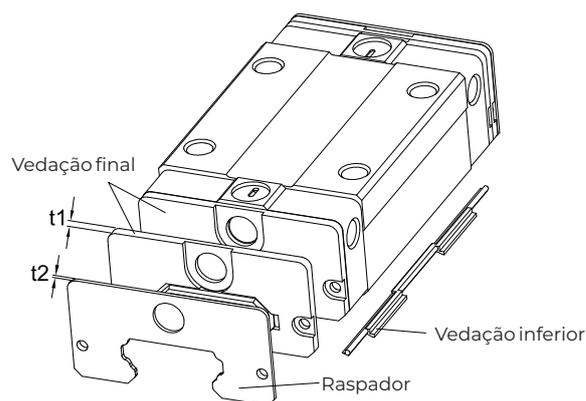
Sem símbolo: Proteção padrão
(Vedação de extremidade + Vedação inferior)



ZZ (Vedação de extremidade + Vedação inferior + Raspa)



DD (Vedação dupla + Vedação inferior)



KK (Vedação dupla + Vedação inferior + Raspador)

2) Vedação de extremidade e vedação inferior

Protege contra a entrada de contaminantes no bloco. Reduz o potencial de danos ao sulco, resultando em uma redução na vida útil.

Tabela 2-2-12: Dimensões da vedação de extremidade

Tamanho	Espessura (t1) (mm)
GG15 ES	2
GG20 ES	2
GG25 ES	2
GG30 ES	2
GG35 ES	2

4) Raspador

Remove contaminantes maiores, como respingos de solda e aparas de metal, do trilho. O raspador metálico protege as vedantes de extremidade contra danos excessivos.

Tabela 2-2-13: Dimensões do Raspador

Tamanho	Espessura (t2) (mm)
GG15 SC	0.8
GG20 SC	0.8
GG25 SC	1
GG30 SC	1
GG35 SC	1.5

5) Tampas de parafuso para furos de montagem do trilho

As tampas dos furos de montagem do trilho impedem a acumulação de sujeira nos furos de montagem. As tampas são incluídas no pacote do trilho.

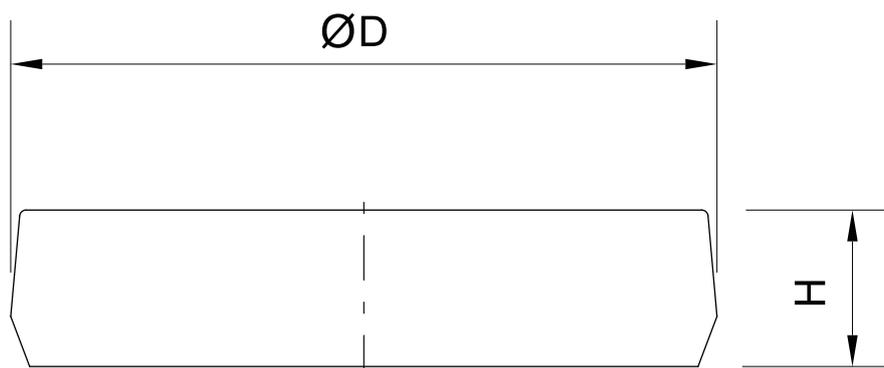


Tabela 2-2-14: Dimensões das tampas de parafuso para furos de montagem do trilho

Tamanho do trilho	Tamanho do parafuso	Diâmetro (D) (mm)	Espessura (H) (mm)
GGR15R	M3	6.15	1.2
GGR20R	M5	9.65	2.5
GGR25R	M6	11.15	2.5
GGR30R	M6	11.15	2.5
GGR35R	M8	14.20	3.5

6) Dimensões para GGR-T (montagem do trilho a partir da parte inferior)

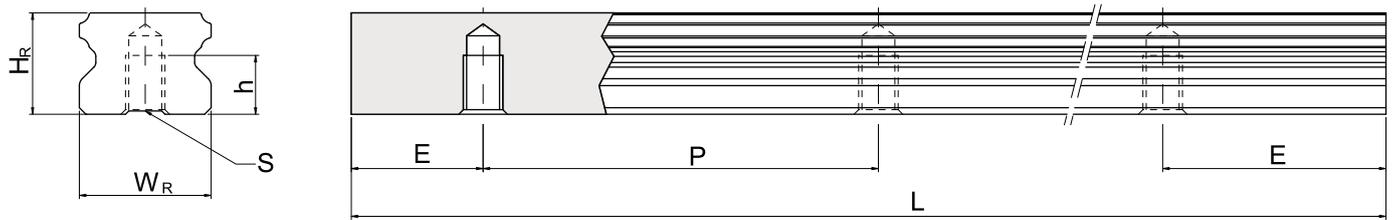


Tabela 2-1-15

Número do modelo	Dimensões do trilho (mm)						Peso (kg/m)
	W_R	H_R	S	h	P	E	
GGR15T	15	12.5	M5 x 0.8P	7	60	20	1.26
GGR20T	20	15.5	M6 x 1P	9	60	20	2.15
GGR25T	23	18	M6 x 1P	10	60	20	2.79
GGR30T	28	23	M8 x 1.25P	14	80	20	4.42
GGR35T	34	27.5	M8 x 1.25P	17	80	20	6.34

2-2-9 Atrito

O valor máximo de resistência por vedação de extremidade está conforme mostrado na tabela.

Tabela 2-2-16: Resistência da Vedação

Tamanho	Resistência N (kgf)
GG15	0.98 (0.1)
GG20	0.98 (0.1)
GG25	0.98 (0.1)
GG30	1.47 (0.15)
GG35	1.96 (0.2)

Note: 1kgf=9.81N

2-2-10 Tolerância de Precisão da Superfície de Montagem

Devido ao design de contato em arco circular, a guia linear GG pode suportar instalações com erro de superfície e proporcionar movimento linear suave. Quando a superfície de montagem atende aos requisitos de precisão da instalação, obtém-se alta precisão e rigidez da guia sem dificuldades. Para uma instalação mais rápida e movimento mais suave, a WGB oferece uma pré-carga com folga normal devido à sua capacidade de absorver maiores desvios nas imprecisões da superfície de montagem.

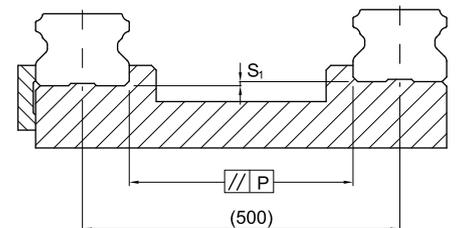


Tabela 2-2-17: Tolerância Máxima de Paralelismo (P)

Tamanho	Classes de pré-carga		
	Z0	ZA	ZB
GG15	25	18	-
GG20	25	20	18
GG25	30	22	20
GG30	40	30	27
GG35	50	35	30

Tabela 2-2-18: Tolerância máxima da altura da superfície de referência (S1)

Tamanho	Classes de pré-carga		
	Z0	ZA	ZB
GG15	130	85	-
GG20	130	85	50
GG25	130	85	70
GG30	170	110	90
GG35	210	150	120

2-2-11 Cuidados para Instalação

1) Alturas de ombro e chanfros

Alturas de ombro e chanfros inadequados das superfícies de montagem causarão desvios na precisão e interferência do trilho ou bloco com a parte chanfrada. Ao usar as alturas de ombro e chanfros recomendadas, os problemas com a precisão da instalação devem ser eliminados.

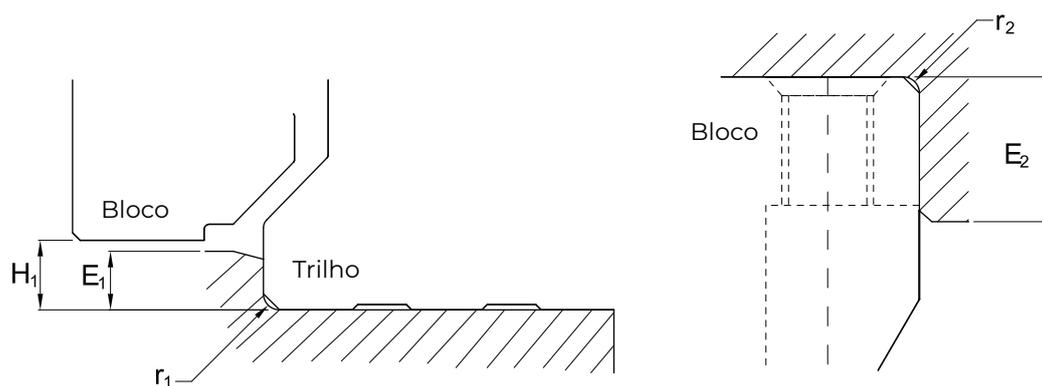


Tabela 2-2-19: Alturas de Ombro e Chanfros

Tamanho	Classes de pré-carga		
	Z0	ZA	ZB
GG15	25	18	-
GG20	25	20	18
GG25	30	22	20
GG30	40	30	27
GG35	50	35	30

2) Torque de Aperto dos Parafusos para Instalação

Parafusos de montagem inadequadamente apertados afetarão seriamente a precisão das instalações da guia linear. Os seguintes torques de aperto são recomendados para diferentes tamanhos de parafusos.

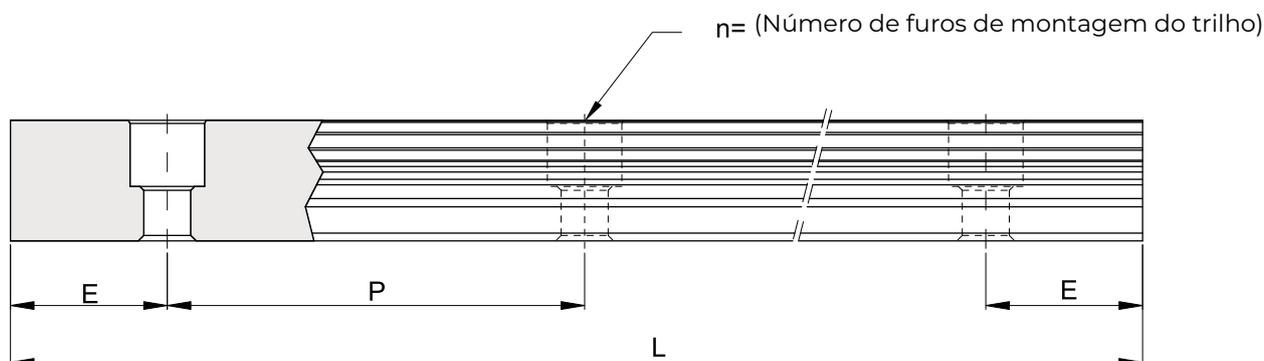
Tabela 2-2-20: Torque de aperto

Tamanho	Tamanho do parafuso	Torque em N-cm (kgf-cm)		
		Ferro	Fundição	Alumínio
GG 15	M3×0.5P×16L	186 (19)	127 (13)	98 (10)
GG 20	M5×0.8P×16L	883 (90)	588 (60)	441 (45)
GG 25	M6×1P×20L	1373 (140)	921 (94)	686 (70)
GG 30	M6×1P×25L	1373 (140)	921 (94)	686 (70)
GG 35	M8×1.25P×25L	3041 (310)	2010 (205)	1470 (150)

Note: 1 kgf = 9.81 N

2-2-12 Comprimentos Padrão e Máximo do Trilho

A WGB oferece diversos comprimentos padrão de trilho. Os comprimentos padrão de trilho possuem posicionamentos de furos de montagem de extremidade definidos para valores predeterminados (E). Para comprimentos de trilho não padrão, certifique-se de especificar que o valor de E não seja maior que 1/2 da dimensão do passo (P). Um valor de E maior que isso resultará em extremidades instáveis do trilho.



$$L = (n-1) \xi P + 2 \xi E \quad \text{----- Eq.2.2}$$

L: Comprimento total do trilho (mm)

n: Número de furos de montagem

P: Distância entre quaisquer dois furos (mm)

E: Distância do centro do último furo até a borda (mm)

Tabela 2-2-21: Comprimento Padrão do Trilho e Comprimento Máximo

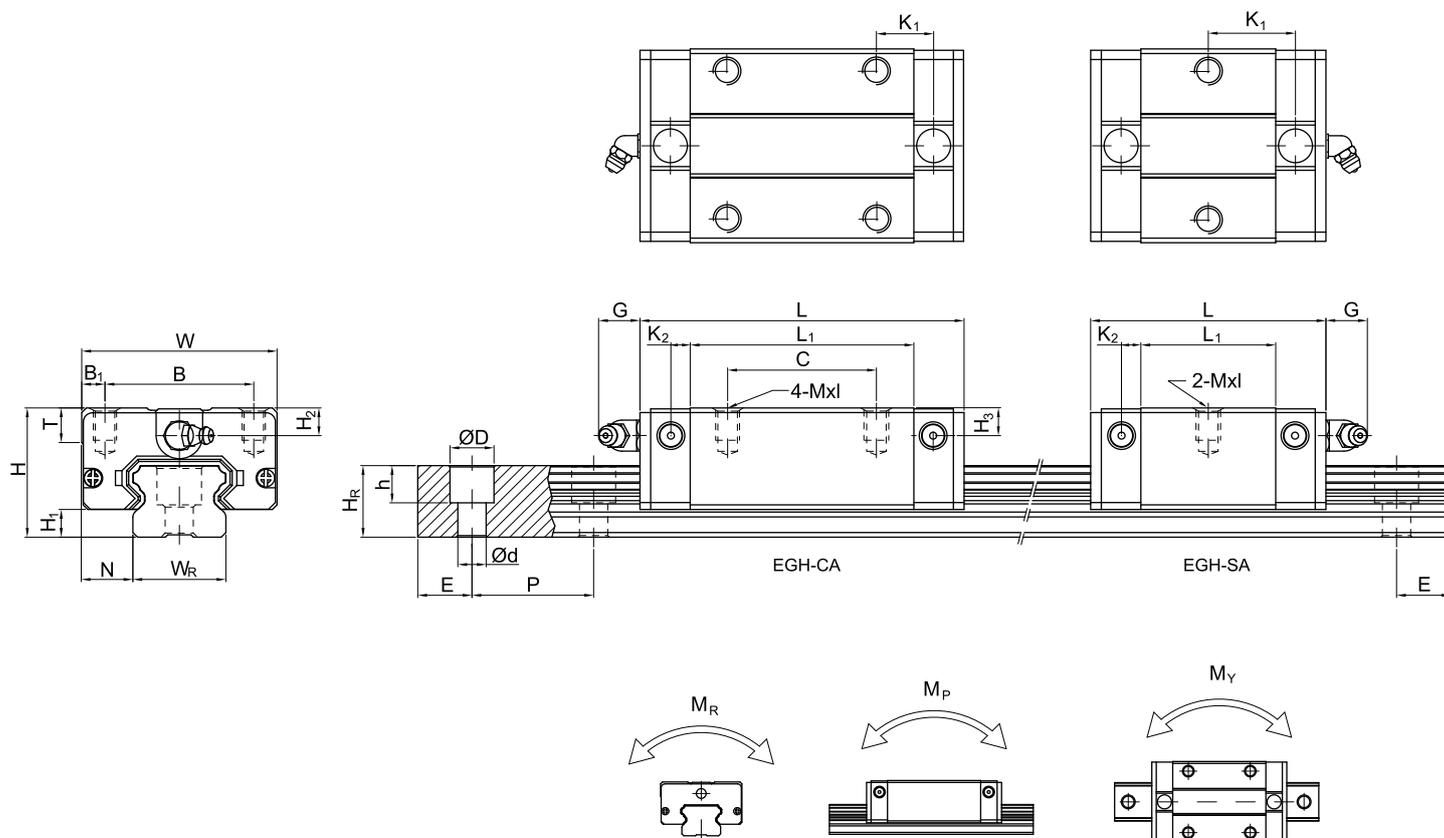
Item	GGR15	GGR20	GGR25	GGR30	GGR35
Comprimento Padrão L(n)	160 (3)	220 (4)	220 (4)	280 (4)	280 (4)
	220 (4)	280 (5)	280 (5)	440 (6)	440 (6)
	280 (5)	340 (6)	340 (6)	600 (8)	600 (8)
	340 (6)	460 (8)	460 (8)	760 (10)	760 (10)
	460 (8)	640 (11)	640 (11)	1,000 (13)	1,000 (13)
	640 (11)	820 (14)	820 (14)	1,640 (21)	1,640 (21)
	820 (14)	1,000 (17)	1,000 (17)	2,040 (26)	2,040 (26)
		1,240 (21)	1,240 (21)	2,520 (32)	2,520 (32)
		1,600 (27)	1,600 (27)	3,000 (38)	3,000 (38)
Passo (P)	60	60	60	80	80
Distância até a extremidade (E)	20	20	20	20	20
Comprimento Máximo Padrão	4,000(67)	4,000 (67)	4,000 (67)	3,960 (50)	3,960 (50)
Comprimento Máximo	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000

Nota:

- A tolerância do valor E para trilhos padrão é de +0,5 mm a -0,5 mm. A tolerância do valor E para trilhos montados é de 0 mm a -0,3 mm.
- Comprimento máximo padrão significa o comprimento máximo do trilho com valor E padrão em ambos os lados.
- Se for necessário um valor E diferente, entre em contato com a WGB.

2-2-13 Dimensões para Série GG

1) GGH-SA/GGH-CA



Número do Modelo	Dimensões da Montagem (mm)		Dimensões do Bloco (mm)													Dimensões do trilho (mm)					Parafuso de montagem para trilho (mm)	Classificação de Carga Dinâmica Básica C(kN)	Classificação de Carga Estática Básica C ₀ (kN)	Momento Nominal Estático			Peso				
	H	H ₁	N	W	B	B ₁	C	L ₁	L	K ₁	K ₂	G	Mxl	T	H ₂	H ₃	W _R	H _R	D	h				d	P	E	M _R	M _P	M _Y	kg	kg/m
GGH15SA	24	4.5	9.5	34	26	4	-	23.1	40.1	14.8	3.5	5.7	M4x6	6	5.5	6	15	12.5	6	4.5	3.5	60	20	M3x16	5.35	9.40	0.08	0.04	0.04	0.09	1.25
GGH15CA							26	39.8	56.8	10.15														M3x16	7.83	16.19	0.13	0.10	0.10	0.15	
GGH20SA	28	6	11	42	32	5	-	29	50	18.75	4.15	12	M5x7	7.5	6	6	20	15.5	9.5	8.5	6	60	20	M5x16	7.23	12.74	0.13	0.06	0.06	0.15	2.08
GGH20CA							32	48.1	69.1	12.3														M5x16	10.31	21.13	0.22	0.16	0.16	0.24	
GGH25SA	33	7	12.5	48	35	6.5	-	35.5	59.1	21.9	4.55	12	M6x9	8	8	8	23	18	11	9	7	60	20	M6x20	11.40	19.50	0.23	0.12	0.12	0.25	2.67
GGH25CA							35	59	82.6	16.15														M6x20	16.27	32.40	0.38	0.32	0.32	0.41	
GGH30SA	42	10	16	60	40	10	-	41.5	69.5	26.75	6	12	M8x12	9	8	9	28	23	11	9	7	80	20	M6x25	16.42	28.10	0.40	0.21	0.21	0.45	4.35
GGH30CA							40	70.1	98.1	21.05														M6x25	23.70	47.46	0.68	0.55	0.55	0.76	
GGH35SA	48	11	18	70	50	10	-	45	75	28.5	7	12	M8x12	10	8.5	8.5	34	27.5	14	12	9	80	20	M8x25	22.66	37.38	0.56	0.31	0.31	0.66	6.14
GGH35CA							50	78	108	20														M8x25	33.35	64.84	0.98	0.69	0.69	1.13	

Note : 1 kgf = 9.81 N

Série MG

Tipo em miniatura

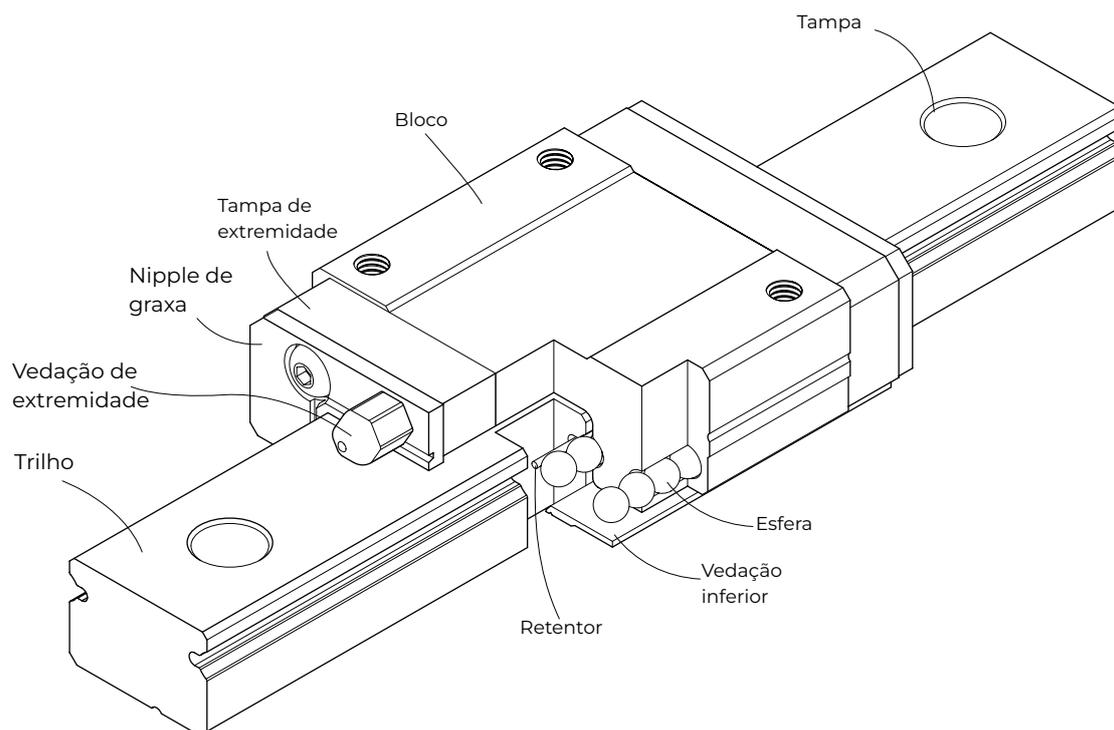
2-3 Série MG - Guia Linear em Miniatura

2-3-1 Características da Série MGN

Características de design das guias estreitas em miniatura - Série MGN:

- Pequenas e leves, adequadas para equipamentos em miniatura.
- Design de contato com arco gótico que suporta cargas de todas as direções, oferecendo alta rigidez e alta precisão.
- As esferas de aço são mantidas por um retentor em miniatura para evitar que as esferas caiam, mesmo quando os blocos são removidos do trilho.
- Tipos intercambiáveis estão disponíveis em determinadas classes de precisão.

2-3-2 Construção da Série MGN



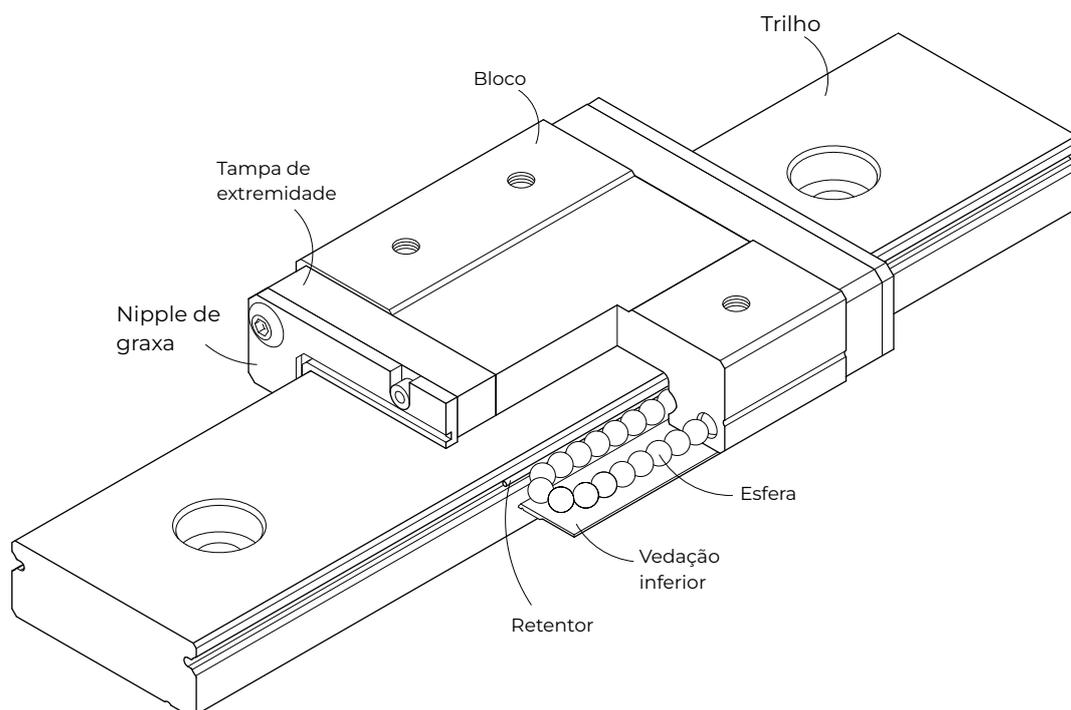
- Sistema de circulação de rolagem: Bloco, trilho, esfera, tampa de extremidade e retentor.
- Sistema de lubrificação: Niple de graxa disponível para MGN15, lubrificado com pistola de graxa. MGN7, 9, 12 são lubrificados pelo furo na lateral da tampa de extremidade.
- Sistema de proteção contra poeira: Vedação de extremidade, vedação inferior (opcional para tamanhos 9, 12, 15), tampa (tamanhos 12, 15).

2-3-3 Características da Série MGW

Características de design das guias em miniatura tipo largo - Série MGW:

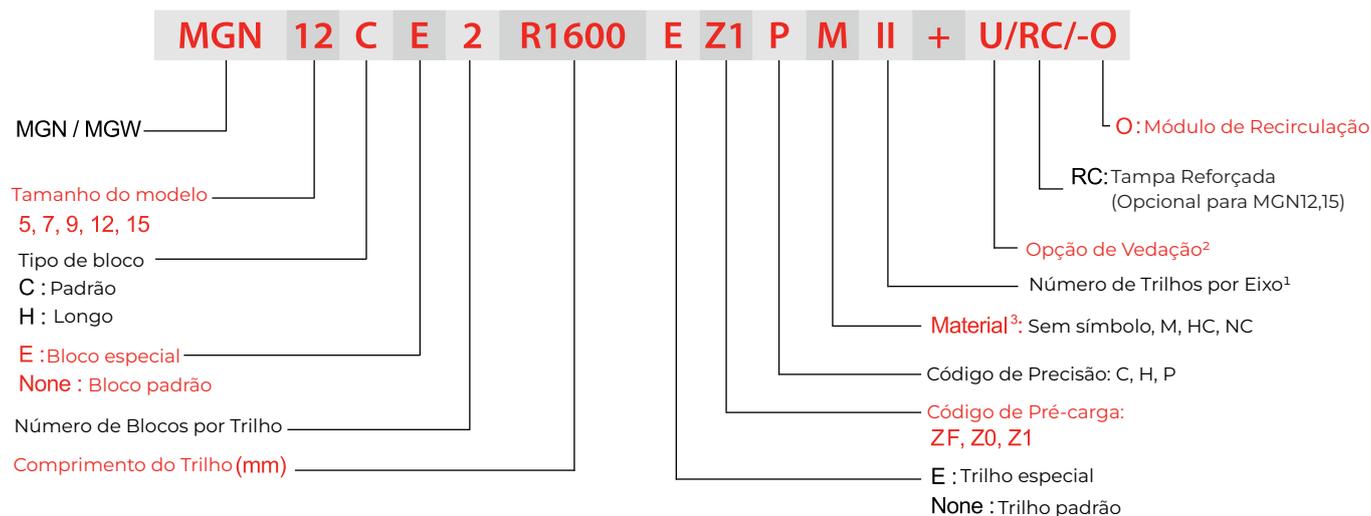
- O design com largura aumentada aumenta a capacidade de carga de momento.
- O design de contato com arco gótico possui características de alta rigidez em todas as direções.
- As esferas de aço são mantidas por um retentor em miniatura para evitar que as esferas caiam, mesmo quando os blocos são removidos do trilho.

2-3-4 Construção da Série MGW



- Sistema de circulação de rolagem: Bloco, trilho, esfera, tampa de extremidade e retentor.
- Sistema de lubrificação: O nipple de graxa está disponível para MGN15 e é lubrificado com pistola de graxa. MGN7, 9, 12 são lubrificados pelo furo na lateral da tampa de extremidade.
- Sistema de proteção contra poeira: Vedação de extremidade, vedação inferior (tamanho opcional 9, 12, 15), capa (tamanho 12, 15).

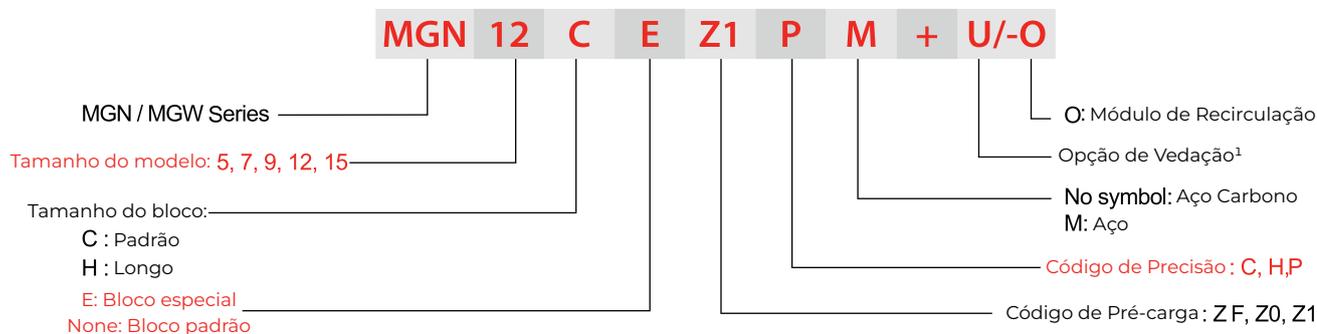
1) Tipos não-intercambiáveis

**Notas:**

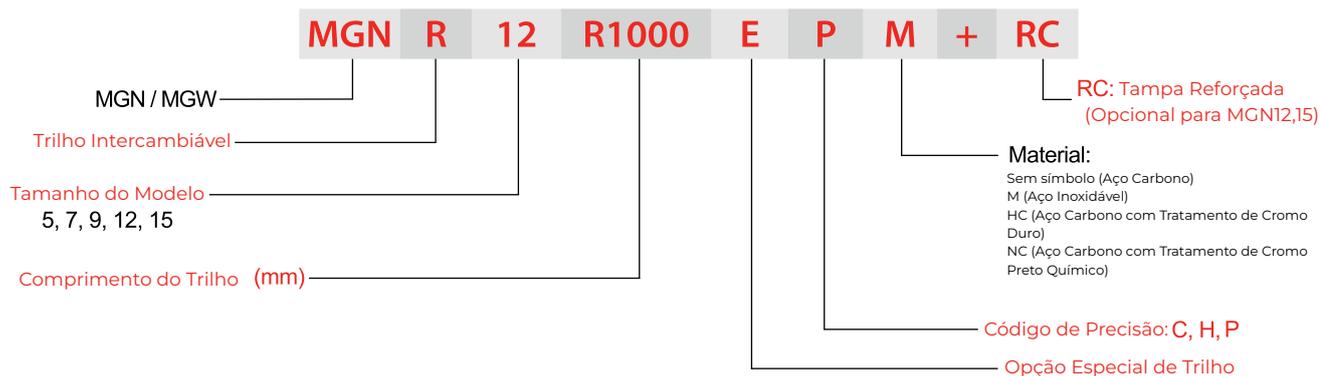
- Símbolo para Número de trilhos usados no mesmo plano. Sem símbolo indica único trilho em um eixo.
- A vedação inferior está disponível para MGN e MGW 9, 12, 15..
- Sem símbolo: Aço Carbono
M: Aço Inoxidável
HC: Aço Carbono + Tratamento de Cromo Duro
NC: Aço Carbono + Tratamento de Cromo Preto Químico
- MG5 é fornecido apenas com módulo de recirculação externa.

2) Tipo Intercambiável

- Bloco Intercambiável

**Notas:**

- A vedação inferior está disponível para MGN e MGW 9, 12, 15.
- O MG5 é fornecido apenas com módulo de recirculação externa.
- Trilho Intercambiável

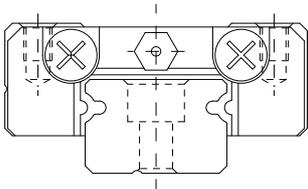
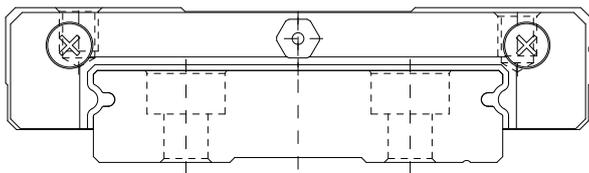


2-3-5 Tipos

1) Tipos de Blocos

A WGB oferece dois tipos de guias lineares: tipo com flange e tipo quadrado.

Tabela 2-4-1: Tipos de bloco

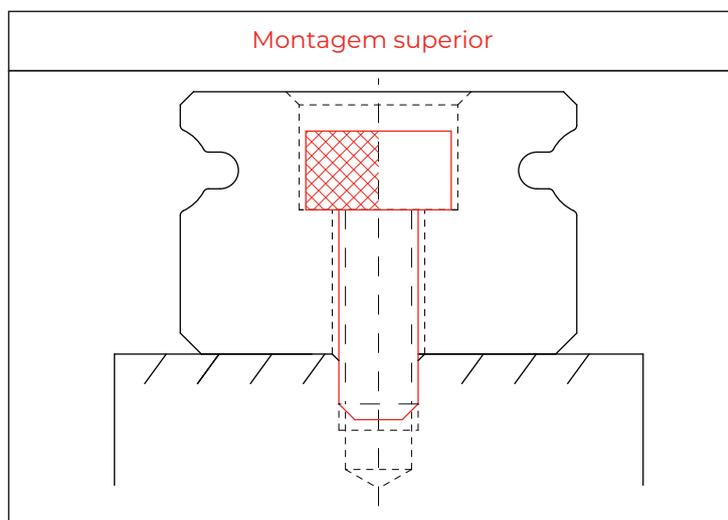
Tipo	Modelo	Formato	Altura (mm)	Comp. do trilho (mm)	Principais aplicações
Quadrado	MGN-C MGN-H		8	100	<ul style="list-style-type: none"> • Impressora • Robótica • Equipamento de Medição de Precisão • Equipamento Semicondutor
			↓	↓	
Flange	MGW-C MGW-H		16	2000	
			↓	↓	
			9	100	
			↓	↓	
			16	2000	

* Por favor, consulte o capítulo 2-4-14 para detalhes dimensionais.

2) Tipos de trilho

A WGB oferece o tipo padrão de montagem superior.

Tabela 2-4-2: Tipos de trilhos

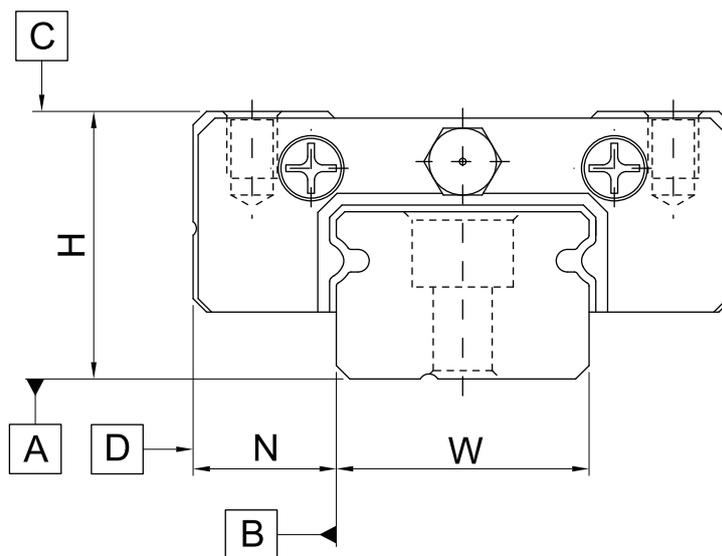


Série MG

Tipo Miniatura

Classes de Precisão 2-3-6

A precisão das séries MGN/MGW pode ser classificada em três classes: normal (C), alta (H), precisão (P). Opções para diferentes classes de precisão estão disponíveis de acordo com diversos requisitos.

**Série MG**

Tipo Miniatura

Classes de Precisão 2-3-6

A precisão das séries MGN/MGW pode ser classificada em três classes: normal (C), alta (H), precisão (P). Opções para diferentes classes de precisão estão disponíveis de acordo com diversos requisitos.

1) Precisão de guias não intercambiáveis

Tabela 2-4-3: Tamanho do anel-O e profundidade máxima permitida para perfuração

Classes de Precisão	Normal (C)	Alta (H)	Precisão (P)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.04	± 0.02	± 0.01
Tolerância dimensional da largura N	± 0.04	± 0.025	± 0.015
Varição par de altura H	0.03	0.015	0.007
Varição par da largura N (Trilho Mestre)	0.03	0.02	0.01
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco C em relação à superfície A	Veja a Tabela 2-4-5		
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco D em relação à superfície B	Veja a Tabela 2-4-5		

1) Precisão de guias não intercambiáveis

Tabela 2-1-13: Tamanho do anel-O e profundidade máxima permitida para

Classes de Precisão		Normal (C)	Alta (H)	Precisão (P)
Tolerância dimensional da altura H		± 0.04	± 0.02	± 0.01
Tolerância dimensional da largura N		± 0.04	± 0.025	± 0.015
Um conjunto	Varição par de altura H	0.03	0.015	0.007
	Varição par da largura N	0.03	0.02	0.01
Varição par da largura N (Trilho Mestre)		0.07	0.04	0.02
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco C em relação à superfície A		Veja a Tabela 2-4-5		
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco D em relação à superfície B		Veja a Tabela 2-4-5		

3) Precisão do paralelismo de funcionamento

O paralelismo de funcionamento C para A e D para B está relacionado ao comprimento do trilho.

Tabela 2-4-5: Precisão do Paralelismo de Funcionamento

Comprimento do Trilho (mm)	Precisão (µm)			Comprimento do Trilho (mm)	Precisão (µm)		
	(C)	(H)	(P)		(C)	(H)	(P)
~ 50	12	6	2	1,000 ~ 1,200	25	18	11
50 ~ 80	13	7	3	1,200 ~ 1,300	25	18	11
80 ~ 125	14	8	3.5	1,300 ~ 1,400	26	19	12
125 ~ 200	15	9	4	1,400 ~ 1,500	27	19	12
200 ~ 250	16	10	5	1,500 ~ 1,600	28	20	13
250 ~ 315	17	11	5	1,600 ~ 1,700	29	20	14
315 ~ 400	18	11	6	1,700 ~ 1,800	30	21	14
400 ~ 500	19	12	6	1,800 ~ 1,900	30	21	15
500 ~ 630	20	13	7	1,900 ~ 2,000	31	22	15
630 ~ 800	22	14	8	2,000 ~	31	22	16
800 ~ 1,000	23	16	9				

2-3-7 Pré-carga

A série MGN/MGW oferece três níveis diferentes de pré-carga para diversas aplicações.

Tabela 2-4-6: Classes de Pré-carga

Classe	Código	Pré-carga	Precisão
Folga leve	ZF	Clearance 4~10µm	C
Pré-carga muito leve	Z0	0	C-P
Pré-carga leve	Z1	0.02C	C-P

Nota: "C" na coluna de pré-carga significa carga dinâmica básica.

2-3-8 Acessórios à Prova de Poeira

Selos de extremidade e acessórios padrão fixados em ambos os lados do bloco podem evitar a entrada de poeira, mantendo assim a precisão e a vida útil da guia linear. Selos inferiores são fixados sob a parte da saia do bloco para prevenir a entrada de poeira. Os clientes podem solicitar selos inferiores adicionando o marcador "+U" seguido do número do modelo. Os tamanhos 9, 12 e 15 oferecem selos inferiores como opção, mas os tamanhos 5 e 7 não oferecem devido ao limite de espaço de H1. Note que "H1" será reduzido se os selos inferiores forem anexados; esteja ciente da possível interferência entre o bloco e a superfície de montagem.

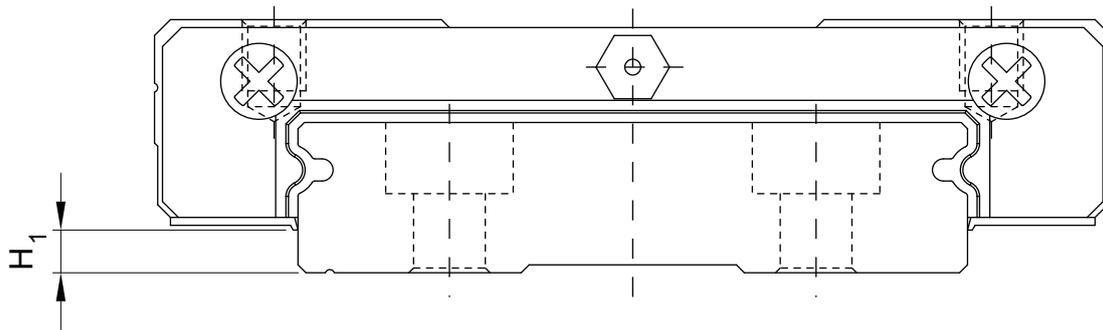


Tabela 2-4-7

Tamanho	Vedação inferior	H ₁ mm	Tamanho	Vedação inferior	H ₁ mm
MGN5	-	-	MGW5	-	-
MGN7	-	-	MGW7	-	-
MGN9	●	1	MGW9	●	1.9
MGN12	●	2	MGW12	●	2.4
MGN15	●	3	MGW15	●	2.4

2-3-9 Tolerância de Precisão da Superfície de Montagem

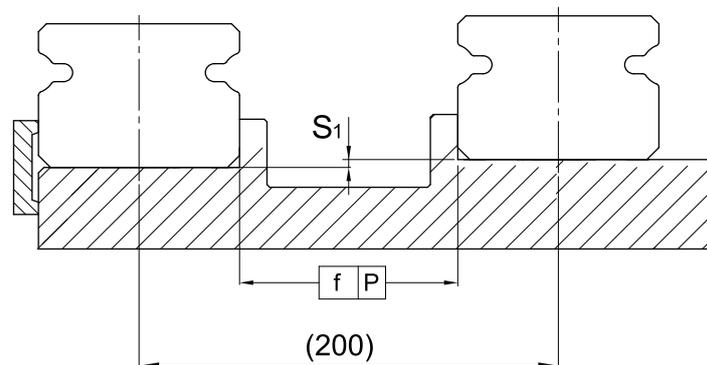


Tabela 2-4-8: Tolerância Máxima de Paralelismo (P)

Tamanho	Classes de pré-carga		
	ZF	Z0	Z1
MG5	2	2	2
MG7	3	3	3
MG9	4	4	3
MG12	9	9	5
MG15	10	10	6

Tabela 2-4-9: Tolerância Máxima da Altura da Superfície de Referência (S1)

Tamanho	Classes de pré-carga		
	ZF	Z0	Z1
MG5	20	20	2
MG7	25	25	3
MG9	35	35	6
MG12	50	50	12
MG15	60	60	20

Tabela 2-4-10: Erro permitido da superfície de montagem

Tamanho	Planicidade da Superfície de Montagem
MG5	0.015/200
MG7	0.025/200
MG9	0.035/200
MG12	0.050/200
MG15	0.060/200

Nota: Os valores acima são adequados para a pré-carga de ZF/Z0.

2-3-10 Cuidados para Instalação

- Alturas de ombro e arredondamentos

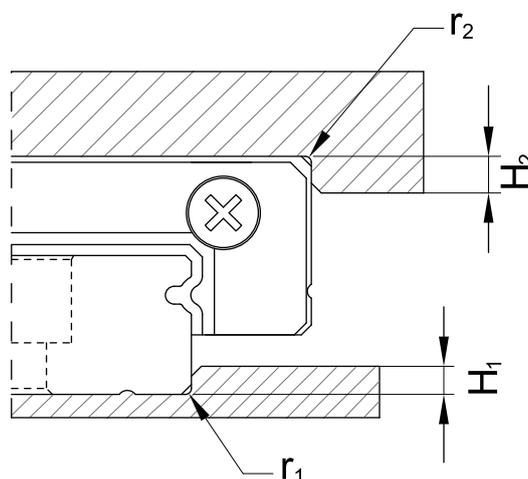


Tabela 2-4-11: Alturas dos ombros e filetes

Tamanho	Raio máximo dos filetes		Altura do ombro	
	r_1 (mm)	r_2 (mm)	H_1 (mm)	H_2 (mm)
MGN5	0.1	0.2	1.2	2
MGN 7	0.2	0.2	1.2	3
MGN 9	0.2	0.3	1.7	3
MGN 12	0.3	0.4	1.7	4
MGN 15	0.5	0.5	2.5	5
MGW5	0.1	0.2	1.2	2
MGW7	0.2	0.2	1.7	3
MGW9	0.3	0.3	2.5	3
MGW 12	0.4	0.4	3	4
MGW 15	0.4	0.8	3	5

- Torque de aperto dos parafusos para instalação

O aperto inadequado dos parafusos de montagem do trilho afetará seriamente a precisão da guia linear. A tabela a seguir lista o torque de aperto recomendado para tamanhos específicos de parafusos.

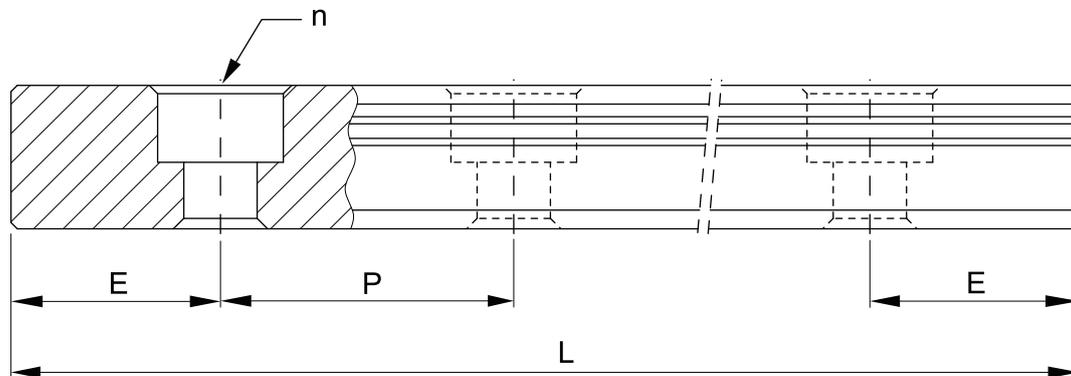
Tabela 2-4-12: Torque de Aperto

Tamanho	Tamanho do parafuso	Torque, N-cm (kgf-cm)		
		Ferro	Fundição	Alumínio
MGN5	M2×0.4P×6L	57(5.9)	39.2(4)	29.4(3)
MGN7	M2×0.4P×6L	57(5.9)	39.2(4)	29.4(3)
MGN9	M3×0.5P×8L	186(19)	127(13)	98(10)
MGN12	M3×0.5P×8L	186(19)	127(13)	98(10)
MGN15	M3×0.5P×10L	186(19)	127(13)	98(10)
MGW5	M2.5×0.45P×7L	118(12)	78.4(8)	58.8(6)
MGW7	M3×0.5P×6L	186(19)	127(13)	98(10)
MGW9	M3×0.5P×8L	186(19)	127(13)	98(10)
MGW12	M4×0.7P×8L	392(40)	274(28)	206(21)
MGW15	M4×0.7P×10L	392(40)	274(28)	206(21)

Note : 1 kgf = 9.81 N

2-3-11 Comprimentos Padrão e Máximos do Trilho

A WGB oferece comprimentos padrão de trilho para necessidades imediatas. Para comprimentos de trilho não padrão, é recomendado que o valor E não seja maior que 1/2 do passo (P) para evitar instabilidade na extremidade do trilho, e o valor E deve ser pelo menos igual a E_{min} para evitar que um furo de montagem seja danificado.



$$L = (n-1) \xi P + 2 \xi E \quad \text{-----} \quad \text{Eq.2.4}$$

L: Comprimento total do trilho (mm)

n: Número de furos de montagem

P: Distância entre quaisquer dois furos (mm)

E: Distância do centro do último furo até a borda (mm)

Tabela 2-4-13

Item	MGNR5	MGNR7	MGNR9	MGNR12	MGNR15	MGWR5	MGWR7	MGWR9	MGWR12	MGWR15
Comprimento Padrão L (n)	40(3)	40(3)	55(3)	70(3)	70(2)	50(3)	80(3)	80(3)	110(3)	110(3)
	55(4)	55(4)	75(4)	95(4)	110(3)	70(4)	110(4)	110(4)	150(4)	150(4)
	70(5)	70(5)	95(5)	120(5)	150(4)	90(5)	140(5)	140(5)	190(5)	190(5)
	100(7)	85(6)	115(6)	145(6)	190(5)	110(6)	170(6)	170(6)	230(6)	230(6)
	130(9)	100(7)	135(7)	170(7)	230(6)	130(7)	200(7)	200(7)	270(7)	270(7)
	160(11)	130(9)	155(8)	195(8)	270(7)	150(8)	260(9)	230(8)	310(8)	310(8)
			175(9)	220(9)	310(8)	170(9)		260(9)	350(9)	350(9)
			195(10)	245(10)	350(9)			290(10)	390(10)	390(10)
			275(14)	270(11)	390(10)			350(14)	430(11)	430(11)
			375(19)	320(13)	430(11)			500(19)	510(13)	510(13)
				370(15)	470(12)			710(24)	590(15)	590(15)
				470(19)	550(14)			860(29)	750(19)	750(19)
				570(23)	670(17)				910(23)	910(23)
			695(28)	870(22)				1070(27)	1070(27)	
Passo (P)	15	15	20	25	40	20	30	30	40	40
Distância até a extremidade (E)	5	5	7,5	10	15	5	10	10	15	15
Comprimento Máximo Padrão	250(17)	595(40)	1195(60)	1995(80)	1990(50)	250(13)	590(20)	1970(66)	1990(50)	1990(50)
Comprimento Máximo	250 ⁴	600	1200 ⁵	2000	2000	250 ⁴	600 ⁶	2000	2000	2000

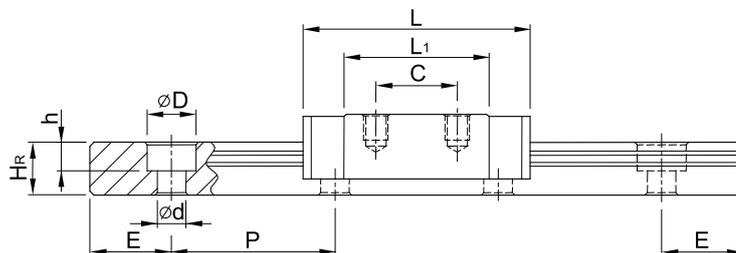
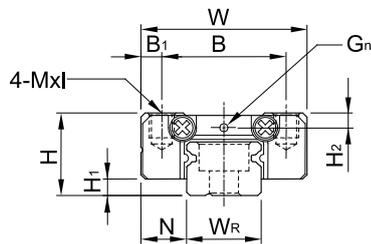
Nota:

- A tolerância do valor E para trilhos padrão é de ±0,5 mm. A tolerância do valor E para trilhos juntados é de 0 a -0,3 mm.
- O comprimento máximo padrão indica o comprimento máximo do trilho com valor E padrão em ambos os lados.
- MGNR5, MGWR5 são fornecidos apenas em aço inoxidável.
- MGNR9 em aço inoxidável é fornecido com o comprimento máximo de 1200 mm; MGNR9 em aço carbono é fornecido com o comprimento máximo de 1000 mm.
- MGWR7 em aço inoxidável é fornecido com o comprimento máximo de 600 mm; MGWR7 em aço carbono é fornecido com o comprimento máximo de 2000 mm.

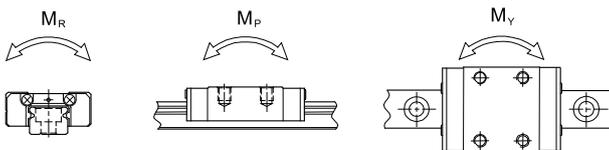
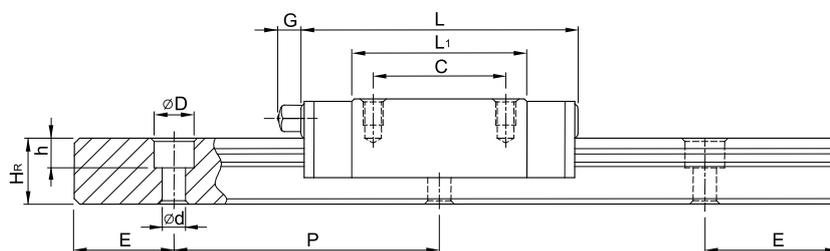
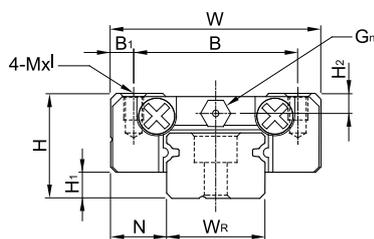
2-3-12 Dimensões para a Série MGN/MGW

1) MGN-C/MGN-H

MGN7, MGN9, MGN12



MGN15

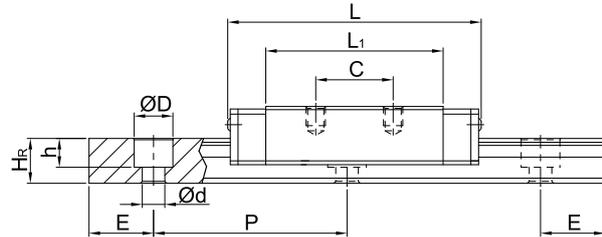
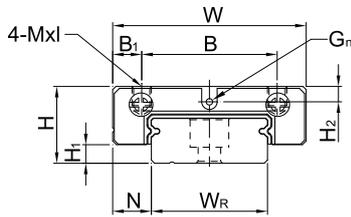


Número do modelo	Dimensões de montagem (mm)		Dimensões do Bloco (mm)										Dimensões do Trilho (mm)					Parafuso de Montagem para o Trilho (mm)	Classificação Básica de Carga Dinâmica C (kN)	Classificação Básica de Carga Estática C0 (kN)	Momento Estático Avaliado			Peso					
	H	H1	N	W	B	B1	C	L1	L	G	Gn	Mxl	H2	WR	HR	D	h				d	P	E	MR	MP	MY	kg	kg/m	
																										N-m	N-m	N-m	kg
MGN7C	8	1.5	5	17	12	2.5	8	13.5	22.5	-	Ø1.2	M2x2.5	1.5	7	4.8	4.2	2.3	2.4	15	5	M2x6	0.98	1.24	4.70	2.84	2.84	0.010	0.22	
MGN7H	8	1.5	5	17	12	2.5	13	21.8	30.8	-	Ø1.2	M2x2.5	1.5	7	4.8	4.2	2.3	2.4	15	5	M2x6	1.37	1.96	7.64	4.80	4.80	0.015		
MGN9C	10	2	5.5	20	15	2.5	10	18.9	28.9	-	Ø1.4	M3x3	1.8	9	6.5	6	3.5	3.5	20	7.5	M3x8	1.86	2.55	11.76	7.35	7.35	0.016	0.38	
MGN9H	10	2	5.5	20	15	2.5	16	29.9	39.9	-	Ø1.4	M3x3	1.8	9	6.5	6	3.5	3.5	20	7.5	M3x8	2.55	4.02	19.60	18.62	18.62	0.026		
MGN12C	13	3	7.5	27	20	3.5	15	21.7	34.7	-	Ø2	M3x3.5	2.5	12	8	6	4.5	3.5	25	10	M3x8	2.84	3.92	25.48	13.72	13.72	0.034	0.65	
MGN12H	13	3	7.5	27	20	3.5	20	32.4	45.4	-	Ø2	M3x3.5	2.5	12	8	6	4.5	3.5	25	10	M3x8	3.72	5.88	38.22	36.26	36.26	0.054		
MGN15C	16	4	8.5	32	25	3.5	20	26.7	42.1	4.5	M3	M3x4	3	15	10	6	4.5	3.5	40	15	M3x10	4.61	5.59	45.08	21.56	21.56	0.059	1.06	
MGN15H	16	4	8.5	32	25	3.5	25	43.4	58.8	4.5	M3	M3x4	3	15	10	6	4.5	3.5	40	15	M3x10	6.37	9.11	73.50	57.82	57.82	0.092		

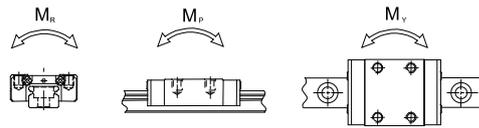
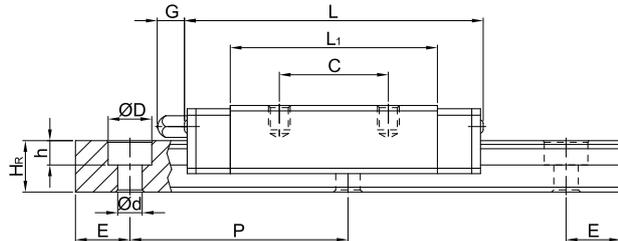
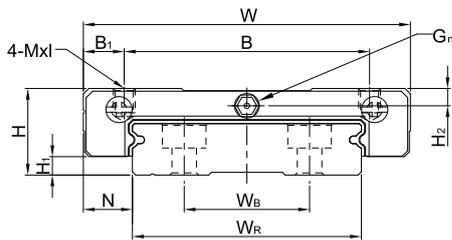
Note : 1 kgf = 9.81 N

2) MGW-C/MGW-H

MGW7, MGW9, MGW12



MGW15



Número do Modelo	Dimensões de Montagem (mm)		Dimensões do Bloco (mm)										Dimensões do Trilho (mm)						Parafuso de Montagem para Trilho (mm)	Classificação Básica de Carga Dinâmica C (kN)	Classificação Básica de Carga Estática C ₀ (kN)	Momento Estático Avaliado			Peso				
	H	H ₁	N	W	B	B ₁	C	L ₁	L	G	G _n	Mxl	H ₂	W _R	W _B	H _R	D	h				d	P	E	M _R	M _B	M _Y	kg	kg/m
	N-m	N-m	N-m	kg	kg/m																								
MGW7C	9	1.9	5.5	25	19	3	10	21	31.2	-	Ø1.2	M3x3	1.85	14	-	5.2	6	3.2	3.5	30	10	M3x6	1.37	2.06	15.70	7.14	7.14	0.020	0.51
MGW7H							19	30.8	41													1.77	3.14	23.45	15.53	15.53	0.029		
MGW9C	12	2.9	6	30	21	4.5	12	27.5	39.3	-	Ø1.2	M3x3	2.4	18	-	7	6	4.5	3.5	30	10	M3x8	2.75	4.12	40.12	18.96	18.96	0.040	0.91
MGW9H					23	3.5	24	38.5	50.7																3.43	5.89	54.54	34.00	
MGW12C	14	3.4	8	40	28	6	15	31.3	46.1	-	Ø1.2	M3x3.6	2.8	24	-	8.5	8	4.5	4.5	40	15	M4x8	3.92	5.59	70.34	27.80	27.80	0.071	1.49
MGW12H					28	45.6	60.4																			5.10	8.24	102.70	
MGW15C	16	3.4	9	60	45	7.5	20	38	54.8	-	Ø1.2	M4x4.2	3.2	42	23	9.5	8	4.5	4.5	40	15	M4x10	6.77	9.22	199.34	56.66	56.66	0.143	2.86
MGW15H					35	57	73.8																				8.93	13.38	

Note : 1 kgf = 9.81 N

Série BG

Tipo de Rolamento de Alta Rigidez

2-4 Série BG - Guia Linear Tipo Rolamento de Alta Rigidez

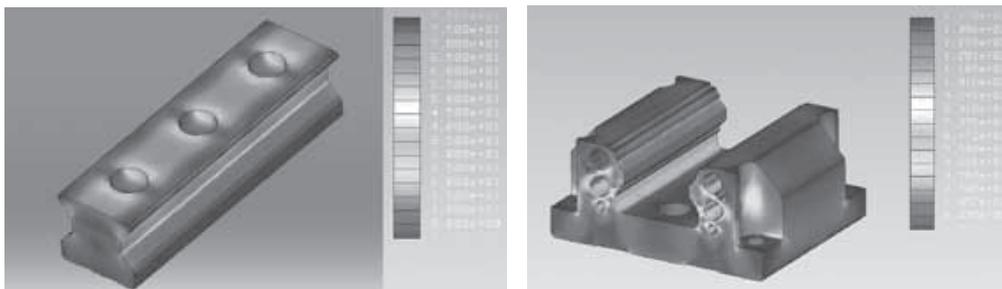
2-4-1 Vantagens e características

A série BG da WGB apresenta um rolo como elemento rolante em vez de esferas de aço. A série de rolos oferece uma rigidez extremamente alta e capacidades de carga muito elevadas. A série BG é projetada com um ângulo de contato de 45 graus.

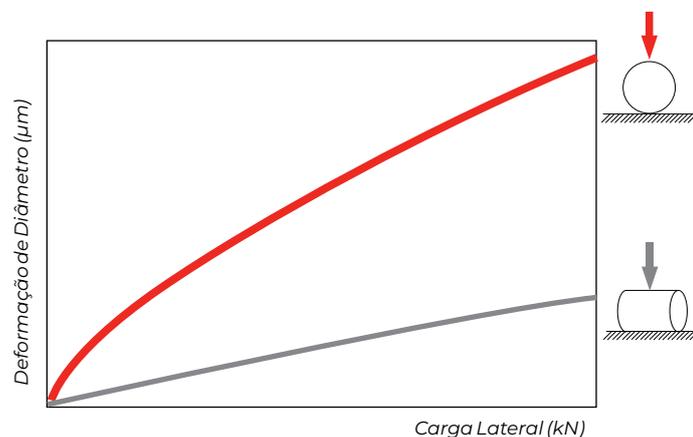
A deformação elástica da superfície de contato linear, durante a carga, é significativamente reduzida, oferecendo assim maior rigidez e capacidades de carga mais elevadas em todas as 4 direções de carga. A guia linear da série BG oferece alto desempenho para fabricação de alta precisão e proporciona uma vida útil mais longa.

1) *Design otimizado*

Análise por FEM foi realizada para determinar a estrutura ideal do bloco e do trilho. O design exclusivo do caminho de circulação permite que a guia linear da série BG ofereça um movimento linear mais suave.

2) *Rigidez super alta*

A série BG é um tipo de guia linear que utiliza rolos como elementos rolantes. Os rolos possuem uma área de contato maior do que as esferas, o que proporciona à guia com rolos uma maior capacidade de carga e maior rigidez. A figura mostra a rigidez de um rolo e de uma esfera com volumes iguais.

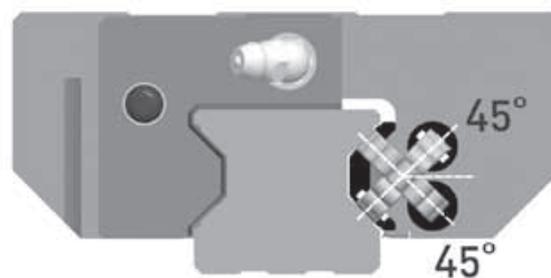


3) Capacidade de carga super alta

Com quatro fileiras de rolos dispostos em um ângulo de contato de 45 graus, a guia linear da série BG possui classificações de carga iguais nas direções radial, radial reversa e lateral. A série BG tem uma capacidade de carga maior em um tamanho menor do que as guias lineares convencionais do tipo esfera.

4) Vida útil aumentada

Comparado com o elemento esférico, a pressão de contato do elemento rolante é distribuída na região de linha. Portanto, a concentração de estresse foi reduzida significativamente e a série BG oferece uma vida útil mais longa. A vida nominal da série BG pode ser calculada usando a Equação.



A carga atuante afetará a vida nominal de uma guia linear. Com base na carga dinâmica básica selecionada e na carga real, a vida nominal da guia linear do tipo esfera e do tipo rolo pode ser calculada pelas equações 2.5, respectivamente.

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^{\frac{10}{3}} \cdot 100\text{km} = \left(\frac{C}{P}\right)^{\frac{10}{3}} \cdot 62\text{mile} \quad \text{----- Eq. 2.5}$$

Se os fatores ambientais forem considerados, a vida nominal de uma guia linear é influenciada significativamente pelas condições de movimento, pela dureza da pista de rolamento e pela temperatura da guia linear. A relação entre esses fatores é expressa na Equação 2.6.

$$L = \left(\frac{f_h \cdot f_t \cdot C}{f_w \cdot P}\right)^{\frac{10}{3}} \cdot 100\text{km} = \left(\frac{f_h \cdot f_t \cdot C}{f_w \cdot P}\right)^{\frac{10}{3}} \cdot 62\text{mile} \quad \text{----- Eq. 2.6}$$

L: Vida nominal

C: Classificação básica de carga dinâmica

P: Carga atual

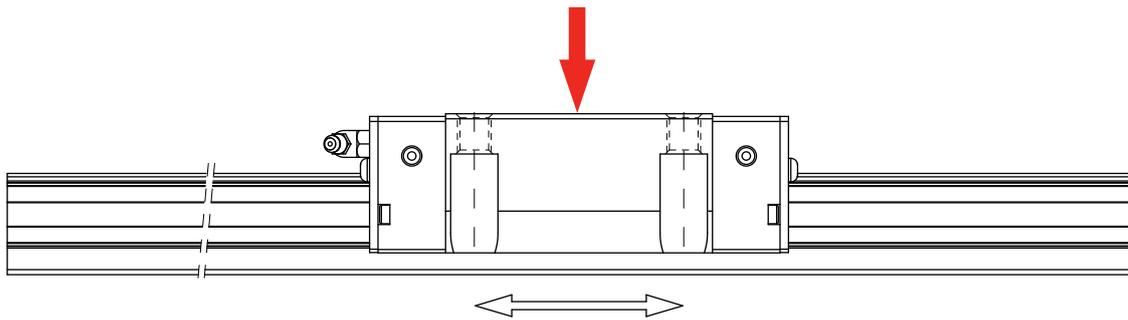
f_h: Fator de dureza

f_t: Fator de temperatura

f_w: Fator de carga

5) Dados de Teste

- Teste de vida nominal

**Tabela 2-9-1**

Modelo testado 1: BGH35CA
 Pré-carga: Classe ZA
 Velocidade máxima: 60 m/min
 Aceleração: 1G
 Curso: 0,55 m
 Lubrificação: graxa aplicada a cada 100 km
 Carga externa: 15 kN
 Distância percorrida: 1135 km

Resultados do teste: A vida nominal do BGH35CA é de 1.000 km. Após percorrer 1135 km, não houve aparecimento de descamação por fadiga na superfície da pista de rolamento ou nos rolos.

**Teste de Durabilidade**

Modelo testado 2: BGW35CC
 Pré-carga: Classe ZA
 Velocidade máxima: 120m/min
 Aceleração: 1G
 Curso: 2km
 Lubrificação: taxa de alimentação de óleo: 0,3 cm³/hora
 Carga externa: 0kN
 Distância percorrida: 15000km

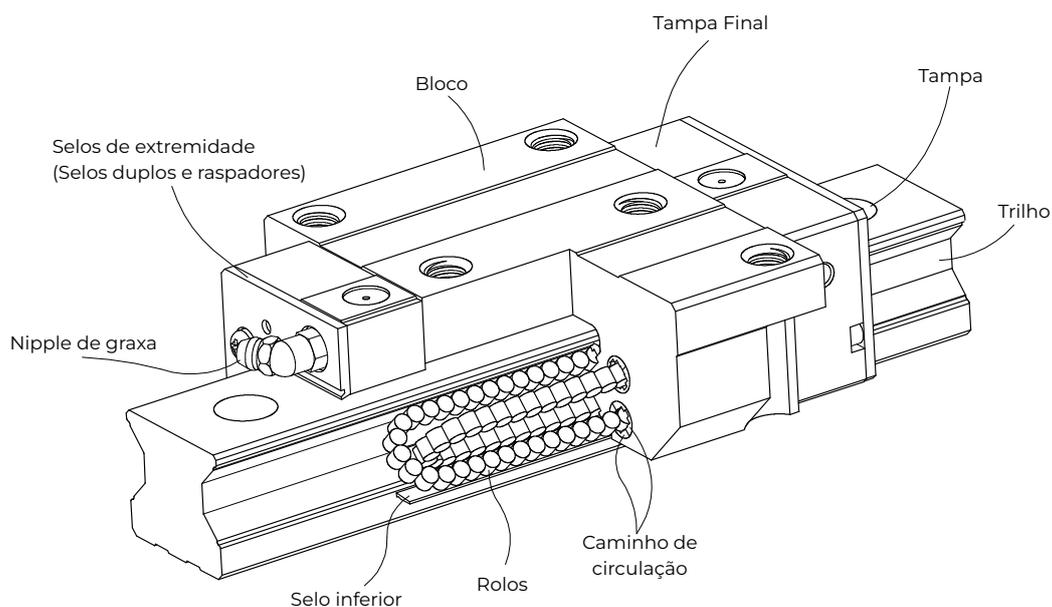
Resultados do teste: Após percorrer 15.000 km, não houve aparecimento de descamação por fadiga na superfície da pista de rolamento ou nos rolos.



Nota: Os dados listados são de amostras.

5) Dados de Teste

- Teste de vida nominal



- Sistema de circulação de rolos: Bloco, Trilho, Tampa Final, Caminho de Circulação, Rolos
- Sistema de lubrificação: Nipple de graxa e junta de tubulação
- Sistema de proteção contra poeira: Selo de Extremidade, Selo Inferior, Tampa, Selos Duplos e Raspador.

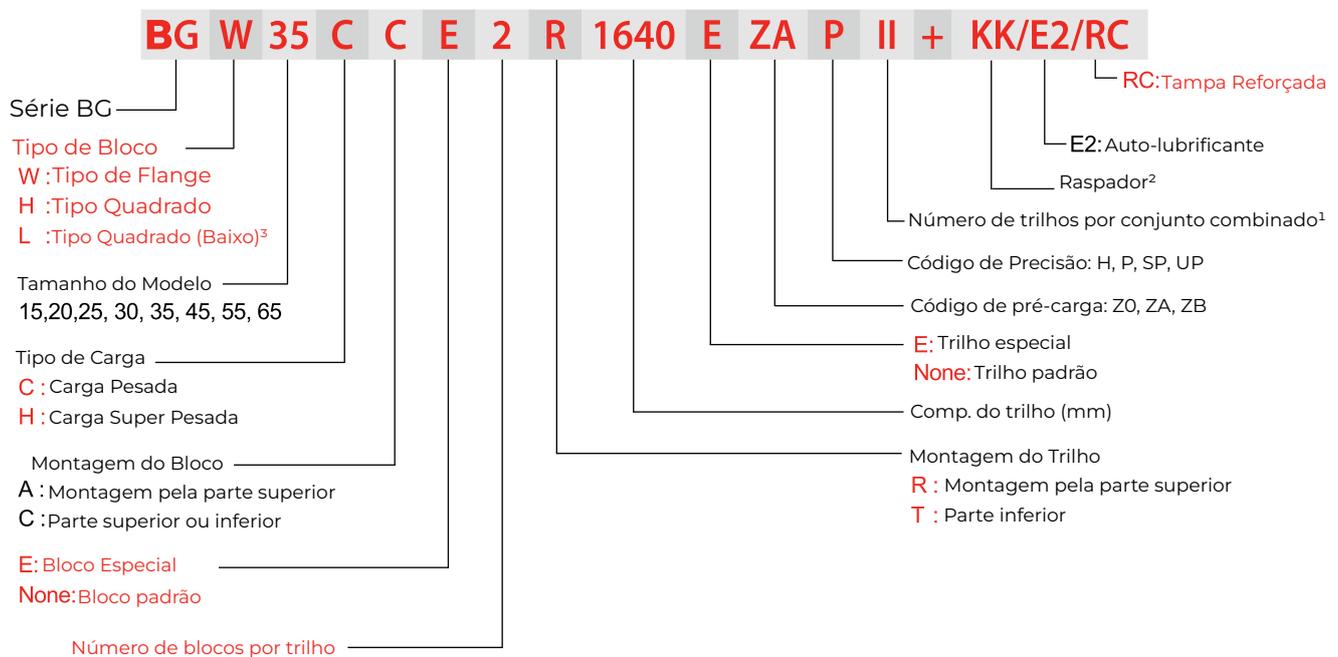
Série BG

Tipo de Guia Linear com Rolamentos de Alta Rigidez

2-4-3 Número do Modelo da Série BG

As guias lineares da série BG são classificadas em tipos não intercambiáveis e intercambiáveis. Os tamanhos desses dois tipos são iguais entre si. A principal diferença é que o tipo intercambiável de blocos e trilhos pode ser livremente trocado e pode manter a precisão da classe P. Devido ao rigoroso controle dimensional, as guias lineares do tipo intercambiável são uma escolha sábia para os clientes quando os trilhos não precisam ser combinados para um eixo específico. O número do modelo da série BG identifica o tamanho, tipo, classe de precisão, classe de pré-carga, etc.

1) Tipo não intercambiável

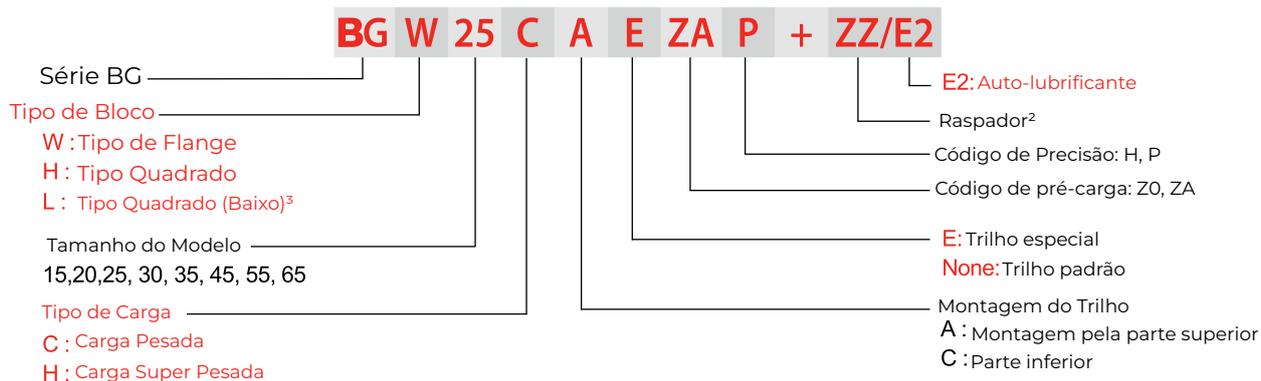


Nota:

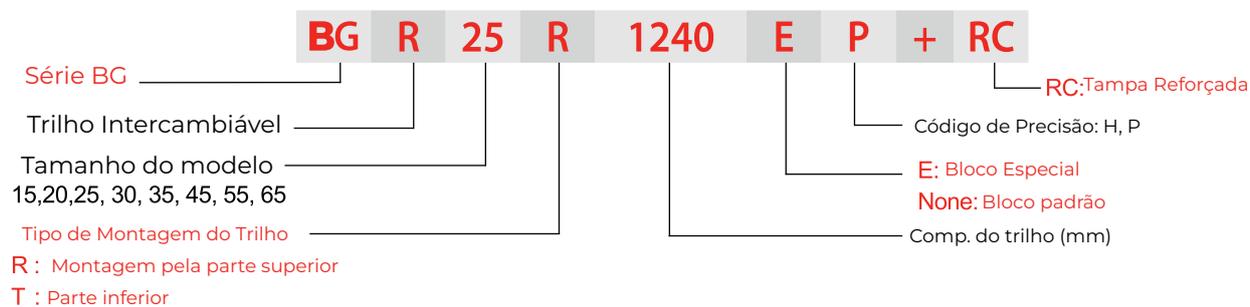
- Os algarismos romanos expressam um conjunto combinado de trilhos.
- Nenhum símbolo indica proteção padrão (selo de extremidade e selo inferior).
- ZZ: Selo de extremidade, selo inferior e raspador.
- KK: Selos duplos, selo inferior e raspador.
- DD: Selos duplos e selo inferior.
- O tipo de bloco BGL é o design de perfil baixo do BGH (tipo quadrado), a altura montada é a mesma que a do BGW (tipo flange) no mesmo tamanho.

1) Tipo intercambiável

- Número do Modelo do Bloco BG



- Número do Modelo do Trilho BG

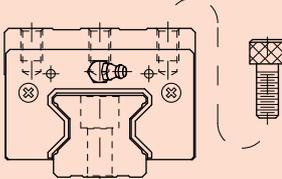
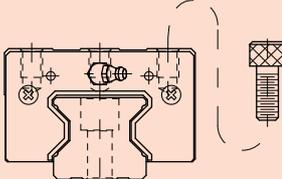
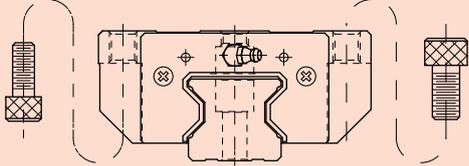


2-4-4 Tipos

1) Tipos de Blocos

A WGB oferece dois tipos de blocos guia, tipo flange e tipo quadrado. Devido à baixa altura de montagem e à grande superfície de montagem, o tipo flange é excelente para aplicações com carga de momento elevado.

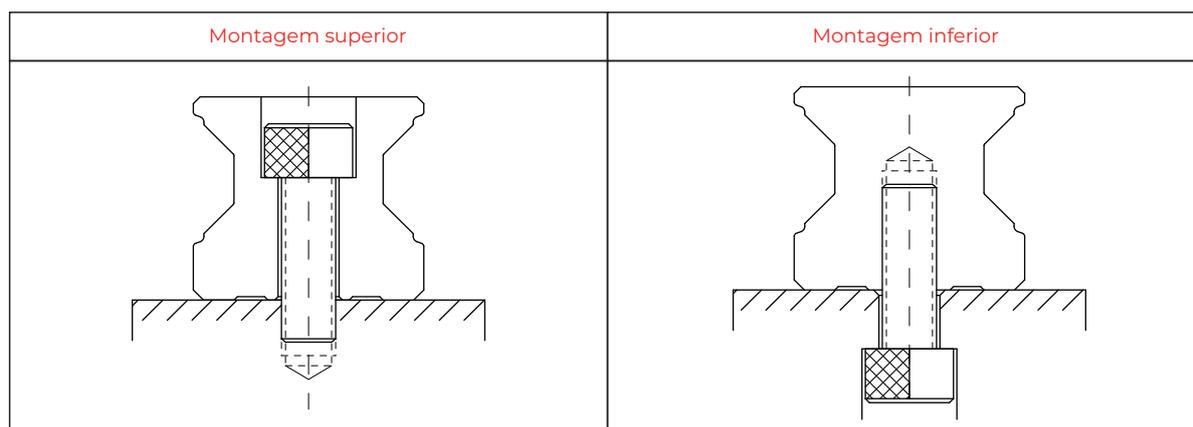
Tabela 2-9-2: Tipos de blocos

Tipo	Modelo	Formato	Altura (mm)	Comp. do trilho (mm)	Principais aplicações:
Quadrado	BGH-CA BGH-HA		28	100	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de Automação • Equipamentos de Transporte • Centros de Usinagem CNC • Máquinas de Corte Pesado • Retíficas CNC • Máquinas de Moldagem por Injeção • Fresadoras Planas • Dispositivos que requerem alta rigidez • Dispositivos que requerem alta capacidade de carga • Máquinas de Erosão a Fio
			↓	↓	
Quadrado	BGL-CA BGL-HA		90	4000	
			↓	↓	
Flange	BGW-CC BGW-HC		24	100	
			↓	↓	
			90	4000	

2) Tipos de Trilho

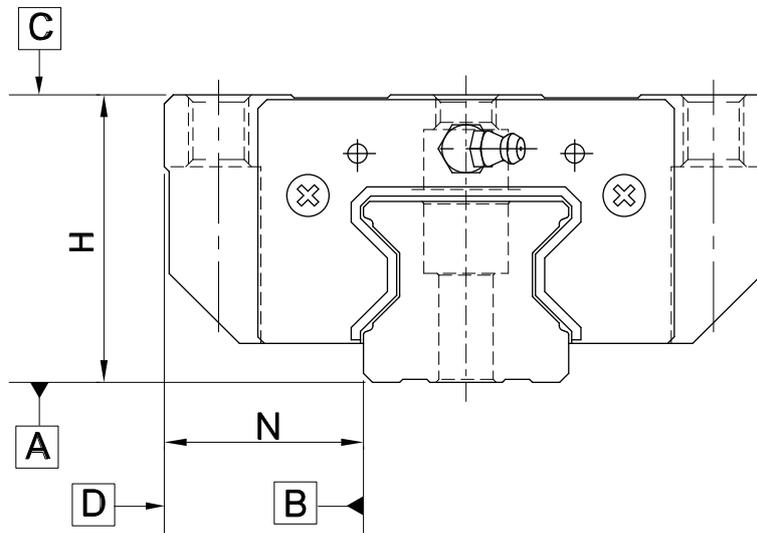
Além do tipo padrão de montagem superior, a WGB também oferece o tipo de trilho de montagem inferior.

Tabela 2-9-3: Tipos de trilhos



2-4-5 Classes de Precisão

A precisão da série BG pode ser classificada em quatro classes: alta (H), precisão (P), super precisão (SP) e ultra precisão (UP). Os clientes podem escolher a classe de acordo com os requisitos de precisão do equipamento aplicado.



1) Precisão de não intercambiável

Tabela 2-9-4: Padrões de Precisão

Item	BG - 15, 20			
	Alta (H)	Precisão (P)	Super Precisão (SP)	Ultra Precisão (UP)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.03	0 - 0.03	0 - 0.015	0 - 0.008
Tolerância dimensional da largura N	± 0.03	0 - 0.03	0 - 0.015	0 - 0.008
Variação de altura H	0.01	0.006	0.004	0.003
Variação de largura N	0.01	0.006	0.004	0.003
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco C em relação à superfície A	Veja a Tabela 2-9-12			
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco D em relação à superfície B	Veja a Tabela 2-9-12			

Tabela 2-9-5: Padrões de Precisão

Item	BG - 25, 30, 35			
	Alta (H)	Precisão (P)	Super Precisão (SP)	Ultra Precisão (UP)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.04	0 - 0.04	0 - 0.02	0 - 0.01
Tolerância dimensional da largura N	± 0.04	0 - 0.04	0 - 0.02	0 - 0.01
Variação de altura H	0.015	0.007	0.005	0.003
Variação de largura N	0.015	0.007	0.005	0.003
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco C em relação à superfície A	Veja a Tabela 2-9-12			
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco D em relação à superfície B	Veja a Tabela 2-9-12			

Tabela 2-9-6: Padrões de Precisão

Item	BG - 45, 55			
	Alta (H)	Precisão (P)	Super Precisão (SP)	Ultra Precisão (UP)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.05	0 -0.05	0 -0.03	0 -0.02
Tolerância dimensional da largura N	± 0.05	0 -0.05	0 -0.03	0 -0.02
Variação de altura H	0.015	0.007	0.005	0.003
Variação de largura N	0.02	0.01	0.007	0.005
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco C em relação à superfície A	Veja a Tabela 2-9-12			
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco D em relação à superfície B	Veja a Tabela 2-9-12			

Tabela 2-9-7: Padrões de Precisão

Item	BG - 65			
	Alta (H)	Precisão (P)	Super Precisão (SP)	Ultra Precisão (UP)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.07	0 -0.07	0 -0.05	0 -0.03
Tolerância dimensional da largura N	± 0.07	0 -0.07	0 -0.05	0 -0.03
Variação de altura H	0.02	0.01	0.007	0.005
Variação de largura N	0.025	0.015	0.01	0.007
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco C em relação à superfície A	Veja a Tabela 2-9-12			
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco D em relação à superfície B	Veja a Tabela 2-9-12			

2) Precisão de intercambiável

Tabela 2-9-8: Padrões de Precisão

Item	BG - 15, 20	
	Alta (h)	Precisão (P)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.03	± 0.015
Tolerância dimensional da largura N	± 0.03	± 0.015
Variação de altura H	0.01	0.006
Variação de largura N	0.01	0.006
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco C em relação à superfície A	Veja a Tabela 2-9-12	
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco D em relação à superfície B	Veja a Tabela 2-9-12	

Tabela 2-9-9: Padrões de Precisão

Item	BG - 25, 30, 35	
Classes de Precisão	Alta (h)	Precisão (P)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.04	± 0.02
Tolerância dimensional da largura N	± 0.04	± 0.02
Variação de altura H	0.015	0.007
Variação de largura N	0.015	0.007
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco C em relação à superfície A	Veja a Tabela 2-9-12	
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco D em relação à superfície B	Veja a Tabela 2-9-12	

Tabela 2-9-10: Padrões de Precisão

Item	BG - 45, 55	
Classes de Precisão	Alta (h)	Precisão (P)
Tolerância dimensional da altura H	± 0.05	± 0.025
Tolerância dimensional da largura N	± 0.05	± 0.025
Variação de altura H	0.015	0.007
Variação de largura N	0.02	0.01
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco C em relação à superfície A	Veja a Tabela 2-9-12	
Paralelismo de funcionamento da superfície do bloco D em relação à superfície B	Veja a Tabela 2-9-12	

3) Precisão do paralelismo de funcionamento

Tabela 2-9-11: Precisão do Paralelismo de Funcionamento

Comprimento do Trilho (mm)	Precisão (µm)			
	H	P	SP	UP
~ 100	7	3	2	2
100 ~ 200	9	4	2	2
200 ~ 300	10	5	3	2
300 ~ 500	12	6	3	2
500 ~ 700	13	7	4	2
700 ~ 900	15	8	5	3
900 ~ 1,100	16	9	6	3
1,100 ~ 1,500	18	11	7	4
1,500 ~ 1,900	20	13	8	4
1,900 ~ 2,500	22	15	10	5
2,500 ~ 3,100	25	18	11	6
3,100 ~ 3,600	27	20	14	7
3,600 ~ 4,000	28	21	15	7

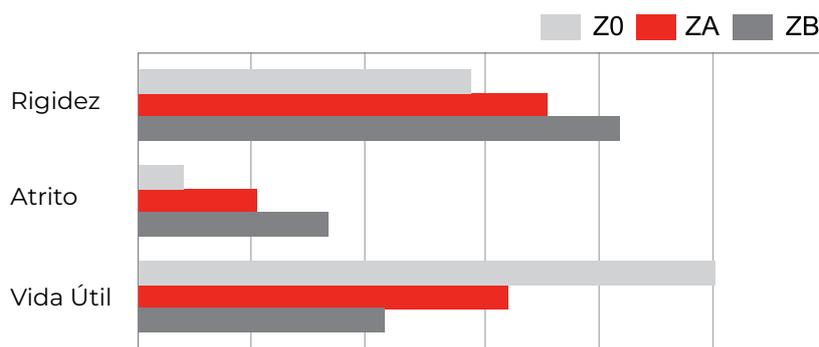
2-4-6 Pré-carga

Uma pré-carga pode ser aplicada a cada guia utilizando rolos dimensionados acima do padrão. Geralmente, uma guia linear possui folga negativa entre a pista de rolamento e os rolos para melhorar a rigidez e manter alta precisão. A série BG de guias lineares oferece três pré-cargas padrão para diversas aplicações e condições.

Tabela 2-9-13

Classe	Código	Pré-carga	Condições
Pré-carga Leve	Z0	0.02C~0.04C	Para uma direção de carga específica, com baixo impacto e exigência de baixa
Pré-carga Média	ZA	0.07C~0.09C	Alta rigidez necessária, alta precisão requerida
Pré-carga Pesada	ZB	0.12C~0.14C	Rigidez super alta necessária, com vibração e impacto

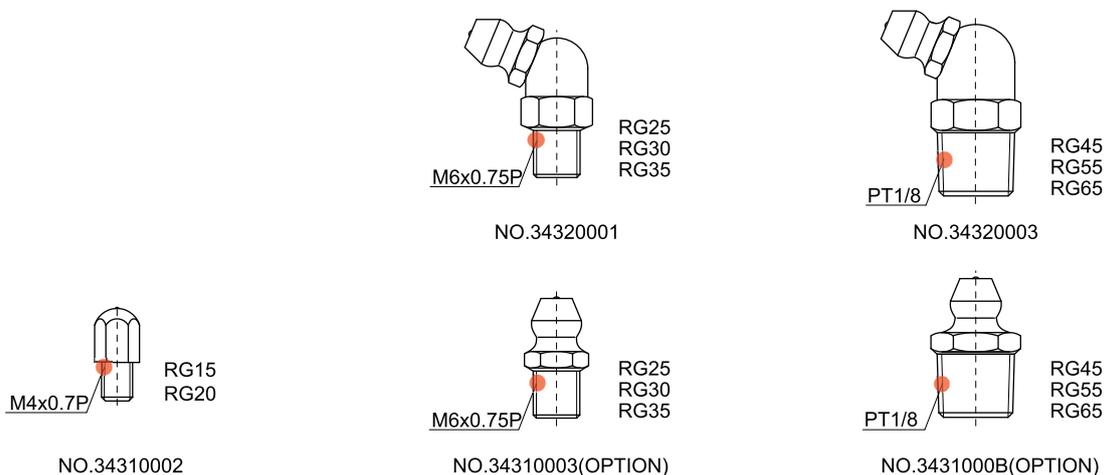
A figura mostra a relação entre rigidez, atrito e vida nominal. Recomenda-se uma pré-carga não maior que ZA para modelos menores, para evitar que a sobre-pré-carga afete a vida útil da guia linear.



2-4-7 Lubrificação

1) Graxa

- Nipple de graxa



- Local de Montagem

A localização padrão do bico de graxa é em ambas as extremidades do bloco, mas o bico pode ser montado no lado ou na parte superior do bloco. Para instalação lateral, recomendamos que o bico seja montado no lado não de referência; caso contrário, entre em contato conosco. Também é possível realizar a lubrificação usando uma junta de tubulação de óleo. A figura mostra as localizações do bico de graxa.

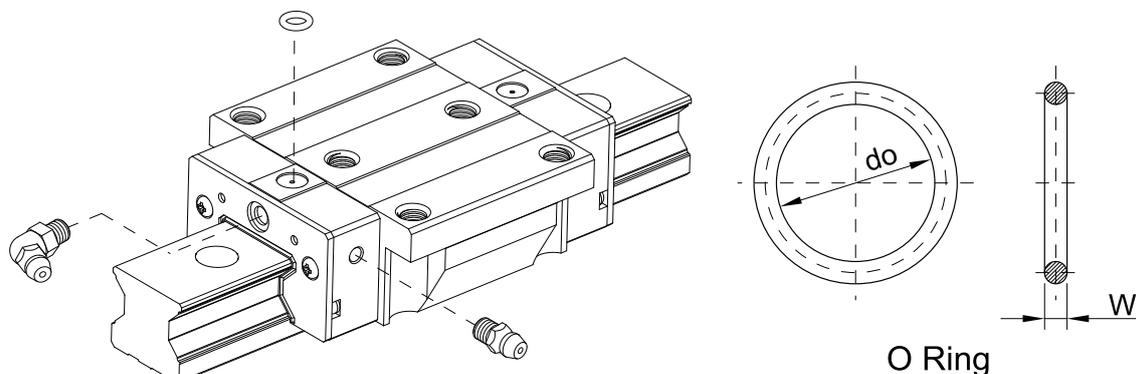


Tabela 2-9-14: Tamanho do anel-O e profundidade máxima permitida para perfuração

Tamanho	Anel-O		Furo de lubrificação na parte superior: profundidade máxima permitida para perfuração
	do (mm)	W (mm)	T _{max} (mm)
BG15	2.5±0.15	1.5±0.15	3.45
BG20	2.5±0.15	1.5±0.15	4
BG25	7.5±0.15	1.5±0.15	5.8
BG30	7.5±0.15	1.5±0.15	6.2
BG35	7.5±0.15	1.5±0.15	8.65
BG45	7.5±0.15	1.5±0.15	9.5
BG55	7.5±0.15	1.5±0.15	11.6
BG65	7.5±0.15	1.5±0.15	14.5

- A quantidade de óleo para um bloco preenchido com graxa

Tabela 2-9-15: A quantidade de óleo para um bloco preenchido com graxa

Tamanho	Carga Pesada (cm ³)	Carga Super Pesada (cm ³)	Tamanho	Carga Pesada (cm ³)	Carga Super Pesada (cm ³)
BG15	3	-	RG35	12	14
BG20	5	6	RG45	19	23
BG25	7	8	RG55	28	35
BG30	9	10	RG65	52	63

- Frequência de reposição

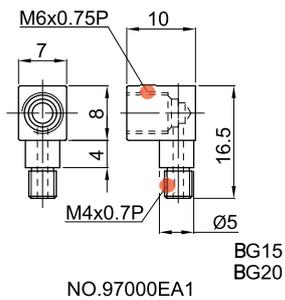
Verifique a graxa a cada 100 km, ou a cada 3-6 meses.

2) Óleo

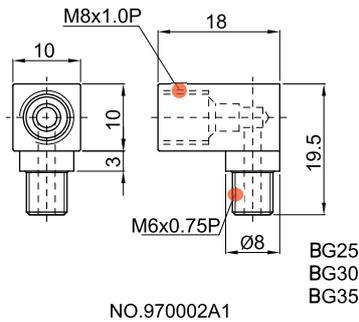
A viscosidade recomendada do óleo é de aproximadamente 32 a 150 cSt. Se você precisar utilizar lubrificação do tipo óleo, por favor, informe-nos.

- Tipos de junta de tubulação de óleo

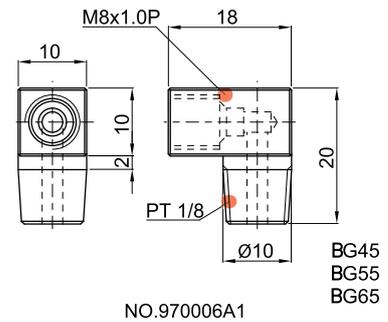
LF-64



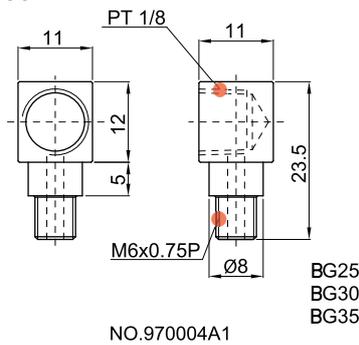
LF-76



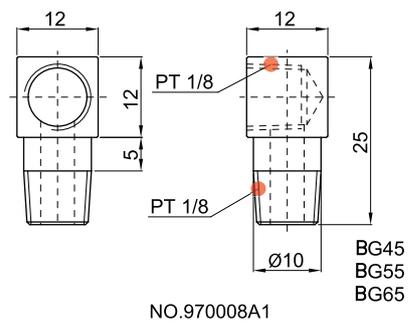
LF-78



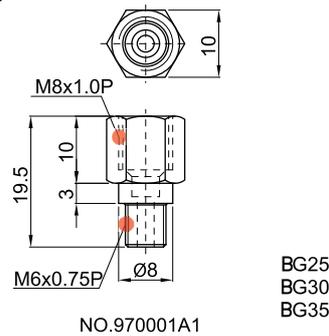
LF-86



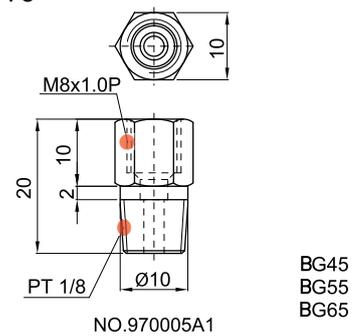
LF-88



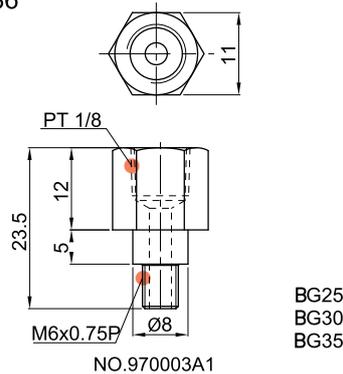
SF-76



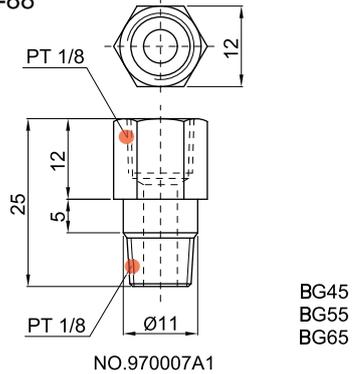
SF-78



SF-86



SF-88



- Taxa de alimentação de óleo

Tabela 2-9-16: Taxa de Alimentação de Óleo

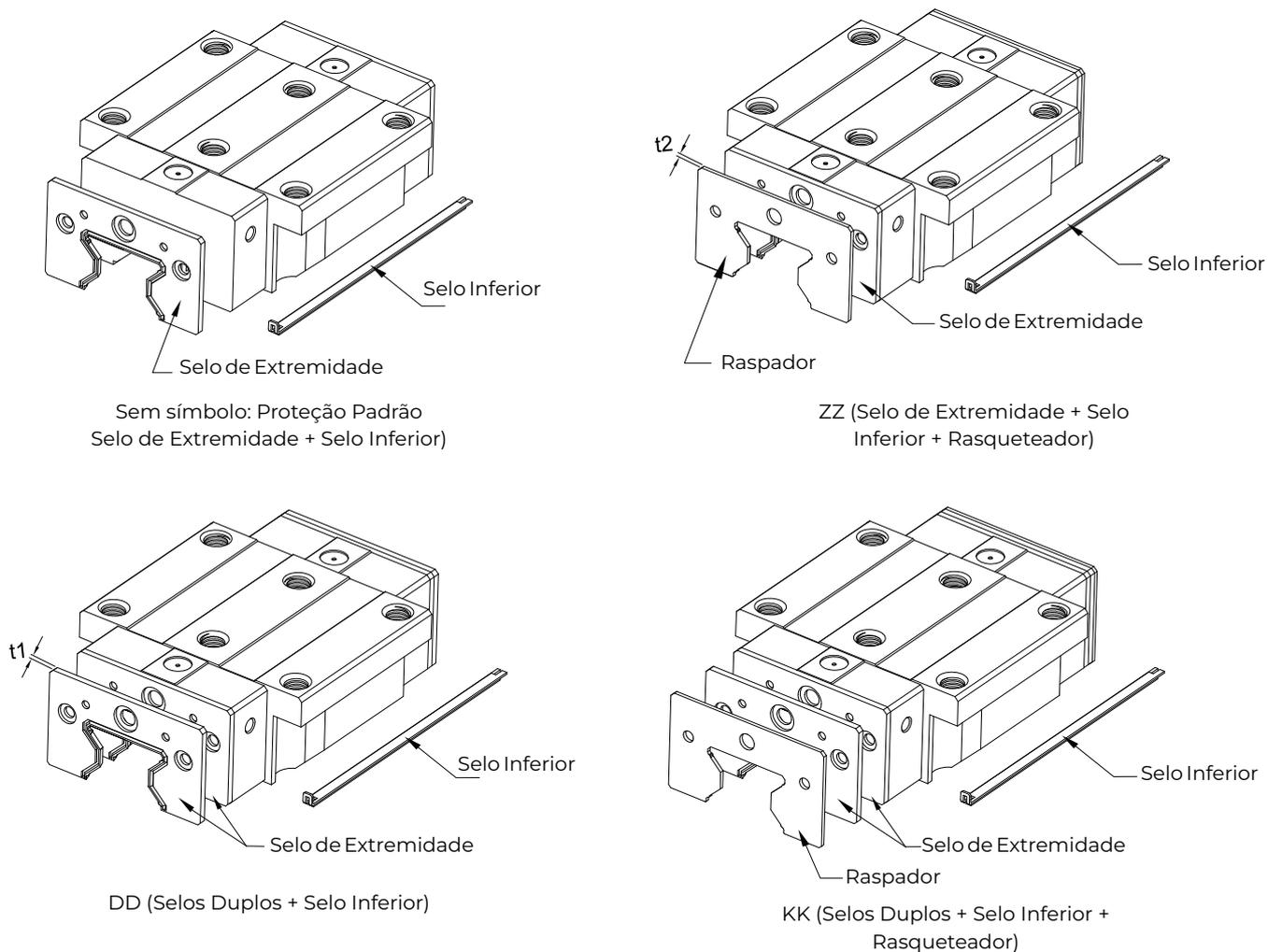
Tamanho	Taxa de Alimentação (cm ³ /hr)
BG15	0.14
BG20	0.14
BG25	0.167
BG30	0.2
BG35	0.23
BG45	0.3
BG55	0.367
BG65	0.433

2-4-8 Acessórios à Prova de Poeira

1) Códigos dos acessórios

Se os seguintes acessórios forem necessários, por favor adicione o código seguido pelo número do modelo.

Tabela 2-9-17



2) Selo de extremidade e selo inferior

Para evitar a redução da vida útil causada pela entrada de cavacos de ferro ou poeira no bloco.

3) Selos duplos

Aumenta o efeito de limpeza, permitindo que corpos estranhos sejam completamente removidos.

Tabela 2-9-18: Dimensões do selo de extremidade

Tamanho	Espessura (t1) (mm)	Tamanho	Espessura (t1) (mm)
BG15 ES	2.2	BG35 ES	2.5
BG20 ES	2.2	BG45 ES	3.6
BG25 ES	2.2	BG55 ES	3.6
BG30 ES	2.4	BG65 ES	4.4

4) Raspador

O raspador remove cavacos de ferro de alta temperatura e objetos estrangeiros maiores.

Tabela 2-9-19: Dimensões do raspador

Tamanho	Espessura (t2) (mm)	Tamanho	Espessura (t2) (mm)
BG15 SC	1.0	BG35 SC	1.5
BG20 SC	1.0	BG45 SC	1.5
BG25 SC	1.0	BG55 SC	1.5
BG30 SC	1.5	BG65 SC	1.5

5) Tampas de parafuso para furos de montagem do trilho

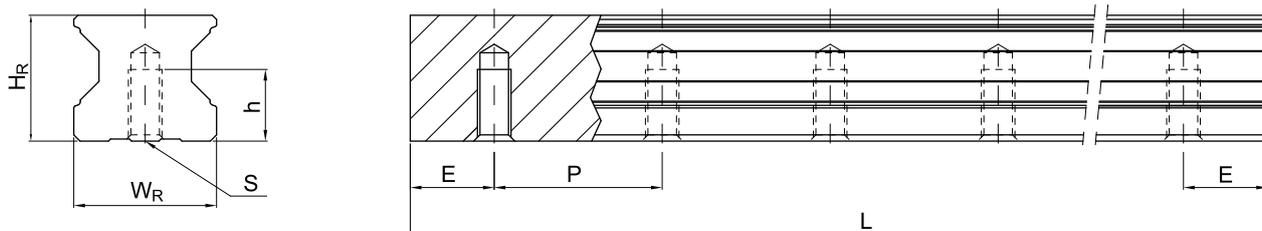
As tampas são usadas para cobrir os furos de montagem para evitar que cavacos ou outros objetos estranhos se acumulem nos furos. As tampas serão incluídas em cada pacote de trilho.



Tabela 2-9-20: Dimensões das Tampas de Parafuso para Furos de Montagem do Trilho

Tamanho do trilho	Tamanho do parafuso	Diâmetro (D) (mm)	Espessura (H) (mm)	Tamanho do trilho	Tamanho do parafuso	Diâmetro (D) (mm)	Espessura (H) (mm)
BGR15	M4	7.65	1.1	BGR35	M8	14.3	3.3
BGR20	M5	9.65	2.2	BGR45	M12	20.3	4.6
BGR25	M6	11.15	2.5	BGR55	M14	23.5	5.5
BGR30	M8	14.2	3.3	BGR65	M16	26.6	5.5

4) Dimensões para RGR-T (Montagem do Trilho a partir da Parte Inferior)

**Tabela 2-9-21**

Número do Modelo	Dimensões do Trilho (mm)						Peso
	WR	HR	S	h	P	E	(kg/m)
BGR15T	15	16.5	M5×0.8P	8	30	20	1.86
BGR20T	20	21	M6×1P	10	30	20	2.76
BGR25T	23	23.6	M6×1P	12	30	20	3.36
BGR30T	28	28	M8×1.25P	15	40	20	4.82
BGR35T	34	30.2	M8×1.25P	17	40	20	6.48
BGR45T	45	38	M12×1.75P	24	52.5	22.5	10.83
BGR55T	53	44	M14×2P	24	60	30	15.15
BGR65T	63	53	M20×2.5P	30	75	35	21.24

2-4-9 Atrito

O valor máximo de resistência por selo de extremidade está conforme mostrado na tabela.

Tabela 2-9-22: Dimensões das Tampas de Parafuso para Furos de Montagem do Trilho

Tamanho	Resistência N (kgf)	Tamanho	Resistência N (kgf)
BG15	1.96 (0.2)	BG35	3.53 (0.36)
BG20	2.45 (0.25)	BG45	4.21 (0.43)
BG25	2.74 (0.28)	BG55	5.09 (0.52)
BG30	3.31 (0.31)	BG65	6.66 (0.68)

2-4-10 A Tolerância de Precisão da Superfície de Montagem

1) A tolerância de precisão da superfície de montagem do trilho

Desde que os requisitos de precisão das superfícies de montagem mostrados nas tabelas a seguir sejam atendidos, a alta precisão, alta rigidez e longa vida útil da série de guias lineares BG serão mantidas sem dificuldades.

- A tolerância de paralelismo da superfície de referência (P)

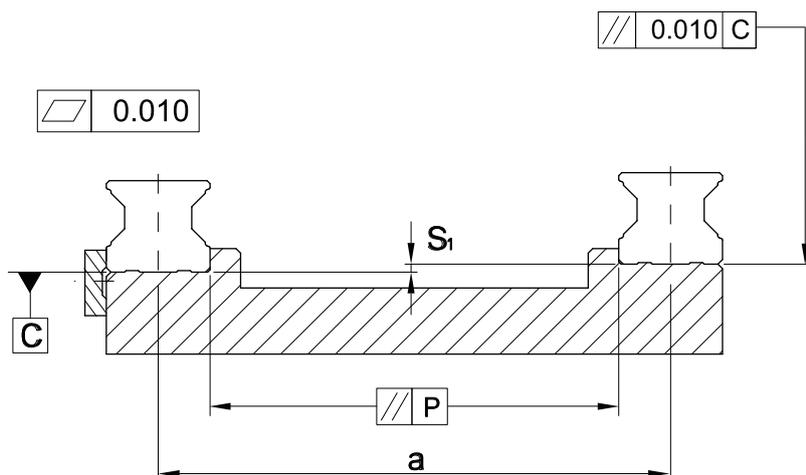


Tabela 2-9-23: Tolerância máxima de paralelismo (P)

Tamanho	Classes de pré-carga		
	Pré-carga leve (Z0)	Pré-carga média (ZA)	Pré-carga pesada (ZB)
BG15	5	3	3
BG20	8	6	4
BG25	9	7	5
BG30	11	8	6
BG35	14	10	7
BG45	17	13	9
BG55	21	14	11
BG65	27	18	14

- A tolerância de precisão da altura da superfície de referência (S1)

$$S1 = a \times K$$

S1: Tolerância máxima da altura

a: Distância entre trilhos pareados

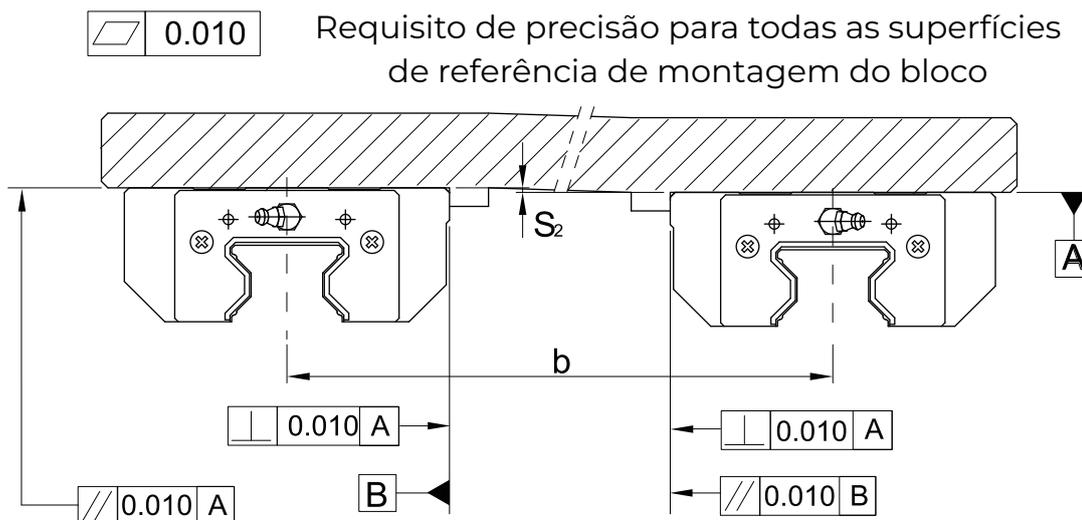
K: Coeficiente de tolerância da altura

Tabela 2-9-24: Coeficiente de tolerância de altura

Tamanho	Classes de pré-carga		
	Pré-carga leve (Z0)	Pré-carga média (ZA)	Pré-carga pesada (ZB)
K	2.2×10^{-4}	1.7×10^{-4}	1.2×10^{-4}

2) A tolerância de precisão da superfície de montagem do bloco

A tolerância da altura da superfície de referência quando duas ou mais peças são utilizadas em paralelo (S^2).

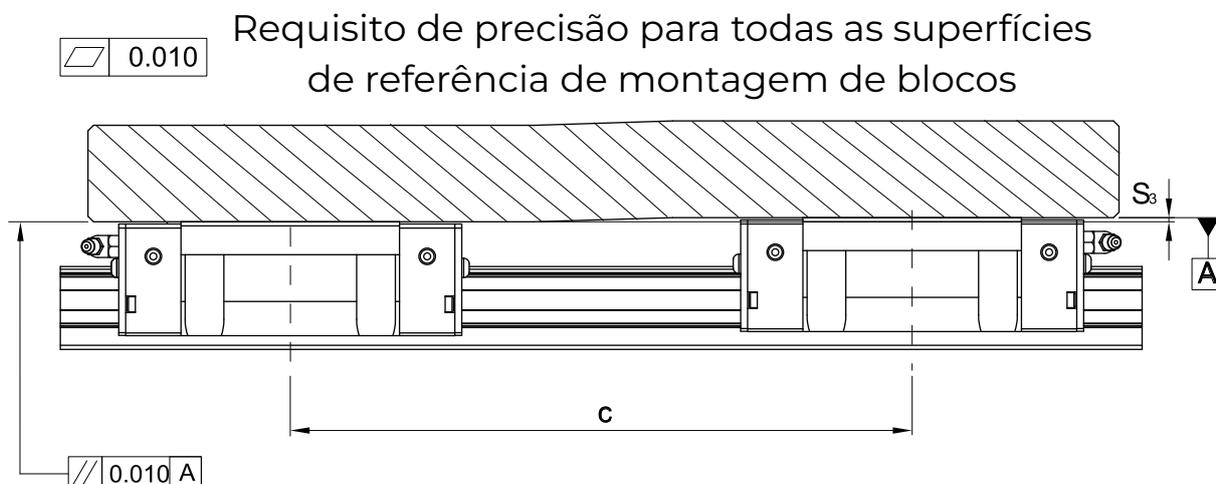


$$S_2 = b \times 4.2 \times 10^{-5}$$

S_2 : Tolerância máxima da altura

b : Distância entre blocos pareados

- A tolerância da altura da superfície de referência quando dois ou mais peças são usadas em paralelo (S^3)



$$S_3 = c \times 4.2 \times 10^{-5}$$

S_3 : Tolerância máxima da altura | c : Distância entre blocos pareados

2-4-11 Precauções para Instalação

1) Alturas dos ombros e raios de filete

Alturas inadequadas de ombros e raios de filete nas superfícies de montagem podem causar desvios na precisão e interferência com a parte chanfrada do trilho ou bloco. Seguindo as alturas recomendadas de ombros e raios de filete, problemas de precisão na instalação podem ser eliminados.

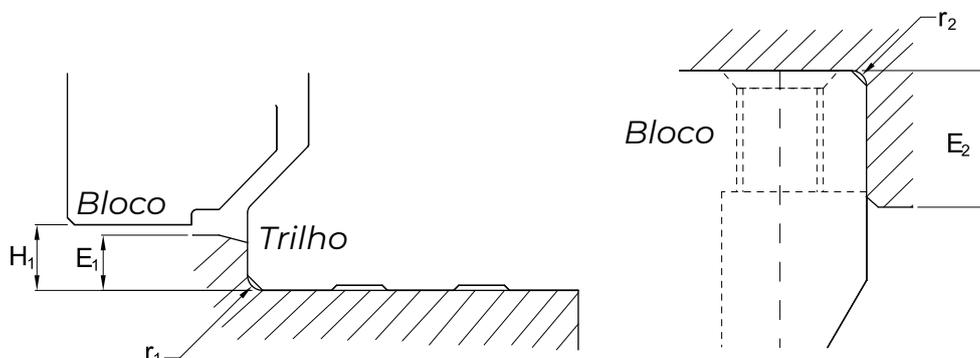


Tabela 2-9-25

Tamanho	Raio máximo dos filetes r_1 (mm)	Raio máximo dos filetes r_2 (mm)	Raio máximo dos filetes E_1 (mm)	Altura do ombro do trilho E_2 (mm)	Folga sob o bloco H_1 (mm)
BG15	0.5	0.5	3	4	4
BG20	0.5	0.5	3.5	5	5
BG25	1.0	1.0	5	5	5.5
BG30	1.0	1.0	5	5	6
BG35	1.0	1.0	6	6	6.5
BG45	1.0	1.0	7	8	8
BG55	1.5	1.5	9	10	10
BG65	1.5	1.5	10	10	12

2) Torque de aperto dos parafusos de montagem

O aperto inadequado dos parafusos de montagem influenciará seriamente a precisão de uma guia linear. O torque de aperto recomendado para diferentes tamanhos de parafuso é o seguinte:

Tabela 2-9-26

Tamanho	Tamanho do parafuso	Torque N-cm(kgf-cm)		
		Ferro	Fundição	Alumínio
BG15	M4×0.7P×16L	392 (40)	274 (28)	206 (21)
BG20	M5×0.8P×20L	883 (90)	588 (60)	441 (45)
BG25	M6×1P×20L	1373 (140)	921 (94)	686 (70)
BG30	M8×1.25P×25L	3041 (310)	2010 (205)	1470 (150)
BG35	M8×1.25P×25L	3041 (310)	2010 (205)	1470 (150)
BG45	M12×1.75P×35L	11772 (1200)	7840 (800)	5880 (600)
BG55	M14×2P×45L	15696 (1600)	10500 (1100)	7840 (800)
BG65	M16×2P×50L	19620 (2000)	13100 (1350)	9800 (1000)

2-4-12 Comprimentos Padrão e Máximo do Trilho

A WGB oferece vários comprimentos padrão de trilho. Os comprimentos padrão de trilho possuem posicionamentos de furos de montagem de extremidade definidos para valores predeterminados (E). Para comprimentos de trilho não padrão, certifique-se de especificar que o valor de E não seja maior que 1/2 da dimensão do passo (P). Um valor de E maior que isso resultará em extremidades de trilho instáveis.

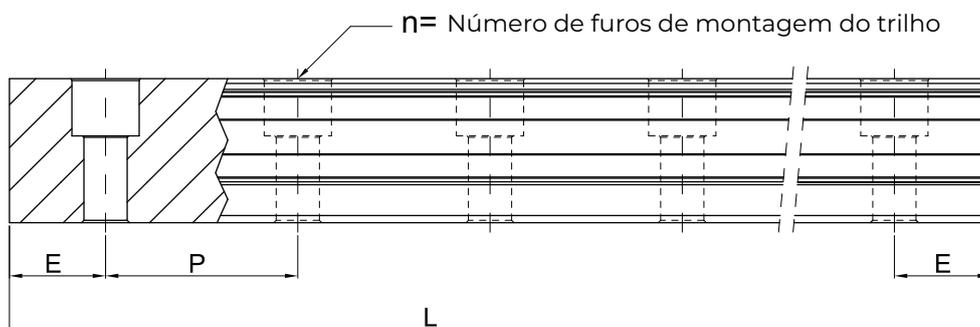


Tabela 2-9-27

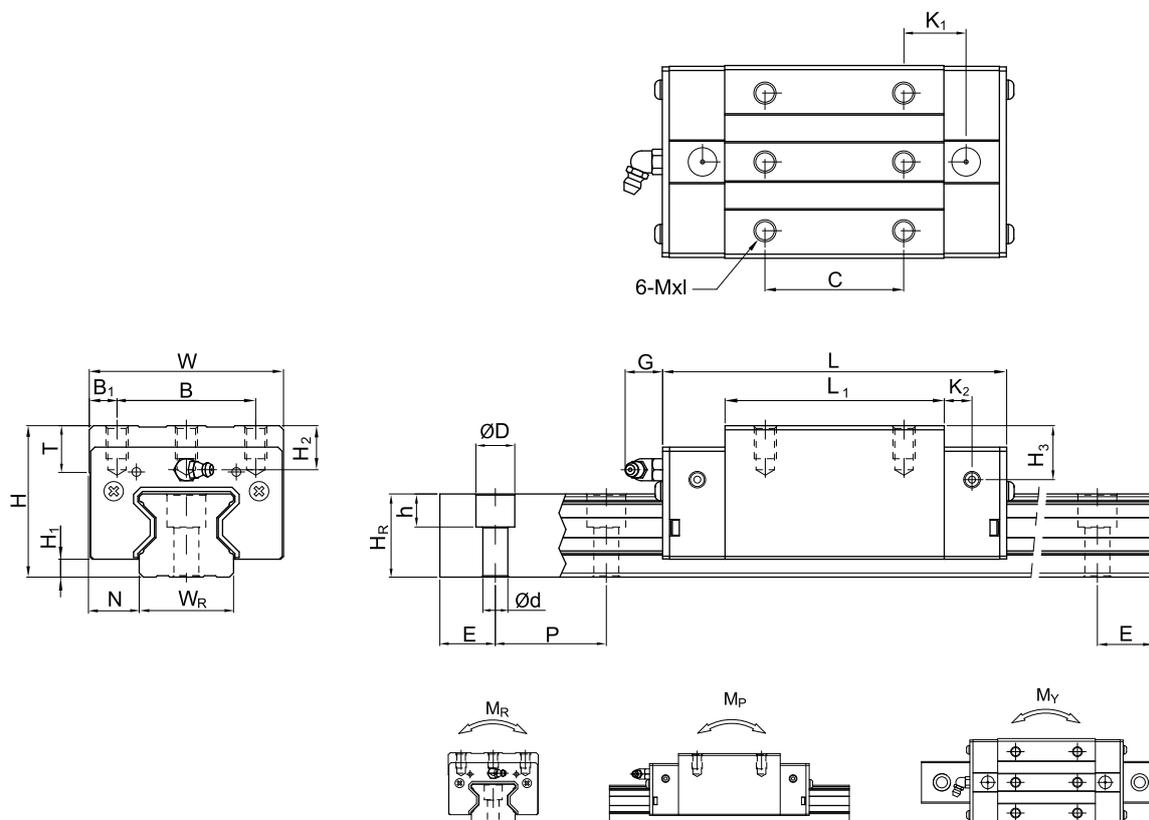
Item	BGR15	BGR20	BGR25	BGR30	BGR35	BGR45	BGR55	BGR65
Comp. padrão L(n)	160 (5)	220 (7)	220 (7)	280 (7)	280 (7)	570 (11)	780 (13)	1,270 (17)
	220 (7)	280 (9)	280 (9)	440 (11)	440 (11)	885 (17)	1020 (17)	1,570 (21)
	340 (11)	340 (11)	340 (11)	600 (15)	600 (15)	1,200 (23)	1,260 (21)	2,020 (27)
	460 (15)	460 (15)	460 (15)	760 (19)	760 (19)	1,620 (31)	1,500 (25)	2,620 (35)
	580 (19)	640 (21)	640 (21)	1,000 (25)	1,000 (25)	2,040 (39)	1,980 (33)	-
	700 (23)	820 (27)	820 (27)	1,640 (41)	1,640 (41)	2,460 (47)	2,580 (43)	-
	940 (31)	1000 (33)	1,000 (33)	2,040 (51)	2,040 (51)	2,985 (57)	2,940 (49)	-
	1120 (37)	1180 (39)	1,240 (41)	2,520 (63)	2,520 (63)	3,090 (59)	3,060 (51)	-
	1360 (45)	1360 (45)	1,600 (53)	3,000 (75)	3,000 (75)	-	-	-
Passo (P)	30	30	30	40	40	52.5	60	75
Distância até a extremidade (Es)	20	20	20	20	20	22.5	30	35
Comprimento padrão máximo	4,000 (133)	4,000 (133)	4,000 (133)	4,000 (100)	4,000 (100)	3,982.5 (76)	3,960 (66)	3,970 (53)
Comprimento máximo	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000

Nota:

- A tolerância do valor E para trilhos padrão é de +0,5 mm a -0,5 mm. A tolerância do valor E para trilhos juntados é de 0 mm a -0,3 mm.
- O comprimento máximo padrão refere-se ao comprimento máximo do trilho com valor E padrão em ambos os lados.
- Se for necessário um valor E diferente, entre em contato com a WGB.

2-4-13 Dimensões para série BG

1) BGH-CA/BGH-HA

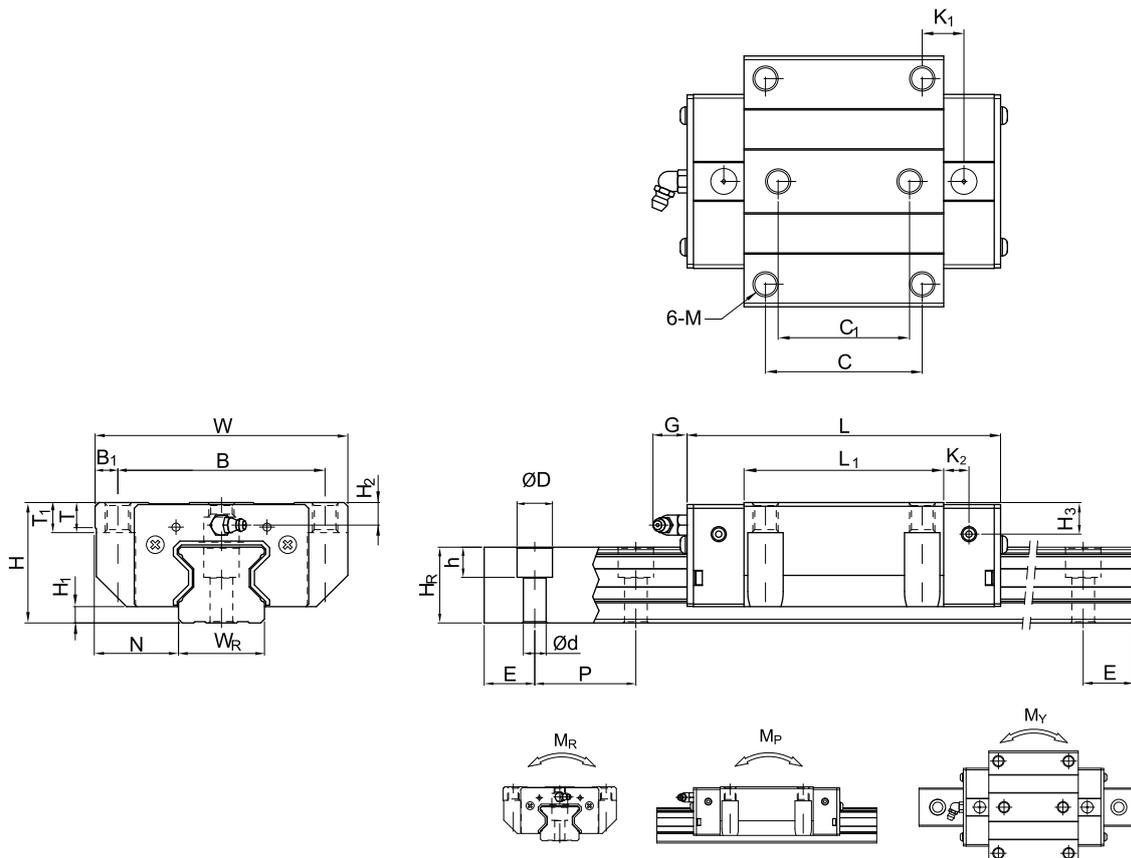


Número do modelo	Dimensões da montagem (mm)		Dimensões do bloco (mm)													Dimensões do trilho (mm)					Parafuso de montagem para trilho (mm)	Classificação de Carga Dinâmica Básica C(kN)	Classificação de Carga Estática Básica C ₀ (kN)	Momento Estático Classificado			Peso				
	H	H ₁	N	W	B	B ₁	C	L ₁	L	K ₁	K ₂	G	Mxl	T	H ₂	H ₃	W _R	H _R	D	h				d	P	E	M _R (kN-m)	M _P (kN-m)	M _Y (kN-m)	Bloco (kg)	Trilho (kg/m)
BGH15CA	28	4	9.5	34	26	4	26	45	68	13.4	4.7	5.3	M4 x 8	6	7.6	10.1	15	16.5	7.5	5.7	4.5	30	20	M4 x16	11.3	24	0.311	0.173	0.173	0.20	1.8
BGH20CA	34	5	12	44	32	6	36	57.5	86	15.8	6	5.3	M5 x 8	8	8.3	8.3	20	21	9.5	8.5	6	30	20	M5 x20	21.3	46.7	0.647	0.46	0.46	0.40	2.76
BGH20HA																									26.9	63	0.872	0.837	0.837	0.53	
BGH25CA	40	5.5	12.5	48	35	6.5	35	64.5	97.9	20.75	7.25	12	M6 x 8	9.5	10.2	10	23	23.6	11	9	7	30	20	M6 x20	27.7	57.1	0.758	0.605	0.605	0.61	3.08
BGH25HA																									33.9	73.4	0.975	0.991	0.991	0.75	
BGH30CA	45	6	16	60	40	10	40	71	109.8	23.5	8	12	M8 x10	9.5	9.5	10.3	28	28	14	12	9	40	20	M8 x25	39.1	82.1	1.445	1.06	1.06	0.90	4.41
BGH30HA																									48.1	105	1.846	1.712	1.712	1.16	
BGH35CA	55	6.5	18	70	50	10	50	79	124	22.5	10	12	M8 x12	12	16	19.6	34	30.2	14	12	9	40	20	M8 x25	57.9	105.2	2.17	1.44	1.44	1.57	6.06
BGH35HA																									73.1	142	2.93	2.6	2.6	2.06	
BGH45CA	70	8	20.5	86	60	13	60	106	153.2	31	10	12.9	M10x17	16	20	24	45	38	20	17	14	52.5	22.5	M12 x35	92.6	178.8	4.52	3.05	3.05	3.18	9.97
BGH45HA																									116	230.9	6.33	5.47	5.47	4.13	
BGH55CA	80	10	23.5	100	75	12.5	75	125.5	183.7	37.75	12.5	12.9	M12x18	17.5	22	27.5	53	44	23	20	16	60	30	M14 x45	130.5	252	8.01	5.4	5.4	4.89	13.98
BGH55HA																									167.8	348	11.15	10.25	10.25	6.68	
BGH65CA	90	12	31.5	126	76	25	70	160	232	60.8	15.8	12.9	M16 x20	25	15	15	63	53	26	22	18	75	35	M16x50	213	411.6	16.20	11.59	11.59	8.89	20.22
BGH65HA																									275.3	572.7	22.55	22.17	22.17	12.13	

Nota:

- $kgf = 9,81$
- NA carga dinâmica teórica classificada é C100R. Se necessário, a fórmula de conversão para C50R é a seguinte: $C50R = 1,23 \times C100$

2) BGW-CC/BGW-HC

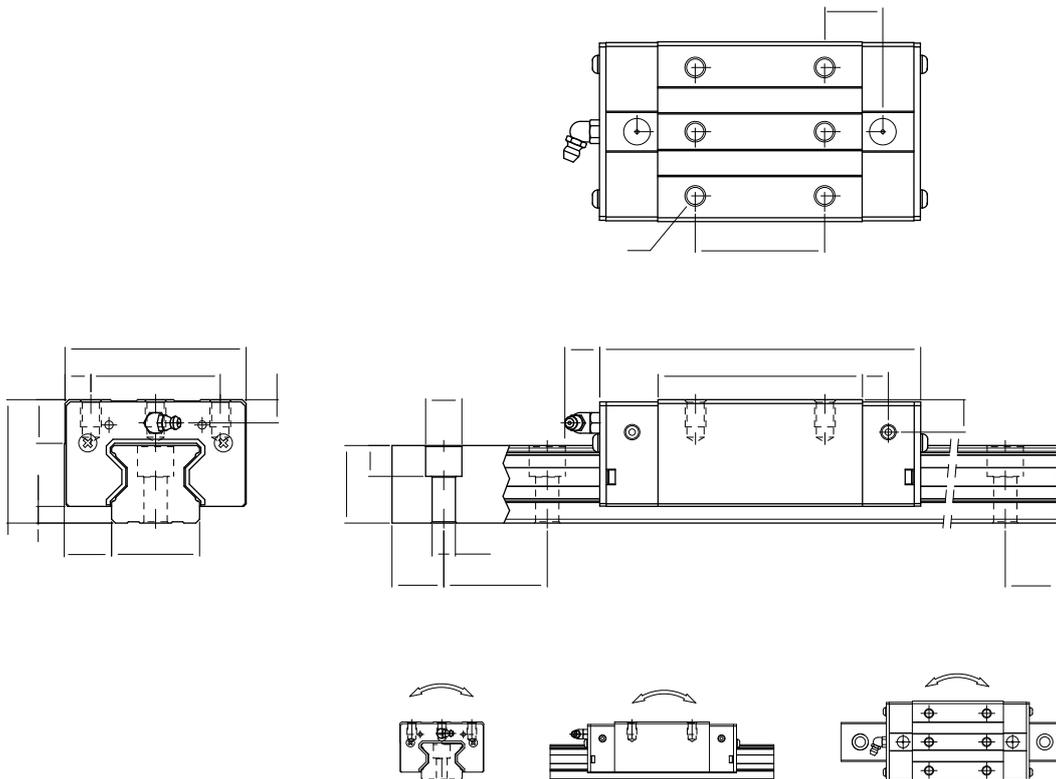


Número do modelo	Dimensões da montagem (mm)		Dimensões do bloco (mm)																Dimensões do trilho (mm)										Parafuso de montagem para trilho (mm)	Classificação de Carga Dinâmica Básica C(kN)	Classificação de Carga Estática Básica C ₀ (kN)	Momento Estático Classificado			Peso	
	H	H ₁	N	W	B	B ₁	C	C ₁	L ₁	L	K ₁	K ₂	G	M	T	T ₁	H ₂	H ₃	W _R	H _R	D	h	d	P	E	M _R (kN-m)	M _P (kN-m)	M _Y (kN-m)				Bloco (kg)	Trilho (kg/m)			
BGW15CC	24	4	16	47	38	4.5	30	26	45	68	11.4	4.7	5.3	M5	6	6.95	3.6	6.1	15	16.5	7.5	5.7	4.5	30	20	M4x16	11.3	24	0.311	0.173	0.173	0.22	1.8			
BGW20CC	30	5	21.5	63	53	5	40	35	57.5	86	13.8	6	5.3	M6	8	10	4.3	4.3	20	21	9.5	8.5	6	30	20	M5x20	21.3	46.7	0.647	0.46	0.46	0.47	2.76			
BGW20HC									77.5	106	23.8																									
BGW25CC	36	5.5	23.5	70	57	6.5	45	40	64.5	97.9	15.75	7.25	12	M8	9.5	10	6.2	6	23	23.6	11	9	7	30	20	M6x20	27.7	57.1	0.758	0.605	0.605	0.72	3.08			
BGW25HC									81	114.4	24																									
BGW30CC	42	6	31	90	72	9	52	44	71	109.8	17.5	8	12	M10	9.5	10	6.5	7.3	28	28	14	12	9	40	20	M8x25	39.1	82.1	1.445	1.06	1.06	1.16	4.41			
BGW30HC									93	131.8	28.5																									
BGW35CC	48	6.5	33	100	82	9	62	52	79	124	16.5	10	12	M10	12	13	9	12.6	34	30.2	14	12	9	40	20	M8x25	57.9	105.2	2.17	1.44	1.44	1.75	6.06			
BGW35HC									106.5	151.5	30.25																									
BGW45CC	60	8	37.5	120	100	10	80	60	106	153.2	21	10	12.9	M12	14	15	10	14	45	38	20	17	14	52.5	22.5	M12x35	92.6	178.8	4.52	3.05	3.05	3.43	9.97			
BGW45HC									139.8	187	37.9																									
BGW55CC	70	10	43.5	140	116	12	95	70	125.5	183.7	27.75	12.5	12.9	M14	16	17	12	17.5	53	44	23	20	16	60	30	M14x45	130.5	252	8.01	5.4	5.4	5.43	13.98			
BGW55HC									173.8	232	51.9																									
BGW65CC	90	12	53.5	170	142	14	110	82	160	232	40.8	15.8	12.9	M16	22	23	15	15	63	53	26	22	18	75	35	M16x50	213	411.6	16.20	11.59	11.59	11.63	20.22			
BGW65HC									223	295	72.3																									

Nota:

- $kgf = 9,81$
- NA carga dinâmica teórica classificada é C100R. Se necessário, a fórmula de conversão para C50R é a seguinte: $C50R = 1,23 \times C100R$

3) BGL-CA/BGL-HA



Número do modelo	Dimensões da montagem (mm)			Dimensões do bloco (mm)													Dimensões do trilho (mm)							Parafuso de montagem para trilho (mm)	Classificação de Carga Dinâmica Básica C(kN)	Classificação de Carga Estática Básica C ₀ (kN)	Momento Estático Classificado			Peso	
	H	H ₁	N	W	B	B ₁	C	L ₁	L	K ₁	K ₂	G	MxI	T	H ₂	H ₃	W _R	H _R	D	h	d	P	E				M _R	M _P	M _Y	Bloco	Trilho
	kgf	kgf	kgf	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm				kgf	kgf	kgf	kg	kg/m
BGL15CA	24	4	9.5	34	26	4	26	45	68	13.4	4.7	5.3	M4X5.5	6	3.6	6.1	15	16.5	7.5	5.7	4.5	30	20	M4x16	11.3	24	0.311	0.173	0.173	0.15	1.8
BGL20CA	30	5	12	44	32	6	36	57.5	86	15.8	6	5.3	M5X6	8	4.3	4.3	20	21	9.5	8.5	6	30	20	M5x20	21.3	46.7	0.647	0.46	0.46	0.32	2.76
BGL20HA							50	77.5	106	18.8															26.9	63	0.872	0.837	0.837	0.42	
BGL25CA	36	5.5	12.5	48	35	6.5	35	64.5	97.9	20.75	7.25	12	M6x8	9.5	6.2	6	23	23.6	11	9	7	30	20	M6x20	27.7	57.1	0.758	0.605	0.605	0.51	3.08
BGL25HA							50	81	114.4	21.5															33.9	73.4	0.975	0.991	0.991	0.63	
BGL30CA	42	6	16	60	40	10	40	71	109.8	23.5	8	12	M8x10	9.5	6.5	7.3	28	28	14	12	9	40	20	M8x25	39.1	82.1	1.445	1.06	1.06	0.80	4.41
BGL30HA							60	93	131.8	24.5															48.1	105	1.846	1.712	1.712	1.03	
BGL35CA	48	6.5	18	70	50	10	50	79	124	22.5	10	12	M8x12	12	9	12.6	34	30.2	14	12	9	40	20	M8x25	57.9	105.2	2.17	1.44	1.44	1.27	6.06
BGL35HA							72	106.5	151.5	25.25															73.1	142	2.93	2.6	2.6	1.65	
BGL45CA	60	8	20.5	86	60	13	60	106	153.2	31	10	12.9	M10x17	16	10	14	45	38	20	17	14	52.5	22.5	M12x35	92.6	178.8	4.52	3.05	3.05	2.47	9.97
BGL45HA							80	139.8	187	37.9															116	230.9	6.33	5.47	5.47	3.20	
BGL55CA	70	10	23.5	100	75	12.5	75	125.5	183.7	37.75	12.5	12.9	M12x18	17.5	12	17.5	53	44	23	20	16	60	30	M14x45	130.5	252	8.01	5.4	5.4	3.91	13.98
BGL55HA							95	173.8	232	51.9															167.8	348	11.15	10.25	10.25	5.32	

Nota:

- 1 kgf = 9.81
- Na carga dinâmica teórica classificada é C100R. Se necessário, a fórmula de conversão para C50R é a seguinte: C50R = 1.23 x C100R



WWW.WGBAUTOMACAO.COM.BR

Matriz

SP-079, 6226 - Jardim Independência -
Salto / SP
(11) 4027-0630
(11) 93236-0198
vendas@wgbautomacao.com.br

Filial

Florentina Pereira Jasper, Nº 624 -Porto
Grande - Araquari / SC
47) 3511-7882
(11) 93236-0198
vendas@wgbautomacao.com.br



WGB
Automação Industrial



Fuso de Esferas

WWW.WGBAUTOMACAO.COM.BR

1-1 Características do Fuso de Esferas

1) Alta Confiabilidade

A WGB aplica rigorosos padrões de controle de qualidade em cada processo de produção. Com a lubrificação adequada e o uso correto, é possível uma operação sem problemas por um período prolongado.

2) Funcionamento Suave

A alta eficiência do parafuso de esferas é amplamente superior à dos parafusos convencionais, como mostrado na Fig. 1.1.1. É necessário menos de 30% de torque para converter o movimento linear em movimento rotativo.

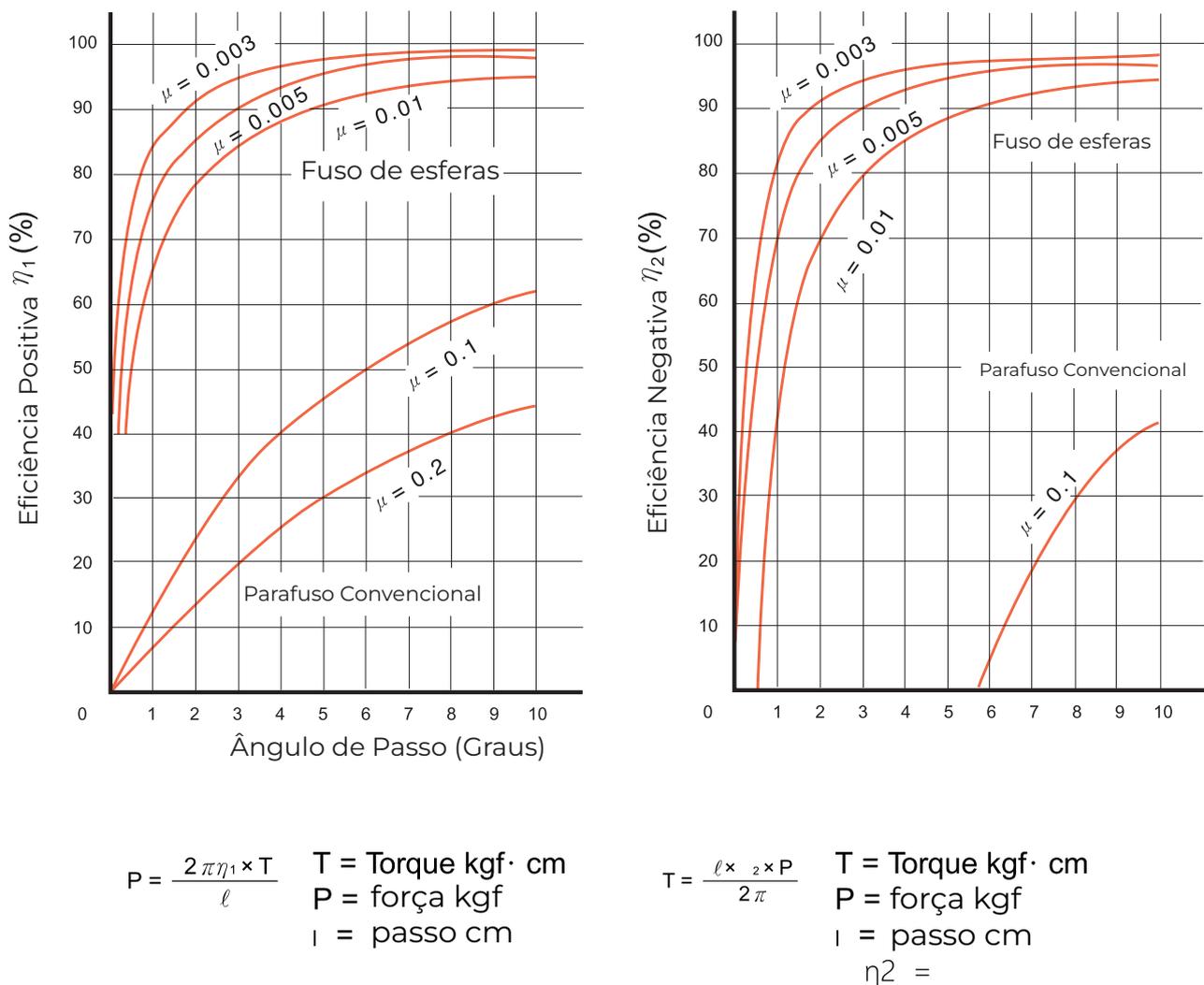


Fig. 1.1.1 A eficiência mecânica dos fusos de esfera

1-1 Características do Fuso de Esferas

3) Alta Rigidez e Pré-Carga

Como mostrado na Figura 1.1.2 abaixo, o fuso de esfera é projetado com um sulco em arco gótico, o que facilita a rotação do fuso mesmo com um jogo axial mínimo. Para tornar a rigidez mais adequada às condições de uso, é possível ajustar a pré-carga entre uma ou duas castanhas do parafuso para reduzir o jogo axial.

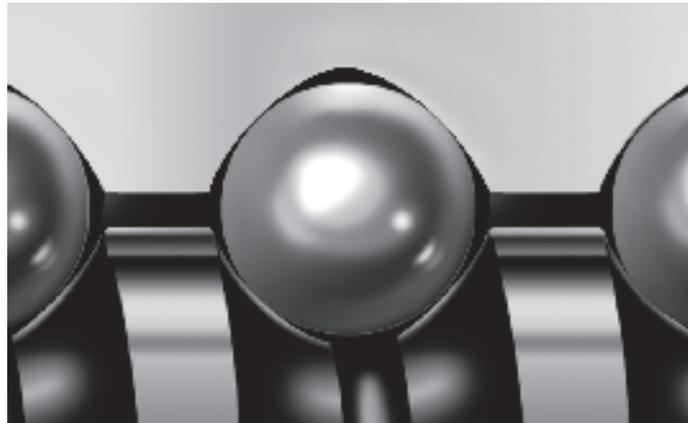


Figura 1.1.2 Forma do Sulco do Fuso de Esfera de Precisão

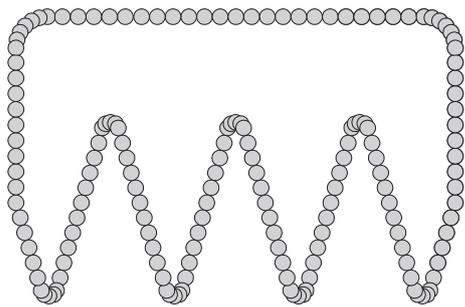


Figura 1.1.3 Castanha com Recirculador de Esferas Externo

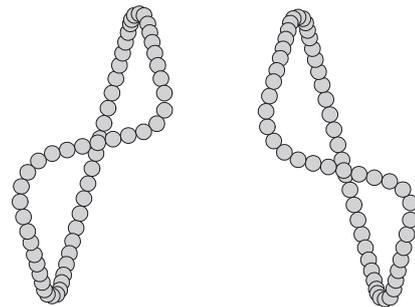


Figura 1.1.4 Castanha com Recirculador de Esferas Interno

5) Alta Durabilidade

A WGB seleciona rigorosamente os materiais, utiliza técnicas intensivas de tratamento térmico e processamento, e conta com anos de experiência, resultando nos parafusos de esferas mais duráveis fabricados. (Veja Tabela 1.1.1 e Fig. 1.1.5)

Tabela 1.1.1 Material e Tratamento Térmico

Item	Material	
Fuso	Aço de Alto Carbono e Aço Cromomolibdênio	HRC 58°~62°
Castanha	Aço Cromomolibdênio	HRC 58°~62°
Esferas de aço	Aço Cromomolibdênio	HRC 62°UP

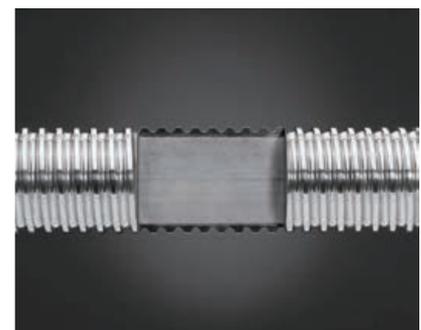
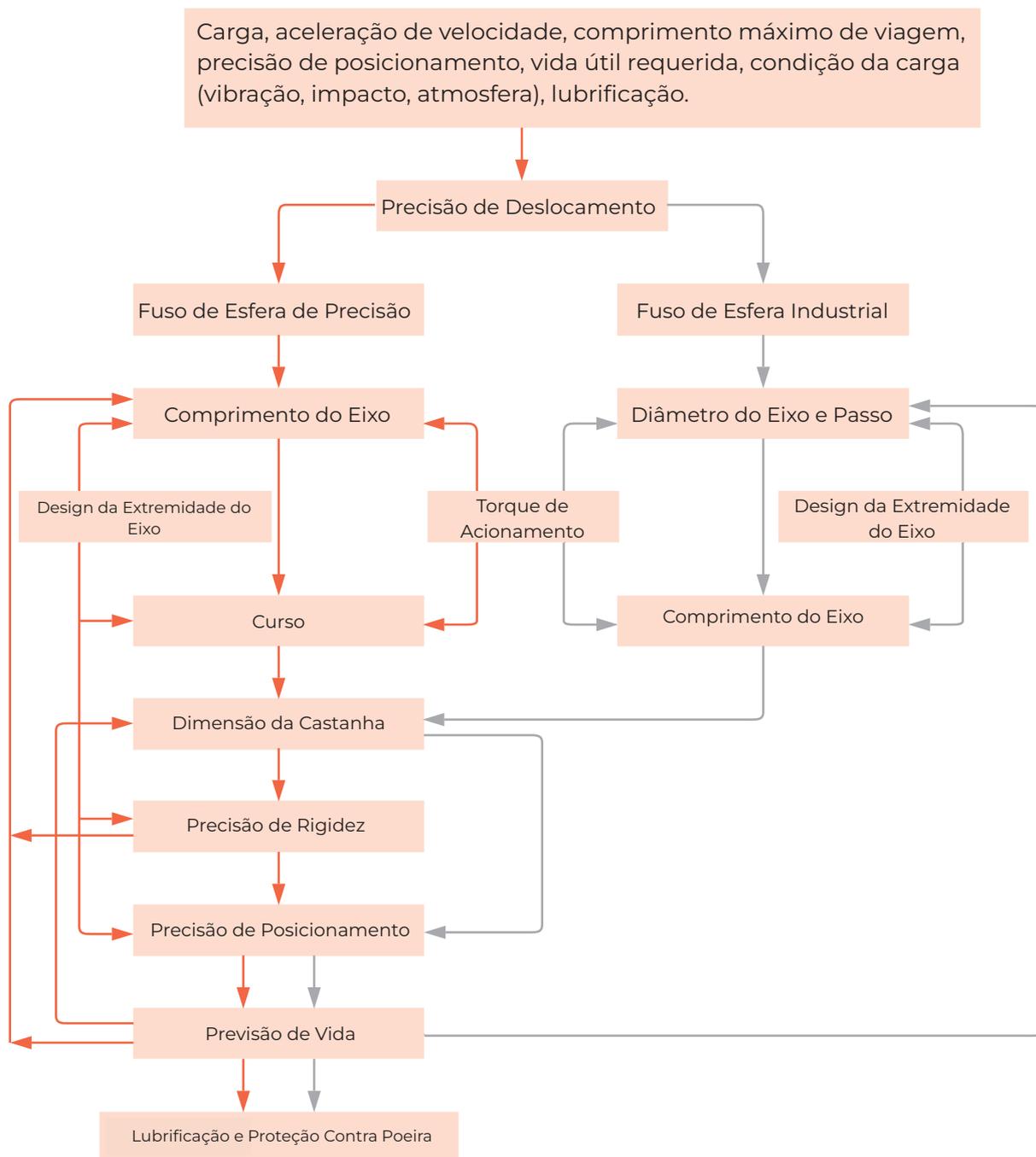


Figura 1.1.5 Tratamento térmico

1-1 Características do Fuso de Esferas



Precisão (B04)
 Projeto do Eixo de Parafuso (B10)
 Torque de Acionamento (B16)
 Design da Castanha (B18)
 Rigidez (B19)
 Precisão de Posicionamento (B22)
 Projeto da Vida Útil (B24)
 Projeto de Lubrificação e Segurança (B30)

1-3 Precisão

1-3-1 Precisão de Passo/Curso

De acordo com o padrão JIS, classificamos nossa precisão de passo através de quatro principais regulamentos: E, e, e₃₀₀ e e_{2π}. Como mostrado nas figuras 1.3.1 a 1.3.3 abaixo, todas as definições e tolerâncias estão especificadas. Para testar as desvios acumulados de curso para os graus C7 e C10, a tolerância será escolhida aleatoriamente em 300 mm de comprimento útil e avaliada para verificar se está qualificada com a tabela e₃₀₀ da 1.3.3.

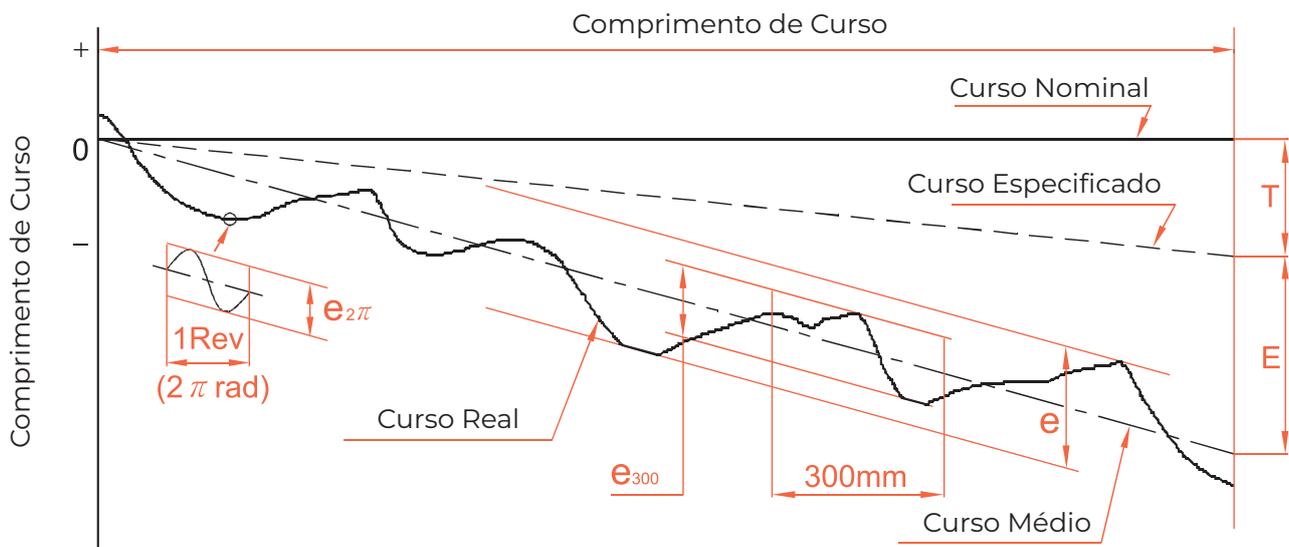


Fig 1.3.1 Diagrama da Precisão de Passo

Termos	Referência	Definição	Admissível
Compensação de Deslocamento	T	A compensação de curso é a diferença entre o curso especificado e o curso nominal no curso útil. Um valor ligeiramente menor em comparação com o curso nominal é frequentemente selecionado pelo cliente para compensar uma possível elongação causada pelo aumento de temperatura ou carga externa. Portanto, "T" geralmente é um valor negativo. <i>Observação: se nenhuma compensação for necessária, o curso especificado é o</i>	
Deslocamento Real		Curso real é o deslocamento axial da castanha em relação ao fuso.	
Deslocamento Médio		O curso médio é a linha de melhor ajuste linear do curso real. Isso pode ser obtido pelo método dos mínimos quadrados. Essa linha representa a tendência do curso real.	
Desvio Médio de Deslocamento	E	A devidação do curso médio é a diferença entre o curso médio e o curso especificado dentro do comprimento do curso.	tabela 1.3.2
Variações de Deslocamento	e e ₃₀₀ e _{2π}	As variações de curso são a abrangência entre duas linhas desenhadas paralelamente ao curso médio. Largura máxima da variação dentro do comprimento do curso. Largura real da variação para um comprimento de 300 mm em qualquer ponto dentro do comprimento do curso. Erro de oscilação: largura real da variação para uma revolução	tabela 1.3.2 tabela 1.3.3

Tabela 1.3.2 Desvio do Curso Médio ($\pm E$) e Variação do Curso (e) (JIS B 1192)

Grade		C0		C1		C2		C3		C5		C7	C10
Over	Incl.	$\pm E$	e	e	e								
	100	3	3	3.5	5	5	7	8	8	18	18	$\pm 50/300\text{mm}$	$\pm 210/300\text{mm}$
100	200	3.5	3	4.5	5	7	7	10	8	20	18		
200	315	4	3.5	6	5	8	7	12	8	23	18		
315	400	5	3.5	7	5	9	7	13	10	25	20		
400	500	6	4	8	5	10	7	15	10	27	20		
500	630	6	4	9	6	11	8	16	12	30	23		
630	800	7	5	10	7	13	9	18	13	35	25		
800	1000	8	6	11	8	15	10	21	15	40	27		
1000	1250	9	6	13	9	18	11	24	16	46	30		
1250	1600	11	7	15	10	21	13	29	18	54	35		
1600	2000			18	11	25	15	35	21	65	40		
2000	2500			22	13	30	18	41	24	77	46		
2500	3150			26	15	36	21	50	29	93	54		
3150	4000			30	18	44	25	60	35	115	65		
4000	5000					52	30	72	41	140	77		
5000	6300					65	36	90	50	170	93		
6300	8000							110	60	210	115		
8000	10000									260	140		
10000	12500									320	170		

Tabela 1.3.2 Variação por 300 mm (300) e Erro de Oscilação ($e_{2\pi}$) (JIS B 1192)

Grade	C0	C1	C2	C3	C5	C7	C10
e_{300}	3.5	5	7	8	18	50	210
$e_{2\pi}$	2.5	4	5	6	8		

1-3-2 Folga Axial

A folga axial do fuso de esferas de precisão WGB é indicada em N.

Tabela 1.3.4: Classificação da Folga Axial

Grade	P0	P1	P2	P3	P4
Axial Play	Yes	No	No	No	No
Preload	No	No	Light	Medium	Heavy

1-3 Precisão

Um excesso de pré-carga aumenta o torque de atrito e gera calor, o que reduzirá a vida útil do sistema. No entanto, uma pré-carga insuficiente reduzirá a rigidez e aumentará a possibilidade de perda de movimento. A WGB recomenda que a pré-carga aplicada em ferramentas CNC não deve exceder 8% da carga dinâmica; 5% para mesas X-Y de automação industrial.

Tabela 1.3.5: A força da mola de referência (P2)

Número do Modelo	Força da Mola (Kg) - Castanha Única	Força da Mola (Kg) - Castanha Dupla
1605	0.1~0.3	0.3~0.6
2005	0.1~0.3	0.3~0.6
2505	0.2~0.5	0.3~0.6
3205	0.2~0.5	0.5~0.8
4005	0.2~0.5	0.5~0.8
2510	0.2~0.5	0.5~0.8
3210	0.3~0.6	0.5~0.8
4010	0.3~0.6	0.5~0.8
5010	0.3~0.6	0.8~1.2
6310	0.6~1.0	0.8~1.2
8010	0.6~1.0	0.8~1.2

1-3 Precisão

Um excesso de pré-carga aumenta o torque de atrito e gera calor, o que reduzirá a vida útil do sistema. No entanto, uma pré-carga insuficiente reduzirá a rigidez e aumentará a possibilidade de perda de movimento. A WGB recomenda que a pré-carga aplicada em ferramentas CNC não deve exceder 8% da carga dinâmica; 5% para mesas X-Y de automação industrial.

Tabela 1.3.5: A força da mola de referência (P2)

Diâmetro Nominal	Folga Axial do Fuso de Esferas Rolado (máx.)	Folga do Fuso de Esferas Usinado na Direção Axial (máx.)
Ø4~Ø14 miniature ball screw	0.05	0.015
Ø15~Ø40 middle size of ball screw	0.08	0.025
Ø50~Ø100 big size of ball screw	0.12	0.05

1-3-3 Definição da Precisão e Tolerância de Montagem em Fuso de Esferas

Os principais itens da precisão de montagem do fuso de esferas são listados abaixo:

- Desvio de periferia da parte de apoio do eixo do parafuso em relação ao sulco do parafuso.
- Concentricidade da parte de montagem do eixo em relação à parte usinada adjacente do eixo do parafuso.
- Perpendicularidade dos ombros em relação à parte usinada adjacente do eixo do parafuso.
- Perpendicularidade da flange da castanha em relação ao eixo do eixo do parafuso.
- Concentricidade do diâmetro da castanha de esferas em relação ao sulco do parafuso.
- Paralelismo da superfície de montagem da castanha de esferas em relação ao sulco do parafuso.
- Desvio total do eixo do parafuso em relação ao eixo do eixo do parafuso.

Todos os fusos de esferas são fabricados, inspecionados e garantidos para estarem dentro das especificações.

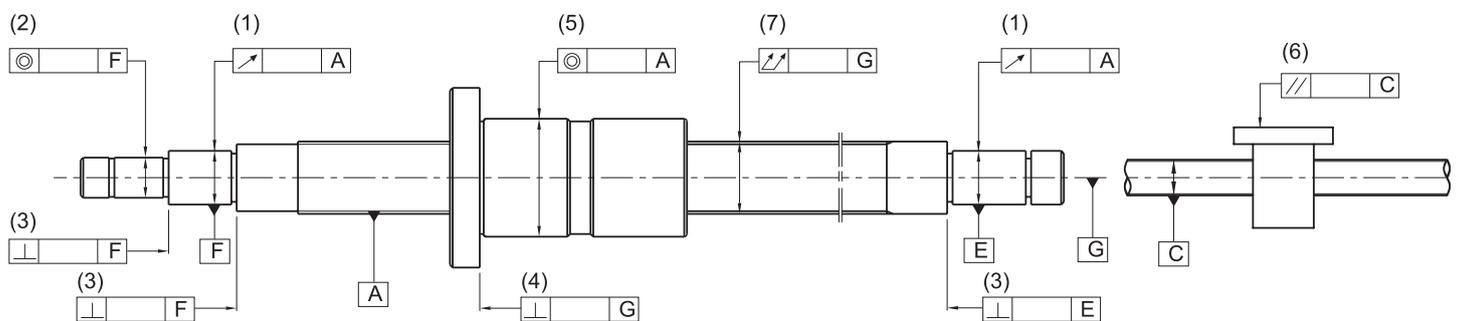


Fig. 1.3.2: Precisão e Tolerância de Montagem

1-3-4 Torque de Pré-Carga

Como mostrado na Figura 1.3.3 abaixo, são especificados todos os tipos de torque de pré-carga gerados pela rotação de um fuso de esferas pré-carregado.

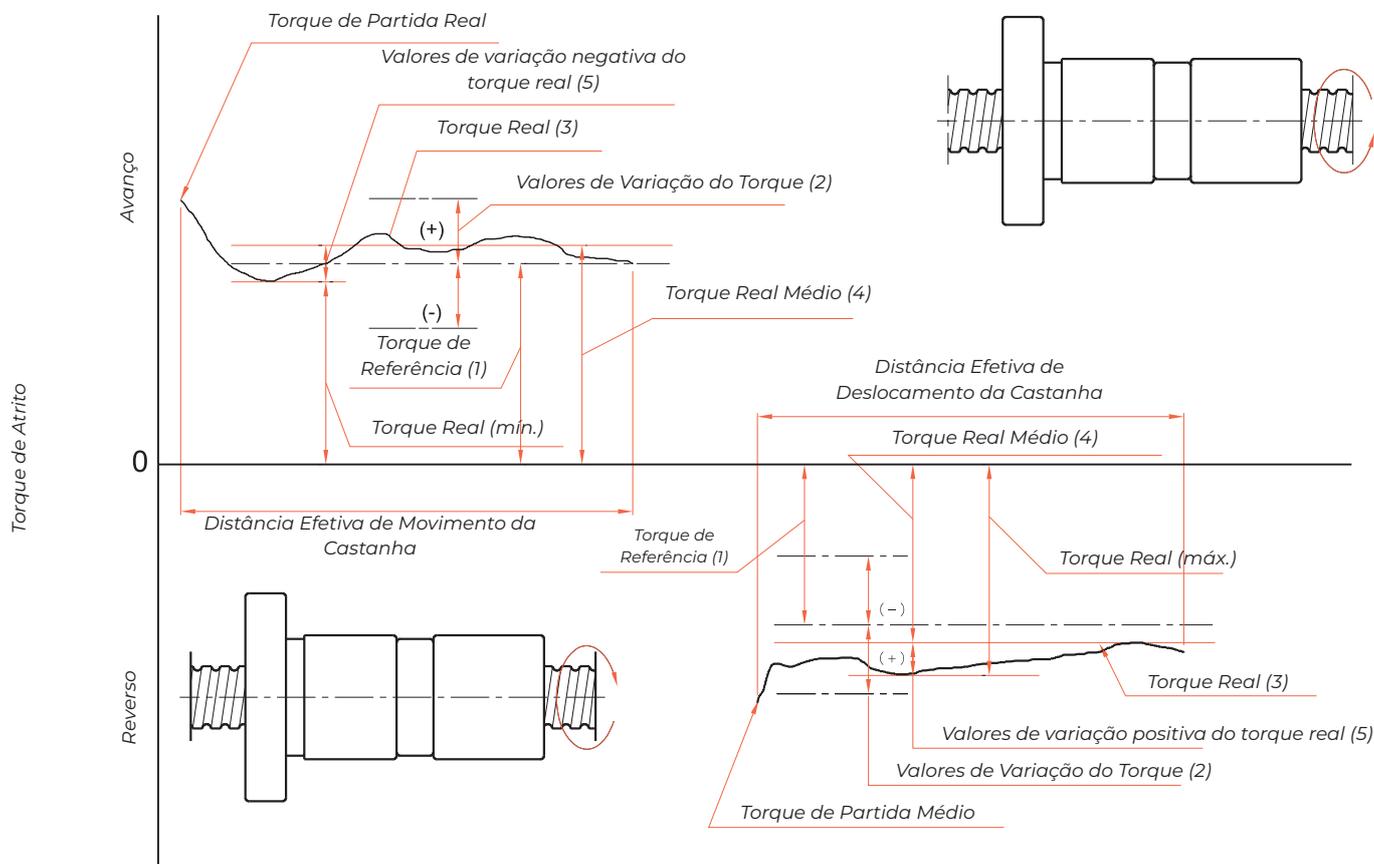


Fig. 1.3.3: Descrições do Torque de Pré-Carga

Glossário

- **Pré-Carga:** Para gerar a força interna dentro do fuso de esferas, diminuindo a folga e aumentando a rigidez, um conjunto de esferas de aço com um diâmetro maior (aproximadamente $2 \mu\text{m}$) é colocado dentro da castanha ou de duas castanhas que realizam deslocamento mútuo na direção axial.
- **Torque Dinâmico de Pré-Carga:** O torque dinâmico necessário para girar continuamente o eixo do parafuso ou as castanhas sob condição de carga não aplicada, com a pré-carga aplicada aos fusos de esferas.
- **Torque de Referência:** O torque dinâmico de pré-carga alvo (ver Fig. 1.3.3-(1)).
- **Valores de Variação do Torque:** Os valores de variação das taxas de variação do torque de pré-carga alvo são especificados geralmente com base em normas JIS, como indicado na Fig. 1.3.3.
- **Taxa de Variação do Torque:** A razão de variação do torque de referência.
- **Torque Real:** O torque dinâmico de pré-carga medido efetivamente nos fusos de esferas.

- **Torque Real Médio:** A média aritmética dos valores máximos e mínimos do torque real medido quando as castanhas realizam movimentos de vaivém.
- **Valores de Variação do Torque Real:** Após a castanha realizar movimentos de vaivém ao longo do comprimento efetivo da rosca, a maior variação testada será o valor de variação do torque real, que é a abrangência entre o valor mínimo positivo e o valor mínimo negativo relativo ao torque real.
- **Taxa de Variação do Torque Real:** A taxa de variação dos valores do torque real em relação ao torque real médio.

Tabela 1.3.7: Faixas Permitidas de Taxas de Variação do Torque

Referência		Comprimento Efetivo da Rosca (mm)									
										4000~10000	
										-	
		Classe				Classe				Classe	
Incl		C1	C5		C1	C5		C2, C3			
2	4	±40%	±55%		±45%	±65%		-			
	6	±30%	±45%		±38%	±50%		-			
	10	±25%	±35%		±30%	±40%		±40%			
	25	±20%	±30%		±25%	±35%		±35%			
	63	±15%	±25%		±20%	±30%		±30%			
	100	-	±20%		-	±25%		±25%			

Observações:

- A slenderness é o valor obtido ao dividir o diâmetro externo do eixo do parafuso pelo comprimento da rosca do eixo do parafuso.
- Para torques de referência inferiores a 2 kgf·cm, serão aplicadas as especificações da WGB.

Cálculo do Torque de Referência TP

A equação para calcular o torque de referência dos fusos de esferas é dada a seguir:

$$T_P = 0.05 (\tan\beta)^{-0.5} \cdot \frac{F_{ao} \$,}{2r}$$

Where, F_{ao} = Preload (kgf)

β = Lead angle

r = Lead (cm)

Condições de Medição

Como indicado na Fig. 1.3.4, o torque dinâmico de pré-carga será a multiplicação de F (a força necessária para manter a castanha imóvel durante a rotação do parafuso) e L (o braço de força).

$$T_p = F \cdot L$$

Condições de Medição

- A medição é realizada sob a condição de não estar acoplada com o raspador.
- A velocidade de rotação durante a medição é mantida em 100 rpm.
- De acordo com o JSK2001 (padrão de viscosidade do óleo lubrificante industrial), o óleo lubrificante utilizado deve estar em conformidade com o ISO VG68.

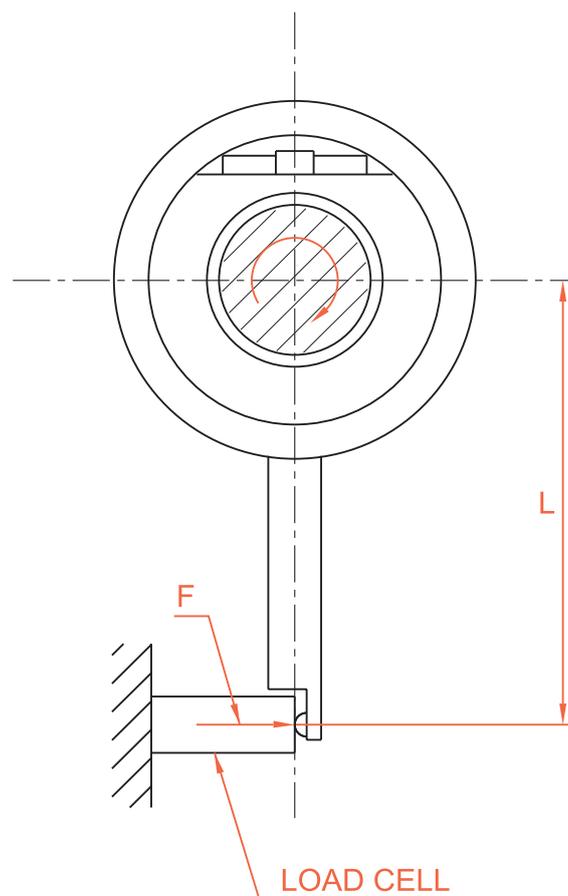


FIG. 1.3.4: Método de medição do torque dinâmico de pré-carga

1-4-1 Métodos de Montagem

É importante considerar o método de montagem (Fig. 1.4.1 ~ 1.4.8) durante a seleção das especificações do fuso de esferas. Se você tiver requisitos especiais relacionados ao método de montagem, consulte a WGB.

Fuso de Montagem e Castanha

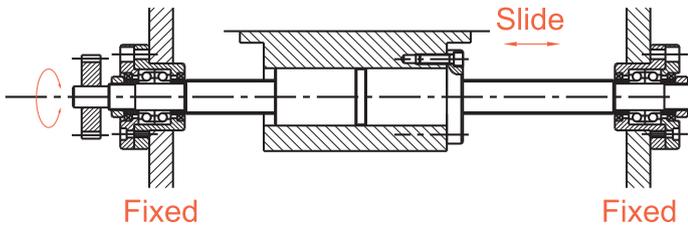


Fig 1.4.1

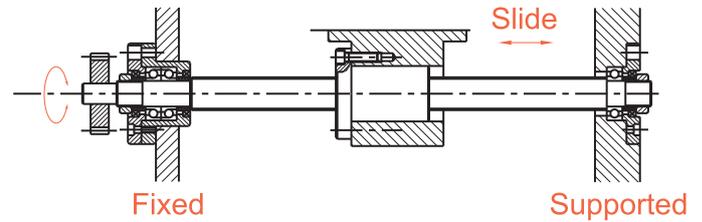


Fig 1.4.5

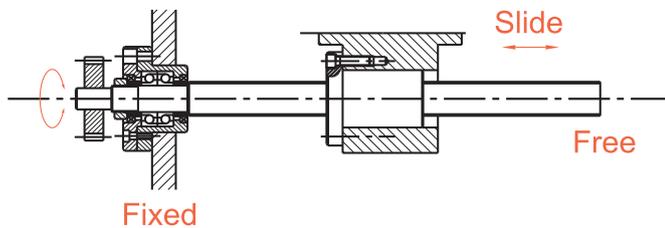


Fig 1.4.2

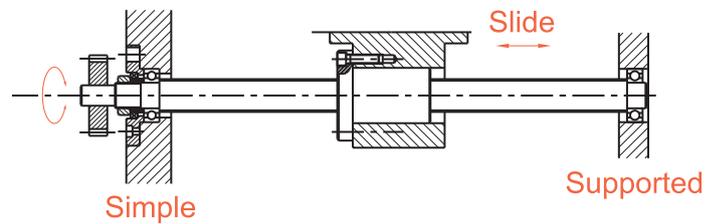


Fig 1.4.6

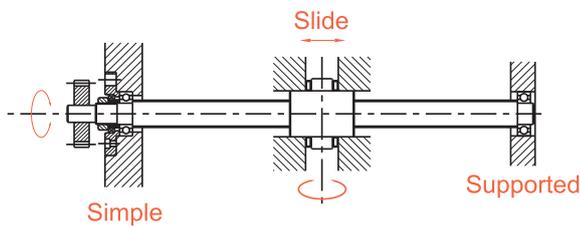


Fig 1.4.3

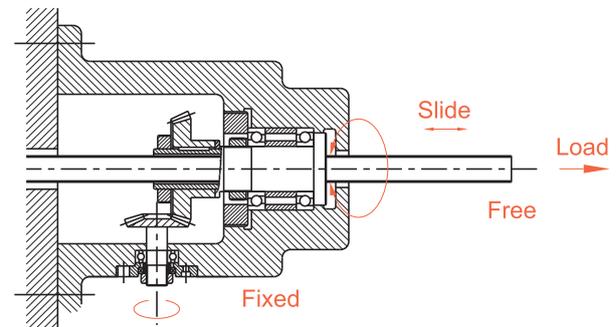


Fig 1.4.7

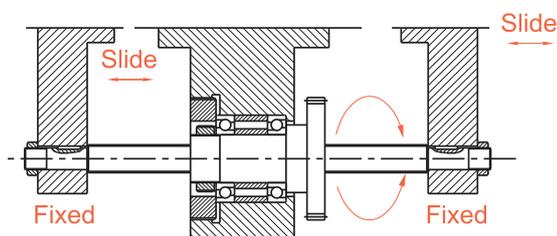


Fig 1.4.4

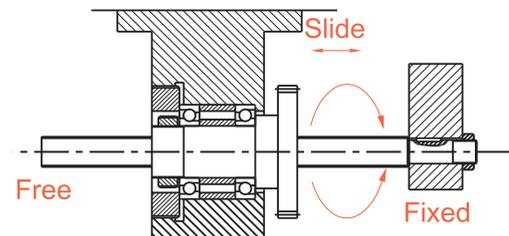


Fig 1.4.8

1-4 Projeto do Eixo do Fuso

Método de montagem para tipos comuns de máquinas.

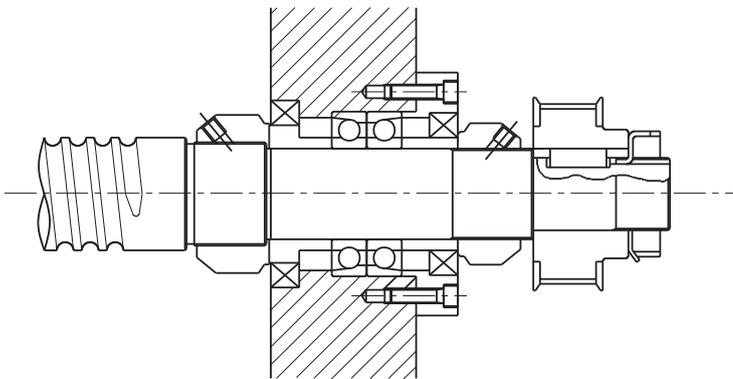


Fig 1.4.9

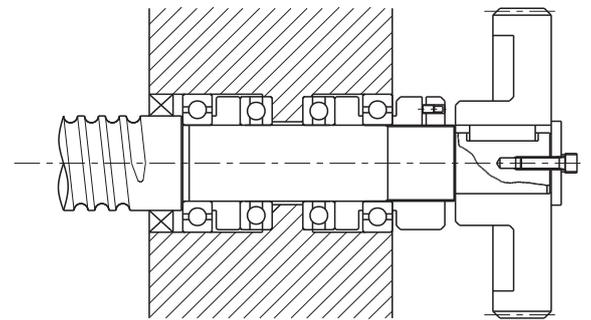


Fig 1.4.11

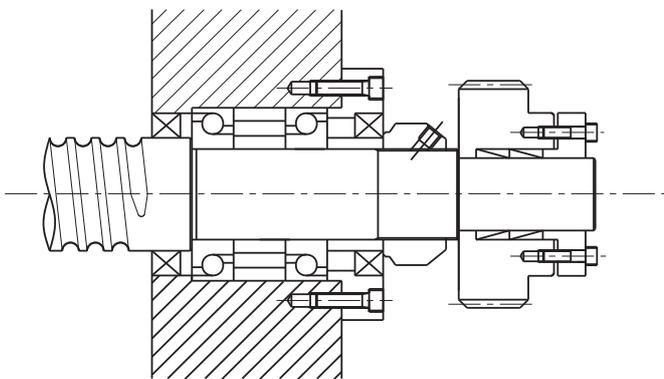


Fig 1.4.10

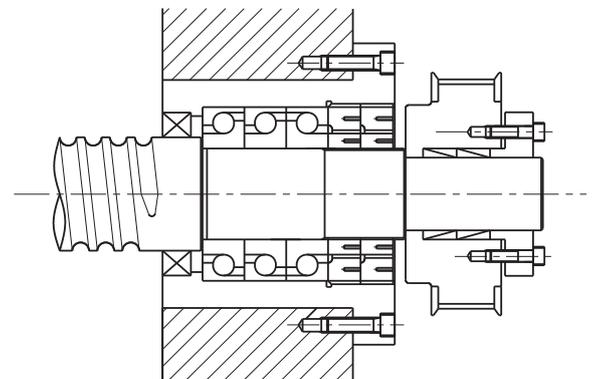
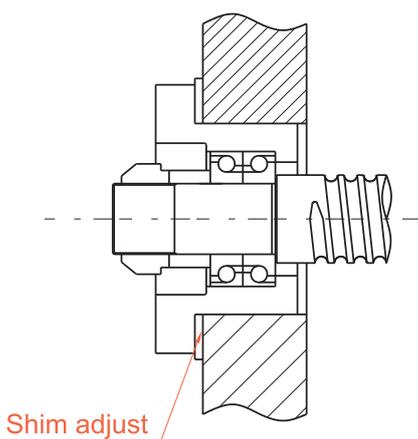


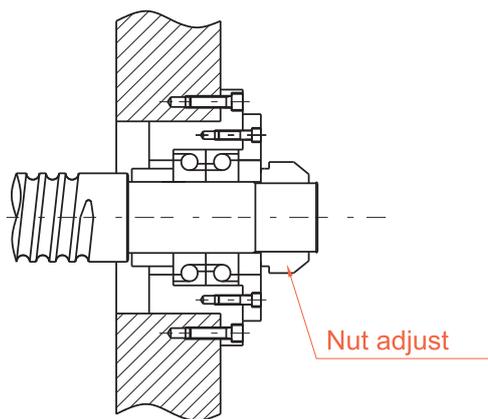
Fig 1.4.12

Método de montagem para rolamentos em uma pré-carga específica.



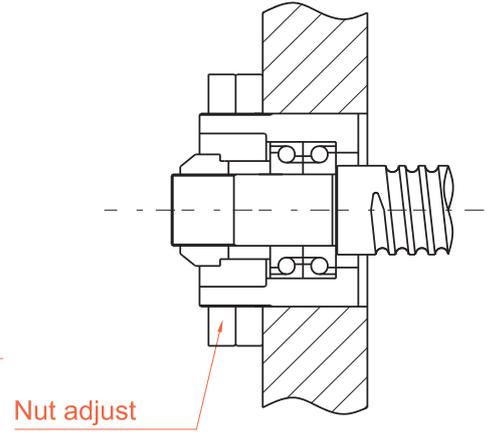
Shim adjust

Fig 1.4.13



Nut adjust

Fig 1.4.14



Nut adjust

Fig 1.4.15

1-4 Projeto do Eixo do Fuso

1-4-2 Carga Permitida na Direção Axial

1) Carga de Flambagem

A segurança do eixo do parafuso contra flambagem deve ser verificada quando o eixo estiver sujeito a cargas de flambagem. A Fig. 1.4.16 mostra um diagrama que resume a carga compressiva permitida para flambagem para cada diâmetro externo nominal do eixo do parafuso. (Calcule com a equação mostrada abaixo quando o diâmetro externo nominal do eixo do parafuso exceder 125 mm.) Selecione a graduação da carga axial permitida de acordo com o método de suporte do fuso de esferas.

$$P = \alpha \cdot \frac{I \cdot N \cdot \pi^2 \cdot E}{L^2} = m \frac{dr^4}{L^2} \cdot 10^3$$

Onde:

α = Fator de Segurança ($\alpha = 0,5$)

E : Módulo de elasticidade vertical ($E = 2,1 \times 10^{-4} \text{ kgf/mm}^2$)

I : Momento de inércia mínimo da seção transversal do eixo do parafuso

$$I = \frac{\pi}{64} dr^4 (\text{mm}^4)$$

dr: Diâmetro da raiz do eixo do parafuso (mm)

L : Distância de montagem (mm)

$m \cdot N$: Coeficiente determinado pelo método de montagem do parafuso de esferas

Flutuante-Flutuante: $m = 5,1$ ($N = 1$)

Fixo-Flutuante: $m = 10,2$ ($N = 2$)

Fixo-Fixo: $m = 20,3$ ($N = 4$)

Fixo-Livre: $m = 1,3$ ($N = 1/4$)

2) Carga de Tração / Carga de Inflexão Permitida

Com uma distância de montagem mais curta, por favor, calcule os dois itens descritos abaixo.

A carga de tração / carga de inflexão permitida, que é equivalente à tensão de redução.

Carga permitida do sulco do parafuso.

$$P = \alpha A = 11.8 dr^2 \text{ (kgf)}$$

Onde:

P: Carga de inflexão (kgf)

A: Área da seção transversal da base da raiz do eixo do parafuso (mm²)

dr: Diâmetro da raiz do eixo do parafuso (mm)

: Tensão de tração / compressão permitida (kgf/mm²)

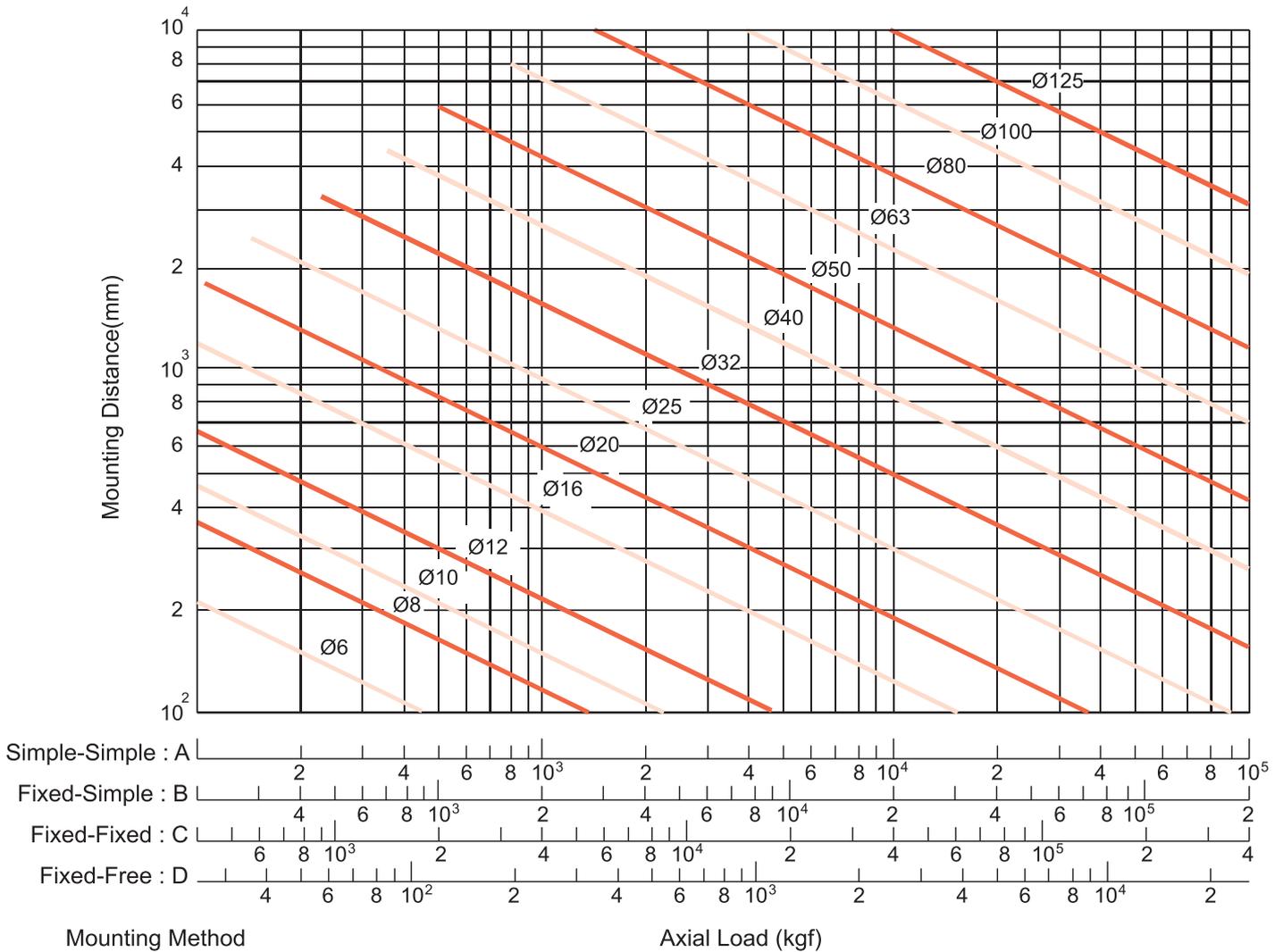


Fig. 1.4.16 Carga de Inflexão vs. Diâmetro Nominal e Comprimento

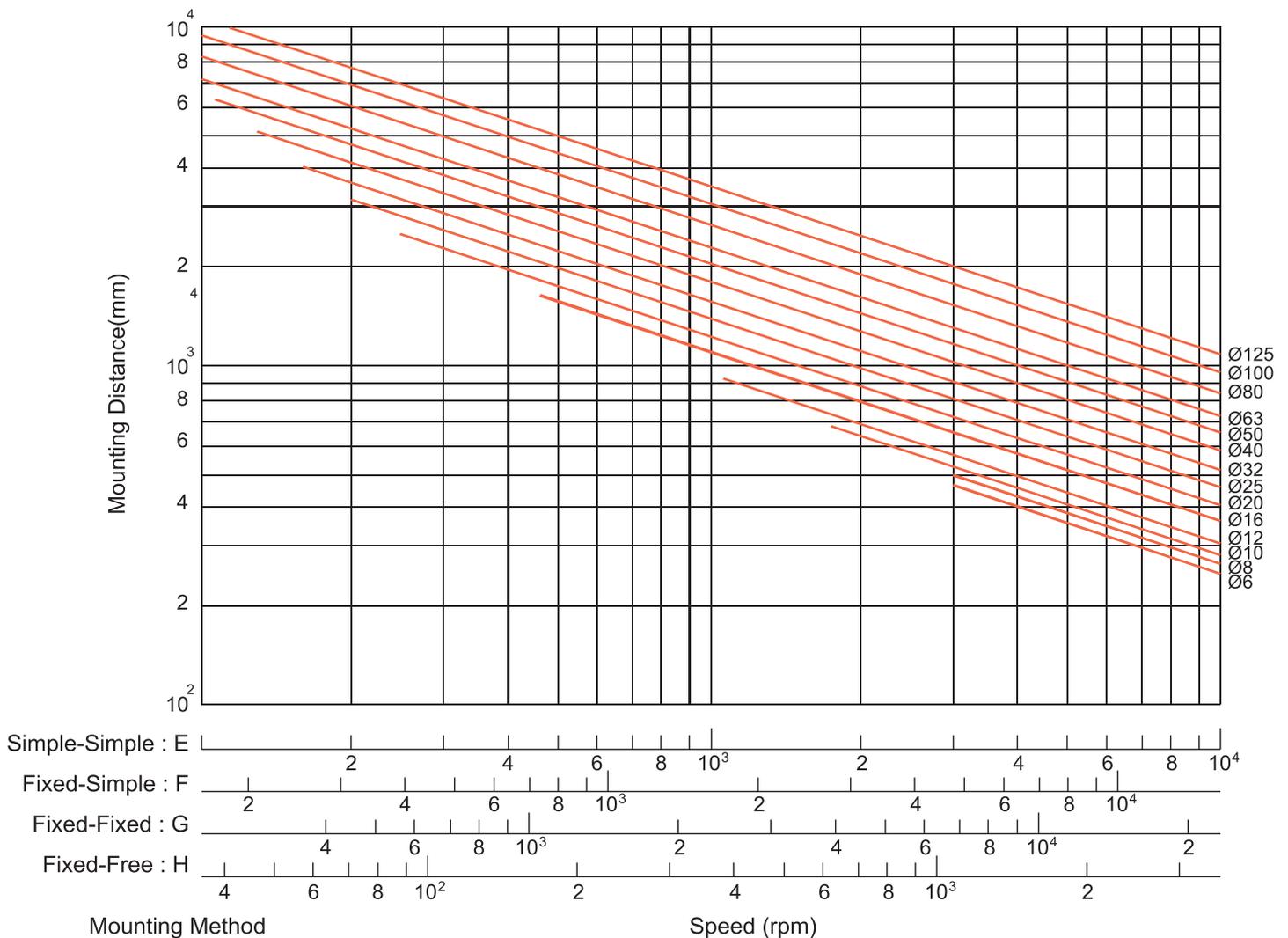


Fig. 1.4.17 Velocidade Crítica vs. Diâmetro Nominal

1-4-3 Velocidade Crítica

1) Velocidade Perigosa

Para evitar que a frequência natural do parafuso atinja a ressonância, o que ocorreria na velocidade crítica, é necessário observar a velocidade de rotação permitida do parafuso de esferas (abaixo de 80% da Velocidade Crítica). Para mais detalhes sobre a velocidade de rotação permitida, classificada pelo diâmetro do parafuso, consulte a Fig. 1.4.17.

2) Valor $dm \cdot n$

A velocidade de rotação permitida também é regulada pelo valor $Dm \times N$ (Dm : diâmetro do círculo central da esfera de aço, N : velocidade de rotação, rpm), que expressa a velocidade periférica.

Geralmente, para precisão

(Ground shaft C7 to C0)
Dm×N < 70,000

For general industry (Rolled shaft)
Dm×N < 50,000

Se o seu requisito para o produto exceder a limitação, entre em contato com a WGB para discutir a solução detalhada para o produto ideal.

- Quando ε , a razão entre o comprimento do parafuso e o diâmetro do eixo, exceder 70, entre em contato com a WGB para providenciar um arranjo especial para a produção.

$$n = \alpha \cdot \frac{60m^2}{2r L^2} \sqrt{\frac{Elg}{cA}} = f \frac{dr}{L^2} \cdot 10^7 (\text{rpm})$$

Onde

α : Fator de segurança ($\alpha = 0,8$)

E : Módulo de elasticidade vertical ($E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ kgf/mm}^2$)

I : Torque secundário mínimo do plano de seção axial

$$I = \frac{\pi}{64} dr^4 (\text{mm}^4)$$

dr: Diâmetro da raiz do eixo do parafuso (mm)

g: Aceleração da gravidade ($g = 9,8 \cdot 10^3 \text{ mm/s}^2$)

$$y = \text{Densidade } \gamma = 7,8 \cdot 10^{-6} \text{ kgf/mm}^3$$

A: Área da seção do eixo do parafuso ($A = \pi dr^2/4 \text{ mm}^2$)

L : Distância de montagem (mm)

f, λ : Coeficiente determinado pelo método de montagem do parafuso de esferas

Flutuante-Flutuante $f=9,7 (\lambda = \pi)$

Fixo-Flutuante $f=15,1 (\lambda = 3,927)$

Fixo-Fixo $f=21,9 (\lambda = 4,730)$

Fixo-Livre $f=3,4 (\lambda = 1,875)$

1-5 Torque de Acionamento

1-5-1 Torque de Acionamento T_s do Eixo de Transmissão

$T_S = T_P + T_D + T_F$ (em velocidade fixa)

$T_S = T_G + T_P + T_D + T_F$ (ao acelerar)

TG: Torque de aceleração

TP: Torque de carga

TD: Torque de desaceleração

TF: Torque de fricção

1) Aceleração TG

$$T_G = J\alpha \text{ (kgf cm)}$$

$$\alpha = (\text{rad/s}^2)$$

J: Momento de inércia (kgf cm s²)

α : Aceleração angular (rad/s²)

n: Revoluções (mín).

Δt : Hora de início (seg)

(3) Torque de pré-carga T_D

$$T_D = \frac{K \cdot P_{PL}}{\tan \alpha \cdot 2\pi} \text{ (kgf} \cdot \text{cm)}$$

K = Coeficiente interno

(0.05 é geralmente adotado)

PPL: Pré-carga (kgf)

l: Chumbo (cm)

α : ângulo de ataque

4) Torque de fricção TF

$$T_F = T_B + T_O + T_J \text{ (kgf} \cdot \text{cm)}$$

TB: Torque de atrito do eixo de reforço

TO: Torque de atrito do eixo livre

TJ: Eixo do motor de torque de fricção

O torque de fricção do eixo de suporte seria afetado pelo volume de óleo lubrificante. Além disso, tenha cuidado com um selo excessivamente apertado, pois pode levar a um torque de fricção inesperado ou aumento da temperatura.

Para referência, o momento de inércia da carga (consulte a Tabela 1.5.1)

2) Torque de avanço TP

$$T_P = (F + \mu Mg) l$$

$$P = F + \mu Mg$$

P: Carga axial (kgf)

l: Carga (cm)

η_1 : Eficiência positiva

A eficiência ao girar o movimento é alterado para movimento linear

F: Força de corte (kgf)

μ : Atrito

M: Massa do objeto em movimento (kg)

g: Aceleração da gravidade (9.8 m/s²)

$$T_P = (F + \mu Mg) l$$

η_2 : Eficiência reversa

A eficiência quando o movimento linear retorna ao movimento de rotação

$$J = J_{BS} + J_{CU} + J_W + J_M$$

J_{BS}: Momento de inércia Eixo dos fusos de esferas

J_{CU}: Momento de inércia Acoplador

J_W: Momento de inércia Parte do movimento linear

J_M: Momento de inércia Parte do eixo do rolo do eixo do motor

TF: Torque de fricção

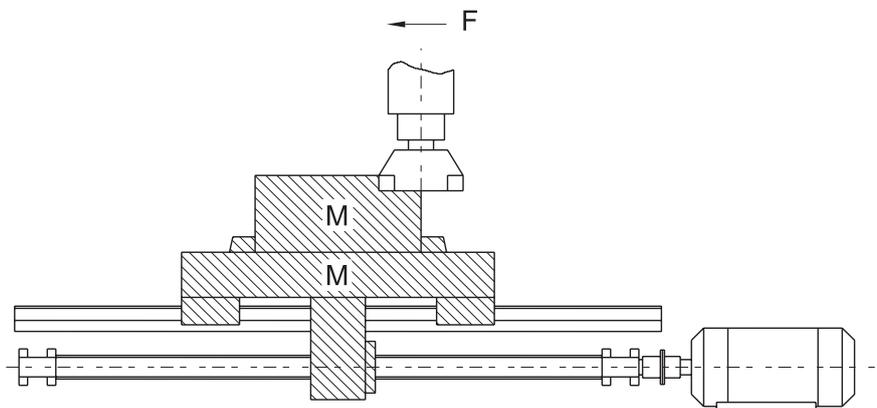


Fig 1.5.1 Momento de inércia da carga.

Tabela 1.5.1: Fórmula de conversão para o momento de inércia da carga

Formula	J
Momento de inércia convertido a partir do eixo do motor	
Carga do cilindro	$\frac{\pi \rho L D^4}{32}$
Objeto em movimento linear	$\frac{M}{4} \left(\frac{V}{\pi N_M} \right)^2 = \frac{M}{4} \left(\frac{P}{\pi} \right)^2$
Unidade	kg . m ²
Momento de inércia durante a desaceleração	$JM = \left(\frac{J}{N_M} \right)^2 J \cancel{}$

ρ : Densidade (kg m³) $\rho = 7.8 \cdot 10^3$

L: Comprimento do cilindro (m)

D: Diâmetro do cilindro (m)

M: Massa da peça de movimento linear (kg)

V: Velocidade do objeto em movimento linear (m/min)

N_M: Rotações do eixo do motor (min) -1

P: A magnitude móvel do movimento linear

objeto por rotação do motor (m)

N_I: Rotações na direção do movimento longitudinal (min)

J_I: Momento de inércia na direção da carga

J_M: Momento de inércia na direção do motor

1-6 Design de Castanha

1-6-1 Seleção de Castanha

1) Série

Ao fazer a seleção da série, leve em consideração a precisão exigida, o tempo de entrega pretendido, Dimensões (diâmetro externo do parafuso, proporção de avanço/diâmetro externo do parafuso) pré-carga e etc em consideração.

(2) Tipo de circulação

Seleção do tipo de circulação: Considere a eficiência do espaço de montagem da porca do parafuso. A vantagem de cada tipo de circulação será especificada na figura 1.6.1.

(3) Número de circuitos de loop

O desempenho e a vida útil devem ser considerados ao selecionar o número de circuitos de loop.

(4) Formato dos flanges (FLANGE)

Faça a seleção com base no espaço disponível para a instalação das porcas.

(5) Orifício de óleo

Furos de óleo são fornecidos para os fusos de esferas de precisão, use-os durante a montagem da máquina e mobiliário regular.

Tabela 1.6.1: Tipo de circulação

Tipo de circulação	Modelo		Característica
	Castanha única	Castanha dupla	
Tipo de circulação interna	SFI SFNI SFU SFNU SFK	DFU	<ul style="list-style-type: none"> O diâmetro delicado do fuso ocupa pouco espaço. Aplicável àqueles com menor avanço/diâmetro externo do parafuso.
tipo de circulação das tampas finais	SFY SFH SFA SFE SFS	DFS	<ul style="list-style-type: none"> Adequado para posicionamento de alta velocidade.

1-6-2 Tipos de Castanhas

U-I:

Nesses tipos de castanhas usando o circulação interna que faz a esfera passar por cima da crista diagonalmente, a esfera retornará ao ponto de partida. Normalmente, um rolo de esferas caberá em um circulação. Conforme especificado na figura 1.6.1, esses tipos de porcas precisa de pelo menos um lado que é completamente dente passagem, que é aplicável para o eixo menor diâmetro.

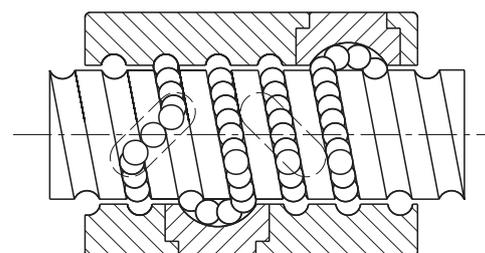


Fig. 1.6.1: U-I

Y, S, A, E

Ao usar tampa contra poeira fina e flexível em ambos os lados, o desempenho da limpeza foi aprimorado. Além disso, o aumento da estrutura de circulação aumenta tanto a função de alta rigidez quanto a velocidade.

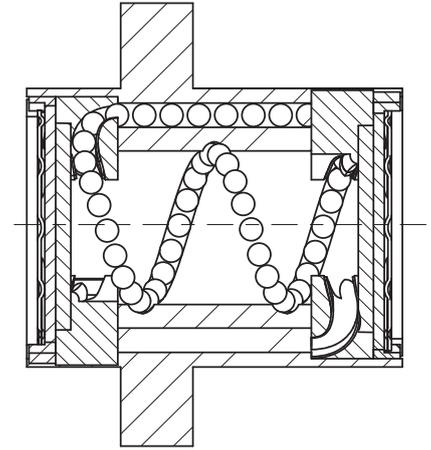


Fig. 1.6.1: Y, S, A, E

1-7 Rigidez

A rigidez excessivamente fraca da estrutura periférica do parafuso é uma das principais causas que resultam em jogo (ou folga). Portanto, para alcançar uma excelente precisão de posição para máquinas de precisão, como máquinas de trabalho NC e outras, o equilíbrio da rigidez axial, bem como a rigidez torsional das partes em várias seções do parafuso de transmissão, devem ser considerados no momento do projeto.

Rigidez Estática K

A deformação elástica axial e a rigidez do sistema de fuso de transmissão podem ser determinadas pela fórmula abaixo.

$$K = \frac{P}{e} \text{ (kgf/mm)}$$

P: Carga axial (kgf) suportada pelo sistema de fuso de transmissão

e: Deslocamento flexural axial (mm)

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_S} + \frac{1}{K_N} + \frac{1}{K_B} + \frac{1}{K_H} \text{ (mm/kgf)}$$

KS: Rigidez axial do eixo do parafuso (1)

KN: Rigidez axial da porca (2)

KB: Rigidez axial do eixo de suporte (3)

KH: Rigidez axial de instalação (4)

1) Rigidez axial Ks e deslocamento δ_s

$$K_S = \frac{P}{\delta_s} \text{ (kgf/mm)}$$

P: Carga axial (kgf)

Para locais de Instalação Fixa - Fixa Para locais diferentes de Instalação Fixa - Fixa.

$$\delta_{SF} = \frac{PL}{4AE} \text{ (mm)}$$

$$\delta_{SS} = \frac{PL_0}{AE} \text{ (mm)}$$

$$\delta_{SS} = 4\delta_{SF}$$

δ_{SF} : Deslocamento direcional em locais de fixo-fixo

δ_{SS} : Deslocamento direcional em locais excluindo instalação fixa-fixa

A: Área da seção transversal do diâmetro da raiz do dente do eixo do parafuso (mm²)

E: Módulo de elasticidade longitudinal (2.1 10 kgf/mm²)

L: Distância entre instalações (mm)

L₀: Distância entre pontos de aplicação de carga (mm)

2) Rigidez axial K_N e deslocamento δ_N das castanhas

$$K_N = \frac{P}{\delta_s} \text{ (kgf/mm)}$$

β : Ângulo de contato (45°)

a) No caso de uma castanha única *P*: Carga axial (kgf)

d: Diâmetro da esfera de aço (mm)

$$\delta_{NS} = \frac{K}{\sin\beta} \left\{ \frac{Q^2}{d} \right\}^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{1}{\zeta} \text{ (mm)}$$

ζ : Precisão, coeficiente de estrutura interna

m: Quantidade efetiva de esferas

$$Q = \frac{P}{n \cdot \sin\beta} \text{ (kgf)}$$

*D*₀: Diâmetro central da esfera de aço (mm)

$$n = \frac{D_0 \pi m}{d} \text{ (each)}$$

$$D_0 = \frac{l}{\tan\alpha \cdot \pi} \text{ (kgf/mm)}$$

l: Chumbo (mm)

α : ângulo de ataque

Q: Carga de uma esfera de aço (kgf)

n: Quantidade de bola de aço

k: Constante determinada com base no material, forma, dimensões.

$$k = 5.7 \cdot 10^{-4}$$

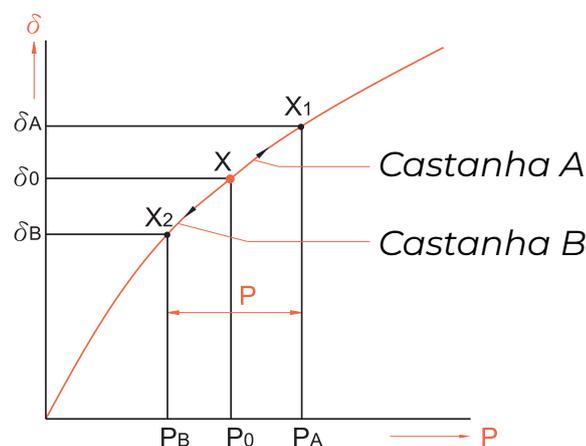


Fig 1.7.1

b) No caso de uma castanha duplas

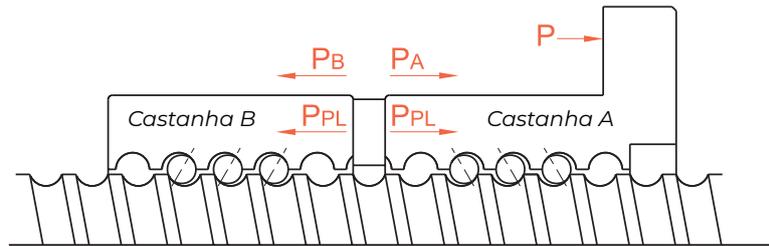


Fig. 1.7.2: Pré-carga para as castanhas duplas

Ao aplicar o peso de pré-carga (PPL), haverá aproximadamente três vezes a carga axial (P). Para eliminar a pré-carga da castanha b, deve-se ajustar o peso de pré-carga (PPL) para menos de 1/3 da carga axial máxima. Considere 0,25 Ca como a carga máxima de pré-carga. Quando o deslocamento sob a pré-carga, que é igual a três vezes a carga axial, atinge 1/2 do deslocamento de uma castanha única.

$$K_N = \frac{P}{\delta_{NW}} = \frac{3P_{PL}}{\delta_{NS/2}} = \frac{6P_{PL}}{\delta_{NS}} \quad (\text{kgf/mm})$$

Explicação da rigidez das castanhas duplas

Como mostrado na Fig. 1.7.1 e 1.7.2, quando uma pré-carga PPL é aplicada nas castanhas A e B, ambas as castanhas A e B sofrerão deformações flexionais que atingirão o ponto X. Se uma força externa P for aplicada a partir desse ponto, a castanha A se moverá do ponto X para o ponto X1, enquanto a castanha B se moverá do ponto X para o ponto X2.

Em seguida, com base na fórmula de cálculo para o deslocamento δ_{NS} da castanha única, podemos obter:

$$\delta_0 = aP_{PL}^{\frac{2}{3}}$$

Como as castanhas A e B têm os deslocamentos de $\delta_a = aP_{PL}^{\frac{2}{3}}$ enquanto a força externa (P) provoca o mesmo deslocamento nas castanhas A e B, podemos concluir que $\delta_A - \delta_0 = \delta_0 - \delta_B$.

Em outros casos, se a força externa aplicada nas castanhas A e B for apenas P_A e causar um aumento em P_A , obteremos a fórmula de $P_A - P_B = P$ $\delta_B = 0$

$$P_A - P_B = P$$

$$\delta_B = 0$$

Para evitar que a força externa aplicada na castanha B seja absorvida pela castanha A, reduzindo assim o efeito, quando $\delta_B = 0$

$$aP_A^{\frac{2}{3}} - aP_{PL}^{\frac{2}{3}} = aP_{PL}^{\frac{2}{3}}$$

$$P_A^{\frac{2}{3}} = 2P_{PL}^{\frac{2}{3}}$$

$$P_A = \sqrt[3]{8} P_{PL} = 2P_{PL}$$

1-8-1 Seleção da Precisão

A Tabela 1.8.1 mostra as faixas de aplicação recomendadas para várias classes de precisão de parafusos de esfera com base em diferentes critérios.

Tabela 1.8.1: Exemplos de classes de precisão de fusos de esfera para diferentes aplicações

Aplicação			Classe de Precisão						
			C0	C1	C2	C3	C5	C7	C10
Máquinas-Ferramenta CNC	Torno	X	○	○	○	○	○	○	
		Y				○	○	○	
	Fresadora Máquina de Brocar	XY		○	○	○	○	○	
		Z			○	○	○	○	
	Centro de Máquinas	XY		○	○	○	○		
		Z			○	○	○		
	Máquina de Broca de Precisão	Y	○	○					
		Z	○	○					
	Máquina de Perfuração	XY				○	○	○	
		Z					○	○	
	Máquina de Retífica	X	○	○	○	○	○	○	
		Z		○	○	○	○	○	
	Máquina de Eletroerosão (EDM)	XY		○	○	○	○	○	
		(Z)			○	○	○	○	
	Corte por Fio (EDM)	Y		○	○	○			
UV			○	○	○	○	○		
Prensa de Punção	XY				○	○	○		
Máquina de Corte a Laser	XY				○	○			
	Z				○	○			
Máquina para Trabalhar Madeira					○	○	○	○	
Máquinas de Uso Geral e Máquinas de Uso Especial					○	○	○	○	
Máquinas de Semicondutores	Equipamentos de Exposição		○	○					
	Tratamento Químico					○	○	○	○
	Fio bonder			○	○	○			
	Prober		○	○	○	○			
	Insensor				○	○	○	○	
	Máquina de Perfuração de PCB			○	○	○	○	○	
Robôs Industriais	Tipo Ortogonal	Conj.		○	○	○	○	○	
		Outros					○	○	○
	Tipo Multiarticulado	Conj.			○	○	○		
		Outros				○	○	○	
Tipo SCARA				○	○	○	○		
Máquinas para Moldagem de Aço							○	○	○
Máquinas de Moldagem por Injeção							○	○	○
Máquinas de Medição Tridimensional			○	○	○				
Máquinas de Escritório							○	○	○
Máquinas de Imagem de Padrão			○	○					
Nuclear	Controle de Barra					○	○	○	
	Amortecedor Mecânico							○	○
Aeronaves						○	○		

1-8-2 Medidas Contra Deslocamento Térmico

O deslocamento térmico do eixo do parafuso resulta na deterioração da precisão de posição. A magnitude do deslocamento térmico é calculada da seguinte forma:

$$\Delta l = \alpha \cdot \Delta t \cdot L$$

Δl : Coeficiente de expansão térmica

α : Coeficiente de expansão térmica

Δt : Aumento de temperatura (graus) no eixo do parafuso

L : Comprimento efetivo da rosca do parafuso

Ou seja, o eixo do parafuso sofre um alongamento de 12 μm por metro quando a temperatura aumenta em 1°C. O fuso de esferas, cuja rosca foi usinada com alta precisão, pode não atender a requisitos elevados devido ao deslocamento térmico causado pelo aumento da temperatura. Como altas velocidades são aplicadas durante o uso do fuso de esferas, o calor também aumentará e causará uma influência ainda maior.

As medidas contra o deslocamento térmico para fusos de esferas incluem o seguinte:

1) Controle da geração de calor

- *Otimização da pré-carga*
- *Seleção e fornecimento corretos do lubrificante*
- *Aumento do avanço do fuso de esferas, com redução da velocidade de rotação*

2) Refrigeração forçada

- *Eixo do parafuso oco para permitir o fluxo de fluido de resfriamento*
- *Refrigeração do exterior do eixo do parafuso com óleo de resfriamento ou ar*

3) Evitar a influência do aumento de temperatura

Aquecer a máquina através de alta velocidade para atingir a temperatura estável.

- Operar após a temperatura se estabilizar
- Pré-tensionar o eixo do parafuso
- Definir um valor negativo no valor alvo do avanço acumulado
- Utilizar o loop fechado para posicionamento

1-9 Projeto da Vida Útil

1-9-1 Vida útil dos fusos de esferas

Mesmo o fuso de esferas sendo usado em condições corretas, ele ainda falhará após um período de uso. Desde o início até a condição inutilizável do fuso de esferas, esse período de tempo é chamado de serviço vida útil do fuso de esferas, que geralmente é classificada na vida de fadiga quando o fenômeno de delaminação ocorre e a vida de deterioração da precisão causada pelo desgaste, etc.

1-9-2 Classificação de Carga Estática Básica Coa

A classificação de carga básica é uma carga estática axial que produzirá uma deformação permanente no contato pontos das esferas de aço para ranhuras de esferas iguais a 0,01% do diâmetro da esfera.

1-9-3 Classificação de Carga Dinâmica Básica Ca

A classificação de carga dinâmica básica é uma carga axial que permite 90% de um grupo de fusos de esferas idênticos (girado sob a mesma condição) para girar sem descamação por 10^6 revoluções. Essa dinâmica básica classificação de carga é mostrada na tabela de dimensões.

Relação entre carga e vida útil $L_\alpha = \left\{ \frac{1}{P} \right\}^3$ L: Vida de serviço P: Carregar

1-9-4 Vida de cansaço

vida de cansaço P_e

1) Quando a carga axial continua mudando, calcule em ordem a carga média para o equivalente vida de fadiga sob diferentes mudanças de condição de carga. (ver Tabela 1.9.1)

$$\left(P_e = \frac{P_1^3 n_1 t_1 + P_2^3 n_2 t_2 + \dots + P_n^3 n_n t_n}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n} \right)^{\frac{1}{3}} \text{ (kgf)}$$

Carga Axial (kgf)	Velocidade de Rotação (min^{-1})	Tempo (%)
P_1	n_1	t_1
P_2	n_2	t_2
.	.	.
.	.	.
.	.	.
P_n	n_n	t_n

But, $t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n = 100$

Tabela 1.9.1: Vida Útil em Diferentes Aplicações

Uso	Vida útil em horas (h)
Máquinas de Trabalho	20000
Máquinas Industriais Gerais	10000
Máquinas de Controle Automático	15000
Máquinas de Medição	15000

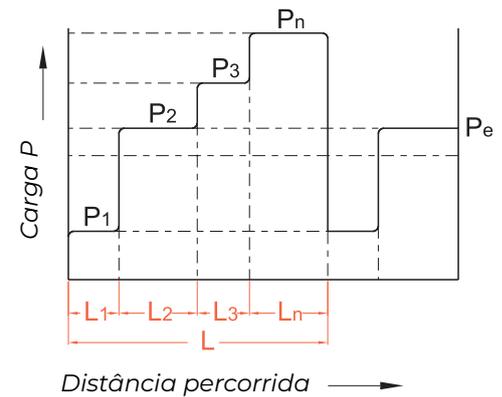


Fig. 1.9.1

1-9 Projeto da Vida Útil

$$P_e = \frac{2P_{\max} + P_{\min}}{3} \text{ (kgf)}$$

P_{\max} : Carga axial máxima (kgf)

P_{\min} : Carga axial mínima (kgf)

Quando a carga varia de acordo com a curva senoidal (veja a Fig. 1.9.2)

$P_e \cong 0.65 P_{\max}$ (Fig A)

$P_e \cong 0.75 P_{\max}$ (Fig B)

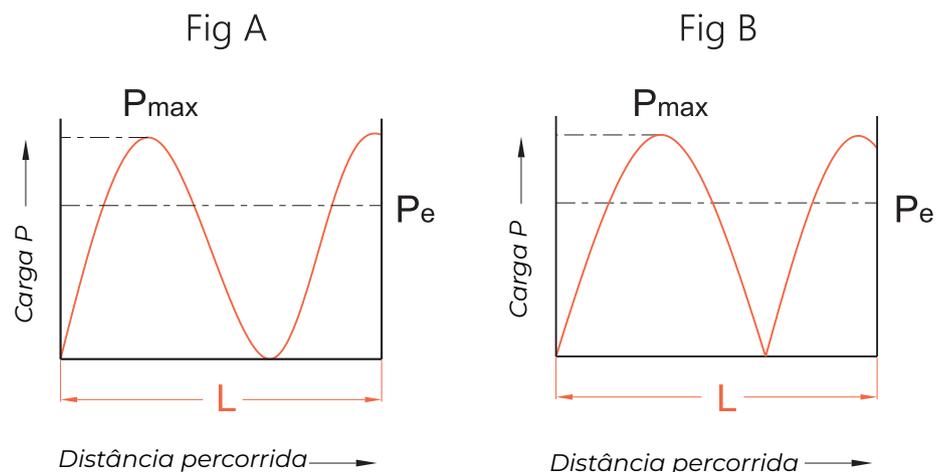


Fig. 1.9.2

1-9-5 Cálculo da vida útil

A vida útil por fadiga é geralmente expressa pelo número total de revoluções. O tempo total de rotação ou a distância total percorrida também podem ser usados para expressar a vida útil. A vida útil por fadiga é calculada da seguinte forma:

$$L = \left\{ \frac{C_a}{P_a \cdot f_w} \right\}^3 \cdot 10^6$$

$$L_t = \frac{L}{60n}$$

$$L_s = \frac{L \cdot l}{10^6}$$

Onde

L: Vida útil nominal em fadiga (rev)

Ls: Vida em distância de viagem (km)

Pa: Carga axial (kgf)

fw: Coeficiente de Carga (Coeficiente necessário para operar)

Lt: Vida útil em horas (h)

Ca: Classificação de carga dinâmica básica (kgf)

n: Velocidade de rotação (rpm)

l: Chumbo (mm)

Tabela 1.9.2: Fator de Carga (fw)

Vibração e Impacto	Velocidade (V)	fw
Menor	$V \leq 0.25$ m/s Very Low	1~1.2
Pequeno	$0.25 < V \leq 1$ m/s Low	1.2~1.5
Moderado	$1 < V \leq 2$ m/s Medium	1.5~2
Pesado	$V > 2$ m/s High	2~3.5

Tabela 1.9.3: Fator de segurança

Uso	Velocidade (V)	f s
Máquina - ferramenta	Operação normal	1.0 ~ 1.3
	Operação com impacto e vibração	2.0 ~ 3.0
Máquina industrial	Operação normal	1.0 ~ 1.5
	Operação com impacto e vibração	2.5 ~ 7.0

Classificação de Carga Dinâmica

Básica Ca

$$Ca = Pe fs$$

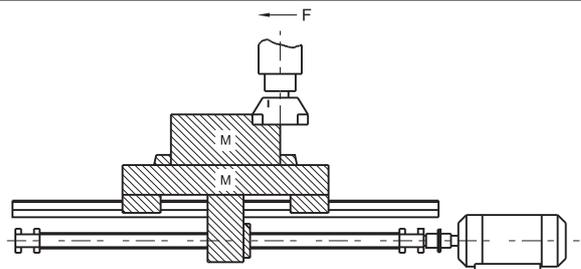
Classificação de Carga Estática Básica

Coa

$$Coa = Pmax fs$$

Pontos-chave para a seleção de fusos esféricos

Para escolher o fuso esférico ideal, os usuários precisam entender os requisitos operacionais, que são o princípio fundamental para decidir o design. Além disso, os principais fatores de seleção incluem peso da carga, curso, torque, precisão de posicionamento em uma única vez e repetidamente, rigidez, avanço e diâmetro interno da porca. Entre todos os fatores, qualquer alteração em um fator causará mudanças nos outros fatores. Portanto, o equilíbrio entre todos os fatores deve ser cuidadosamente considerado.

Cálculo para a seleção de fusos esféricos

Condições de Projeto:

- Peso da mesa de trabalho: 300 kg
- Peso do objeto de trabalho: 400 kg
- Curso máximo: 700 mm
- Velocidade de alimentação: 10 m/min
- Capacidade mínima de desmontagem: 10 $\mu\text{m}/\text{curso}$
- Motor de acionamento: Motor DC (máximo 1000 min^{-1})
- Coeficiente de fricção da superfície guia ($\mu = 0,05 \sim 0,1$)
- Taxa de operação: 60%
- Itens de revisão da precisão
- A inércia gerada durante a aceleração/desaceleração pode ser negligenciada porque os períodos de tempo envolvidos são relativamente pequenos.

1) Definição das condições de operação

a) Cálculo da vida útil da máquina em H (horas)

$$H = \frac{\text{Horas/Dia}}{\text{Dia/Anos}} \cdot \frac{\text{Dia/Anos}}{\text{Anos de vida}} \cdot \frac{\text{Anos de vida}}{\text{Anos de vida}}$$

b) Condições mecânicas

Itens de Cálculo / Diferentes operações	Velocidade/ rotações	Resistência de corte	Resistência ao deslizamento	Tempo usado
Alimentação rápida	m/min/ min^{-1}	kgf	kgf	%
Corte leve	/			
Corte médio	/			
Corte pesado	/			

c) Precisão da determinação da posição

O fator de erro de precisão de alimentação inclui precisão de carga e rigidez do sistema. Outros fatores causados pela aumento de temperatura como deformação térmica e precisão de montagem de superfície devem ser considerados.

1. Definição das condições de operação

a) Cálculo do tempo de vida útil da máquina de H (hr)

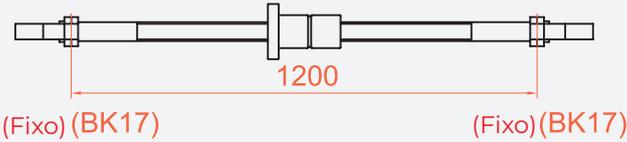
$$H = 12\text{hr} \cdot 250 \text{ dias} \cdot 10 \text{ anos} \cdot 0.6 \text{ Taxa de corrida} = 18000 \text{ hr}$$

b) Condições mecânicas

Itens de Cálculo / Diferentes operações	Velocidade/ rotações	Resistência de corte	Resistência ao deslizamento	Tempo usado
Alimentação rápida	10m/ min/ 1000min^{-1}	0 kgf	70 kgf	10 %
Corte leve	6/600	100	70	50
Corte médio	2/200	200	70	30
Corte pesado	1/100	300	70	10

$$\text{Resistência ao deslizamento} = (300 + 400) \cdot 0.1 = 70 \text{ kgf}$$

Pontos-chave para a seleção de fusos esféricos	Cálculo para a seleção de fusos esféricos
<p>2) Passo do fuso esférico f (mm)</p> $f = \frac{\text{Velocidade de alimentação (m/min)} \cdot 1000}{\text{Velocidade máxima de rotação (min}^{-1}\text{) do motor}} \text{ (mm)}$	<p>2) Passo do fuso esférico f (mm)</p> $f = \frac{10000}{1000} = 10 \text{ (mm)}$ <p>Desmontagem mínima $\frac{10\text{mm}}{1000 \text{ curso}}$ $= 0.01 \text{ mm/curso}$</p>
<p>3) Cálculo da carga média P_e (kgf)</p> $P_e = \frac{P_1^3 n_1 t_1 + P_2^3 n_2 t_2 + \dots + P_n^3 n_n t_n}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n} \frac{1}{3}$ $P_e = \frac{2P_{\max} + P_{\min}}{3}$ <p>$P_e \cong 0.65P_{\max}$ $P_e \cong 0.75P_{\max}$</p>	<p>3) Cálculo da carga média P_e (kgf)</p> $P_e = \frac{70^3 \cdot 1000 \cdot 10 + 170^3 \cdot 600 \cdot 50 + 270^3 \cdot 200 \cdot 30 + 370^3 \cdot 100 \cdot 10}{1000 \cdot 10 + 600 \cdot 50 + 200 \cdot 30 + 100 \cdot 10} \frac{1}{3}$ $= \left[\frac{31.7 \cdot 10^{10}}{4.7 \cdot 10^4} \right]^{\frac{1}{3}}$ $\cong 189 \text{ kgf}$
<p>4) Número médio de rotações n_m</p> $n_m = \frac{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n}{100}$	<p>4) Número médio de rotações n_m</p> $n_m = \frac{1000 \cdot 10 + 600 \cdot 50 + 200 \cdot 30 + 100 \cdot 10}{100}$ $= \frac{4.7 \cdot 10^4}{100} = 470 \text{ min}^{-1}$
<p>5) Cálculo da carga dinâmica nominal necessária C_a</p> $C_a = P_e \cdot f_s$	<p>5) Cálculo da carga dinâmica nominal necessária C_a</p> $C_a = 189 \cdot 5 = 945 \text{ (kgf)}$
<p>6) Cálculo da carga estática nominal necessária C_{oa}</p> $C_{oa} = P_{\max} \cdot f_s$	<p>6) Cálculo da carga estática nominal necessária C_{oa}</p> $C_{oa} = 369 \cdot 5 = 1845 \text{ (kgf)}$
<p>7) Seleção do tipo de castanha</p> <p>$C_a > 945$ $C_{oa} > 1845$</p> <p>Selecione os tipos de castanha com a carga dinâmica nominal e a carga estática nominal básicas conforme especificado acima.</p>	<p>7) Seleção do tipo de castanha</p> <p>Escolha SFNI 2510 no catálogo.</p> <p>$C_a = 2954 \text{ (kgf)}$ $C_{oa} = 7295 \text{ (kgf)}$</p>

Pontos-chave para a seleção de fusos esféricos	Cálculo para a seleção de fusos esféricos
<p>8) Cálculo da vida útil de serviço L_t (h)</p> $L_t = \frac{L}{60n} = \left(\frac{C_a}{P_e \cdot f_w} \right)^3 \cdot 10^6 \cdot \frac{1}{60n}$	<p>8) Cálculo da vida útil de serviço L_t (h)</p> $L_t = \left(\frac{2954}{189 \cdot 2} \right)^3 \cdot 10^6 \cdot \frac{1}{60 \cdot 470} = 42544(h)$
<p>Distância de montagem entre os rolamentos de apoio</p>	<p>9) Cálculo da vida útil de serviço L_t (h)</p>  <p>(Fixo) (BK17) (Fixo) (BK17)</p>
<p>10) Determinação do comprimento do fuso</p> <p>Comprimento do fuso = Curso máximo + Comprimento da porca + Dois comprimentos reservados nas extremidades do eixo</p>	<p>10) Determinação do comprimento do fuso</p> <p>Screw length = 700 + 85 + 76 + 76 = 937 mm 937 mm < 1200 mm</p>
<p>11) Carga axial permissível</p>	<p>11) Carga axial permissível</p> <p>Omitido devido ao suporte F-F</p>
<p>12) Velocidade de rotação permitida e DN.</p> $n = \alpha \cdot \frac{60\lambda^2}{2\pi L^2} \cdot \frac{E I_g}{\gamma A} = f \frac{dr}{L^2} \cdot 10^7 (\text{rpm})$ <p>DN = Shaft dia · Maximal speed</p>	<p>12) Velocidade de rotação permitida e DN.</p> $n = \frac{21.9 \cdot 21.86 \cdot 10^7}{1200^2} = 3324 \text{ min}^{-1} < n_{\max}$ <p>DN = 25 · 1000 = 25000 < 50000</p>
<p>13) Medida contra o deslocamento térmico.</p> $\Delta l = \alpha \cdot \Delta t \cdot L$ <p>Δl: Deslocamento térmico α: Coeficiente de expansão térmica Δt: Aumento de temperatura (°C) no eixo do fuso L: Comprimento efetivo da rosca do fuso</p>	<p>13) Medida contra o deslocamento térmico.</p> <p>Estima-se que haverá um aumento de temperatura de 2 a 5°C nos fusos de esferas de maquinaria geral. Considere um aumento de temperatura de 2°C para calcular a expansão do fuso de esferas.</p> $\Delta l = \alpha \cdot \Delta t \cdot L = 11.7 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 700 \text{ mm}$ $\approx 0.016 \text{ mm}$ $F_p = \frac{EA \Delta l}{L}$ $= \frac{2.06 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot 21.86^2}{4} \cdot 0.016}{700}$ $\approx 177 (\text{kgf})$

Pontos-chave para a seleção de fusos esféricos	Cálculo para a seleção de fusos esféricos
<p>14) Rigidez</p> <p>1) Rigidez axial K_s e deslocamento do eixo do fuso</p> $K_s = \frac{P}{\delta_s} \text{ (kgf/mm)}$ <p>P : Axial load (kgf)</p> $\delta_{SF} = \frac{PL}{4AE} \text{ (mm)} \dots \text{(with reference to page C21)}$ <p>2) Rigidez axial K_N e deslocamento δ_s da castanha</p> $\delta_{NS} = \frac{K}{\sin\beta} \left[\frac{Q^2}{d} \right]^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{1}{\zeta} \text{ (mm)}$ $Q = \frac{P}{n \cdot \sin\beta} \text{ (kgf)}$ $n = \frac{D_0 \pi m}{d} \text{ (each)} \dots \text{(with reference to page C22)}$ <p>3) Rigidez axial K_e e deslocamento δ_B do eixo de suporte</p> $K_B = \frac{P}{\delta_B} \text{ (kgf/mm)} \dots \text{(with reference to page C23)}$	<p>14) Rigidez</p> <p>A variação pode ser corrigida estimando o aumento de temperatura por uma extensão de 0,016 mm e considerando a pré-carga de 177 kgf.</p> <p>1) Rigidez direcional</p> $\delta_{SF} = \frac{PL}{4AE} = \frac{27 \cdot 1200}{4 \cdot \frac{\pi \cdot 21.86^2}{4} \cdot 2.06 \cdot 10^4}$ $= 0.00105 \text{ (mm)}$ $K_s = \frac{370}{0.00105} = 3.5 \cdot 10^5 \text{ kgf/mm}$ <p>2) Rigidez da esfera de aço e do sulco da castanha</p> $n = \frac{26.62 \cdot \pi \cdot 4}{4.762} = 70$ $Q = \frac{370}{70 \sin 45^\circ} = 10$ $\delta_{NS} = \frac{0.00057}{\sin 45^\circ} \left(\frac{10^2}{4.762} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{1}{0.7}$ $= 3.2 \cdot 10 \text{ mm} = 1.27 \cdot 10^5 \text{ kgf/mm}$ $K_N = \frac{370}{3.2 \cdot 10^{-3}} = 1.27 \cdot 10^5 \text{ kgt/mm}$ <p>3) Rigidez dos rolamentos de suporte, onde a rigidez da castanha é 50 kgf/μm</p> $\delta_B = \frac{370}{51 \cdot 2} = 3.6 \mu\text{m}$ $K_B = \frac{370}{0.0036} = 1 \cdot 10^5 \text{ kgf/mm}$ <p>• $\delta_{TOTAL} = 1.05 + 3.2 + 3.6 = 7.85 \mu\text{m}$</p>
<p>15) Confirmação da vida útil do fuso de esferas</p>	<p>15) Confirmação da vida útil do fuso de esferas</p> $L = 42544 \text{ (h)} > 18000 \text{ (h)}$

1-10 Cuidados ao Usar Fusos de Esferas

Os conjuntos de fusos de esferas são componentes delicados. Portanto, deve-se ter um cuidado extra para evitar danos às pistas de esferas causados por componentes ou ferramentas com bordas. Além disso, para prevenir a queda das esferas de aço da castanha durante a desmontagem do fuso e da castanha ou em caso de sobrecarga, tome cuidado ao operar. Se as esferas de aço caírem, entre em contato com a WGB para obter instruções adicionais. Não tente remontar, pois isso pode causar danos permanentes ao fuso de esferas.

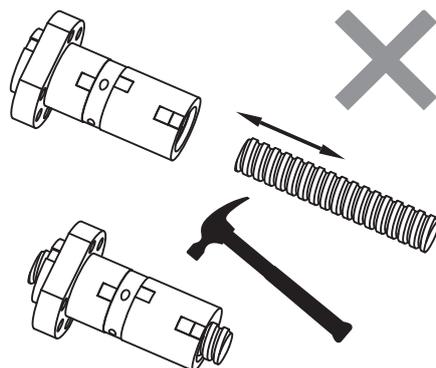


Figura 1.10.1 Erro de instalação

Se a desmontagem for necessária, use um tubo de transferência com diâmetro menor que o do fuso para transferir a castanha, a fim de prevenir a queda das esferas de aço.

1-10-1 Lubrificação

A lubrificação adequada deve ser fornecida quando o fuso de esferas for utilizado. A lubrificação insuficiente resultará na colisão de metais, o que leva ao aumento do atrito e desgaste, causando falhas ou redução da vida útil. Os lubrificantes aplicados aos fusos de esferas podem ser divididos em dois tipos: óleo lubrificante e graxa consistente. De maneira geral, em termos de manutenção, a graxa consistente aumenta o torque de atrito dinâmico linearmente com o aumento da velocidade de rotação. Assim, a lubrificação com óleo é considerada a melhor opção quando a velocidade excede 3-5 m/min. No entanto, não se deve esquecer que há exemplos em que a utilização de graxa foi capaz de atingir velocidades de 10 m/min, dependendo do equipamento. Quanto aos equipamentos, existem lubrificantes mais baratos que podem ser usados. Em geral, para utilizar plenamente a função do fuso de esferas, o óleo lubrificante a 5 m/min é a melhor opção. Na figura 1.10.1, fornecemos o padrão de inspeção e intervalo de suplementação do óleo lubrificante. Antes de reabastecer, por favor, limpe a graxa anterior para continuar.

Tabela 1.10.1: Inspeção da lubrificação e intervalo de reabastecimento

Método	Intervalo	Item de Verificação	Intervalo de Reabastecimento ou Troca
Fornecimento automático de óleo periódico	Semanalmente	Nível de óleo, contaminação	Adicionar a cada verificação, conforme necessário, dependendo do nível do tanque
Graxa	Inicialmente 2 a 3 meses	Contaminação na entrada de partículas	Reabastecer anualmente ou de acordo com o resultado da inspeção.
Banho de óleo	Diariamente	Nível de óleo	A ser determinado de acordo com o consumo.

1-10-2 Prova de Poeira / Prevenção

Qualquer matéria estranha ou água que entre no fuso de esferas pode aumentar o atrito e causar danos. Por exemplo, a entrada de cavacos ou óleo de corte pode ser esperada com ferramentas de máquina, dependendo do ambiente de trabalho. Onde a entrada de matéria estranha é antecipada, use um fole ou uma capa telescópica, como mostrado na Fig. 1.10.2, para cobrir completamente o eixo do fuso.

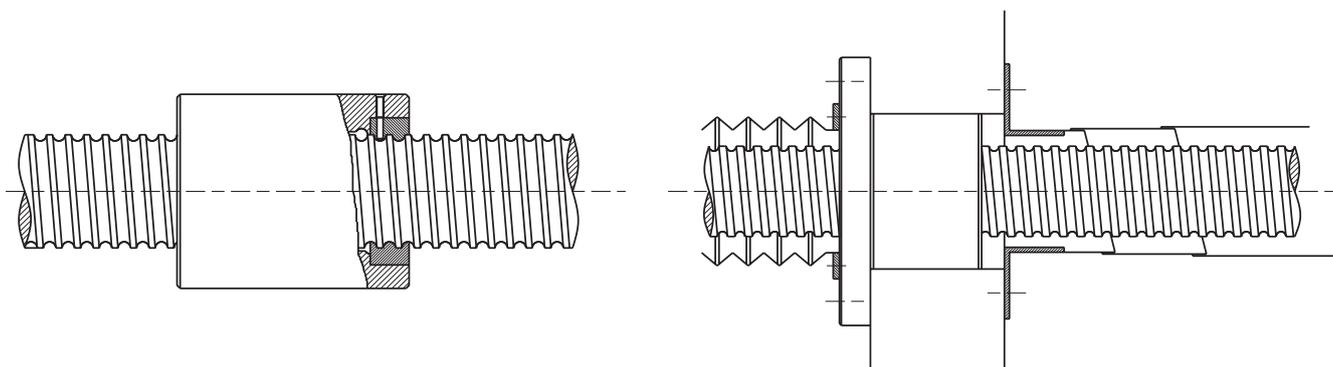


Fig. 1.10.2 Método de Proteção Contra Poeira com Capa Telescópica e Fole

1-10-3 Carga Deslocada

Quando ocorre o fenômeno de carga deslocada, a vida útil do fuso e o ruído tendem a ser afetados diretamente, geralmente acompanhados de uma sensação de funcionamento áspero ao toque. A suavidade de um eixo único e do fuso de esferas montado pode ser diferente. Além da precisão do eixo único, o fenômeno de deslocamento ocorre principalmente devido a falhas na precisão de montagem, como mostrado na Fig. 1.10.3.

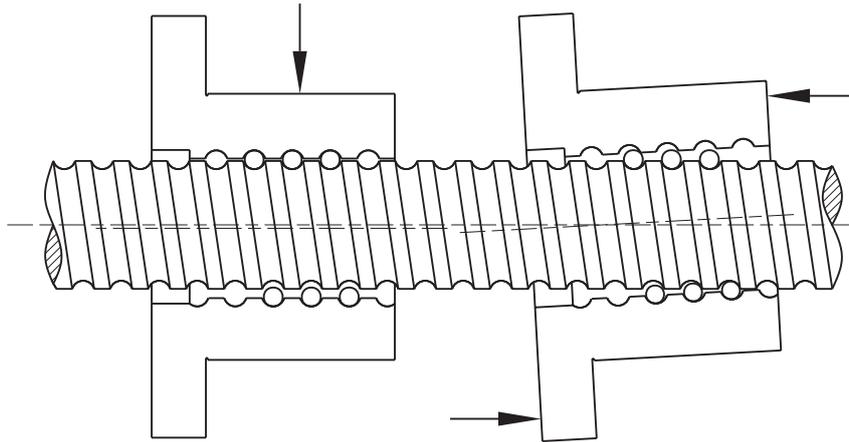
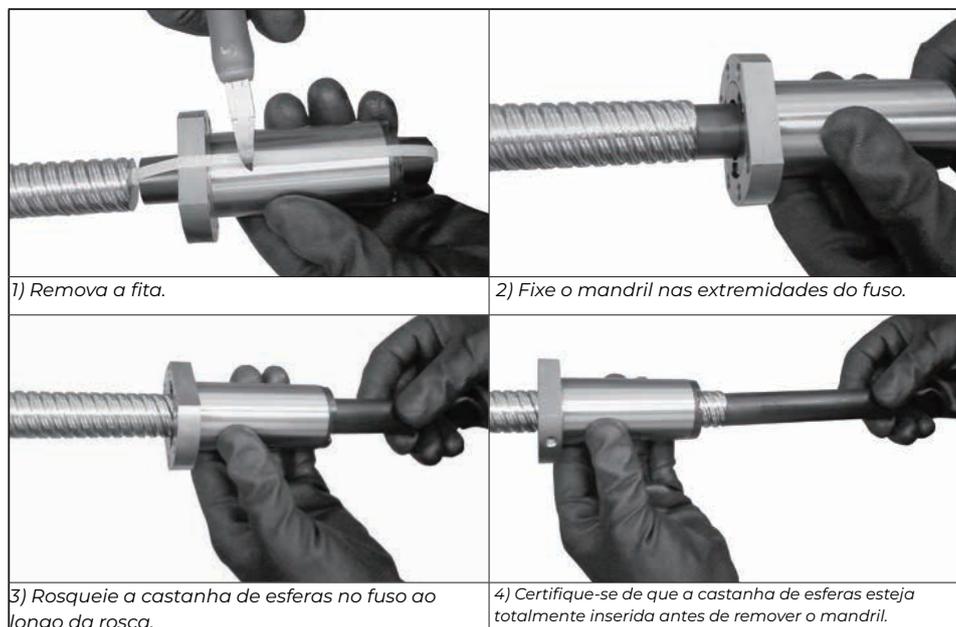


Fig. 1.10.3 Carga Deslocada

1-10-4 Montagem dos Fusos de Esferas

Se o eixo com castanha de esferas for enviado desmontado, siga o procedimento abaixo

Tabela 1.10.4 Procedimento



2-1 Série de Fusos de Esferas Laminados

2-1-1 Fusos Laminados

Os fusos laminados são produzidos por meio de roscamento com rolos. Geralmente, esses fusos oferecem uma operação mais suave, reduzindo o atrito e o jogo. Por isso, têm gradualmente substituído os fusos ACME e trapezoidais tradicionais. Além disso, os fusos laminados podem eliminar o jogo axial através da pré-carga na castanha, com uma relação custo-benefício superior em comparação aos fusos usinados.

2-1-2 Características do Fuso de Esferas Laminado

1) Precisão do Passo até o Grau C5

Os fusos C7 e C10 são padronizados, com o grau C5 disponível sob solicitação.

2) Castanha de Esferas de Alta Precisão

Castanhas de esferas de alta precisão são intercambiáveis entre fusos usinados e rolados.

3) Disponível para Envio Separado

Fusos e castanhas de esferas podem ser enviados separadamente para garantir o menor tempo de entrega. As castanhas de esferas são padronizadas com pré-carga P0, podendo o valor da pré-carga ser ajustado através da reesfera.

2-1-3 Código de Modelo Nominal dos Fusos de Esferas Laminados

Código de Modelo Nominal do Eixo

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
SC R 025 05 F C7 - 1000 + N3							
Tipo de Eixo de Fuso		Passo		Comprimento Total do Eixo			
SC : Padrão		Unidade: mm		Unidade: mm			
SS : Para Castanha Tipo H e NH							
Direção da Rosca		Código do Produto		Tratamento Superficial do Eixo			
R : Direita		F: Laminado		□: Padrão			
L : Esquerda				B1: Oxidação Negra			
				N1: Revestimento de Cromo Duro			
				P: Fosfatização			
Tipo de Eixo de Fuso		Tipo de Eixo de Fuso		N3: Revestimento de Níquel			
Unidade: mm		C5, C7, C10		N4: Raydent			
				N5: Revestimento de Cromo			

Código de Modelo Nominal da Castanha

SFU R 025 05 T4 D + N3

①

②

③

④

⑤

⑥

⑦

①		②		⑤	
Tipo de Eixo de Fuso		Tipo de Eixo de Fuso		Número de Voltas (Turn-Row)	
S: Castanha única		R: Direita		Volta: T : 1	
D: Castanha dupla		L: Esquerda		A: 1.5 (ou 1.7/1.8)	
F: Com flange				B: 2.5/2.8	
C: Sem flange		③		C: 3.5	
NI: Castanha tipo NI		Diâmetro nominal		D: 4.8	
NU: Castanha tipo NU		Unidade: mm		E: 5.8	
H: Castanha tipo H				ex: (2.5x2= B2)	
A: Castanha tipo A					
NH: Castanha NH (Uma solução para mesa deslizante)		④		⑥	
Y: Castanha tipo Y		Passo		Tipo de flange	
V: Castanha tipo V		Unidade: mm		N: Sem corte	
U: Castanha tipo U				S: Corte único	
M: Castanha tipo M				D: Corte duplo	
K: Castanha tipo K					
⑦					
Tratamento Superficial da Castanha					
S: Padrão					
B1: Oxidação Negra					
N1: Revestimento de Cromo Duro					
P: Fosfatização					
N3: Revestimento de Níquel					
N4: Raydent					
N5: Revestimento de Cromo					

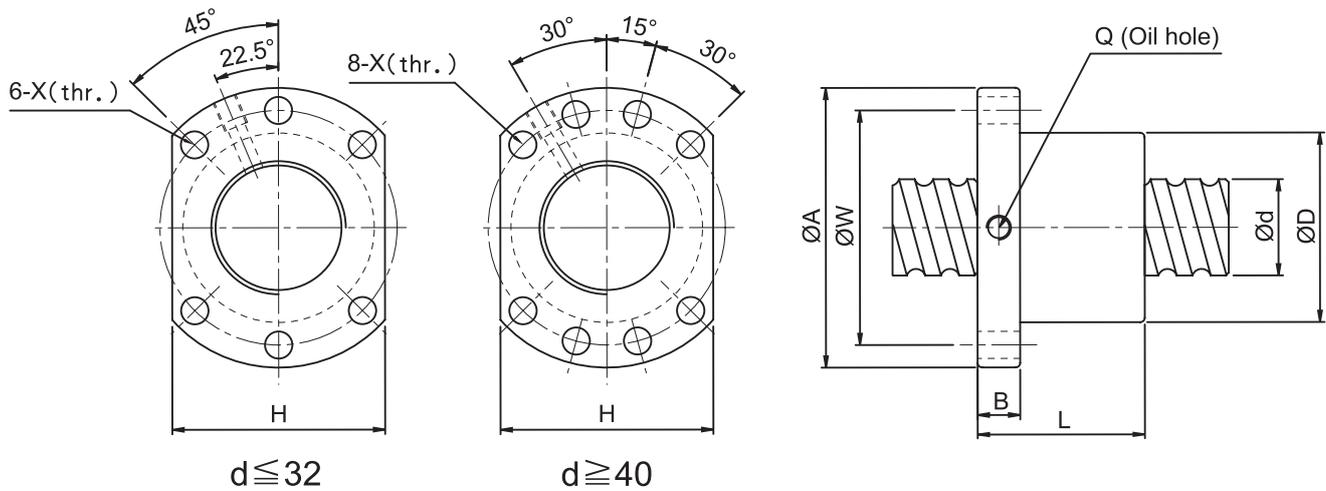
2-1-4 Pré-Carga dos Fusos de Esferas Laminados

A pré-carga padrão para o fuso de esferas laminado é P0. Se for necessário um pré-carga P1, entre em contato com a WGB.

Tabela 2.1.4 Precisão do fuso de esferas laminado

Grade de precisão	C5 (DIN)	C7	C10
e300	23	50	210

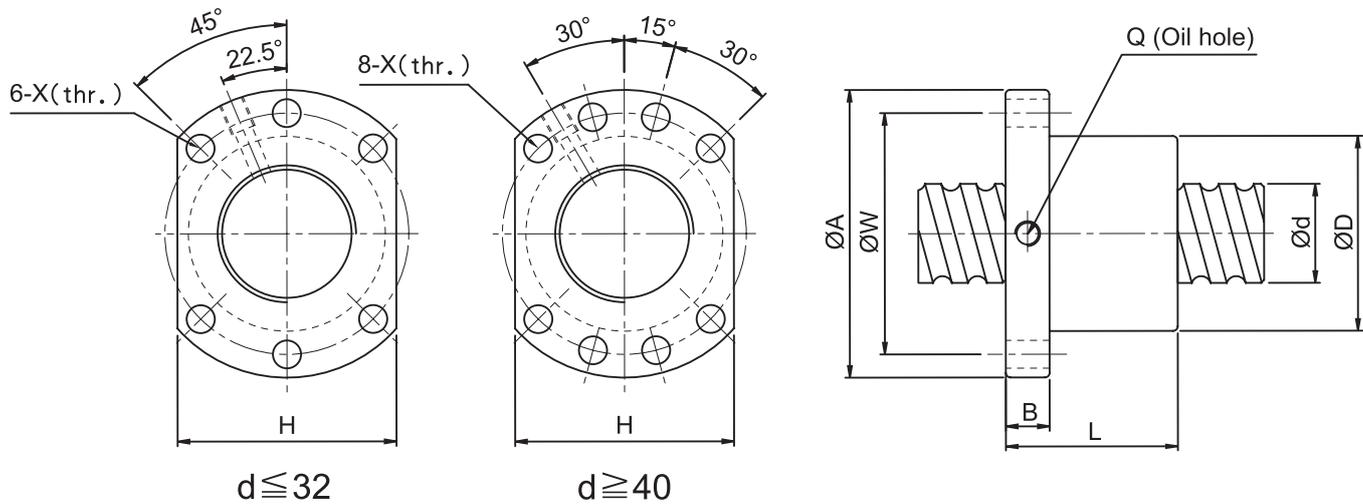
Especificações da Série SFU



Modelo	d	l	Da	Dimensões									Classificação de carga	
				D	A	B	L	W	H	X	Q	n	Ca(kgf)	Coa(kgf)
SFU1204-4 ☆	12	4	2.381	24	40	10	40	32	30	4.5		1x4	593	1129
SFU1604-4	16	4	2.381	28	48	10	40	38	40	5.5	M6x1	1x4	629	1270
SFU1605-3 ☆		5	3.175	28	48	10	42	38	40	5.5	M6x1	1x3	666	1143
SFU1605-4 ☆		5	3.175	28	48	10	50	38	40	5.5	M6x1	1x4	888	1525
SFU1610-3 ☆		10	3.175	28	48	10	57	38	40	5.5	M6x1	1x3	716	1232
SFU2004-4	20	4	2.381	36	58	10	42	47	44	6.6	M6x1	1x4	1066	2987
SFU2005-3 ☆		5	3.175	36	58	10	42	47	44	6.6	M6x1	1x3	749	1495
SFU2005-4 ☆		5	3.175	36	58	10	51	47	44	6.6	M6X1	1x4	999	1994
SFU2504-4	25	4	2.381	40	62	10	42	51	48	6.6	M6x 1	1x4	1180	3795
SFU2505-3 ☆		5	3.175	40	62	10	42	51	48	6.6	M6x1	1x3	839	1935
SFU2505-4 ☆		5	3.175	40	62	10	51	51	48	6.6	M6x1	1x4	1119	2581
SFU2510-4 ☆		10	4.762	40	62	12	85	51	48	6.6	M6x1	1x4	1903	3695
SFU3205-4 ☆	32	5	3.175	50	80	12	52	65	62	9	M6x1	1x4	1264	3402
SFU3210-4 ☆		10	6.35	50	80	12	90	65	62	9	M6x1	1x4	3092	6101
SFU4005-4	40	5	3.175	63	93	14	55	78	70	9	M8x1	1x4	1407	4341
SFU4010-4		10	6.35	63	93	14	93	78	70	9	M8x1	1x4	3480	7779
SFU5010-4	50	10	6.35	75	110	16	93	93	85	11	M8x1	1x4	3898	10325
SFU6310-4	63	10	6.35	90	125	18	98	108	95	11	M8x1	1x4	4401	13611
SFU6320-4		20	9.525	95	135	20	149	115	100	13.5	M8x1	1x4	7404	19008
SFU8010-4	80	10	6.35	105	145	20	98	125	110	13.5	M8x1	1x4	4900	17366
SFU8020-4		20	9.525	125	165	25	154	145	130	13.5	M8x1	1x4	8403	25345

☆ pode produzir hélice esquerda

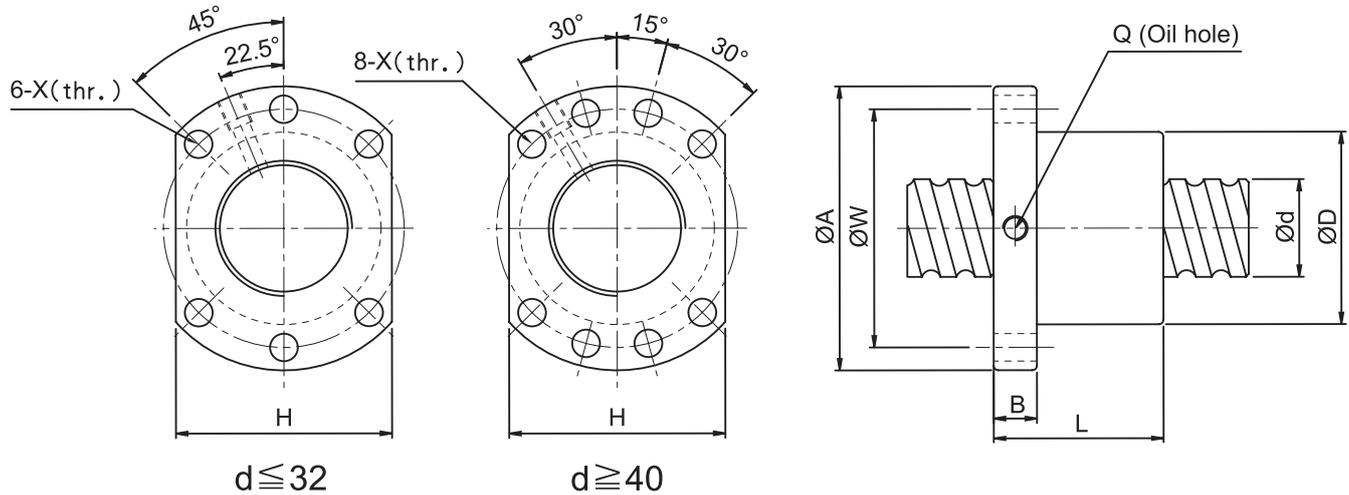
Especificações da Série DFU



Modelo	d	l	Da	Dimensões									Classificação de carga	
				D	A	B	L	W	H	X	Q	n	Ca(kgf)	Coa(kgf)
DFU1604-4	16	4	2.381	28	48	10	80	38	40	5	M6x1	1x4	629	1170
DFU1605-4		5	3.175	28	48	10	100	38	40	5	M6x1	1x4	885	1525
DFU1610-3 ☆		10	3.175	28	48	10	118	38	40	5	M6x1	1x3	716	1232
DFU2004-4 ☆	20	4	2.381	36	58	10	80	47	44	6.6	M6x1	1x4	1066	2987
DFU2005-4		5	3.175	36	58	10	101	47	44	6.6	M6x1	1x4	999	1994
DFU2504-4 ☆	25	4	2.381	40	62	10	80	51	48	6.6	M6x1	1x4	1180	3795
DFU2505-4		5	3.175	40	62	10	101	51	48	6.6	M6x1	1x4	1119	2581
DFU2510-4 ☆		10	4.762	40	62	12	145	51	48	6.6	M6x1	1x4	1927	2771
DFU3205-4 ☆	32	5	3.175	50	80	12	102	65	62	9	M6x1	1x4	1264	3402
DFU3210-4 ☆		10	6.35	50	80	12	162	65	62	9	M6x1	1x4	3092	6101
DFU4005-4	40	5	3.175	63	93	14	105	78	70	9	M8x1	1x4	1407	4341
DFU4010-4		10	6.35	63	93	14	165	78	70	9	M8x1	1x4	3480	7979
DFU5010-4	50	10	6.35	75	110	16	171	93	85	11	M8x1	1x4	3898	10325
DFU6310-4	63	10	6.35	90	125	18	182	108	95	11	M8x1	1x4	4401	13611
DFU6320-4		20	9.525	95	135	20	290	115	100	13.5	M8x1	1x4	7404	19008
DFU8010-4	80	10	6.35	105	145	20	182	125	110	13.5	M8x1	1x4	4900	17366
DFU8020-4		20	9.525	125	165	25	295	145	130	13.5	M8x1	1x4	8403	25345

☆ pode produzir hélice esquerda

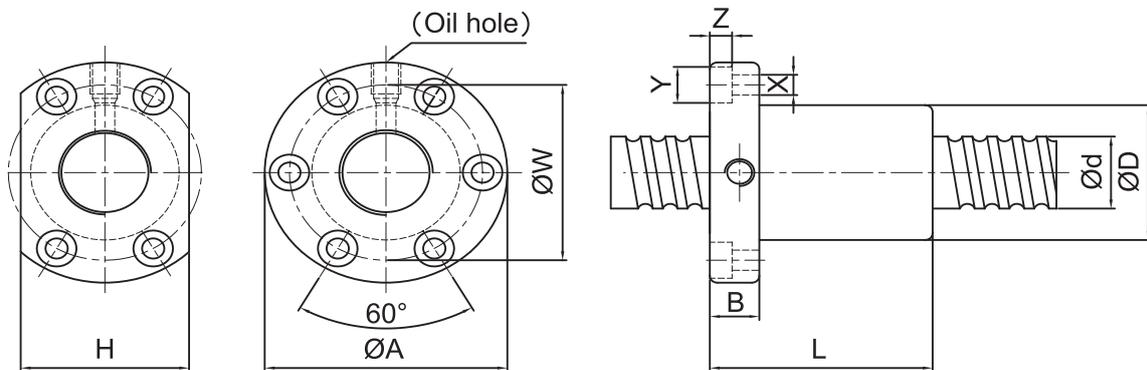
Especificações da Série SFNU



Modelo	d	l	Da	Dimensões									Classificação de Carga		K kgf/μm
				D	A	B	L	W	H	X	Q	n	Ca(kgf)	Coa(kgf)	
SFNU1605-4 ☆	16	5	3.175	28	48	10	45	38	40	5.5	M6	1x4	1380	3052	32
SFNU1610-3		10	3.175	28	48	10	57	38	40	5.5	M6	1x3	1103	2401	26
SFNU2005-4 ☆	20	5	3.175	36	58	10	51	47	44	6.6	M6	1x4	1551	3875	39
SFNU2505-4 ☆	25	5	3.175	40	62	10	51	51	48	6.6	M6	1x4	1724	4904	45
SFNU2510-4		10	4.762	40	62	12	80	51	48	6.6	M6	1x4	2954	7295	50
SFNU3205-4 ☆	32	5	3.175	50	80	12	52	65	62	9	M6	1x4	1922	6343	54
SFNU3210-4 ☆		10	6.35	50	80	12	85	65	62	9	M6	1x4	4805	12208	61
SFNU4005-4 ☆	40	5	3.175	63	93	14	55	78	70	9	M8	1x4	2110	7988	63
SFNU4010-4 ☆		10	6.35	63	93	14	88	78	70	9	M8	1x4	5399	15500	73
SFNU5010-4 ☆	50	10	6.35	75	110	16	88	93	85	11	M8	1x4	6004	19614	85
SFNU6310-4 ☆•	63	10	6.35	90	125	18	93	108	95	11	M8	1x4	6719	25358	99
SFNU8010-4 •	80	10	6.35	105	145	20	93	125	110	13.5	M8	1x4	7346	31953	109
SFNU1204-4 •	12	4	2.5	24	40	10	40	32	30	4.5	M8	1x4	902	1884	26

☆ pode produzir hélice esquerda | • Caso precise desse modelo, entre em contato com a WGB.

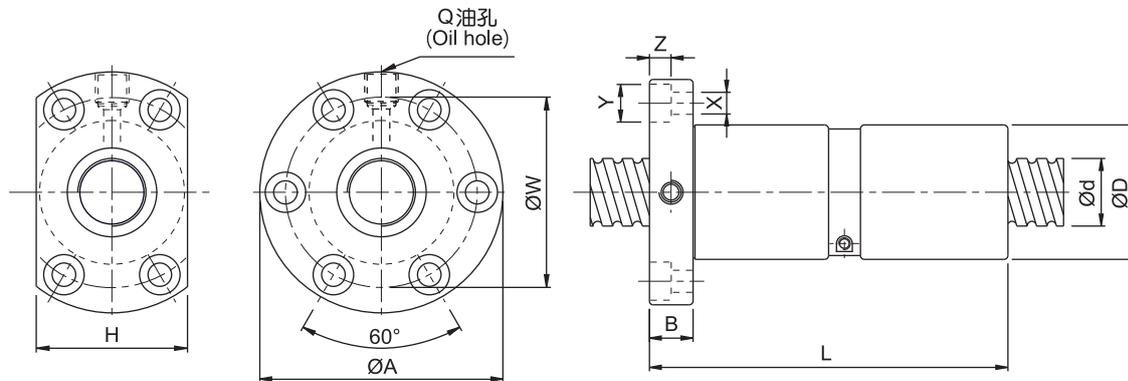
Especificações da Série SFI



Modelo	d	l	DA	Dimensões										Classificações de carga		
				D	A	B	L	W	H	X	Y	Z	Q	n	Ca(kgf)	Coa(kgf)
SFI1605-4 ☆	16	5	3.175	30	49	10	50	39	34	4.5	8	4.5	M6x1	1x4	888	1525
SFI1610-3 ☆		10	3.175	34	58	10	57	45	34	5.5	9.5	5.5	M6x1	1x3	716	1232
SFI2005-4 ☆	20	5	3.175	34	57	11	51	45	40	5.5	9.5	5.5	M6x1	1x4	999	1994
SFI2505-4 ☆	25	5	3.175	40	63	11	51	51	46	5.5	9.5	5.	M8x1	1x4	1119	2581
SFI2510-4 ☆		10	4.762	46	72	12	85	58	52	6.5	11	6.5	M8x1	1x4	1903	3695
SFI3205-4 ☆	32	5	3.175	46	72	12	52	58	52	6.5	11	6.5	M8x1	1x4	1264	3402
SFI3210-4		10	6.35	54	88	15	90	70	62	9	14	8.5	M8x1	1x4	3092	6101
SFI4005-4	40	5	3.175	56	90	15	55	72	64	9	14	8.5	M8x1	1x4	1407	4341
SFI4010-4		10	6.35	62	104	18	93	82	70	11	17.5	11	M8x1	1x4	3480	7779
SFI5010-4	50	10	6.35	72	114	18	93	92	82	11	17.5	11	M8x1	1x4	3898	10325
SFI6310-4	63	10	6.35	85	131	22	98	107	95	14	20	13	M8x1	1x4	4401	7779
SFI8010-4	80	10	6.35	105	150	22	98	127	115	14	20	13	M8x1	1x4	4900	10325

☆ pode produzir hélice esquerda

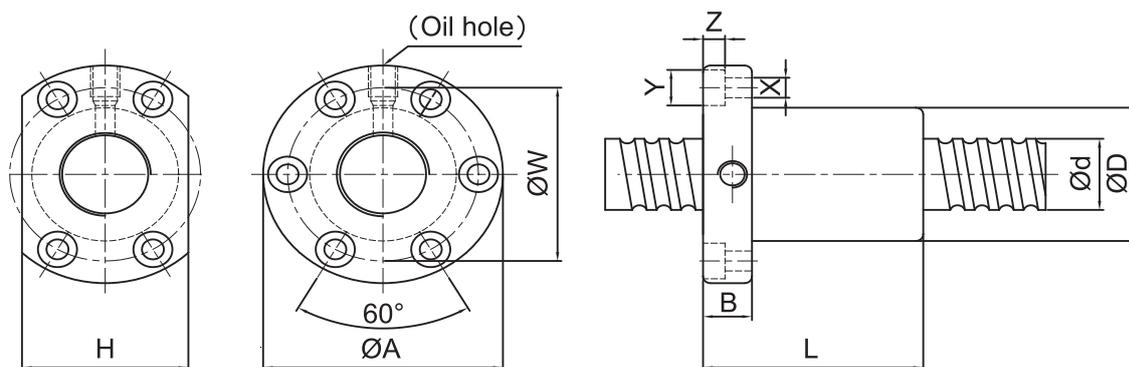
Especificações da Série DFI



Modelo	d	l	DA	Dimensões									Classificações de carga	
				D	A	B	L	W	H	X	Q	n	Ca(kgf)	Coa(kgf)
DFI1604-4	16	4	2.381	30	49	10	80	39	34	4.5	M6x1	1x4	973	2406
DFI1605-4 ☆		5	3.175	30	49	10	100	39	34	4.5	M6x1	1x4	1380	3052
DFI2004-4	20	4	2.381	34	57	11	80	45	40	5.5	M6x1	1x4	1066	2987
DFI2005-4 ☆		5	3.175	34	57	11	101	45	40	5.5	M6x1	1x4	1551	3875
DFI2504-4	25	4	2.381	40	63	11	80	51	46	5.5	M6x1	1x4	1180	3795
DFI2505-4 ☆		5	3.175	40	63	11	101	51	46	5.5	M8x1	1x4	1724	4094
DFI2510-4		10	4.762	46	72	12	145	58	52	6.5	M6x1	1x4	2954	7295
DFI3204-4	32	4	2.381	46	72	12	145	58	52	6.5	M6x1	1x4	1296	4838
DFI3205-4 ☆		5	3.175	46	72	12	102	58	52	6.5	M8x1	1x4	1922	6343
DFI3210-4 ☆		10	6.35	54	88	15	162	70	62	9	M8x1	1x4	4805	12208
DFI4005-4 ☆	40	5	3.175	56	90	15	105	72	64	9	M8x1	1x4	2110	7988
DFI4010-4 ☆		10	6.35	62	104	18	165	82	70	11	M8x1	1x4	5399	15500
DFI5010-4 ☆	50	10	6.35	72	114	18	171	92	82	11	M8x1	1x4	6004	19614
DFI6310-4 ☆	63	10	6.35	85	131	22	182	107	95	14	M8x1	1x4	6719	25358
DFI8010-4	80	10	6.35	105	150	22	182	127	115	14	M8x1	1x4	7346	31953

☆ pode produzir hélice esquerda

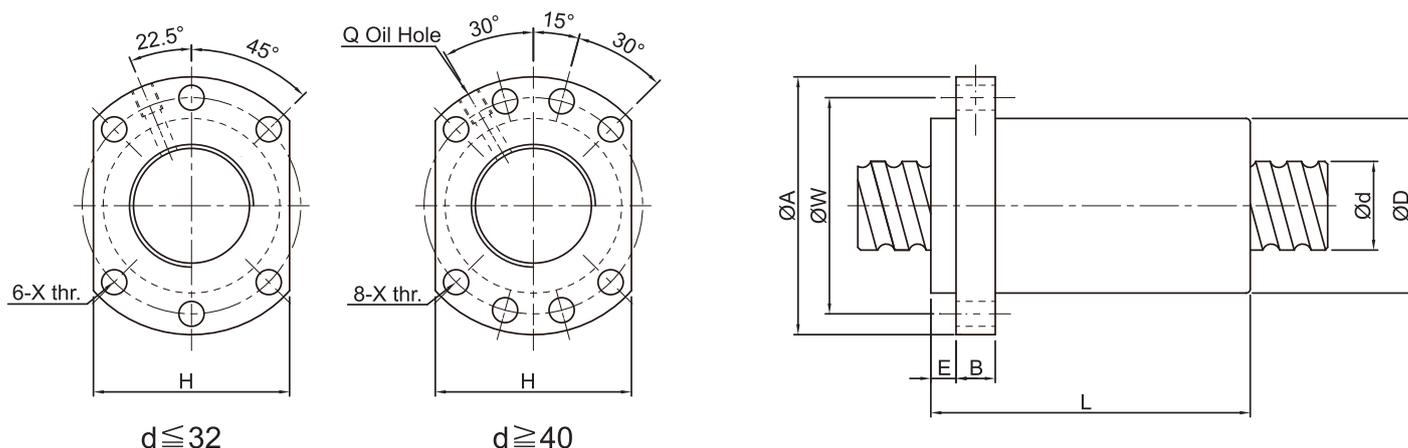
Especificações da Série SFNI



Modelo	d	l	DA	Dimensões											Dimensões de carga		K kgf/μm
				D	A	B	L	W	H	X	Y	Z	Q	n	Ca(kgf)	Coa(kgf)	
SFNI1605-4☆	16	5	3.175	30	49	10	45	39	34	4.5	8	4.5	M6	1x4	1380	3052	33
SFNI1610-3		10	3.175	34	58	10	57	45	34	5.5	9.5	5.5	M6	1x3	1103	2401	27
SFNI2005-4☆	20	5	3.175	34	57	11	51	45	40	5.5	9.5	5.5	M6	1x4	1551	3875	39
SFNI2505-4☆	25	5	3.175	40	63	11	51	51	46	5.5	9.5	5.5	M8	1x4	1724	4904	45
SFNI2510-4		10	4.762	46	72	12	80	58	52	6.5	11	6.5	M6	1x4	2954	7295	51
SFNI3205-4☆	32	5	3.175	46	72	12	52	58	52	6.5	11	6.5	M8	1x4	1922	6343	52
SFNI3210-4☆		10	6.35	54	88	15	85	70	62	9	14	8.5	M8	1x4	4805	12208	62
SFNI4005-4☆	40	5	3.175	56	90	15	55	72	64	9	14	8.5	M8	1x4	2110	7988	59
SFNI4010-4☆		10	6.35	62	104	18	88	82	70	11	17.5	11	M8	1x4	5399	15500	72
SFNI5010-4☆	50	10	6.35	72	114	18	88	92	82	11	17.5	11	M8	1x4	6004	19614	83
SFNI6310-4	63	10	6.35	85	131	22	93	107	95	14	20	13	M8	1x4	6719	25358	95
SFNI8010-4	80	10	6.35	105	150	22	93	127	115	14	20	13	M8	1x4	7346	31953	109

☆ pode produzir hélice esquerda

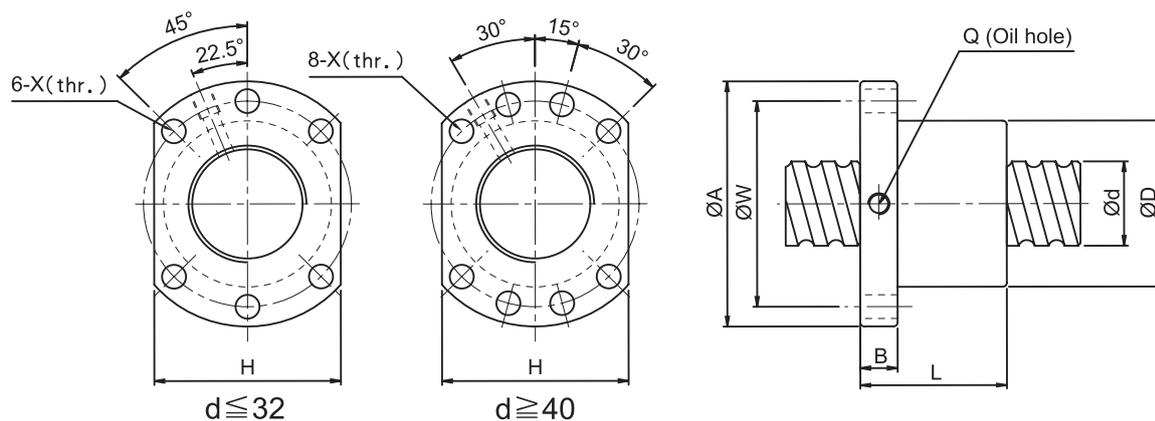
Especificações da Série SFA



Modelo	d	l	Da	Dimensões										Dimensões de carga		K
				D	A	E	B	L	W	H	X	Q	n	Ca(kgf)	Coa(kgf)	
SFA1205-2.8 ☆	12	5	2.5	24	40	5	10	30	32	30	4.5		2.8×1	661	1316	19
SFA1210-2.8 ☆		10	2.5	24	40	5	10	42	32	30	4.5		2.8×1	642	1287	19
SFA1605-3.8 ☆	15	5	2.778	28	48	5	10	31	38	40	5.5	M6	3.8×1	1112	2507	30
SFA1610-2.8 ☆		10	2.778	28	48	5	10	42	38	40	5.5	M6	2.8×1	839	1821	23
SFA1616-1.8 ☆		16	2.778	28	48	5	10	43	38	40	5.5	M6	1.8×1	552	1137	14
SFA1616-2.8 ☆		16	2.778	28	48	5	10	59	38	40	5.5	M6	2.8×1	808	1769	22
SFA1620-1.8 ☆		20	2.778	28	48	5	10	50	38	40	5.5	M6	1.8×1	554	1170	14
SFA2005-3.8 ☆		20	5	3.175	36	58	7	10	33	47	44	6.6	M6	3.8×1	1484	3681
SFA2010-3.8 ☆	10		3.175	36	58	7	10	52	47	44	6.6	M6	3.8×1	1516	3833	40
SFA2020-1.8 ☆	20		3.175	36	58	7	10	52	47	44	6.6	M6	1.8×1	764	1758	19
SFA2020-2.8 ☆	20		3.175	36	58	7	10	72	47	44	6.6	M6	2.8×1	1118	2734	29
SFA2505-3.8 ☆	25	5	3.175	40	62	7	10	33	51	48	6.6	M6	3.8×1	1650	4658	43
SFA2510-3.8 ☆		10	3.175	40	62	7	12	52	51	48	6.6	M6	3.8×1	1638	4633	45
SFA2525-1.8 ☆		25	3.175	40	62	7	12	60	51	48	6.6	M6	1.8×1	843	2199	22
SFA2525-2.8		25	3.175	40	62	7	12	85	51	48	6.6	M6	2.8×1	1232	3421	34
SFA3205-3.8	32	5	3.175	50	80	9	12	35	65	62	9	M6	3.8×1	1839	6026	51
SFA3210-3.8	31	10	3.969	50	80	9	12	53	65	62	9	M6	3.8×1	2460	7255	55
SFA3220-2.8		20	3.969	50	80	9	12	72	65	62	9	M6	2.8×1	1907	5482	43
SFA3232-1.8		32	3.969	50	80	9	12	78	65	62	9	M6	1.8×1	1257	3426	27
SFA3232-2.8		32	3.969	50	80	9	12	110	65	62	9	M6	2.8×1	1838	5329	42
SFA4005-3.8		40	5	3.175	63	93	9	14	39	78	70	9	M8	3.8×1	2018	7589
SFA4010-3.8	38	10	6.35	63	93	9	14	57	78	70	9	M8	3.8×1	5035	13943	67
SFA4020-2.8		20	6.35	63	93	9	14	78	78	70	9	M8	2.8×1	3959	10715	54
SFA4040-1.8		40	6.35	63	93	9	14	96	78	70	9	M8	1.8×1	2585	6648	34
SFA4040-2.8		40	6.35	63	93	9	14	136	78	70	9	M8	2.8×1	3780	10341	52
SFA5005-3.8●	50	5	3.175	75	110	10.5	15	42	93	85	11	M8	3.8×1	2207	9542	68
SFA5010-3.8●	48	10	6.35	75	110	10.5	18	57	93	85	11	M8	3.8×1	5638	17852	79
SFA5020-3.8●		20	6.35	75	110	10.5	18	98	93	85	11	M8	3.8×1	5749	18485	87
SFA5050-1.8●		50	6.35	75	110	10.5	18	117	93	85	11	M8	1.8×1	2946	8749	42
SFA5050-2.8●		50	6.35	75	110	10.5	18	167	93	85	11	M8	2.8×1	4308	13610	65

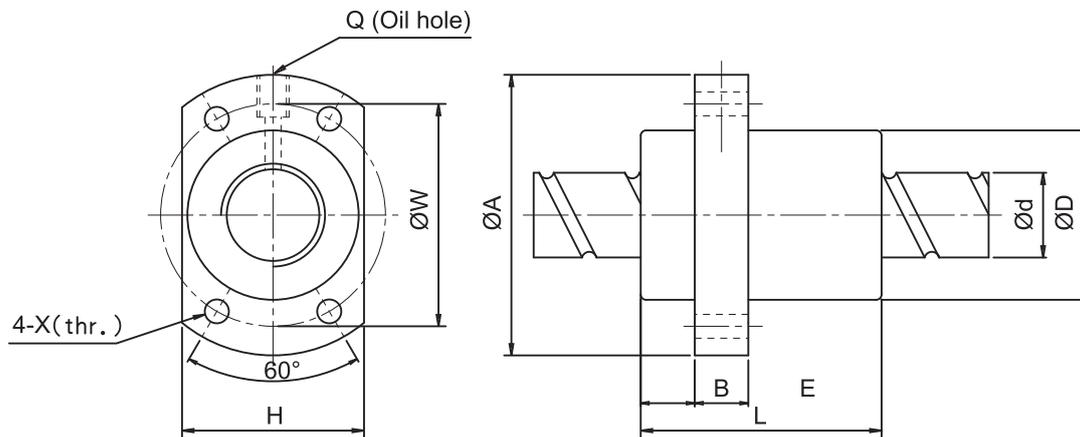
☆ pode produzir hélice esquerda

Especificações da Série SFS



Modelo	d	l	DA	Dimensões									Dimensões de carga	
				D	A	B	L	W	H	X	Q	n	Ca(kgf)	Coa(kgf)
SFS1205-2.8	12	5	2.5	24	40	10	31	32	30	4.5	M6x1	2.8x1	661	1316
SFS1210-2.8		10	2.5	24	40	10	48.5	32	30	4.5	M6x1	2.8x1	642	1287
SFS1605-3.8	15	5	2.778	28	48	10	38	38	40	5.5	M6x1	3.8x1	1112	2507
SFS1610-2.8		10	2.778	28	48	10	47	38	40	5.5	M6x1	2.8x1	839	1821
SFS1616-1.8		16	2.778	28	48	10	45	38	40	5.5	M6x1	1.8x1	552	1137
SFS1616-2.8		16	2.778	28	48	10	61	38	40	5.5	M6x1	2.8x1	808	1769
SFS1620-1.8		20	2.778	28	48	10	57	38	40	5.5	M6x1	1.8x1	554	1170
SFS2005-3.8	20	5	3.175	36	58	10	40	47	44	6.6	M6x1	3.8x1	1484	3681
SFS2010-3.8		10	3.175	36	58	10	60	47	44	6.6	M6x1	3.8x1	1516	3833
SFS2020-1.8		20	3.175	36	58	10	57	47	44	6.6	M6x1	1.8x1	764	1758
SFS2020-2.8		20	3.175	36	58	10	77	47	44	6.6	M6x1	2.8x1	1118	2734
SFS2505-3.8	25	5	3.175	40	62	10	40	51	48	6.6	M6x1	3.8x1	1650	4658
SFS2510-3.8		10	3.175	40	62	12	65	51	48	6.6	M6x1	3.8x1	1638	4633
SFS2520-2.8		20	3.969	40	62	12	72	51	48	6.6	M6x1	2.8x1	1206	2695
SFS2525-1.8		25	3.175	40	62	12	70	51	48	6.6	M6x1	1.8x1	843	2199
SFS2525-2.8		25	3.175	40	62	12	95	51	48	6.6	M6x1	2.8x1	1232	3421
SFS3205-3.8	32	5	3.175	50	80	12	42	65	62	9	M6x1	3.8x1	1839	6026
SFS3210-3.8	31	10	3.969	50	80	13	62	65	62	9	M6x1	3.8x1	2460	7255
SFS3220-2.8		20	3.969	50	80	12	80	65	62	9	M6x1	2.8x1	1907	5482
SFS3232-1.8		32	3.969	50	80	13	84	65	62	9	M6x1	1.8x1	1257	3426
SFS3232-2.8		32	3.969	50	80	13	116	65	62	9	M6x1	2.8x1	1838	2329
SFS4005-3.8	40	5	3.175	63	93	15	45	78	70	9	M8x1	3.8x1	2018	7589
SFS4010-3.8	38	10	6.35	63	93	14	63	78	70	9	M8x1	3.8x1	5035	13943
SFS4020-2.8		20	6.35	63	93	14	82	78	70	9	M8x1	2.8x1	3959	10715
SFS4040-1.8		40	6.35	63	93	15	105	78	70	9	M8x1	1.8x1	2585	6648
SFS4040-2.8		40	6.35	63	93	15	145	78	70	9	M8x1	2.8x1	3780	10341
SFS5005-3.8	50	5	3.175	75	110	15	45	93	85	11	M8x1	3.8x1	2207	9542
SFS5010-3.8	48	10	6.35	75	110	18	68	93	85	11	M8x1	3.8x1	5638	17852
SFS5020-3.8		20	6.35	75	110	18	108	93	85	11	M8x1	2.8x1	5749	18485
SFS5050-1.8		50	6.35	75	110	18	125	93	85	11	M8x1	1.8x1	2946	8749
SFS5050-2.8		50	6.35	75	110	18	175	93	85	11	M8x1	2.8x1	4308	13610

Especificações da Série SFY



Modelo	d	l	Da	Dimensões										Dimensões de carga		K kgf/μm
				D	A	E	B	L	W	H	X	Q	n	Ca(kgf)	Coa(kgf)	
SFY1616-3.6	16	16	2.778	32	53	10.1	10	45	42	34	4.5	M6	1.8x2	1073	2551	31
SFY2020-3.6	20	20	3.175	39	62	13	10	52	50	41	5.5	M6	1.8x2	1387	3515	37
SFY2525-3.6	25	25	3.969	47	74	15	12	64	60	49	6.6	M6	1.8x2	2074	5494	45
SFY3232-3.6	32	32	4.762	58	92	17	12	78	74	60	9	M6	1.8x2	3021	8690	58
SFY4040-3.6	40	40	6.35	73	114	19.5	15	99	93	75	11	M6	1.8x2	4831	14062	70
SFY5050-3.6 •	50	50	7.938	90	135	21.5	20	117	112	92	14	M6	1.8x2	7220	21974	86
SFY1632-1.6	16	32	2.778	32	53	10.1	10	42.5	42	34	4.5	M6	0.8x2	493	1116	11
SFY2040-1.6	20	40	3.175	39	62	13	10	48	50	41	5.5	M6	0.8x2	653	1597	15
SFY2550-1.6	25	50	3.969	47	74	15	12	58	60	49	6.6	M6	0.8x2	976	2495	19
SFY3264-1.6	32	64	4.762	58	92	17	12	71	74	60	9	M6	0.8x2	1374	3571	22
SFY4080-1.6	40	80	6.35	73	114	19.5	15	90	93	75	11	M6	0.8x2	2273	6387	29
SFY50100-1.6 •	50	100	7.938	90	135	21.5	20	111	112	92	14	M6	0.8x2	3398	9980	35

•Caso precise desse modelo, entre em contato com a WGB.

2-2 Lista de Peso dos Fusos de Esferas

Número do modelo	Peso	
	Castanha Esférica (kg)	Eixo Parafuso (kg/m)
SFU/SFNU		
SFU1204-4	0.138	0.87
SFU1604-4	0.190	1.56
SFU1605-4	0.190	1.56
SFU1610-3	0.220	1.56
SFU2005-4	0.316	2.45
SFU2505-4	0.350	3.82
SFU2510-4	0.484	3.81
SFU3205-4	0.588	6.29
SFU3210-4	0.832	6.23
SFU4005-4	0.970	9.84
SFU4010-4	1.246	9.78
SFU5010-4	1.820	15.33
SFU5020-4	2.674	15.31
SFU6310-4	2.576	24.39
SFU6320-4	4.888	24.28
SFU8010-4	3.100	39.38
SFU8020-4	9.016	39.27
SFU10020-4	10.000	61.47
DFU		
DFU1604-4	0.308	1.56
DFU1605-4	0.308	1.56
DFU2005-4	0.480	2.45
DFU2505-4	0.630	3.82
DFU2510-4	0.650	3.81
DFU3205-4	1.040	6.29
DFU3210-4	1.300	6.23
DFU4005-4	1.700	9.84
DFU4010-4	1.700	9.78
DFU5020-4	4.200	15.31
DFU6320-4	8.362	24.28
DFU8020-4	16.660	39.27
DFU10020-4	26.400	61.47

Número do modelo	Peso	
	Castanha Esférica (kg)	Eixo Parafuso (kg/m)
SFI/SFNI		
SFI1605-4	0.220	1.56
SFI1610-3	0.382	1.56
SFI2005-4	0.308	2.45
SFI2505-4	0.396	3.82
SFI2510-4	0.802	3.81
SFI3205-4	0.472	6.29
SFI3210-4	1.140	6.23
SFI4005-4	0.840	9.84
SFI4010-4	1.548	9.78
SFI5010-4	1.924	15.33
SFI6310-4	2.674	24.39
SFI8010-4	3.900	39.38
DFI		
DFI01605-4	0.311	1.56
DFI02005-4	0.446	2.45
DFI02505-4	0.562	3.82
DFI02510-4	0.644	3.81
DFI03205-4	0.690	6.29
DFI03210-4	0.774	6.23

2-2 Lista de Peso dos Fusos de Esferas

Número do modelo	Peso	
	Castanha Esférica (kg)	Eixo Parafuso (kg/m)
SFA/SFS		
SFA1205-2.8	0.112	0.87
SFA1210-2.8	0.130	0.87
SFA1605-3.8	0.168	1.37
SFA1610-2.8	0.198	1.37
SFA1616-1.8	0.202	1.37
SFA1616-2.8	0.252	1.37
SFA1620-1.8	0.222	1.37
SFA1630-1.8	0.260	1.37
SFA2005-3.8	0.245	2.45
SFA2010-3.8	0.330	2.45
SFA2020-1.8	0.332	2.45
SFA2020-2.8	0.435	2.45
SFA2505-3.8	0.272	3.83
SFA2510-3.8	0.350	3.83
SFA2525-1.8	0.415	3.83
SFA2525-2.8	0.568	3.83
SFA3205-3.8	0.462	6.29
SFA3210-3.8	0.580	5.89
SFA3220-2.8	0.742	5.89
SFA3232-1.8	0.790	5.89
SFA3232-2.8	1.060	5.89
SFA4005-3.8	0.808	9.84
SFA4010-3.8	0.870	8.82
SFA4020-2.8	1.150	8.82
SFA4040-1.8	1.525	8.82
SFA4040-2.8	2.090	8.82
SFA5005-3.8	0.944	15.39
SFA5010-3.8	1.280	14.12
SFA5020-3.8	2.050	14.12
SFA5050-1.8	2.400	14.12
SFA5050-2.8	3.500	14.12
SFA5050-2.8	3.500	14.12

Número do modelo	Peso	
	Castanha Esférica (kg)	Eixo Parafuso (kg/m)
SFY		
SFY1616-3.6	0.238	1.55
SFY1632-1.6	0.222	1.55
SFY2020-3.6	0.380	2.42
SFY2040-1.6	0.348	2.42
SFY2525-3.6	0.652	3.79
SFY2550-1.6	0.596	3.79
SFY3232-3.6	1.168	6.22
SFY3264-1.6	1.066	6.22
SFY4040-3.6	2.288	9.70
SFY4080-1.6	2.096	9.70
SFY5050-3.6	4.120	15.15
SFY50100-1.6	3.818	15.15



WWW.WGBAUTOMACAO.COM.BR

Matriz

SP-079, 6226 - Jardim Independência -
Salto / SP

(11) 4027-0630

(11) 93236-0198

vendas@wgbautomacao.com.br

Filial

Florentina Pereira Jasper, N° 624 -Porto
Grande - Araquari / SC

47) 3511-7882

(11) 93236-0198

vendas@wgbautomacao.com.br