



Características dos rolamentos de RÓTULA FRM



figura 01 - Elementos do rolamento de rótula FRM

O rolamento de rótula **FRM** é composto por dois anéis de aço, um externo cilíndrico e um interno esférico que conferem auto alinhamento e recebem tratamento superficial por oxidação negra, exceto série GE(00)UK **FRM** que recebe tratamento superficial cromado no anel interno.

Devido ao processo de fabricação, o anel externo do rolamento de rótula possui uma ruptura no sentido axial para o assento da esfera rotular.

São projetados para suportar cargas radiais, axiais e combinadas, com manutenção mínima, longa vida útil e disponíveis em uma ampla variedade de tamanhos, serviços e eixos, conforme figura 02.

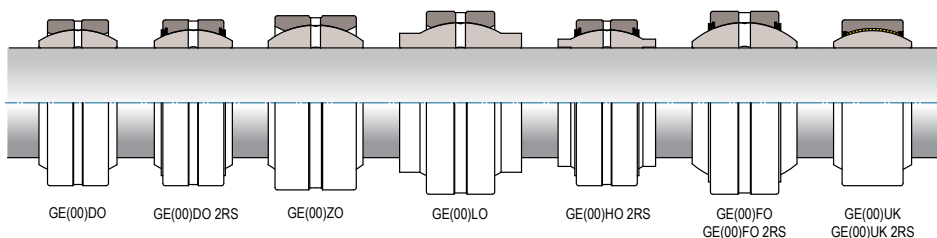


figura 02 - Séries dos rolamentos de rótula FRM

Podem ser classificados pelo tipo de contato (aço/aço ou aço/PTFE); serviço (leve ou pesado); lubrificação (permanente ou relubrificável); diâmetro do eixo (milímetro ou polegada) e com ou sem dupla vedação (2RS).

Como padrão os rolamentos de rótula **FRM** são fabricados com contato do tipo aço/aço e para serviço leve. Outras características como tipo de contato, serviços etc, devem ser especificadas conforme tabela 01.

Para atender a requisitos de aplicações que devem ser isentas de manutenção a série GE(00)UK **FRM** possui na superfície de deslizamento uma película em PTFE auto lubrificante.

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

| Tipo | Sufixo | Exemplo |
|--------------------|----------------------|----------------------|
| Dupla vedação | GE(00).. 2RS | GE25DO 2RS |
| Eixo em polegada | GE(00)ZO | GE25ZO |
| Anel interno longo | GE(00)LO GE(00)HO | GE25LO GE25HO 2RS |
| Serviço pesado | GE(00)FO | GE25FO |
| Contato aço/PTFE | GE(00)UK | GE25UK |

tabela 01 - Nomenclatura dos tipos de rolamentos de rótula

Vedação

Os rolamentos de rótula **FRM** com o sufixo 2RS possuem vedação em ambos os lados. Essa vedação consiste em um anel de poliuretano (figura 03) que protege a superfície de deslizamento de contaminantes externos tais como poeira, água etc.

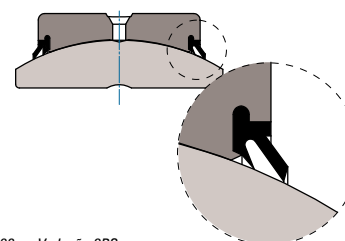


figura 03 - Vedação 2RS

Tolerâncias

Os valores dimensionais e de tolerância são valores médios aritméticos e a verificação dimensional é realizada de acordo com ISO 8015.

Como resultado do tratamento de superfície, as tolerâncias dos rolamentos de rótula podem divergir ligeiramente dos valores declarados na tabela 02. No entanto, isso não afeta as características de montagem e operação.

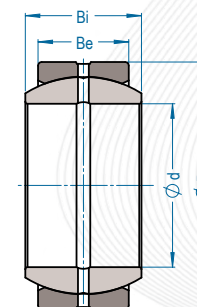


figura 04 - Tolerâncias para rolamentos de rótulas

| Diâmetro nominal (d ou D) ⁽¹⁾ | | Δd_{mp} desvio | | ΔD_{mp} desvio | | ΔBi ou ΔBe | |
|--|--------|------------------------|-----|------------------------|-----|----------------------------|-------|
| de mm | até mm | máx | mín | máx | mín | máx | mín |
| 2.5 | 6 | 0 | - 8 | | | 0 | -240 |
| 6 | 18 | 0 | - 8 | 0 | - 8 | 0 | -240 |
| 18 | 30 | 0 | -10 | 0 | - 9 | 0 | -240 |
| 30 | 50 | 0 | -12 | 0 | -11 | 0 | -300 |
| 50 | 80 | 0 | -15 | 0 | -13 | 0 | -400 |
| 80 | 120 | 0 | -20 | 0 | -15 | 0 | -500 |
| 120 | 150 | 0 | -25 | 0 | -18 | 0 | -600 |
| 150 | 180 | 0 | -25 | 0 | -25 | 0 | -700 |
| 180 | 250 | 0 | -30 | 0 | -30 | 0 | -800 |
| 250 | 315 | 0 | -35 | 0 | -35 | 0 | -900 |
| 315 | 400 | 0 | -40 | 0 | -40 | 0 | -1000 |
| 400 | 500 | | | 0 | -45 | | |

⁽¹⁾ - d para Δd_{mp} , ΔBi e ΔBe ; D para ΔD_{mp} , respectivamente.

tabela 02 - Tolerâncias para os anéis interno e externo das séries com eixos em mm

unidade: μm

Para o alojamento de montagem devem ser consideradas as especificações conforme figura 05 e tabela 03. Não devem ser utilizadas como referência medições realizadas no anel externo do rolamento de rótula antes da montagem, pois os valores divergem do valor real após a montagem no alojamento.

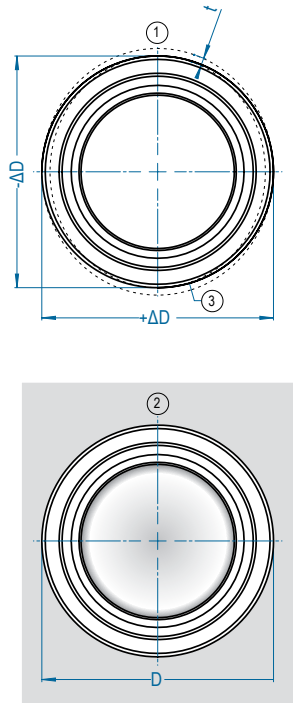


figura 05 - Desvios dos rolamentos de rótula antes e após montagem

Onde :

- ΔD** Desvio do diâmetro do anel externo
- D** Diâmetro do anel externo
- t** Área de tolerância
- 1** Desvio dentro da área de tolerância antes da montagem
- 2** Rolamento de rótula após montagem no alojamento
- 3** Círculo de referência

| Condições de operação | Classe de tolerância | |
|-----------------------------|----------------------|------------|
| | Eixo | Alojamento |
| Operação normal | h6, j6 | H7, J7 |
| Direção de carga indefinida | m6, n6 | M7, N7 |

tabela 03 - Tolerâncias e ajustes de eixo e alojamento

Montagem

Ao montar os rolamentos de rótula no alojamento deve-se identificar as cargas atuantes e observar o posicionamento da ruptura do anel externo.

A ruptura deve ser posicionada fora da área da carga conforme figura 06. Em hipótese alguma a ruptura pode coincidir com as áreas de cargas.

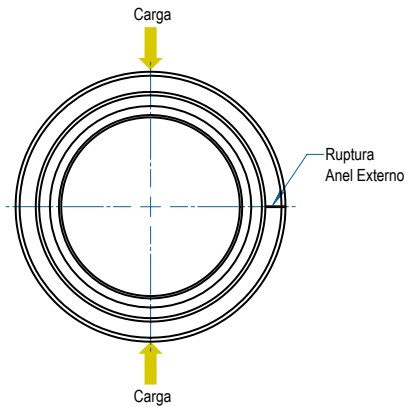


figura 06 - Relação entre as cargas atuantes e a ruptura do anel externo

A figura 07 e figura 08 ilustram os dispositivos e métodos para a correta montagem.

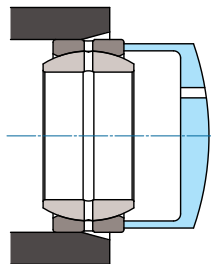


figura 07 - Montagem por interferência no anel externo

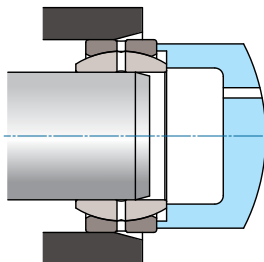


figura 08 - Montagem por interferência nos anéis interno e externo

Temperatura de operação

O limite de temperatura de operação para os rolamentos de rótula sem vedação é de até +180°C. Para as séries com sufixo 2RS (dupla vedação) a faixa de temperatura é de -30°C até + 80°C.

Lubrificação

Os rolamentos de rótula com contato aço/aço possuem furos e canal para entrada do lubrificante. Para garantir a vida útil devem ser lubrificadas na montagem inicial e relubrificadas regularmente com graxa recomendada, conforme tabela 04.

Para determinar o ajuste do intervalo de relubrificação as condições operacionais, tais como: magnitude e tipos de carga; vedação; ângulo de oscilação; temperatura de operação e outras condições ambientais devem ser consideradas.

| Propriedades da graxa | |
|-----------------------------------|--|
| Espessante: | Sabão complexo de cálcio |
| Óleo base: | Óleo mineral |
| Faixa de temperatura recomendada: | -20°C até +150°C |
| Viscosidade cinemática: | em +40°C: 400mm ² /s até 450mm ² /s em +100°C: 26,5mm ² /s |
| Consistência : | 2 (NLGI) |

tabela 04 - Graxa recomendada para rolamentos de rótula com contato aço/aço

Os rolamentos de rótula com contato aço/PTFE, série GE(00)UK **FRM**, possuem lubrificação permanente e podem operar sem manutenção. No entanto, a vida útil pode ser prolongada quando lubrificadas inicialmente e relubrificadas ocasionalmente com a graxa recomendada, conforme tabela 05.

| Propriedades da graxa | |
|-----------------------------------|--|
| Espessante: | Sabão de lítio |
| Óleo base: | Óleo mineral |
| Faixa de temperatura recomendada: | -20°C até +110°C |
| Viscosidade cinemática: | em +40°C: 200mm ² /s em +100°C: 16mm ² /s |
| Consistência : | 2 (NLGI) |

tabela 05 - Graxa recomendada para rolamentos de rótula com contato aço/PTFE

Consulte o Departamento de Engenharia da **FRM** para mais informações e esclarecimentos.

Capacidade de carga e cálculo de vida útil

Devido a complexidade das fórmulas, gráficos, âbacos, fatores de fricção, temperatura, entre outros fatores a serem considerados para calcular a carga e vida útil dos rolamentos de rótula, consulte o Departamento de Engenharia da **FRM** para mais informações e esclarecimentos.



Características dos terminais de RÓTULA FRM

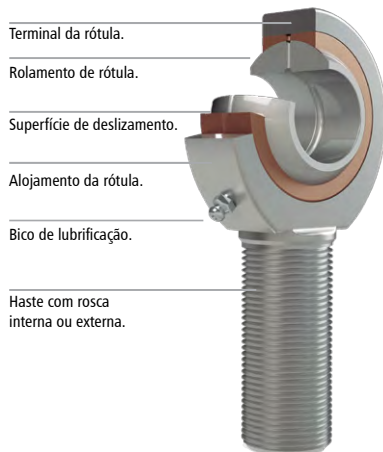


figura 09 - Elementos do terminal de rótula FRM

O terminal de rótula **FRM** é composto por um rolamento de rótula e um suporte de aço carbono com tratamento superficial zincado que variam em tamanho e tem como característica principal auto alinhamento.

São projetados para suportar cargas radiais, axiais e combinadas, com manutenção mínima, longa vida útil

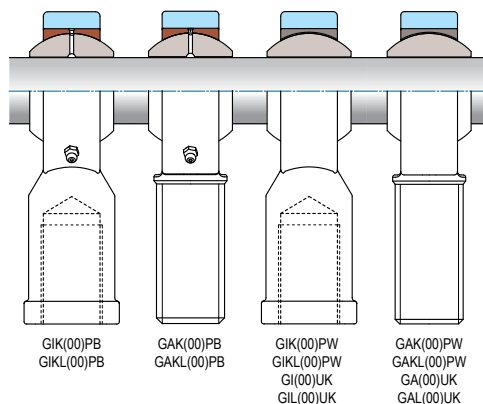


figura 10 - Séries dos terminais de rótula FRM

e disponíveis em uma ampla variedade de tamanhos, serviços e eixos, conforme figura 10.

Podem ser classificados pelo tipo de contato (aço/bronze ou aço/PTFE); serviço (leve ou médio); lubrificação (permanente ou relubrificável) e rosca (interna ou externa e direita ou esquerda).

Como padrão os terminais de rótula **FRM** são fabricados com rosca direita, podendo ser interna (GI) ou externa (GA). Outras características como rosca esquerda, tipos de serviço e contato devem ser especificadas conforme tabela 06.

Para atender a requisitos de aplicações que devem ser isentas de manutenção, os terminais de rótula com contato aço/PTFE (sufixo PW ou UK) possuem na superfície de deslizamento uma película em PTFE auto lubrificante, sendo o sufixo UK recomendado para aplicações que exigem capacidades superiores de carga.

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

| Tipo | Nomenclatura | | | Exemplo |
|-----------------------------------|--------------|--------------------|----------|---------|
| | Prefixo | Opcional | Sufixo | |
| Serviço leve e contato aço/bronze | GIK | Rosca esquerda (L) | PB | GIK25PB |
| | GAK | | GAKL25PB | |
| Serviço leve e contato aço/PTFE | GIK | Rosca esquerda (L) | PW | GIK25PW |
| | GAK | | GAKL25PW | |
| Serviço médio e contato aço/PTFE | GI | | UK | GIL25UK |
| | GA | | GA25UK | |

tabela 06 - Nomenclatura dos tipos de terminais de rótula

Lubrificação

Os terminais de rótula com contato aço/bronze (sufixo PB) possuem bico graxeiro para entrada do lubrificante. Para garantir a vida útil devem ser lubrificadas na montagem inicial e relubrificadas regularmente com graxa a base de lítio e óleo mineral com dissulfeto de molibdênio (MoS2) na composição.

Para determinar o ajuste do intervalo de relubrificação as condições operacionais, tais como: carga; ângulo de oscilação; temperatura de operação e outras condições ambientais devem ser consideradas.

Consulte o Departamento de Engenharia da **FRM** para mais informações e esclarecimentos.

Tolerâncias

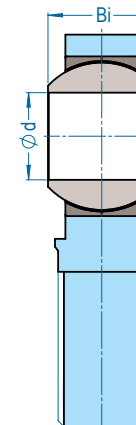


figura 11 - Tolerâncias para rolamentos de rótulas

| Diâmetro nominal (d) | | Δdmp desvio | | | | ΔBi desvio | |
|----------------------|-----|-------------|-----|-----|-----|--------------|-----|
| | | PB PW | | UK | | PB PW UK | |
| de | até | máx | mín | máx | mín | máx | mín |
| 5 | 6 | 0 | +12 | | | | |
| 6 | 10 | 0 | +15 | 0 | -8 | | |
| 10 | 20 | 0 | +18 | | | 0 | -12 |
| 20 | 30 | 0 | +21 | | | | |
| 30 | 40 | - | - | 0 | -10 | | |

tabela 07 - Tolerâncias para os rolamentos de rótula das séries com sufixo PB, PW e UK

unidade: μm

Temperatura de operação

A faixa de temperatura de operação para os terminais de rótula **FRM** é de -60°C até +250°C.

Capacidade de carga e cálculo de vida útil

Devido a complexidade das fórmulas, gráficos, ábacos, fatores de fricção, temperatura, entre outros fatores a serem considerados para calcular a carga e vida útil dos terminais de rótula, consulte o Departamento de Engenharia da **FRM** para mais informações e esclarecimentos.