

# Características dos rolamentos rígidos de esferas FRM

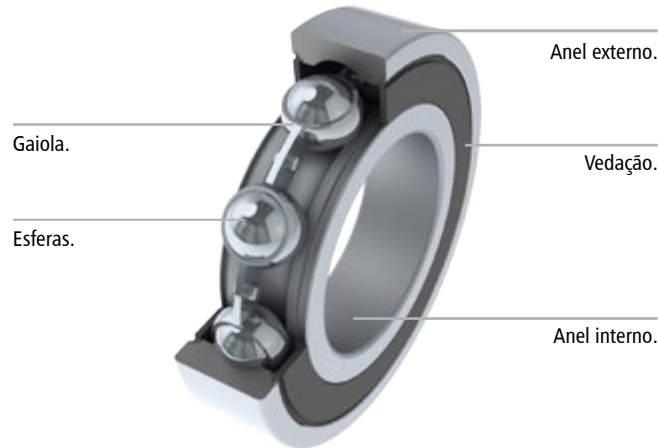


figura 01 - Elementos do rolamento

O rolamento rígido **FRM** é composto por dois anéis de aço; com uma carreira de esferas separados entre si por uma gaiola; e disponível com 2 tipos de vedações, ZZ ou 2RS.

Além de suportar cargas radiais, esses rolamentos também suportam cargas axiais em ambas as direções, de até 25% da carga estática para rolamentos com diâmetro de eixo de até 12mm e 50% da carga estática para eixos de maiores diâmetros.

Possuem baixo torque de giro e baixo atrito, sendo ideais para aplicações que requerem baixo ruído, baixa vibração e alta velocidade de rotação.

Consulte os Departamentos de Engenharia / Comercial da **FRM** para mais informações.

## Vedações

Os rolamentos rígidos de esferas **FRM** estão disponíveis com duas opções de vedações, placas de vedação ZZ (figura 02) ou vedação de contato 2RS (figura 03) em ambos os lados. A orientação para a escolha da vedação adequada para diferentes condições operacionais pode ser encontrada na tabela 01.

Os rolamentos com placas de proteção ou vedação de contato são projetados para terem uma lubrificação permanente, eliminando a necessidade de relubrificação.

Esses rolamentos não devem ser lavados nem aquecidos a temperaturas superiores a 80°C.

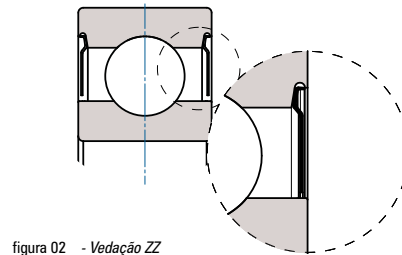


figura 02 - Vedação ZZ

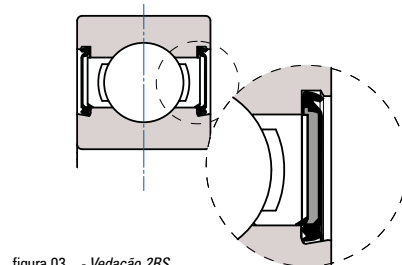


figura 03 - Vedação 2RS

Tipo de Vedação	ZZ	2RS
Baixo atrito	+++	+
Velocidades elevadas	+++	+
Retenção de graxa	+	++
Proteção contra pó	++	+++
Proteção contra água	-	++

+++ Excelente | ++ Bom | + Razoável | - Não recomendado

tabela 01 - Comparativo das condições operacionais entre as vedação ZZ e 2RS



figura 04 - Gaiola de aço estampado e rebitado

## Gaiolas

Os rolamentos rígidos de uma carreira esferas **FRM** são fabricados com gaiolas de aço estampado e rebitado, centradas nas esferas (figura 04).

## Dimensões e tolerâncias

Os rolamentos rígidos de uma carreira de esferas estão em conformidade com os padrões internacionais estabelecidos pela norma ISO 492/199/582. Essa norma define as dimensões principais para esses tipos de rolamentos. Conforme tabela 02.

Ø nominal ØD, Ød mm	Tolerância do diâmetro do furo interno		Tolerância do diâmetro externo						Tolerância da largura do anel interno e externo											
									individual		combinado <sup>1</sup>									
									P0	P5	P0/P6	P5	P0/P6	P5						
acima inc	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf						
0,6 2,5	0	-0,008	0	-0,007	0	-0,005				0	-0,040	0	-0,040		0	-0,250				
2,5 6	0	-0,008	0	-0,007	0	-0,005	0	-0,008	0	-0,007	0	-0,005	0	-0,120	0	-0,040	0	-0,250	0	-0,250
6 10	0	-0,008	0	-0,007	0	-0,005	0	-0,008	0	-0,007	0	-0,005	0	-0,120	0	-0,040	0	-0,250	0	-0,250
10 18	0	-0,008	0	-0,007	0	-0,005	0	-0,008	0	-0,007	0	-0,005	0	-0,120	0	-0,080	0	-0,250	0	-0,250
18 30	0	-0,010	0	-0,008	0	-0,006	0	-0,009	0	-0,008	0	-0,006	0	-0,120	0	-0,120	0	-0,250	0	-0,250
30 50	0	-0,012	0	-0,010	0	-0,008	0	-0,011	0	-0,009	0	-0,007	0	-0,120	0	-0,120	0	-0,250	0	-0,250
50 80	0	-0,015	0	-0,012	0	-0,009	0	-0,013	0	-0,011	0	-0,009	0	-0,150	0	-0,150	0	-0,380	0	-0,250
80 120	0	-0,020	0	-0,015	0	-0,010	0	-0,015	0	-0,013	0	-0,010	0	-0,200	0	-0,200	0	-0,380	0	-0,380
120 150	0	-0,025	0	-0,018	0	-0,013	0	-0,018	0	-0,015	0	-0,011	0	-0,250	0	-0,250	0	-0,500	0	-0,380
150 180	0	-0,025	0	-0,018	0	-0,013	0	-0,025	0	-0,018	0	-0,013	0	-0,250	0	-0,300	0	-0,500	0	-0,380
180 250	0	-0,030	0	-0,022	0	-0,015	0	-0,030	0	-0,020	0	-0,015	0	-0,300	0	-0,300	0	-0,500	0	-0,500
250 315	0	-0,035	0	-0,025	0	-0,018	0	-0,035	0	-0,025	0	-0,018	0	-0,350	0	-0,350	0	-0,500	0	-0,500
315 400	0	-0,040	0	-0,030	0	-0,023	0	-0,040	0	-0,028	0	-0,020	0	-0,400	0	-0,400	0	-0,630	0	-0,630
400 500	0	-0,045	0	-0,035	0	-0,028	0	-0,045	0	-0,033	0	-0,023	0	-0,450	0	-0,450	0	-0,630	0	-0,630
500 630	0	-0,050	0	-0,040	0	-0,035	0	-0,050	0	-0,038	0	-0,028	0	-0,500	0	-0,500	0	-0,800	0	-0,800
630 800	0	-0,075	0	-0,050	0	-0,045	0	-0,075	0	-0,045	0	-0,035	0	-0,750	0	-0,750				
800 1000	0	-0,100	0	-0,060	0	-0,060	0	-0,100	0	-0,060	0	-0,050	0	-1,000	0	-1,000				
1000 1250	0	-0,125	0	-0,075	0	-0,075	0	-0,125	0	-0,075	0	-0,063	0	-1,250	0	-1,250				
1250 1600	0	-0,160	0	-0,090	0	-0,090	0	-0,160	0	-0,090	0	-0,080	0	-1,600	0	-1,600				
1600 2000	0	-0,200	0	-0,115	0	-0,115	0	-0,200	0	-0,115	0	-0,100	0	-2,000	0	-2,000				
2000 2500							0	-0,250	0	-0,135	0	-0,125								

<sup>1</sup>Aplicado a anéis individuais fabricados para o uso em montagens aos pares

tabela 02 - Tolerância para rolamentos radiais, anéis internos e externos

unidade: mm

## Folgas internas

Os rolamentos rígidos de esferas de uma carreira **FRM** podem ser fornecidos com diferentes folgas internas. As folgas geralmente disponíveis são CN, C3 e C4. Os valores específicos da folga interna radial estão em conformidade com a norma ISO 5753:1991 e são válidos para rolamentos sem carga aplicada, conforme tabela 03.

## Desalinhamentos

Os rolamentos rígidos de uma carreira de esferas **FRM** têm uma capacidade limitada para tolerar desalinhamentos.

Considerando as influências do próprio rolamento, forças e momentos que atuam sobre ele, o desalinhamento angular permitido geralmente varia entre 2 e 10 minutos de arco.

Ø nominal do furo Ød mm		Folga interna radial									
>	≤	C2		Normal		C3		C4		C5	
		mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
2,5	6	0	0,007	0,002	0,013	0,008	0,023				
6	10	0	0,007	0,002	0,013	0,008	0,023	0,014	0,029	0,020	0,037
10	18	0	0,009	0,003	0,018	0,011	0,025	0,018	0,033	0,025	0,045
18	24	0	0,010	0,005	0,020	0,013	0,028	0,020	0,036	0,028	0,048
24	30	0,001	0,011	0,005	0,020	0,013	0,028	0,023	0,041	0,030	0,053
30	40	0,001	0,011	0,006	0,020	0,015	0,033	0,028	0,046	0,040	0,064
40	50	0,001	0,011	0,006	0,023	0,018	0,036	0,030	0,051	0,045	0,073
50	65	0,001	0,015	0,008	0,028	0,023	0,043	0,038	0,061	0,055	0,090
65	80	0,001	0,015	0,010	0,030	0,025	0,051	0,046	0,071	0,065	0,105
80	100	0,001	0,018	0,012	0,036	0,030	0,058	0,053	0,084	0,075	0,120
100	120	0,002	0,020	0,015	0,041	0,036	0,066	0,061	0,097	0,090	0,140
120	140	0,002	0,023	0,018	0,048	0,041	0,081	0,071	0,114	0,105	0,160
140	160	0,002	0,023	0,018	0,053	0,046	0,091	0,081	0,130	0,120	0,180
160	180	0,002	0,025	0,020	0,061	0,053	0,102	0,091	0,147	0,135	0,200
180	200	0,002	0,030	0,025	0,071	0,063	0,117	0,107	0,163	0,150	0,230
200	225	0,004	0,032	0,028	0,082	0,073	0,132	0,120	0,187	0,175	0,255
225	250	0,004	0,036	0,031	0,092	0,087	0,152	0,140	0,217	0,205	0,290
250	280	0,004	0,039	0,036	0,097	0,097	0,162	0,152	0,237	0,255	0,320
280	315	0,008	0,045	0,042	0,110	0,110	0,180	0,175	0,260	0,260	0,360
315	355	0,008	0,050	0,050	0,120	0,120	0,200	0,200	0,290	0,290	0,405
355	400	0,008	0,060	0,060	0,140	0,140	0,230	0,230	0,330	0,330	0,460
400	450	0,010	0,070	0,070	0,160	0,160	0,260	0,260	0,370	0,370	0,520
450	500	0,010	0,080	0,080	0,180	0,180	0,290	0,290	0,410	0,410	0,570
500	560	0,020	0,090	0,090	0,200	0,200	0,320	0,320	0,460	0,460	0,630
560	630	0,020	0,100	0,100	0,220	0,220	0,350	0,350	0,510	0,510	0,700
630	710	0,030	0,120	0,120	0,250	0,250	0,390	0,390	0,560	0,560	0,780
710	800	0,030	0,130	0,130	0,280	0,280	0,440	0,440	0,620	0,620	0,860
800	900	0,030	0,150	0,150	0,310	0,310	0,490	0,490	0,690	0,690	0,960
900	1,000	0,040	0,160	0,160	0,340	0,340	0,540	0,540	0,760	0,760	1,040
1 000	1,120	0,040	0,170	0,170	0,370	0,370	0,590	0,590	0,840	0,840	1,120
1 120	1,250	0,040	0,180	0,180	0,400	0,400	0,640	0,640	0,910	0,910	1,220
1 250	1,400	0,060	0,210	0,210	0,440	0,440	0,700	0,700	1,000	1,000	1,340
1 400	1,600	0,060	0,230	0,230	0,480	0,480	0,770	0,770	1,100	1,000	1,470

tabela 03 - Folga interna radial dos rolamentos rígidos de esferas

unidade: mm

É importante notar que qualquer desalinhamento que ocorra resultará em aumento de ruído e redução na vida útil do rolamento.

Portanto, é essencial minimizar o desalinhamento para garantir o melhor desempenho e durabilidade dos rolamentos.

## Carga mínima

Os rolamentos rígidos de esferas **FRM**, assim como outros tipos de rolamentos, devem ser submetidos a uma carga mínima de 1% da carga estática (Cor) para garantir seu bom funcionamento. Isso se deve ao fato de que, em condições de carga insuficiente, as forças de inércia das esferas e da gaiola, juntamente com o atrito do lubrificante, podem afetar negativamente as condições de rolamento e causar movimentos de deslizamento indesejáveis. É importante garantir que os rolamentos estejam sujeitos a uma carga adequada para garantir o seu bom funcionamento.

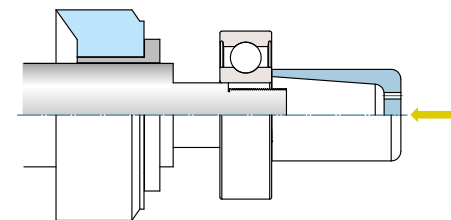


figura 05 - Ferramenta para montagem específica

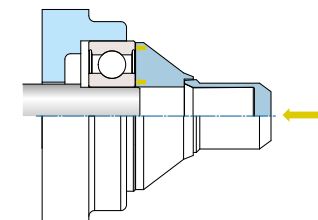


figura 06 - Ferramenta para montagem simultânea

## Montagem dos rolamentos rígidos de esferas

Dependendo da necessidade, métodos mecânicos, térmicos ou hidráulicos podem ser adotados para a montagem dos rolamentos nos alojamentos e eixos. Independente do método, golpes diretos não devem ser aplicados nos anéis do rolamento, gaiolas e corpos rolantes ou vedações. A força de montagem jamais deve ser aplicada sobre corpos rolantes. O anel com o ajuste mais interferente deve ser o primeiro a ser montado.

Recomenda-se aplicar uma fina camada de óleo para montagens com ajuste interferente e, para montagens com folga, cobrir as superfícies de contato com protetivos anti-corrosão.

## Métodos de montagem

### Montagem a frio

A montagem a frio é um método utilizado para posicionar rolamentos de forma precisa, neste caso é recomendado o uso de ferramentas específicas de montagem como na figura 05 e figura 06. Essas ferramentas permitem aplicar a força de montagem de forma centralizada, garantindo uma instalação mais precisa do rolamento.

Em montagens simultâneas, (figura 06), em alojamentos e eixos, a força de montagem deve ser aplicada de maneira equilibrada nos dois anéis, para prevenir danos ao rolamento.

### Montagem a quente

Devido à força significativa exigida, a montagem a quente é frequentemente necessária para rolamentos de diâmetros maiores que 150mm. Para obter a folga necessária, a diferença de temperatura entre o anel do rolamento e o eixo ou mancal depende do grau de interferência e do diâmetro do assento do rolamento.

Temperaturas máximas de aquecimento:

- Rolamentos abertos: 120 °C
- Rolamentos com vedações ou placas de proteção: 80 °C.

Os aquecedores por indução são os mais recomendados pois aquecem os rolamentos de forma uniforme. Se forem utilizadas chapas quentes, é necessário virar o rolamento várias vezes para garantir um aquecimento uniforme. O rolamento jamais deve ser exposto diretamente a chamas.

### Montagem hidráulica

Quando o ajuste entre o eixo e o rolamento ou entre o rolamento e a caixa for levemente interferente, pode ser necessário o auxílio de uma prensa, ou outro aparelho hidráulico para aplicar a força necessária na montagem. A força aplicada pela prensa deve ser direcionada ao anel interferente uniformemente até que o rolamento se assente sobre o local desejado.

Em casos que envolvem um grande número de rolamentos, é comum utilizar uma prensa hidráulica para realizar a montagem de maneira mais eficiente.