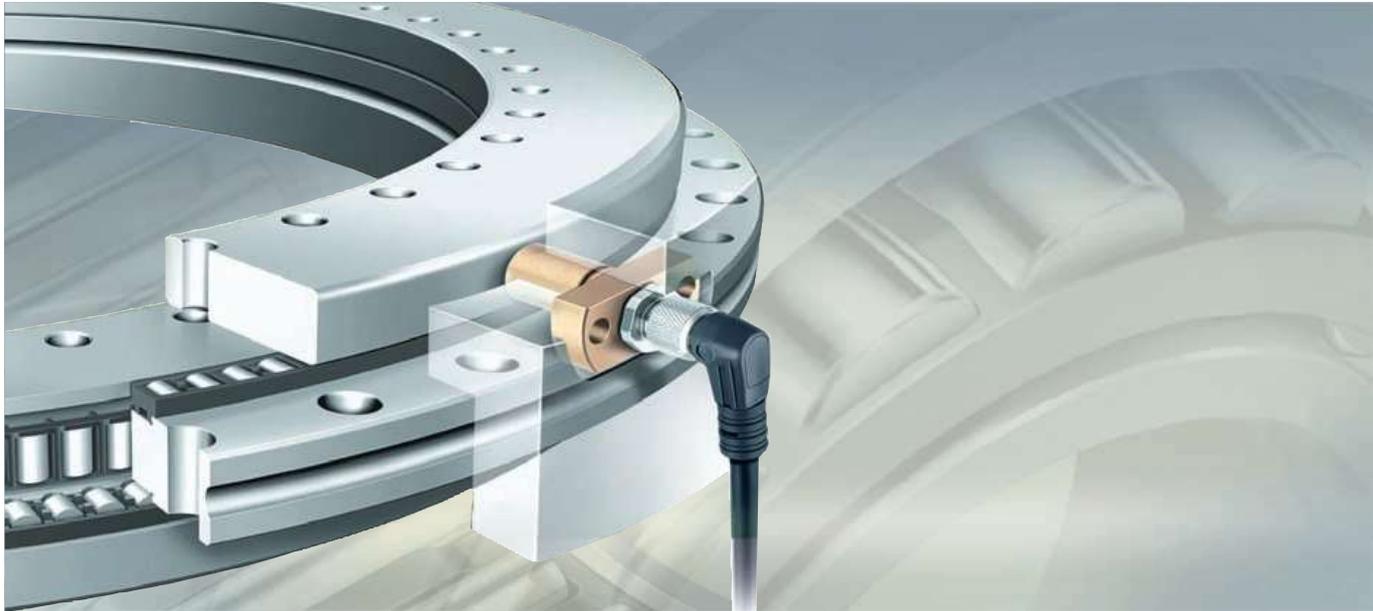


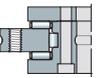


FAG



Rodamientos de precisión para cargas combinadas

Rodamientos axial-radial
Rodamientos a bolas de contacto angular
Rodamientos axial-radial
con sistema de medición angular integrado



Rodamientos de precisión para cargas combinadas

Rodamientos axial-radial 1110

Los rodamientos axial-radial son unidades axiales atornillables, de doble efecto, con una rodadura radial. Estas unidades están listas para el montaje, están lubricadas, son muy rígidas, soportan cargas muy elevadas y funcionan con gran precisión. Además de fuerzas radiales, absorben sin juego elevadas fuerzas axiales en ambos sentidos, así como momentos de vuelco. Estos rodamientos están disponibles en diferentes series.

Para aplicaciones con reducidas velocidades de giro y baja duración de conexión, como en mesas indexadas y cabezales portafresas oscilantes es idónea la serie YRT.

Si se requiere un rozamiento más reducido y velocidades de giro más elevadas, se pueden utilizar los rodamientos de la serie RTC. Para mayores requisitos en cuanto a la precisión, estos rodamientos se pueden suministrar con precisión reducida de salto axial.

Para la rodadura de ejes accionados directamente, está disponible la serie YRT_{Speed}. Gracias a sus elevadas velocidades límite de rotación y a su reducido momento de rozamiento, uniforme en todo el rango de velocidades, estos rodamientos son especialmente adecuados para la combinación con motores rotativos de accionamiento directo (Torque).

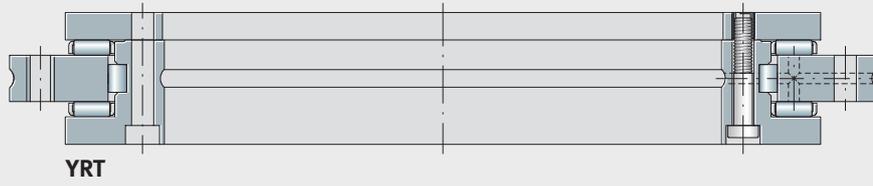
Rodamientos a bolas de contacto angular 1110

Los rodamientos a bolas de contacto angular ZKLDF son unidades con reducida fricción, listas para el montaje y lubricadas, con una alta precisión, para velocidades de giro muy elevadas, altas cargas axiales y radiales, así como elevados requisitos de rigidez frente a momentos de vuelco.

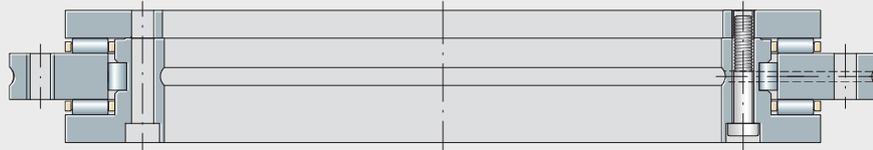
Los rodamientos a bolas de contacto angular son especialmente adecuados para aplicaciones de precisión, con cargas combinadas. Sus ámbitos de aplicación preferentes son las rodaduras de mesas giratorias, los cabezales portafresas, los cabezales de rectificadoras y los cabezales de pulir, así como en aparatos de medición y verificación.

Rodamientos axial-radial YRTM con sistema de medición angular integrado 1144

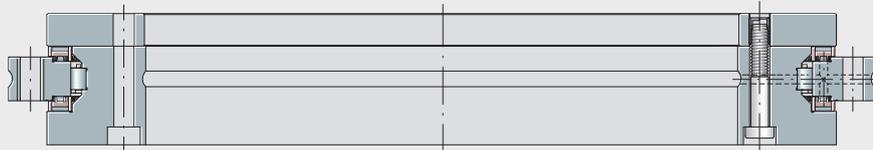
Los rodamientos axial-radial con sistema de medición angular integrado YRTM e YRTSM corresponden, en términos mecánicos, a las series YRT e YRTS, aunque están equipados, adicionalmente, con un sistema de medición angular. El sistema de medición registra ángulos en un rango de pocos segundos, sin contacto y de forma magnética.



YRT

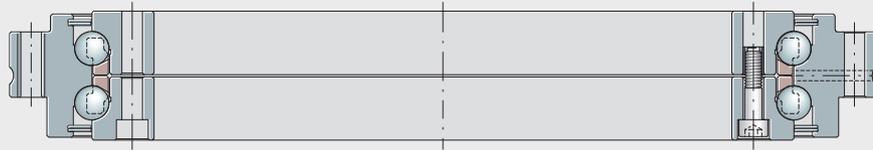


RTC



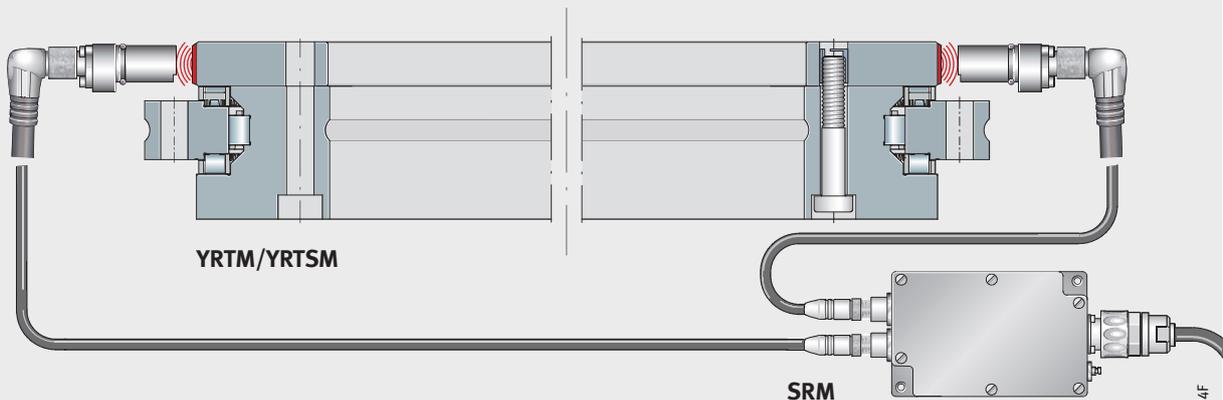
YRT_{Speed}

00014884



ZKLD

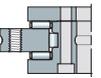
107 585



YRTM/YRTSM

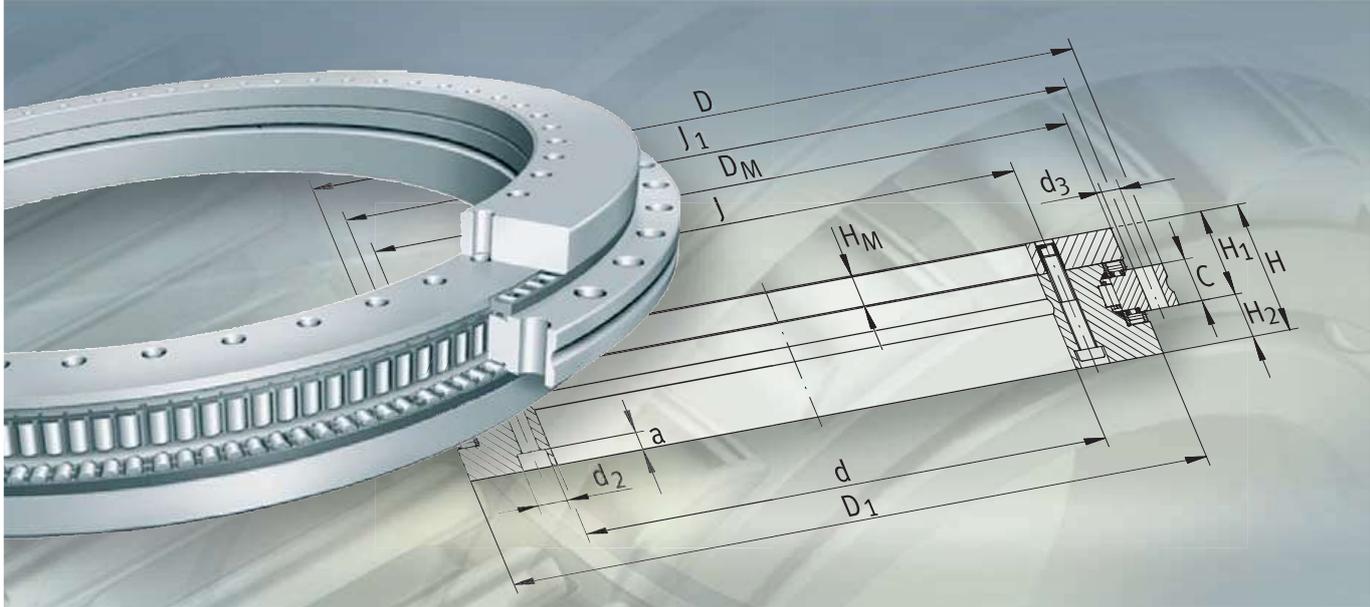
SRM

0001484F





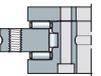
FAG



Rodamientos axial-radial
Rodamientos a bolas de contacto angular

Rodamientos axial-radial Rodamientos a bolas de contacto angular

	Página
Vista general de los productos	Rodamientos axial-radial, rodamientos a bolas de contacto angular 1112
Características	Campo de aplicaciones..... 1114
	Rodamientos axial-radial 1115
	Rodamientos a bolas de contacto angular..... 1115
	Temperatura de funcionamiento 1115
	Sufijos 1115
Instrucciones de diseño y seguridad	Duración de vida nominal 1116
	Coefficiente de seguridad estática 1116
	Diagramas de carga estática límite..... 1116
	Velocidades límite..... 1120
	Precarga..... 1120
	Momento de rozamiento..... 1121
	Lubricación 1122
	Diseño de la construcción anexa..... 1123
	Ajustes..... 1124
	Anillo angular libre o apoyado 1128
	Montaje..... 1130
	Precisión 1131
	Rigidez Rigidez estática 1133
 1133
	Ejecución especial 1133
	Tablas de medidas
	Rodamientos axial-radial YRT, de doble efecto 1134
	Rodamientos axial-radial RTC, de doble efecto 1138
	Rodamientos axial-radial, de doble efecto, YRT _{Speed} 1140
	Rodamientos a bolas de contacto angular ZKLDF, de doble efecto 1142



Vista general de los productos

Rodamientos axial-radial Rodamientos a bolas de contacto angular

Rodamientos axial-radial

YRT



107 305a

RTC



107 520b

para velocidades de rotación superiores

YRT_{Speed}



107 485c

Rodamientos a bolas de contacto angular

ZKLDf



107 306a

Rodamientos axial-radial

Rodamientos a bolas de contacto angular

Características

Los rodamientos axial-radial YRT, RTC y YRT_{Speed}, así como los rodamientos a bolas de contacto angular ZKLDF, son unidades de precisión, listas para el montaje, para aplicaciones de precisión con cargas combinadas. Absorben sin juego fuerzas radiales y cargas axiales en ambos sentidos, así como momentos de vuelco y son especialmente adecuados para rodaduras con mayores requisitos de precisión de rotación como, p. ej., mesas giratorias, platos divisores y cabezales portafresas.

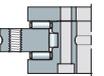
Estos rodamientos son muy fáciles de montar mediante los agujeros de fijación en ambos anillos.

Después del montaje, los rodamientos quedan precargados radial y axialmente.

Las medidas de montaje de las diferentes series son idénticas.

Con sistema de medición angular

Los rodamientos axial-radial también se suministran con sistema de medición angular. El sistema de medición registra ángulos en un rango de pocos segundos, sin contacto y de forma magneto-resistente, ver el capítulo Rodamientos axial-radial con sistema de medición angular integrado, página 1144.



Rodamientos axial-radial

Rodamientos a bolas de contacto angular

Campo de aplicaciones

Para aplicaciones estándar, con reducidas velocidades de giro y baja duración de conexión, como en mesas indexadas y cabezales portafresas oscilantes, es idónea la serie YRT, *figura 1*.

Estos rodamientos están disponibles en dos precisiones de salto axial y de concentricidad.

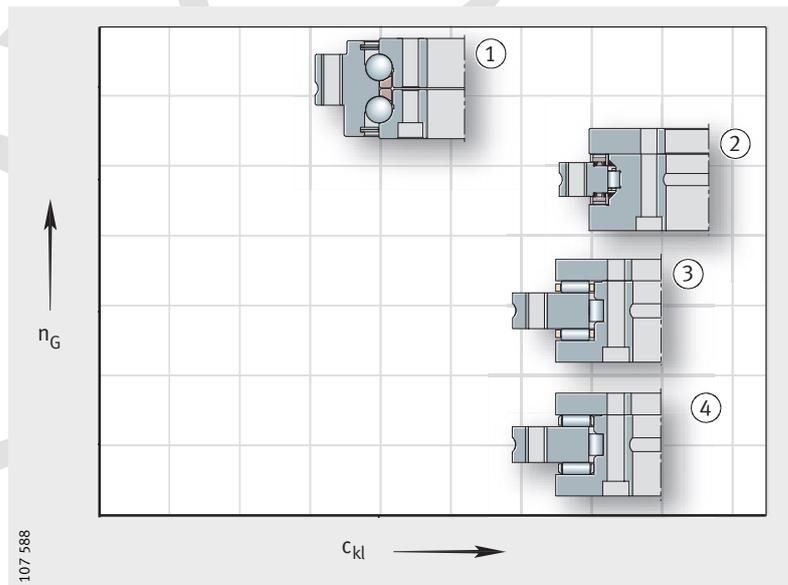
Si se requiere un rozamiento más reducido y velocidades de giro más elevadas, se pueden utilizar los rodamientos de la serie RTC, *figura 1*. Para mayores requisitos en cuanto a la precisión, estos rodamientos se pueden suministrar con precisión reducida de salto axial.

Para la rodadura de ejes accionados directamente, está disponible la serie YRT_{Speed}. Gracias a sus elevadas velocidades límite de rotación y a su reducido momento de rozamiento, uniforme en todo el rango de velocidades, estos rodamientos son especialmente adecuados para la combinación con motores Torque de accionamiento directo, *figura 1*.

Los rodamientos a bolas de contacto angular ZKLDF son muy adecuados para aplicaciones con elevadas velocidades de rotación y con un mayor funcionamiento intermitente, *figura 1*. Se caracterizan por su elevada rigidez frente a momentos, menor rozamiento y reducido consumo de lubricante.

- ① ZKLDF
 - ② YRT_{Speed}
 - ③ RTC
 - ④ YRT
- n_G = Velocidad límite de rotación
 c_{kl} = Rigidez frente a momentos

Figura 1
Velocidad de rotación y rigidez frente a momentos



Rodamientos axial-radial

Los rodamientos axial-radial YRT, RTC y YRT_{Speed} tienen una parte axial y otra radial.

La parte axial está formada por una corona axial de agujas o de rodillos cilíndricos, un anillo exterior, un anillo angular, un disco-eje, y dicha parte queda precargada axialmente después del montaje. Como parte radial se utiliza un conjunto de rodillos cilíndricos sin jaula (YRT, RTC) o de rodillos guiados por una jaula y precargado. El anillo exterior, el anillo angular y el disco-eje están provistos de agujeros de fijación.

Los tornillos de sujeción fijan la unidad para un transporte y un manejo más seguros.

Obturaciones Los rodamientos axial-radial se suministran sin obturaciones.

Lubricación YRT e YRT_{Speed} están engrasados con una grasa de jabón de complejo de litio según GA08 y se pueden lubricar a través del anillo exterior y del anillo angular. Para la lubricación es adecuada la grasa Arcanol LOAD150.

Los rodamientos de la serie RTC están lubricados con grasa Arcanol MULTITOP.

Rodamientos a bolas de contacto angular

Los rodamientos a bolas de contacto angular ZKLDF están formados por un anillo exterior de una sola pieza, un anillo interior en dos piezas y dos coronas de bolas con un ángulo de contacto de 60°. Los anillos exterior e interior tienen agujeros de fijación para atornillar el rodamiento a la construcción anexa.

Los tornillos de sujeción fijan la unidad para un transporte y un manejo más seguros.

Obturaciones Los rodamientos a bolas de contacto angular tienen tapas de protección en ambos lados.

Lubricación Los rodamientos están lubricados con grasa de complejo de bario, según DIN 51825-KPE2K-30 y son reengrasables a través del anillo interior.

Temperatura de funcionamiento

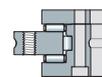
Los rodamientos axial-radial y los rodamientos a bolas de contacto angular, son adecuados para temperaturas de funcionamiento desde -30 °C hasta +120 °C.

Sufijos

Sufijos de las ejecuciones suministrables, ver tabla.

Ejecuciones suministrables

Sufijo	Descripción	Ejecución
H ₁ ...	Medida H ₁ con tolerancia más estrecha (sufijo: H ₁ con tolerancia ± ...) Valores restringidos de tolerancias, ver tabla, página 1131	Ejecución especial, bajo consulta
H ₂ ...	Medida H ₂ con tolerancia más estrecha (sufijo: H ₂ con tolerancia ± ...) Valores restringidos de tolerancias, ver tabla, página 1131	
-	Tolerancias de salto axial y de concentricidad 50% restringidas (texto adicional: salto axial/concentricidad 50%)	



Rodamientos axial-radial

Rodamientos a bolas de contacto angular

Instrucciones de diseño y seguridad

Duración de vida nominal

La verificación de la capacidad de carga y de la duración de vida debe realizarse por separado para las partes radial y axial.

Para verificar la duración de vida nominal, rogamos consultar. Para ello, indicar la velocidad de rotación, la carga y la duración de servicio.

Coefficiente de seguridad estática

El coeficiente de seguridad estática S_0 supone una seguridad frente a las deformaciones permanentes inadmisibles en el rodamiento:

$$S_0 = \frac{C_{0r}}{F_{0r}} \cdot \delta \cdot \frac{C_{0a}}{F_{0a}}$$

S_0 –
Coeficiente de seguridad estática
 C_{0r}, C_{0a} N
Capacidades de carga estática, según las tablas de medidas
 F_{0r}, F_{0a} N
Carga estática máxima, radial o axial.



¡ S_0 debe ser >4 para máquinas-herramienta y aplicaciones similares!

Diagramas de carga estática límite

Con el diagrama de carga estática límite se puede:

- Verificar rápidamente el tamaño del rodamiento seleccionado, bajo carga predominantemente estática
- Determinar el momento de vuelco M_k que el rodamiento puede soportar, además de la carga axial.

Para el conjunto de elementos rodantes, los diagramas de carga límite tienen en cuenta el coeficiente de seguridad estática $S_0 \cong 4$ así como la resistencia de los tornillos y de los anillos del rodamiento.



¡No superar la carga estática límite para el dimensionado de la rodadura! ¡Ejemplo, ver figura 2!

Rodamientos axial-radial

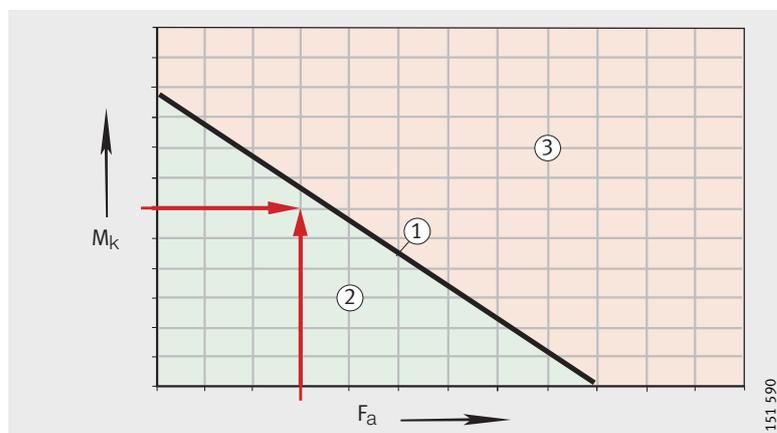
Los diagramas de carga estática límite para YRT, YRTS y RTC están indicados en figura 3, página 1117, hasta figura 9, página 1119.

Rodamientos a bolas de contacto angular

Los diagramas de carga estática límite para la serie ZKLDF están representados en figura 10 y figura 11, página 1119.

- ① Rodamiento, tamaño
 - ② Zona admisible
 - ③ Zona inadmisble
- M_k = Momento máximo de vuelco
 F_a = Carga axial

Figura 2
Diagrama de carga estática límite (Ejemplo)



M_k = Momento máximo de vuelco
 F_a = Carga axial

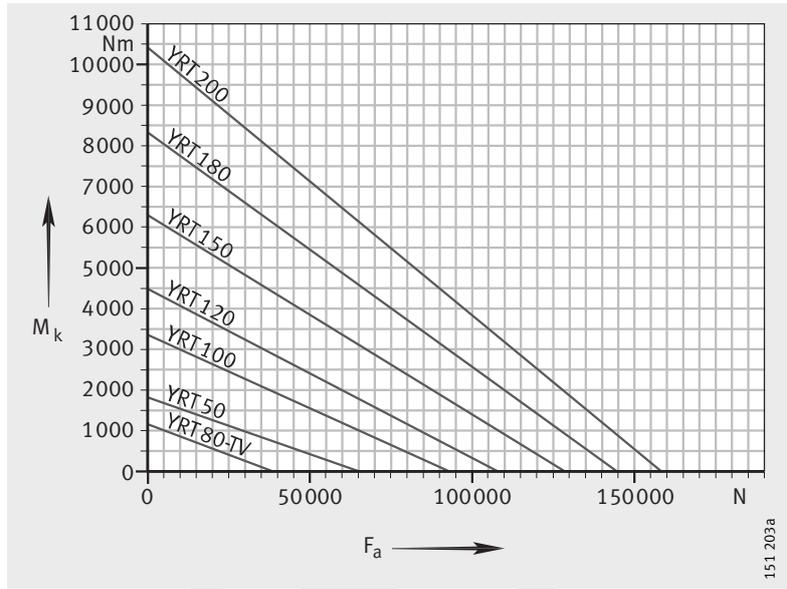


Figura 3
 Diagrama de carga estática límite
 para YRT50 hasta YRT200

M_k = Momento máximo de vuelco
 F_a = Carga axial

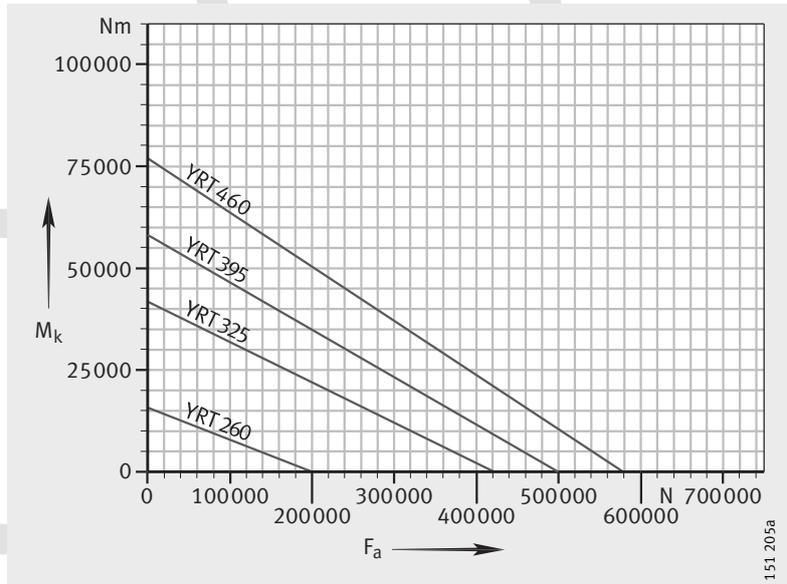


Figura 4
 Diagrama de carga estática límite
 para YRT260 hasta YRT460

M_k = Momento máximo de vuelco
 F_a = Carga axial

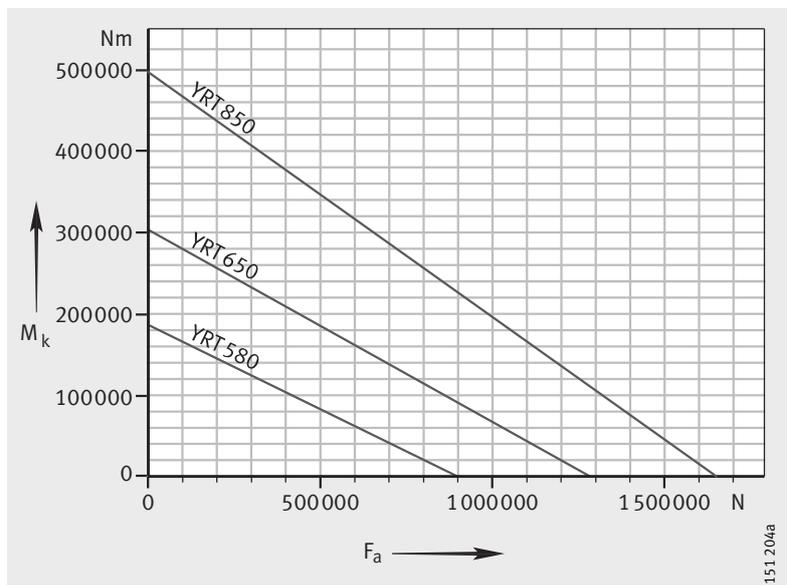
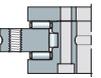


Figura 5
 Diagrama de carga estática límite
 para YRT580 hasta YRT850



Rodamientos axial-radial

Rodamientos a bolas de contacto angular

M_k = Momento máximo de vuelco
 F_a = Carga axial

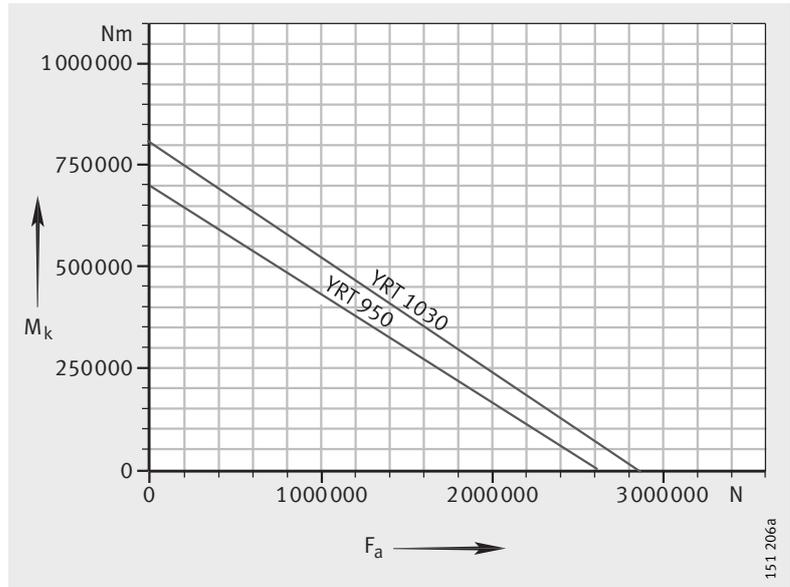


Figura 6
 Diagrama de carga estática límite para YRT950 e YRT1030

M_k = Momento máximo de vuelco
 F_a = Carga axial

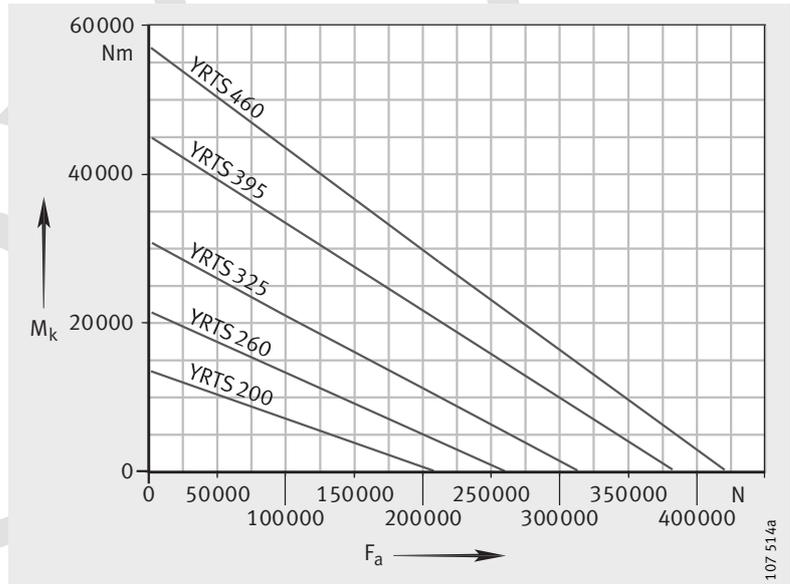


Figura 7
 Diagrama de carga estática límite para YRT_{Speed}200 hasta YRT_{Speed}460

M_k = Momento máximo de vuelco
 F_a = Carga axial

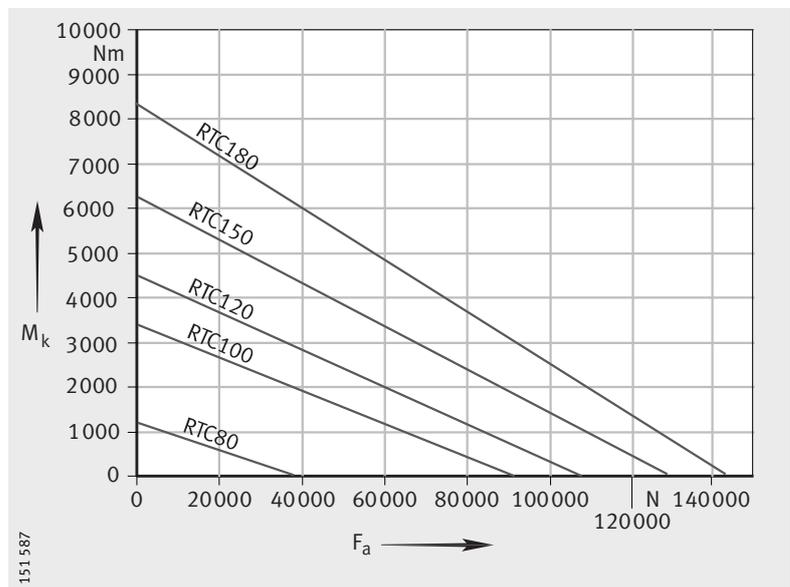
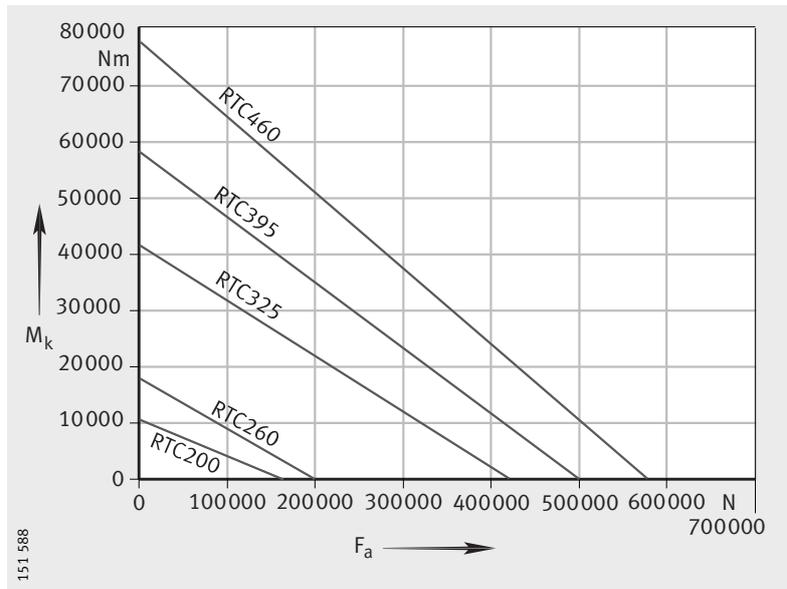


Figura 8
 Diagrama de carga estática límite para RTC80 hasta RTC180

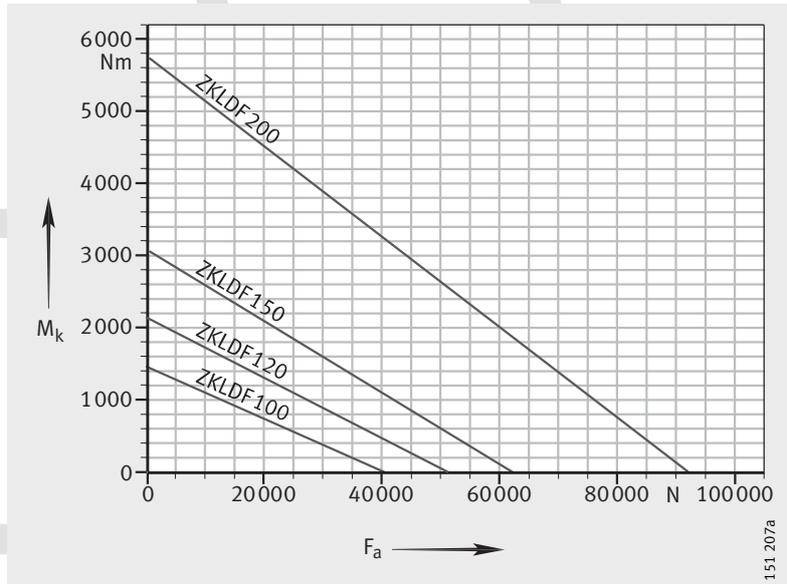
M_k = Momento máximo de vuelco
 F_a = Carga axial

Figura 9
 Diagrama de carga estática límite
 para RTC200 hasta RTC460



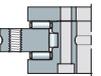
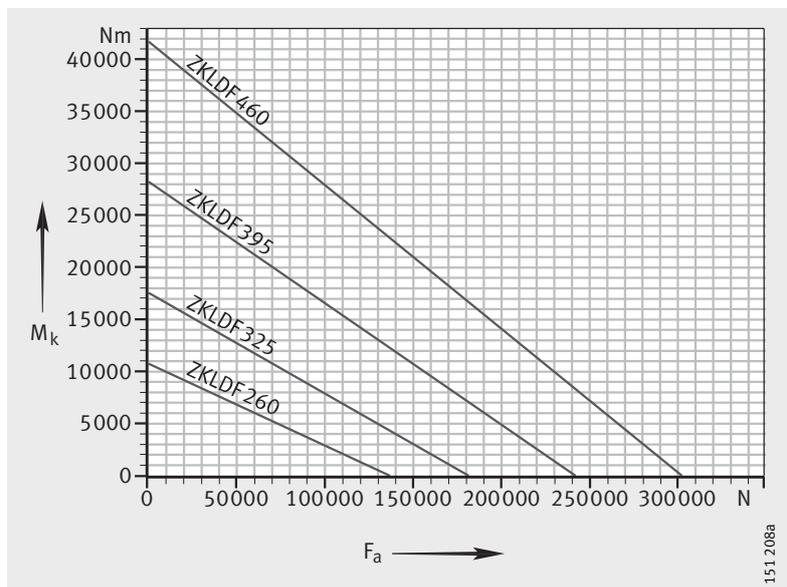
M_k = Momento máximo de vuelco
 F_a = Carga axial

Figura 10
 Diagrama de carga estática límite
 para ZKLDF100 hasta ZKLDF200



M_k = Momento máximo de vuelco
 F_a = Carga axial

Figura 11
 Diagrama de carga estática límite
 para ZKLDF260 hasta ZKLDF460



Rodamientos axial-radial

Rodamientos a bolas de contacto angular

Velocidades límite

Estos rodamientos admiten las velocidades límite n_G indicadas en las tablas de medidas. Las temperaturas de funcionamiento que se alcanzan en estos casos dependen, en gran medida, de las condiciones del entorno. Una determinación por cálculo se puede realizar mediante un cálculo del balance térmico, basado en los datos del momento de rozamiento.



¡Si las condiciones del entorno difieren de los valores recomendados respecto a p.ej. las tolerancias de la construcción anexa, la lubricación, la temperatura ambiente/evacuación de calor o de las condiciones de servicio habituales para máquinas-herramienta, es necesaria otra verificación! ¡A este respecto, rogamos consultar!

Precarga

Después del montaje y de la fijación completa, los rodamientos no tienen juego axial ni radial y están precargados.

Diferencias de temperatura

Diferencias de temperatura entre el eje y el alojamiento influyen en la precarga radial del rodamiento y, por lo tanto, en el comportamiento en funcionamiento de la rodadura.

Si la temperatura del eje es superior a la del alojamiento, la precarga radial aumenta proporcionalmente, es decir, la carga sobre los elementos rodantes, el rozamiento y la temperatura del rodamiento aumentan también.

Si, por el contrario, la temperatura del eje es inferior a la del alojamiento, la precarga radial disminuye proporcionalmente, es decir, la rigidez se reduce hasta el juego del rodamiento y aumenta el desgaste.

Momento de rozamiento

El momento de rozamiento M_{RL} está influido, sobre todo, por la viscosidad y la cantidad de lubricante y por la precarga del rodamiento:

- La viscosidad y la cantidad de lubricante dependen del tipo de lubricante y de la temperatura de funcionamiento.
- La precarga del rodamiento depende de las tolerancias de montaje, de la precisión de forma de la construcción anexa, de la diferencia de temperatura entre los anillos interior y exterior, del momento de apriete de los tornillos de fijación y de la disposición de montaje (anillo interior apoyado axialmente por uno o por ambos lados).

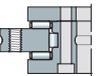
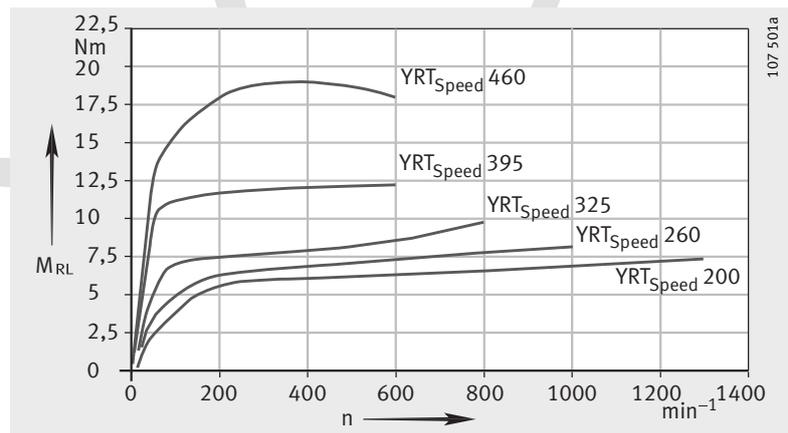
Los momentos de rozamiento M_{RL} indicados en las tablas de medidas son valores orientativos, determinados estadísticamente para rodamientos lubricados con grasa (velocidad de medición $n_{const} = 5 \text{ min}^{-1}$); la *figura 12* muestra momentos de rozamiento medidos para un montaje con el anillo angular libre, para YRT_{Speed}.



¡Las desviaciones en los momentos de apriete de los tornillos de fijación tienen efectos negativos sobre la precarga y sobre el momento de rozamiento!

M_{RL} = Momento de rozamiento
 n = Velocidad de giro

Figura 12
Momento de rozamiento como valores orientativos para YRT_{Speed}, valores determinados estadísticamente en varias series de medición



Potencia de rozamiento y dimensionado del accionamiento



¡Para rodamientos YRT y RTC hay que tener en cuenta que el momento de rozamiento se puede incrementar por el factor 2 hasta 2,5 si aumenta la velocidad de giro!

¡Para rodamientos ZKLDF hay que tener en cuenta que el momento de rozamiento en el arranque puede ser 1,5 veces los valores de M_{RL} indicados en las tablas de medidas!

Rodamientos axial-radial

Rodamientos a bolas de contacto angular

Lubricación

Los rodamientos axial-radial YRT, RTC e YRT_{Speed}, pueden reengrasarse a través del anillo angular y del anillo exterior.

Los rodamientos a bolas de contacto angular ZKLDF pueden reengrasarse a través del anillo exterior.

El primer engrase es compatible con aceites lubricantes a base de aceite mineral.

Para calcular las cantidades y los períodos de reengrase, rogamos consultar, indicando el colectivo de cargas (velocidad de giro, cargas y duración de servicio) y las condiciones del entorno.

Lubricación excesiva

La lubricación excesiva del rodamiento incrementa el momento de rozamiento y la temperatura del mismo.

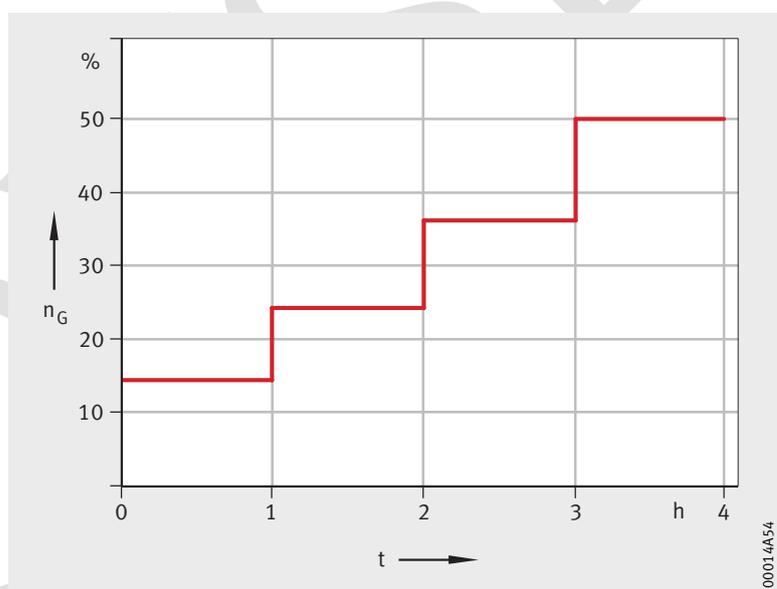
Para volver a alcanzar el momento de rozamiento original, recuperar el ciclo de rodaje según *figura 13*.



¡Más datos respecto a la lubricación, ver el capítulo Lubricación, página 76!

n_G = Velocidad límite de rotación, según las tablas de medidas
t = Tiempo

Figura 13
Ciclo de rodaje después de una lubricación excesiva



Grease Application Group GA08

Referencias	Clasificación	Clase de grasa lubricante	Temperatura de servicio °C	Clase NLGI	Coefficiente de velocidad $n \cdot D_M$ $\text{min}^{-1} \cdot \text{mm}$	Clase ISO-VG (aceite base) ¹⁾
GA08	Grasa para rodamientos con contacto lineal	Jabón de complejo de litio Aceite mineral	-30 hasta +140	2 hasta 3	500 000	150 hasta 320

1) En función del tipo de rodamiento.

Diseño de la construcción anexa



YRT, RTC, YRT_{Speed} y ZKLDF tienen las mismas medidas de montaje.

¡Las deformaciones en las superficies de apoyo y los ajustes influyen en la precisión de rotación, en la precarga y en las propiedades de rodadura del rodamiento! ¡Por esta razón, la precisión de las superficies de apoyo debe ajustarse a los requisitos generales de precisión del rodamiento!

¡Las tolerancias de las superficies de apoyo deben permanecer dentro de las tolerancias de los rodamientos!

¡Mecanizar la construcción anexa según *figura 14* y garantizar las tolerancias según las tablas a partir de página 1126!

¡Las desviaciones influyen en el momento de rozamiento del rodamiento, en la precisión de rotación y en la calidad del funcionamiento!

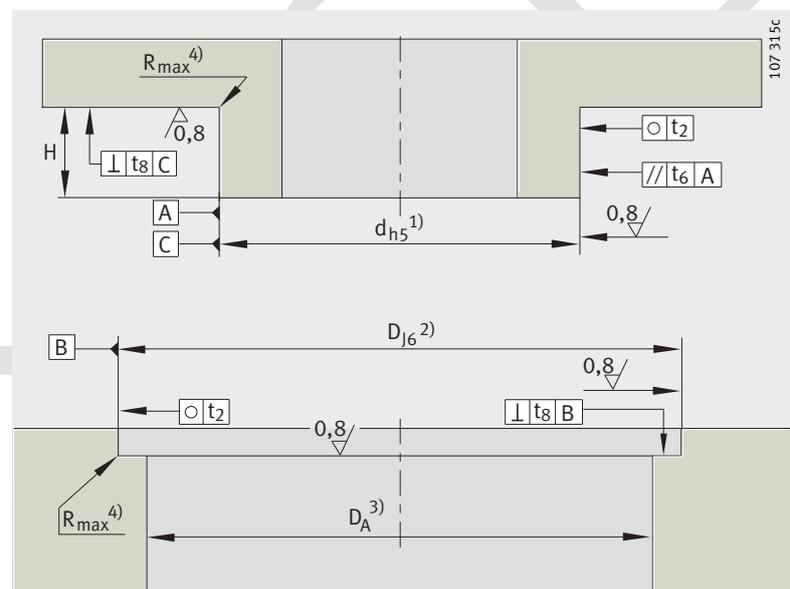


Figura 14
Requisitos para la construcción anexa, YRT, RTC, YRT_{Speed} y ZKLDF

Leyenda para la *figura 14*

- 1) Apoyo en toda la altura del rodamiento. Comprobar que el apoyo sea suficientemente rígido.
- 2) Un ajuste preciso se requiere, únicamente, si es necesario un apoyo radial debido a la carga, o si es necesaria una posición exacta del rodamiento.
- 3) Tener en cuenta el diámetro D_1 del rodamiento, según las tablas de medidas. Asegurar una distancia suficiente entre los anillos giratorios y la construcción anexa.
- 4) Valores, ver tabla Radios máximos de las esquinas de las superficies de apoyo, página 1127.

Rodamientos axial-radial

Rodamientos a bolas de contacto angular

Ajustes

Debido a la selección del ajuste, se producen ajustes transitorios, es decir, según la posición efectiva de los diámetros del rodamiento y las medidas de montaje, pueden producirse ajustes con juego o con interferencia.



¡El ajuste influye, sobre todo, en la precisión de rotación del rodamiento y en sus propiedades dinámicas!

¡Un ajuste demasiado estrecho aumenta la precarga radial del rodamiento! Por ello:

- Aumentan el rozamiento del rodamiento, el calentamiento y el desgaste del mismo, así como la sollicitación de las pistas de rodadura
- Se reducen la velocidad de giro alcanzable y la duración de vida del rodamiento!

¡Para la máxima precisión de rotación, se debe alcanzar un juego de ajuste 0!

Para un ajuste más fácil de la construcción anexa a las dimensiones nominales, cada rodamiento de las series RTC y YRT_{Speed} llevan adjunto un protocolo de medición (para otras series, bajo consulta).

Ajustes recomendados para ejes

Para la serie YRT_{Speed}, mecanizar el eje con tolerancia h5, según tabla, página 1127.

Para requisitos especiales, el juego de ajuste debe estar más restringido dentro del campo de tolerancia h5:

- Requisitos para la precisión de rotación:
Para una precisión de rotación máxima y con anillo interior giratorio, el juego de ajuste debe tender a 0. De lo contrario, el juego de ajuste se puede sumar a la marcha concéntrica del rodamiento. Para exigencias normales para la precisión de rotación o con anillo interior en reposo, mecanizar el eje con tolerancia h5.
- Requisitos para las propiedades dinámicas:
 - Para funcionamiento oscilante ($n \times d < 35\,000 \text{ min}^{-1} \cdot \text{mm}$, duración de conexión ED < 10%) mecanizar el eje con tolerancia h5.
 - Para velocidades de giro más elevadas y mayor duración de conexión, no superar la interferencia de ajuste de 0,01 mm. Para la serie YRT_{Speed}, no superar la interferencia de ajuste de 0,005 mm.

Para la serie ZKLDF, la interferencia de ajuste debe basarse en el anillo interior del rodamiento, con la medida menor del agujero.

Ajustes recomendados para alojamientos

Para la serie YRT_{Speed}, mecanizar el alojamiento con tolerancia J6, según la tabla Recomendaciones de ajustes, página 1127.

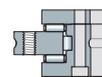
Para requisitos especiales, el juego de ajuste debe estar más restringido dentro del campo de tolerancias J6:

- Requisitos para la precisión de rotación:
Para una precisión de rotación máxima y con anillo exterior giratorio, el juego de ajuste debe tender a 0. Si el anillo exterior está en reposo, elegir un ajuste deslizante, o sin centraje radial.
- Requisitos para las propiedades dinámicas:
 - Para funcionamiento oscilante ($n \times d < 35\,000 \text{ min}^{-1} \cdot \text{mm}$, duración de conexión ED < 10%) y anillo exterior giratorio, mecanizar el alojamiento con tolerancia J6.
 - En caso de mayor velocidad de giro y duración de conexión más elevada, no centrar el anillo exterior radialmente, o seleccionar el ajuste en el alojamiento como ajuste deslizante, con un juego de, como mínimo, 0,02 mm. Esto reduce el aumento de la precarga en caso de calentamiento de la rodadura.

Selección de ajustes, en función del atornillado de los anillos del rodamiento.

Si el anillo exterior del rodamiento se atornilla al elemento fijo, no es necesario un ajuste con apriete, o el ajuste se puede seleccionar según la tabla Ajustes recomendados para la construcción anexa, página 1127. Utilizando los valores de la tabla, se consigue un ajuste indeterminado, con tendencia al ajuste deslizante. Normalmente, esto permite un montaje fácil.

Si es el anillo interior del rodamiento el que se atornilla al elemento fijo, éste debe apoyarse en toda la altura del rodamiento, a través del eje. En este caso, las medidas del eje deben elegirse conforme a las tablas desde página 1126. Utilizando los valores de estas tablas, también se obtiene un ajuste transitorio con tendencia a un ajuste deslizante.



Rodamientos axial-radial

Rodamientos a bolas de contacto angular

Precisión de forma y de posición de la construcción anexa



Para la precisión de forma y de posición de la construcción anexa, los valores indicados en las siguientes tablas han dado buenos resultados en la práctica y son suficientes para la mayoría de aplicaciones.

¡Las tolerancias dimensionales y de forma influyen en la precisión de salto axial y de concentricidad del rodamiento, así como en el momento de rozamiento del mismo y en sus características de funcionamiento!

Precisión de forma y de posición para ejes, para YRT, RTC y ZKLDF

Medida nominal del eje		Límites		Redondez Paralelismo Perpendicularidad
d mm		d		t ₂ , t ₆ , t ₈
más de	hasta	para campo de tolerancias h5 μm		μm
50	80	0	-13	3
80	120	0	-15	4
120	150	0	-18	5
150	180	0	-18	5
180	250	0	-20	7
250	315	0	-23	8
315	400	0	-25	9
400	500	0	-27	10
500	630	0	-28	11
630	800	0	-32	12
800	1 000	0	-36	14

Precisión de forma y de posición para alojamientos, para YRT, RTC y ZKLDF

Medida nominal del agujero del alojamiento		Límites		Redondez Perpendicularidad
D mm		D		t ₂ , t ₈
más de	hasta	para campo de tolerancias J6 μm		μm
120	150	+18	-7	5
150	180	+18	-7	5
180	250	+22	-7	7
250	315	+25	-7	8
315	400	+29	-7	9
400	500	+33	-7	10
500	630	+34	-7	11
630	800	+38	-8	12
800	1 000	+44	-12	14
1 000	1 250	+52	-14	16

Ajustes recomendados para el eje y el alojamiento para YRT_{Speed}

Rodamientos axial-radial	Diámetro del eje d mm	Agujero del alojamiento D mm
YRT _{Speed} 200	200 ^{-0,01} _{-0,024}	300 ^{+0,011} _{-0,005}
YRT _{Speed} 260	260 ^{-0,013} _{-0,029}	385 ^{+0,013} _{-0,005}
YRT _{Speed} 325	325 ^{-0,018} _{-0,036}	450 ^{+0,015} _{-0,005}
YRT _{Speed} 395	395 ^{-0,018} _{-0,036}	525 ^{+0,017} _{-0,005}
YRT _{Speed} 460	460 ^{-0,018} _{-0,038}	600 ^{+0,017} _{-0,005}

Precisión de forma y de posición para ejes, para YRT_{Speed}

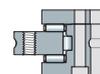
Rodamiento axial-radial	Redondez t ₂ μm	Paralelismo t ₆ μm	Perpendicularidad t ₈ μm
YRT _{Speed} 200	6	5	5
YRT _{Speed} 260 hasta YRT _{Speed} 460	8	5	7

Precisión de forma y de posición para alojamientos, para YRT_{Speed}

Rodamiento axial-radial	Redondez t ₂ μm	Perpendicularidad t ₈ μm
YRT _{Speed} 200 hasta YRT _{Speed} 460	6	8

Radios máximos de las esquinas y chaflanes para YRT, RTC, YRT_{Speed} y ZKLDF

Diámetro del agujero d mm	Radio máximo de las esquinas R _{max} mm
50 hasta 150	0,1
más de 150 hasta 460	0,3
más de 460 hasta 950	1



Rodamientos axial-radial

Rodamientos a bolas de contacto angular

Medidas de montaje H_1 y H_2



¡Si se requiere una desviación de la altura lo más reducida posible, tener en cuenta la tolerancia de H_1 , según las tablas página 1131, página 1132 y *figura 15*!

¡Gracias a la medida de montaje H_2 , se define la posición de una posible rueda helicoidal, *figura 15* y *figura 16*, página 1129, anillo angular apoyado!

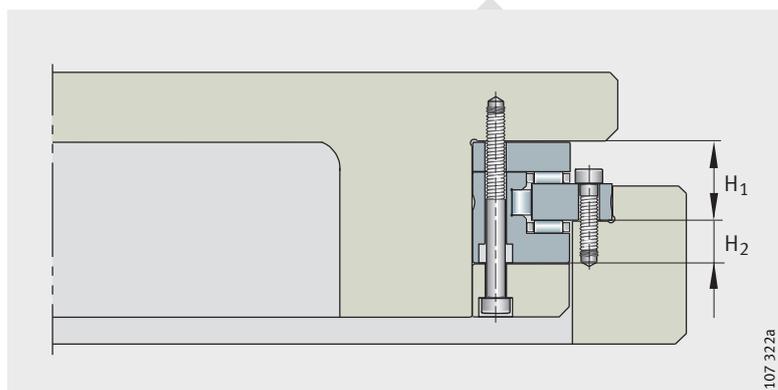


Figura 15
Medidas de montaje H_1 y H_2

Anillo angular libre o apoyado

El anillo angular de los rodamientos YRT y RCT puede montarse libre o apoyado en toda su superficie, *figura 16*. En el caso de un anillo angular apoyado, la rigidez frente a momentos es mayor. El anillo de apoyo incorporado (por ejemplo, una rueda helicoidal) no forma parte del suministro.

Según cada caso de montaje, se requieren rodamientos con un ajuste de la precarga diferente para las series YRT y RTC, con objeto de alcanzar las mismas fuerzas de precarga en la parte axial del rodamiento, después del montaje.

Para las series YRT_{Speed} y ZKLDF, solamente hay un ajuste de la precarga. El incremento de rigidez y del momento de rozamiento es reducido para rodamientos YRT_{Speed}, normalmente, no debe tenerse en cuenta.

En el caso de rodamientos de la serie ZKLDF, el anillo de apoyo incorporado no influye en la rigidez ni en el momento de rozamiento.

Anillo angular libre

Para el caso de montaje “anillo angular libre” la referencia del rodamiento es:

- YRT <diámetro del agujero> o
- RTC <diámetro del agujero>.

Anillo angular apoyado

Para el caso de montaje “anillo angular apoyado” la referencia del rodamiento es:

- YRT <diámetro del agujero> **VSP**
- RTC <diámetro del agujero> **T52EB**.

Para RTC con salto axial y concentricidad ajustados adicionalmente, la referencia del rodamiento es:

- RTC <diámetro del agujero> **T52EA**.

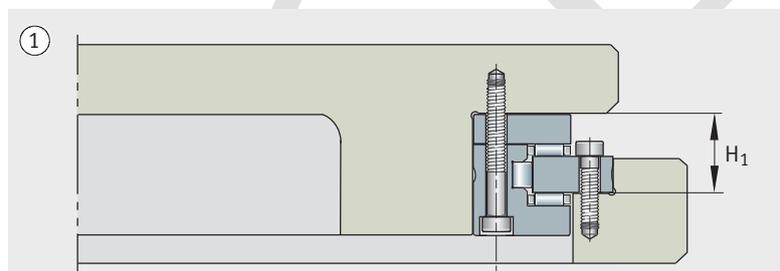


¡Para aplicaciones con anillo angular apoyado, pedir los rodamientos solamente con sufijos VSP, T52EB o T52EA!

¡Si se monta la ejecución normal, con anillo angular apoyado, el momento de rozamiento del rodamiento aumenta considerablemente!

¡El anillo de apoyo incorporado debe ser, como mínimo, dos veces más alto que el anillo de eje del rodamiento!

YRT
RTC



YRT..VSP
RTC..T52EB
RTC..T52EA

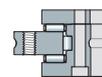
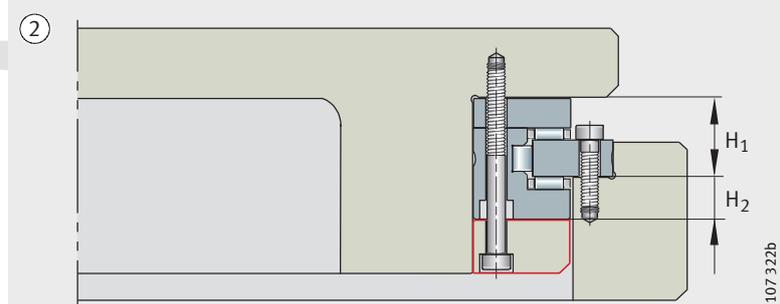


Figura 16

- ① Anillo angular libre,
- ② Anillo angular apoyado, para YRT y RTC

107 322b

Rodamientos axial-radial

Rodamientos a bolas de contacto angular

Montaje

Los tornillos de sujeción aseguran los componentes del rodamiento durante el transporte. Para un centrado más fácil del rodamiento, aflojar dichos tornillos antes del montaje y volverlos a apretar después del montaje, o bien retirarlos.

Apretar en cruz los tornillos de fijación con llave dinamométrica, en tres fases, con el momento de apriete M_A prescrito, girando al mismo tiempo los rodamientos ZKLDF, *figura 17*:

- 1. Fase 40% de M_A
- 2. Fase 70% de M_A
- 3. Fase 100% de M_A .

Tener en cuenta la clase de resistencia de los tornillos de fijación.



¡Aplicar las fuerzas de montaje únicamente sobre el anillo del rodamiento que se esté montando y no aplicarlas nunca a través de los elementos rodantes!

¡No separar ni intercambiar los componentes de los rodamientos durante el montaje o el desmontaje!

¡En caso de una dureza extrema del rodamiento, aflojar los tornillos de fijación nuevamente y volver a apretarlos gradualmente en cruz!

¡De esta forma se eliminan los efectos de asentamiento!

¡Montar los rodamientos solamente según el manual TPI 103, Instrucciones de montaje y mantenimiento!

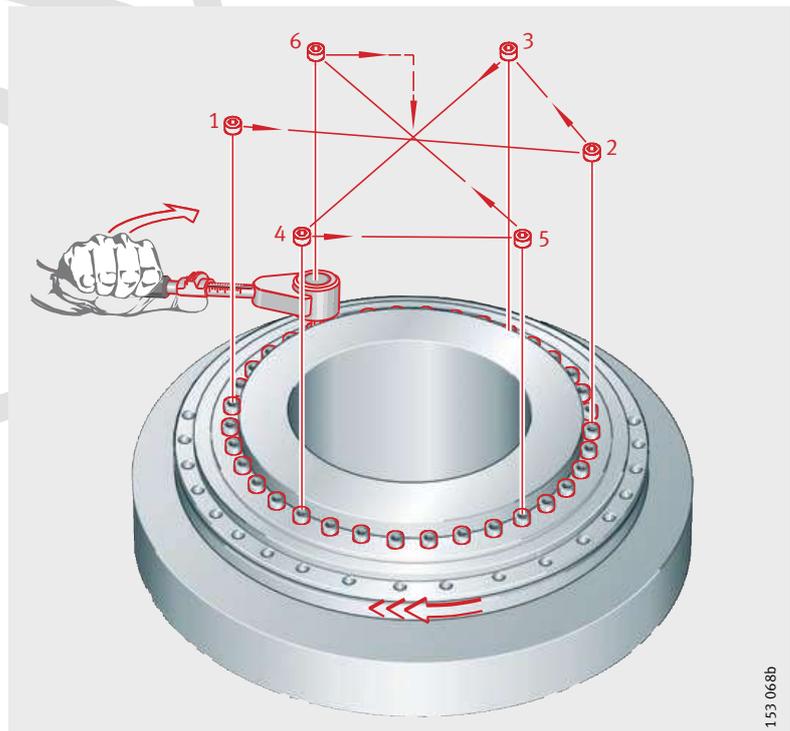


Figura 17
Apriete de los tornillos de fijación

Precisión

Las tolerancias de medida corresponden a la clase de tolerancia P5. Las tolerancias de diámetro son valores medios según ISO 1132.

Las tolerancias de rotación corresponden a P4, según DIN 620, ver tabla.

Factores que influyen en la precisión de salto axial y de concentricidad:

- La precisión de rotación del rodamiento
- La precisión de forma de las superficies de contacto
- El ajuste entre el anillo giratorio y la pieza anexa.



¡Para la máxima precisión de rotación, se debe alcanzar un juego de ajuste 0!

¡El agujero de los rodamientos de las series YRT, RTC e YRT_{Speed} puede ser ligeramente cónico cuando se suministra! ¡Esto es típico para estas series y se debe a las fuerzas de precarga de la parte radial de los rodamientos! ¡Los rodamientos vuelven a obtener la geometría correcta durante el montaje!

Tolerancias de medidas,
medidas de montaje,
salto axial y
concentricidad para YRT y ZKLDF

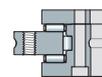
Tolerancias de medidas ¹⁾				Medidas de montaje					Salto axial y concentricidad ²⁾	
Agujero		Diámetro exterior		H ₁	Δ _{H1s}	redu- cida ³⁾	H ₂	redu- cida ³⁾	nor- mal	redu- cida ³⁾
d	Δ _{ds}	D	Δ _{Ds}							
50	-0,008	126	-0,011	20	±0,125	±0,025	10	±0,02	2	1
80	-0,009	146	-0,011	23,35	±0,15	±0,025	11,65	±0,02	3	1,5
100	-0,01	185	-0,015	25	±0,175	±0,025	13	±0,02	3	1,5
120	-0,01	210	-0,015	26	±0,175	±0,025	14	±0,02	3	1,5
150	-0,013	240	-0,015	26	±0,175	±0,03	14	±0,02	3	1,5
180	-0,013	280	-0,018	29	±0,175	±0,03	14	±0,025	4	2
200	-0,015	300	-0,018	30	±0,175	±0,03	15	±0,025	4	2
260	-0,018	385	-0,02	36,5	±0,2	±0,04	18,5	±0,025	6	3
325	-0,023	450	-0,023	40	±0,2	±0,05	20	±0,025	6	3
395	-0,023	525	-0,028	42,5	±0,2	±0,05	22,5	±0,025	6	3
460	-0,023	600	-0,028	46	±0,225	±0,06	24	±0,03	6	3
580	-0,025	750	-0,035	60	±0,25	±0,075	30	±0,03	10	5 ⁴⁾
650	-0,038	870	-0,05	78	±0,25	±0,1	44	±0,03	10	5 ⁴⁾
850	-0,05	1 095	-0,063	80,5	±0,3	±0,12	43,5	±0,03	12	6 ⁴⁾
950	-0,05	1 200	-0,063	86	±0,3	±0,12	46	±0,03	12	6 ⁴⁾
1 030	-0,063	1 300	-0,08	92,5	±0,3	±0,15	52,5	±0,03	12	6 ⁴⁾

1) Las tolerancias de diámetros indicadas son valores medios (DIN 620).

2) Para anillos interior y exterior giratorios, medido en el rodamiento montado, con construcción anexa ideal.

3) Ejecución especial, sólo para YRT.

4) Sólo bajo consulta, para anillo exterior giratorio.



Rodamientos axial-radial

Rodamientos a bolas de contacto angular

Tolerancias de medidas,
medidas de montaje,
salto axial y
concentricidad para RTC

Tolerancias de medidas						Medidas de montaje		Salto axial y concentricidad ¹⁾ normal	Salto axial ¹⁾ reducida
Agujero		Diámetro exterior		Altura del rodamiento		H ₁	Δ _{H1s}		
d	Δ _{ds}	D	Δ _{Ds}	H	Δ _{HS}	H ₁	Δ _{H1s}	μm	μm
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		
80	-0,009	146	-0,011	35	+0,025 -0,15	23,35	±0,025	3	1,5
100	-0,01	185	-0,015	38	+0,025 -0,15	25	±0,025	3	1,5
120	-0,01	210	-0,015	40	+0,025 -0,15	26	±0,025	3	1,5
150	-0,013	240	-0,015	40	+0,03 -0,175	26	±0,03	3	1,5
180	-0,013	280	-0,018	43	+0,03 -0,175	29	±0,03	4	2
200	-0,015	300	-0,018	45	+0,03 -0,2	30	±0,03	4	2
260	-0,018	385	-0,020	55	+0,04 -0,25	36,5	±0,04	5	3
325	-0,023	450	-0,023	60	+0,05 -0,3	40	±0,05	5	3
395	-0,023	525	-0,028	65	+0,05 -0,3	42,5	±0,05	5	3
460	-0,027	600	-0,028	70	+0,06 -0,35	46	±0,06	6	3

1) Para anillos interior y exterior giratorios, medido en el rodamiento montado, con construcción anexa ideal.

Tolerancias de medidas,
medidas de montaje,
salto axial y
concentricidad para YRT_{Speed}

Tolerancias de medidas				Medidas de montaje			Salto axial y concentricidad ¹⁾
Agujero		Diámetro exterior		H ₁	Δ _{H1s}	H ₂	
d	Δ _{ds}	D	Δ _{Ds}	H ₁	Δ _{H1s}	H ₂	μm
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
200	-0,015	300	-0,018	30	+0,04 -0,06	15	4
260	-0,018	385	-0,02	36,5	+0,05 -0,07	18,5	6
325	-0,023	450	-0,023	40	+0,06 -0,07	20	6
395	-0,023	525	-0,028	42,5	+0,06 -0,07	22,5	6
460	-0,023	600	-0,028	46	+0,07 -0,08	24	6

1) Para anillos interior y exterior giratorios, medido en el rodamiento montado, con construcción anexa ideal.

Rigidez Rigidez estática

La rigidez de estos rodamientos describe la magnitud de la desviación del eje de rotación, bajo carga, respecto a su posición ideal. La rigidez estática también influye directamente en la precisión final de los mecanizados.

En las tablas de medidas se indican los valores de rigidez de los rodamientos, ver página 1134 hasta página 1143. Tener en cuenta la elasticidad del conjunto de elementos rodantes así como la deformación de los anillos del rodamiento y de la fijación por tornillos.

Los valores para el conjunto de elementos rodantes son valores de rigidez determinados por cálculo y son puramente informativos. Permiten una comparación con otros tipos de rodamientos, ya que en los catálogos de rodamientos sólo se indican, en general, las rigideces más elevadas de los conjuntos de elementos rodantes.

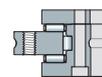
Ejecución especial

Disponible bajo consulta: Para YRT, tolerancias de salto axial y de concentricidad, restringidas un 50%. Texto adicional: Salto axial y concentricidad 50%.

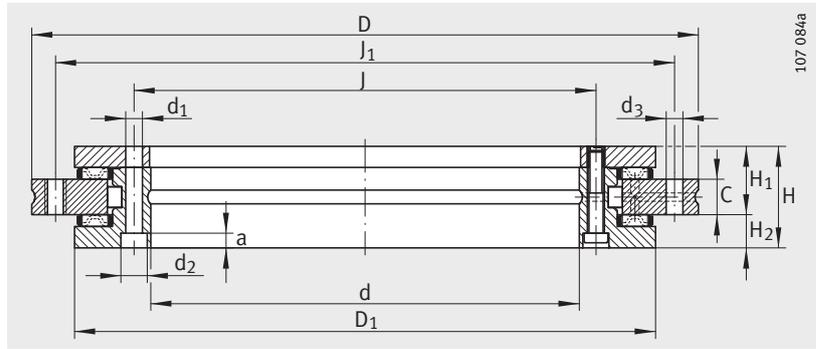
Para RTC, tolerancia de salto axial restringida un 50%.

Texto adicional: Salto axial 50%.

Para YRT con medidas H_1 y H_2 más estrechas. Texto adicional: H_1 con tolerancia $\pm \dots$, H_2 con tolerancia $\pm \dots$. Valores restringidos de tolerancias, ver tabla, página 1131.



Rodamientos axial-radial de doble efecto

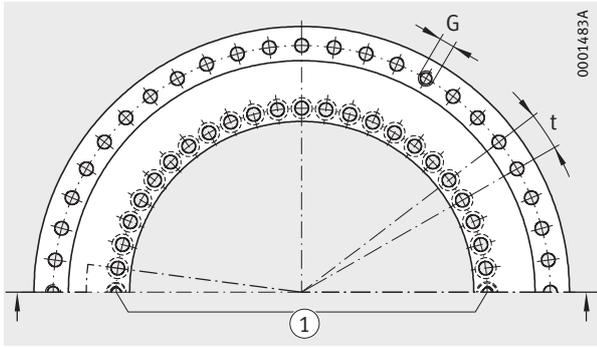


YRT

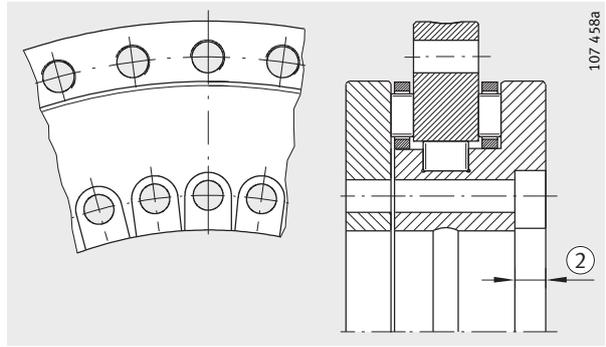
Tabla de medidas · Medidas en mm

Referencias	Peso m ≈kg	Dimensiones									Agujeros de fijación					
		d	D	H	H ₁	H ₂	C	D ₁	J	J ₁	Anillo interior			Anillo exterior		
											d ₁	d ₂	a	Canti- dad ⁴⁾	d ₃	Canti- dad ⁴⁾
YRT50	1,6	50	126	30	20	10	10	105	63	116	5,6	–	–	10	5,6	12
YRT80-TV⁵⁾⁷⁾	2,4	80	146	35	23,35	11,65	12	130	92	138	5,6	10	4	10	4,6	12
YRT100⁵⁾	4,1	100	185	38	25	13	12	161	112	170	5,6	10	5,4	16	5,6	15
YRT120	5,3	120	210	40	26	14	12	185	135	195	7	11	6,2	22	7	21
YRT150	6,2	150	240	40	26	14	12	214	165	225	7	11	6,2	34	7	33
YRT180	7,7	180	280	43	29	14	15	244	194	260	7	11	6,2	46	7	45
YRT200	9,7	200	300	45	30	15	15	274	215	285	7	11	6,2	46	7	45
YRT260	18,3	260	385	55	36,5	18,5	18	345	280	365	9,3	15	8,2	34	9,3	33

- 1) Incluidos los tornillos de sujeción o bien la rosca de extracción
- 2) Momentos de apriete para los tornillos según DIN 912, clase de resistencia 10.9.
- 3) Valores de rigidez teniendo en cuenta el grupo de clasificación de los elementos rodantes, la deformación de los anillos del rodamiento y la fijación por tornillos. Explicaciones, ver página 1133.
- 4) ¡Atención!
¡Para agujeros de fijación en la construcción anexa!
¡Tener en cuenta la división de los agujeros en el rodamiento!
- 5) Los refundidos para los tornillos en el anillo angular, en el agujero del rodamiento, están abiertos. El diámetro interior está dispuesto arbitrariamente en la zona ②.
- 6) Para mayor funcionamiento intermitente o servicio continuo, se ruega consultar.
- 7) Jaulas de poliamida 66 reforzada con fibra de vidrio

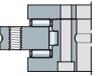


Distribución de agujeros
① Dos tornillos de sujeción



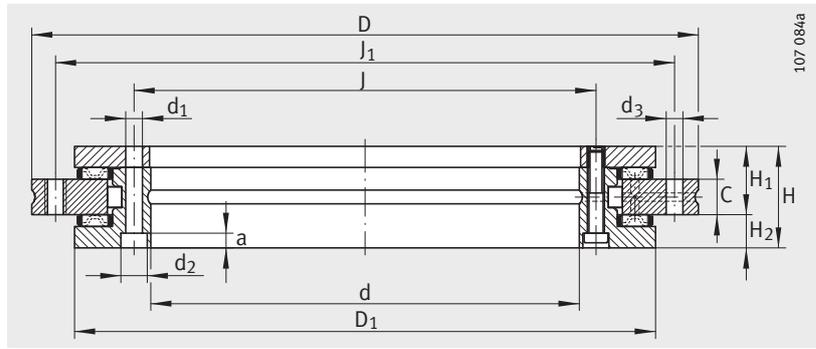
Para YRT80-TV e YRT100:
② Los refundidos para los tornillos están abiertos⁵⁾

División t ¹⁾ CantidadXt	Rosca de desmontaje		Momento de apriete de los tornillos M _A ²⁾ Nm	Capacidades de carga				Velocidad límite ⁶⁾ n _G min ⁻¹	Momento de rozamiento del rodamiento M _{RL} Nm
	G	Canti- dad		axial		radial			
				din. C _a N	est. C _{0a} N	din. C _r N	est. C _{0r} N		
12X30°	-	-	8,5	56 000	280 000	28 500	49 500	440	2,5
12X30°	-	-	8,5/4,5	38 000	158 000	44 000	98 000	350	3
18X20°	M5	3	8,5	73 000	370 000	52 000	108 000	280	3
24X15°	M8	3	14	80 000	445 000	70 000	148 000	230	7
36X10°	M8	3	14	85 000	510 000	77 000	179 000	210	13
48X 7,5°	M8	3	14	92 000	580 000	83 000	209 000	190	14
48X 7,5°	M8	3	14	98 000	650 000	89 000	236 000	170	15
36X10°	M12	3	34	109 000	810 000	102 000	310 000	130	25



Referencias	Rigidez					
	de la posición del rodamiento ³⁾			del conjunto de elementos rodantes		
	axial C _{aL} kN/μm	radial C _{rL} kN/μm	rigidez al vuelco C _{kL} kNm/mrad	axial C _{aL} kN/μm	radial C _{rL} kN/μm	rigidez al vuelco C _{kL} kNm/mrad
YRT50	1,3	1,1	1,25	6,2	1,5	5,9
YRT80-TV⁵⁾⁷⁾	1,6	1,8	2,5	4	2,6	6,3
YRT100⁵⁾	2	2	5	6,8	2,4	15
YRT120	2,1	2,2	7	7,8	3,8	24
YRT150	2,3	2,6	11	8,7	4,6	38
YRT180	2,6	3	17	9,9	5,3	57
YRT200	3	3,5	23	11,2	6,2	80
YRT260	3,5	4,5	45	13,7	8,1	155

Rodamientos axial-radial de doble efecto



YRT

Tabla de medidas (continuación) · Medidas en mm

Referencias	Peso m ≈kg	Dimensiones									Agujeros de fijación					
		d	D	H	H ₁	H ₂	C	D ₁	J	J ₁	Anillo interior			Anillo exterior		
											d ₁	d ₂	a	Canti- dad ⁴⁾	d ₃	Canti- dad ⁴⁾
YRT325⁵⁾	25	325	450	60	40	20	20	415	342	430	9,3	15	8,2	34	9,3	33
YRT395	33	395	525	65	42,5	22,5	20	486	415	505	9,3	15	8,2	46	9,3	45
YRT460	45	460	600	70	46	24	22	560	482	580	9,3	15	8,2	46	9,3	45
YRT580	89	580	750	90	60	30	30	700	610	720	11,4	18	11	46	11,4	42
YRT650	170	650	870	122	78	44	34	800	680	830	14	20	13	46	14	42
YRT850	253	850	1095	124	80,5	43,5	37	1018	890	1055	18	26	17	58	18	54
YRT950 ⁷⁾	312	950	1200	132	86	46	40	1130	990	1160	18	26	17	58	18	54
YRT1030	375	1030	1300	145	92,5	–	40	1215	1075	1255	18	26	17	70	18	66

1) Incluidos los tornillos de sujeción o bien la rosca de extracción

2) Momentos de apriete para los tornillos según DIN 912, clase de resistencia 10.9.

3) Valores de rigidez teniendo en cuenta el grupo de clasificación de los elementos rodantes, la deformación de los anillos del rodamiento y la fijación por tornillos. Explicaciones, ver página 1133.

4) ¡Atención!

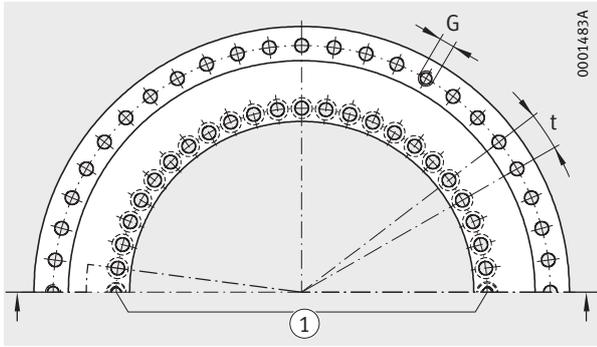
¡Para agujeros de fijación en la construcción anexa!

¡Tener en cuenta la división de los agujeros en el rodamiento!

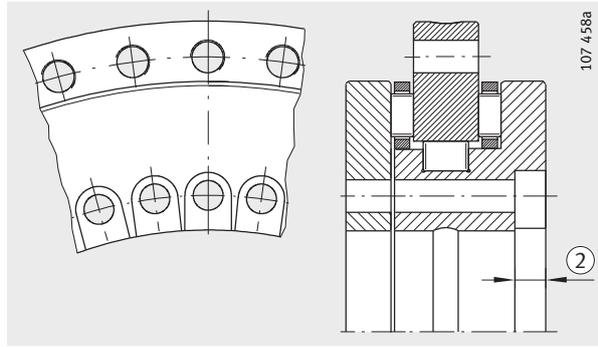
5) Los refundidos para los tornillos en el anillo angular, en el agujero del rodamiento, están abiertos. El diámetro interior está dispuesto arbitrariamente en la zona ②.

6) Para mayor funcionamiento intermitente o servicio continuo, se ruega consultar.

7) Suministrable sólo bajo consulta.

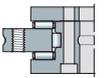


Distribución de agujeros
 ① Dos tornillos de sujeción



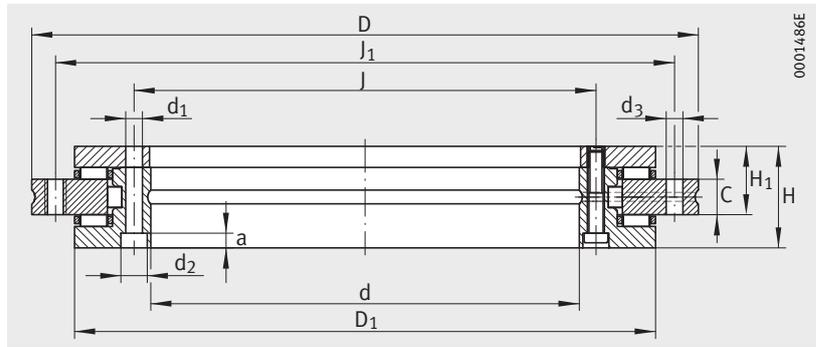
Para YRT325:
 ② Los refundidos para los tornillos están abiertos⁵⁾

División t ¹⁾ Cantidad Xt	Rosca de desmontaje		Momento de apriete de los tornillos M _A ²⁾ Nm	Capacidades de carga				Velocidad límite ⁶⁾ n _G min ⁻¹	Momento de rozamiento del rodamiento M _{RL} Nm
	G	Canti- dad		axial		radial			
				din. C _a N	est. C _{0a} N	din. C _r N	est. C _{0r} N		
36X10°	M12	3	34	186 000	1 710 000	134 000	415 000	110	48
48X 7,5°	M12	3	34	202 000	2 010 000	133 000	435 000	90	55
48X 7,5°	M12	3	34	217 000	2 300 000	187 000	650 000	80	70
48X 7,5°	M12	6	68	390 000	3 600 000	211 000	820 000	60	140
48X 7,5°	M12	6	116	495 000	5 200 000	415 000	1 500 000	55	200
60X 6°	M12	6	284	560 000	6 600 000	475 000	1 970 000	40	300
60X 6°	M16	6	284	1 040 000	10 300 000	600 000	2 450 000	40	600
72X 5°	M16	6	284	1 080 000	11 000 000	620 000	2 650 000	35	800



Referencias	Rigidez					
	de la posición del rodamiento ³⁾			del conjunto de elementos rodantes		
	axial C _{aL} kN/μm	radial C _{rL} kN/μm	rigidez al vuelco C _{kL} kNm/mrad	axial C _{aL} kN/μm	radial C _{rL} kN/μm	rigidez al vuelco C _{kL} kNm/mrad
YRT325 ⁵⁾	4,3	5	80	26,1	9,4	422
YRT395	4,9	6	130	30,3	11,3	684
YRT460	5,7	7	200	33,5	13,9	1 049
YRT580	6,9	9	380	42,1	17,4	2 062
YRT650	7,6	10	550	58,3	13,7	3 669
YRT850	9,3	13	1 100	73,4	20,2	7 587
YRT950 ⁷⁾	10,4	14	1 500	74,5	16,4	9 692
YRT1030	11,2	16	1 900	79,7	18,8	12 025

Rodamientos axial-radial de doble efecto



RTC

Tabla de medidas · Medidas en mm

Referencias	Peso m ≈kg	Dimensiones ⁷⁾								Agujeros de fijación					
		d	D	H	H ₁	C	D ₁	J	J ₁	Anillo interior			Anillo exterior		
										d ₁	d ₂	a	Canti- dad ⁴⁾	d ₃	Canti- dad ⁴⁾
RTC80⁵⁾	2	80	146	35	23,35	12	130	92	138	5,6	10	5,7	12	4,6	12
RTC100⁵⁾	4	100	185	38	25	12	161	112	170	5,6	10	5,7	15	5,6	18
RTC120	5	120	210	40	26	12	185	135	195	7	11	7	21	7	24
RTC150	5,8	150	240	40	26	12	214	165	225	7	11	7	33	7	36
RTC180	8	180	280	43	29	15	244	194	260	7	11	7	45	7	48
RTC200	9,3	200	300	45	30	15	274	215	285	7	11	7	45	7	48
RTC260	18	260	385	55	36,5	18	345	280	365	9,3	15	9,3	33	9,3	36
RTC325⁵⁾	25	325	450	60	40	20	415	342	430	9,3	15	9,3	33	9,3	36
RTC395	33	395	525	65	42,5	20	486	415	505	9,3	15	9,3	45	9,3	48
RTC460	48	460	600	70	46	22	560	482	580	9,3	15	9,3	45	9,3	48

1) Incluidos los tornillos de sujeción o bien la rosca de extracción

2) Momentos de apriete para los tornillos según DIN 912, clase de resistencia 10.9.

3) Valores de rigidez teniendo en cuenta el grupo de clasificación de los elementos rodantes, la deformación de los anillos del rodamiento y la fijación por tornillos. Explicaciones, ver página 1133.

4) ¡Atención!

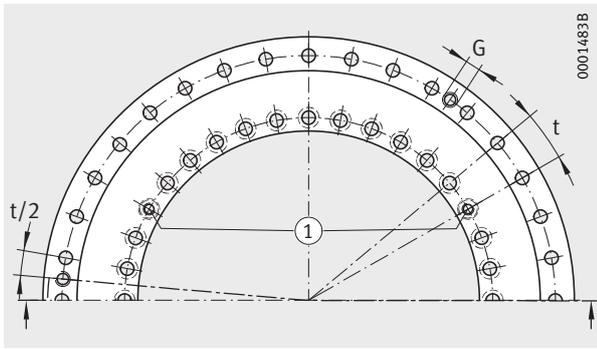
¡Para agujeros de fijación en la construcción anexa!

¡Tener en cuenta la división de los agujeros en el rodamiento!

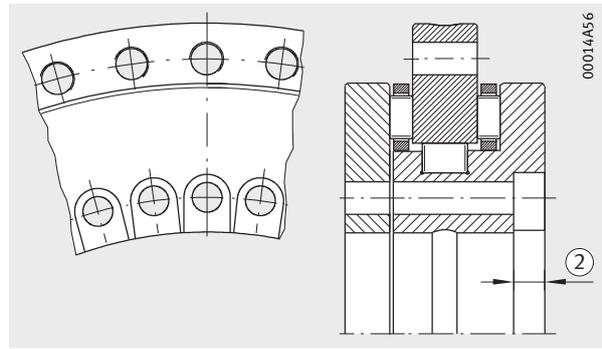
5) Los refundidos para los tornillos en el anillo angular, en el agujero del rodamiento, están abiertos. El diámetro interior está dispuesto arbitrariamente en la zona ②.

6) Para mayor funcionamiento intermitente o servicio continuo, se ruega consultar.

7) Dimensiones $d > 460$ mm suministrables bajo consulta.

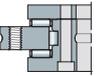


Distribución de agujeros
① Tres tornillos de sujeción



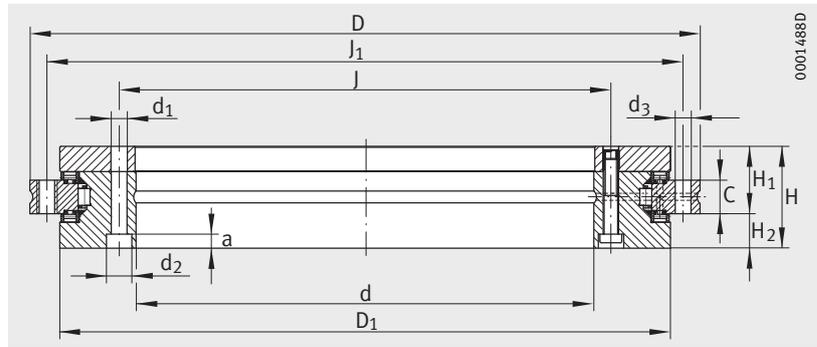
Para RCT80, RCT100 y RCT325:
② Los refundidos para los tornillos están abiertos⁵⁾

División t ¹⁾ CantidadXt	Rosca de desmontaje		Momento de apriete de los tornillos M _A ²⁾ Nm	Capacidades de carga				Velocidad límite ⁶⁾ n _G min ⁻¹	Momento de rozamiento del rodamiento M _{RL} Nm
	G	Canti- dad		axial		radial			
				din. C _a N	est. C _{0a} N	din. C _r N	est. C _{0r} N		
12X30°	-	-	8,5	56 000	255 000	42 500	100 000	530	1
18X20°	M5	3	8,5	76 500	415 000	47 500	120 000	430	4
24X15°	M6	3	14	102 000	540 000	52 000	143 000	340	5
36X10°	M6	3	14	112 000	630 000	56 000	170 000	320	7
48X 7,5°	M6	3	14	118 000	710 000	69 500	200 000	280	9
48X 7,5°	M6	3	14	120 000	765 000	81 500	220 000	260	11
36X10°	M8	3	34	160 000	1 060 000	93 000	290 000	200	16
36X10°	M8	3	34	275 000	1 930 000	120 000	345 000	170	27
48X 7,5°	M8	3	34	300 000	2 280 000	186 000	655 000	140	42
48X 7,5°	M8	3	34	355 000	2 800 000	200 000	765 000	120	55



Referencias	Rigidez					
	de la posición del rodamiento ³⁾			del conjunto de elementos rodantes		
	axial C _{aL} kN/μm	radial C _{rL} kN/μm	rigidez al vuelco C _{kL} kNm/mrad	axial C _{aL} kN/μm	radial C _{rL} kN/μm	rigidez al vuelco C _{kL} kNm/mrad
RTC80 ⁵⁾	0,71	1,8	1,6	5,6	2,1	9
RTC100 ⁵⁾	1,2	2	5	9,1	3,5	21
RTC120	1,3	2,2	7	9,1	5,7	29
RTC150	1,5	2,6	11	10,6	7,1	45
RTC180	1,7	3	17	11,6	6,3	67
RTC200	1,8	3,5	23	12,2	5,8	88
RTC260	2,1	4,5	45	17,4	7,5	201
RTC325 ⁵⁾	2,8	5	80	25	6,5	429
RTC395	3,4	6	130	28,9	11,9	698
RTC460	3,9	7	200	32,6	13,7	1020

Rodamientos axial-radial de doble efecto



YRT_{Speed}

Tabla de medidas · Medidas en mm

Referencias	Peso m ≈kg	Dimensiones									Agujeros de fijación					
		d	D	H	H ₁	H ₂	C	D ₁	J	J ₁	Anillo interior			Anillo exterior		
											d ₁	d ₂	a	Canti- dad ³⁾	d ₃	Canti- dad ³⁾
YRTS200	9,7	200_{-0,015}	300 _{-0,018}	45	30	15	15	274	215	285	7	11	6,2	46	7	45
YRTS260	18,3	260_{-0,018}	385 _{-0,02}	55	36,5	18,5	18	345	280	365	9,3	15	8,2	34	9,3	33
YRTS325⁵⁾	25	325_{-0,023}	450 _{-0,023}	60	40	20	20	415	342	430	9,3	15	8,2 ⁵⁾	34	9,3	33
YRTS395	33	395_{-0,023}	525 _{-0,028}	65	42,5	22,5	20	486	415	505	9,3	15	8,2	46	9,3	45
YRTS460	45	460_{-0,023}	600 _{-0,023}	70	46	24	22	560	482	580	9,3	15	8,2	46	9,3	45

1) Incluidos los tornillos de sujeción o bien la rosca de extracción

2) Para tornillos según DIN 912, clase de resistencia 10.9.

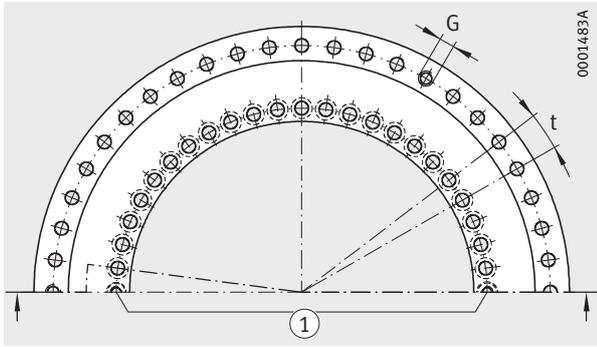
3) ¡Atención!

¡Para agujeros de fijación en la construcción anexa!

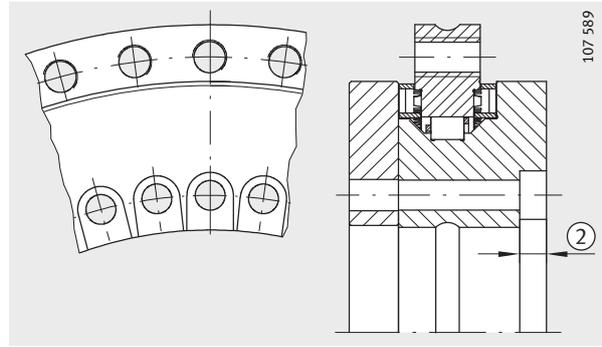
¡Tener en cuenta la división de los agujeros en el rodamiento!

4) Valores de rigidez teniendo en cuenta el grupo de clasificación de los elementos rodantes, la deformación de los anillos del rodamiento y la fijación por tornillos. Explicaciones, ver página 1133.

5) Los refundidos para los tornillos en el anillo angular, en el agujero del rodamiento, están abiertos. El diámetro interior está dispuesto arbitrariamente en la zona ②.

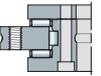


Distribución de agujeros
① Dos tornillos de sujeción



Para YRTS325:
② Los refundidos para los tornillos están abiertos⁵⁾

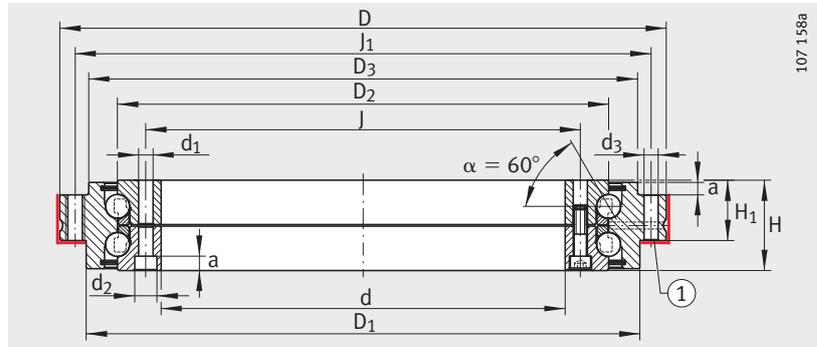
División t ¹⁾	Rosca de desmontaje		Momento de apriete de los tornillos M _A ²⁾ Nm	Capacidades de carga				Velocidad límite n _G min ⁻¹	Momento de inercia másico para giratorio		
	CantidadXt	G		Canti- dad	axial		radial		Anillo interior IR M _M kg·cm ²	Anillo exterior AU kg·cm ²	
					din. C _a N	est. C _{0a} N	din. C _r N				est. C _{0r} N
48X 7,5°	M8	3	14	155 000	840 000	94 000	226 000	1 160	667	435	
36X10°	M12	3	34	173 000	1 050 000	110 000	305 000	910	2 074	1 422	
36X10°	M12	3	34	191 000	1 260 000	109 000	320 000	760	4 506	2 489	
48X 7,5°	M12	3	34	214 000	1 540 000	121 000	390 000	650	8 352	4 254	
48X 7,5°	M12	3	34	221 000	1 690 000	168 000	570 000	560	15 738	7 379	



Referencias	Rigidez					
	de la posición del rodamiento ⁴⁾			del conjunto de elementos rodantes		
	axial	radial	rigidez al vuelco	axial	radial	rigidez al vuelco
	C _{aL} kN/μm	C _{rL} kN/μm	C _{kL} kNm/mrad	C _{aL} kN/μm	C _{rL} kN/μm	C _{kL} kNm/mrad
YRTS200	4	1,2	29	13,6	3,9	101
YRTS260	5,4	1,6	67	16,8	5,8	201
YRTS325⁵⁾	6,6	1,8	115	19,9	7,1	350
YRTS395	7,8	2	195	23,4	8,7	582
YRTS460	8,9	1,8	280	25,4	9,5	843

Rodamientos a bolas de contacto angular

de doble efecto



ZKLDF

① Superficie de apoyo/diámetro de centraje

Tabla de medidas · Medidas en mm

Referencias	Peso m ≈kg	Dimensiones ⁶⁾										Anillo interior		
		d	D	H	H ₁	D ₁	D ₂	D ₃	J	J ₁	a	Tornillos de fijación		
												d ₁	d ₂	Canti- dad ⁴⁾
ZKLDF100 ⁵⁾	4,5	100	185	38	25	161	136	158	112	170	5,4	5,6	10	16
ZKLDF120	6	120	210	40	26	185	159	181	135	195	6,2	7	11	22
ZKLDF150	7,5	150	240	40	26	214	188	211	165	225	6,2	7	11	34
ZKLDF200	11	200	300	45	30	274	243	271	215	285	6,2	7	11	46
ZKLDF260	22	260	385	55	36,5	345	313	348	280	365	8,2	9,3	15	34
ZKLDF325 ⁵⁾	28	325	450	60	40	415	380	413	342	430	8,2	9,3	15	34
ZKLDF395	39	395	525	5	42,5	486	450	488	415	505	8,2	9,3	15	46
ZKLDF460	50	460	600	70	46	560	520	563	482	580	8,2	9,3	15	46

1) Incluidos los tornillos de sujeción o bien la rosca de extracción

2) Momentos de apriete para los tornillos según DIN 912, clase de resistencia 10.9.

3) Valores de rigidez teniendo en cuenta el grupo de clasificación de los elementos rodantes, la deformación de los anillos del rodamiento y la fijación por tornillos. Explicaciones, ver página 1133.

4) ¡Atención!

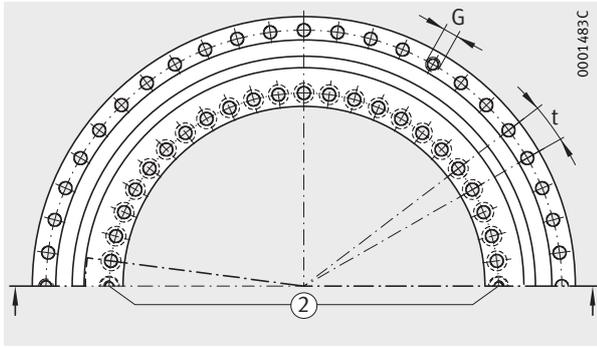
¡Para agujeros de fijación en la construcción anexa!

¡Tener en cuenta la división de los agujeros en el rodamiento!

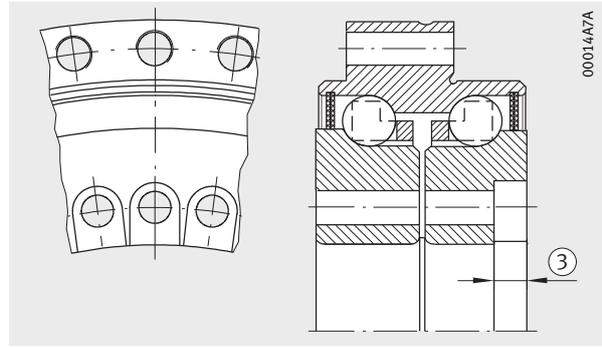
5) Los refundidos para los tornillos en el anillo angular, en el agujero del rodamiento, están abiertos. El diámetro interior está dispuesto arbitrariamente en la zona ③.

6) Dimensiones $d > 460$ mm suministrables bajo consulta.

7) Válido para construcción anexa adaptada.

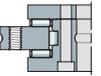


Distribución de agujeros
② Dos tornillos de sujeción



Para ZKLDF100 y ZKLDF325,:
③ Los refundidos para los tornillos están abiertos⁵⁾

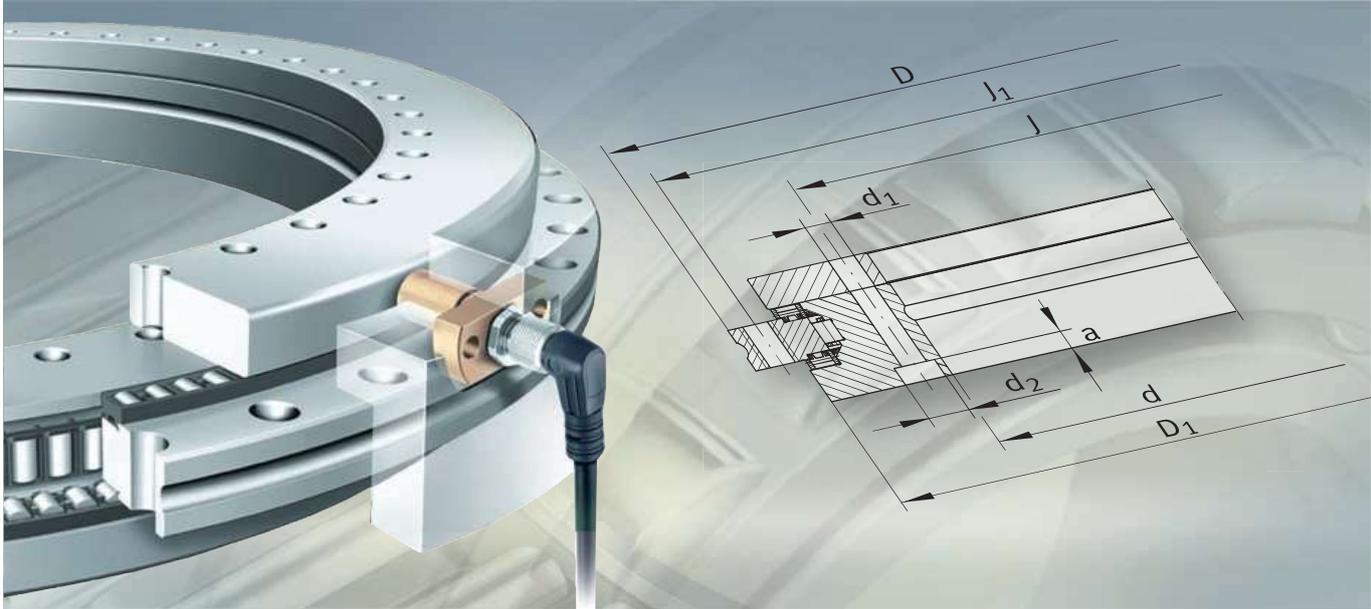
Anillo exterior				División t ¹⁾	Momento de apriete de los tornillos M _A ²⁾	Capacidades de carga		Velocidad límite ⁷⁾ n _G	Momento de rozamiento del rodamiento M _{RL}
Tornillos de fijación		Rosca de desmontaje				axial			
d ₃	Cantidad ⁴⁾	G	Cantidad	CantidadXt	Nm	din. C _a	est. C _{0a}	min ⁻¹	Nm
5,6	15	M5	3	18X20°	8,5	71 000	265 000	2 800	1,6
7	21	M8	3	24X15°	14	76 000	315 000	2 400	2
7	33	M8	3	36X10°	14	81 000	380 000	2 000	3
7	45	M8	3	48X 7,5°	14	121 000	610 000	1 600	4,5
9,3	33	M12	3	36X10°	34	162 000	920 000	1 200	7,5
9,3	33	M12	3	36X10°	34	172 000	1 110 000	1 000	11
9,3	45	M12	3	48X 7,5°	34	241 000	1 580 000	800	16
9,3	45	M12	3	48X 7,5°	34	255 000	1 860 000	700	21



Referencias	Rigidez					
	de la posición del rodamiento ³⁾			del conjunto de elementos rodantes		
	axial	radial	rigidez al vuelco	axial	radial	rigidez al vuelco
	C _{aL}	C _{rL}	C _{kL}	C _{aL}	C _{rL}	C _{kL}
	kN/μm	kN/μm	kNm/mrad	kN/μm	kN/μm	kNm/mrad
ZKLDF100⁵⁾	1,2	0,35	3,6	2,2	0,35	5
ZKLDF120	1,5	0,4	5,5	2,5	0,4	8
ZKLDF150	1,7	0,4	7,8	2,9	0,4	12
ZKLDF200	2,5	0,6	17,5	3,7	0,6	26
ZKLDF260	3,2	0,7	40	4,7	0,7	54
ZKLDF325⁵⁾	4	0,8	60	5,4	0,8	90
ZKLDF395	4,5	0,9	100	6,3	0,9	148
ZKLDF460⁶⁾	5,3	1,1	175	7,1	1,1	223



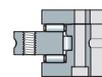
FAG



**Rodamientos axial-radial
con sistema de medición angular
integrado**

Rodamientos axial-radial con sistema de medición angular integrado

	Página
Vista general de los productos	
Rodamientos axial-radial con sistema de medición angular integrado	1146
Características	
Ventajas del sistema de medición angular	1148
Rodamientos axial-radial con sistema de medición angular integrado	1149
Cabezales de medición con sensores magnéticos	1150
Electrónica de evaluación	1150
Cable para transmitir las señales	1151
Precisión de medición	1152
Más informaciones	1153



Vista general de los productos

Rodamientos axial-radial con sistema de medición angular integrado

Rodamientos axial-radial
con escala dimensional magnética
sin empalmes

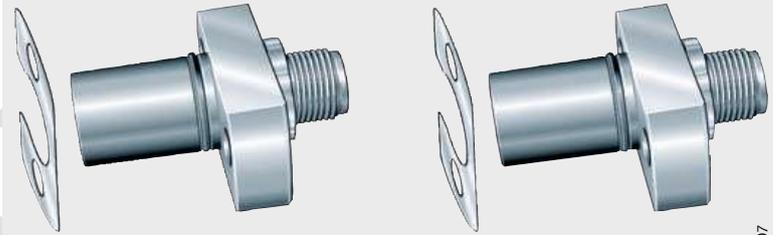
YRTM, YRTSM



107 485c

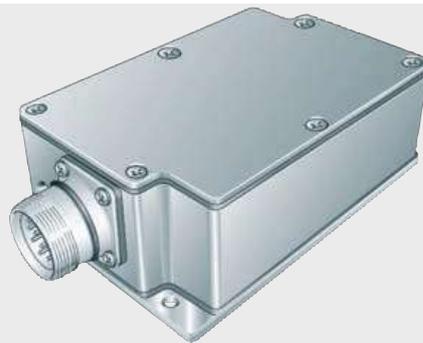
Electrónica de medición
cabezales con discos
de regulación

SRM



107 707

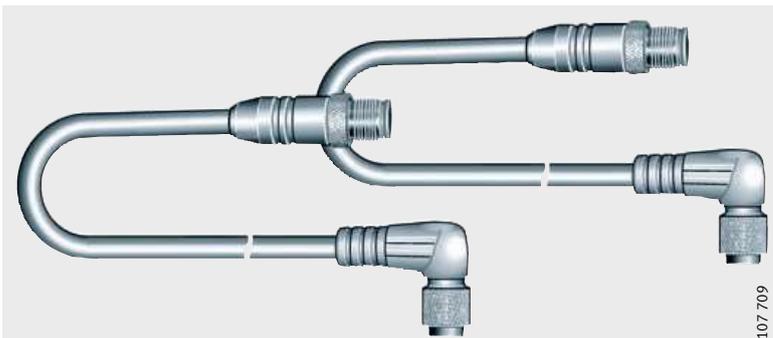
electrónica de evaluación



107 506a

Cable de conexión
para los cabezales y
la electrónica de evaluación

SRMC



107 709

Rodamientos axial-radial con sistema de medición angular integrado

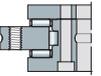
Características

Los rodamientos axial-radial con sistema de medición angular integrado se componen de:

- Un rodamiento axial-radial YRTM o YRTSM con una escala dimensional, una electrónica de medición SRM y los cables de señales SRMC. La electrónica de medición SRM incluye dos cabezales de medición, dos discos de regulación y una electrónica de evaluación. Los cables de señales, para conectar los cabezales de medición con la electrónica de evaluación, son de diferentes ejecuciones y se pueden pedir por separado. La electrónica de medición MEKO/U se puede suministrar posteriormente, pero no debe ser utilizada en nuevas construcciones.

Los rodamientos de la serie YRTM o YRTSM corresponden, mecánicamente, a los rodamientos axial-radial YRT o YRTS, aunque están provistos de una escala dimensional magnética, sin empalmes. El sistema de medición registra ángulos en un rango de pocos segundos, sin contacto y de forma magnética.

Para la parte mecánica de los rodamientos axial-radial YRTM o YRTSM son válidas las indicaciones desde la página 1113 hasta la página 1133.



Rodamientos axial-radial con sistema de medición angular integrado

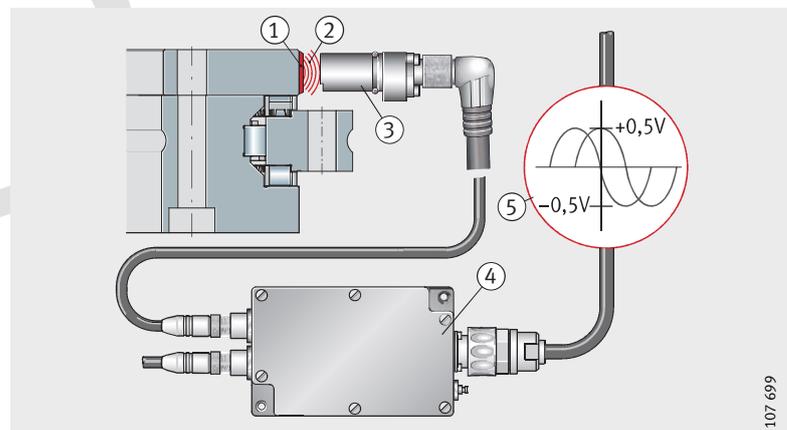
Ventajas del sistema de medición angular

El sistema de medición, *figura 1*:

- Proporciona, gracias a su rígida unión con la construcción anexa, muy buenas características de regulación (rigidez de regulación y dinámica), por lo que es especialmente adecuado para ejes con accionamiento directo con motores Torque.
- Ofrece una elevada velocidad máxima de medición, de hasta 16,5 m/s
- Trabaja sin contacto, por lo que no sufre ningún desgaste
- Mide independientemente del vuelco y de la posición
- Tiene una electrónica que se ajusta automáticamente
- Se centra de forma automática
- Es insensible frente a los lubricantes
- Es sencillo de montar, los cabezales de medición se ajustan fácilmente y no se requiere un centraje del rodamiento ni del sistema de medición
- No requiere elementos anexos adicionales
 - La escala dimensional sin empalmes y los cabezales de medición están integrados en los rodamientos, o bien en la construcción anexa
 - El espacio constructivo ahorrado se puede utilizar para ampliar la zona libre de mecanizado de la máquina
- No hay dificultad para pasar los cables y las conducciones de suministro. Dichas conducciones se pueden colocar dentro de la construcción anexa, directamente a través del gran agujero del rodamiento.
- Ahorra componentes, espacio constructivo y costes, debido a su construcción compacta y de pocas piezas.

- ① Escala dimensional magnética
- ② Líneas de campo magnético
- ③ Cabezal de medición con sensor de resistencia magnética
- ④ Electrónica de evaluación
- ⑤ Señales analógicas de salida

Figura 1
Principio del procedimiento de medición



Rodamientos axial-radial con sistema de medición angular integrado Escala dimensional sin empalmes

La escala dimensional sin empalmes se encola en el diámetro exterior del disco-eje, sin rebabas y sin golpes. En la capa galvánica magnetizable, con una distancia de $250\ \mu\text{m}$ hay polos magnéticos, que sirven como referencias de ángulo, *figura 2*.

La posición angular se mide de forma incremental, es decir, contando los incrementos individuales. Por esta razón, para la relación fija de la posición angular, después de la puesta en marcha de la máquina se requiere una marca de referencia.

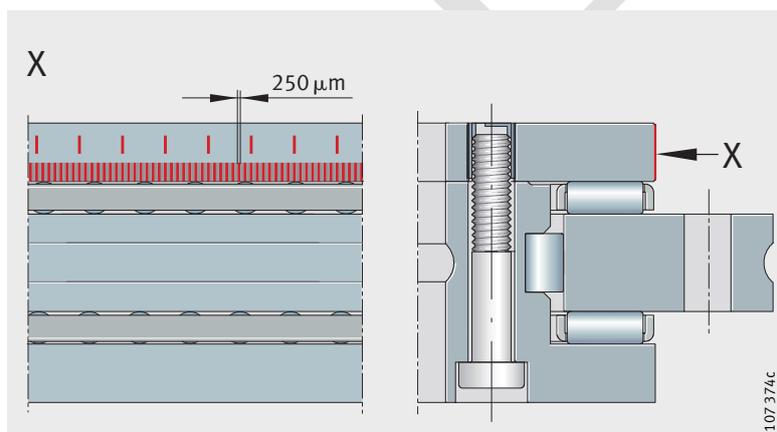
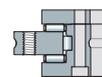


Figura 2
Escala dimensional sin empalmes

Marcas de referencia

El sistema tiene marcas de referencia codificadas por distancias, que permiten establecer rápidamente una relación absoluta. Para ello, se aplican todas las marcas de referencia de 15° con distancias diferentes definidas, de modo que la relación absoluta se alcanza ya después de haber pasado dos marcas de referencia adyacentes (como máximo, 30°).



Rodamientos axial-radial con sistema de medición angular integrado

Cabezales de medición con sensores magnéticos

Los cabezales de medición están marcados con colores:

- El cabezal de medición plateado (blanco) explora la señal incremental
- El cabezal de medición dorado (amarillo) explora la señal incremental y las marcas de referencia.

Ambos cabezales de medición tienen un espacio constructivo optimizado. Se fijan en una ranura en la construcción anexa mediante dos tornillos de fijación.

Efecto MR

Los pequeños campos magnéticos se detectan mediante el efecto magneto-resistente (efecto MR). Respecto a los cabezales magnéticos, los sensores MR miden los campos magnéticos estáticamente, es decir, comparados con los cabezales magnéticos, las señales electrónicas se derivan sin movimiento.

La capa resistente de los sensores MR está construida de tal manera que la resistencia cambia cuando un campo magnético se presenta verticalmente al flujo de corriente.

Si el campo magnético pasa por el sensor MR, se emiten dos señales sinusoidales, desfasadas 90° con una longitud del período de 500 μm.

Juntas tóricas para la obturación

Para la obturación contra las fugas de aceite y contra la penetración de líquidos, como por ejemplo, los refrigerantes de corte, los cabezales de medición tienen juntas tóricas.

Electrónica de evaluación

La electrónica de evaluación funciona con ayuda de un procesador digital de señales (DSP).

El transformador de señales analógicas-digitales digitaliza las señales de entrada. El procesador de alto rendimiento (DSP) compensa automáticamente las señales del sensor y calcula el valor angular efectivo, con la suma vectorial de las mencionadas señales del sensor. Viene corregido, entre otros, el Offset de las señales analógicas. El transformador digital-analógico genera señales analógicas sintéticas como valor $1 V_{SS}$.

La electrónica de evaluación se puede posicionar de forma libre o en la construcción anexa. Se conecta al control mediante un enchufe comercial de 12 pins.

Para transmitir las señales desde la electrónica de evaluación a la electrónica de control, es posible utilizar cables con una longitud de hasta 100 m.

Cable para transmitir las señales

El cable de señales para conectar los cabezales de medición con la electrónica de evaluación tienen una longitud de 1 m, 2 m y 3 m, ver tabla.

En el lado de la conexión a la electrónica de evaluación, se encuentra un enchufe recto. Para el lado de conexión a los cabezales de medición se ha dispuesto un enchufe recto o bien en ángulo de 90°.

La posición de salida del cable está definida para la conexión del enchufe en ángulo con la posición de montaje de los cabezales de medición.

Ventajas

Los cables son apropiados para el montaje en máquinas y plantas de mecanizado con arranque de viruta:

- Los cables y los enchufes están protegidos.
- La cubierta del cable es de poliuretano (PUR), libre de halógenos y no inflamable.
- El cable de señales no contiene halógenos, silicona ni PVC, y es resistente a los microbios y a la hidrólisis.
- El cable es resistente al aceite, a la grasa y a los fluidos refrigerantes, ver TPI 154, Sistema de medición angular integrado
- El cable es apropiado para su empleo dinámico en cadenas de arrastre (tener cuidado de su empleo para cada especialidad).

Frecuencias de flexión

Las frecuencias de flexión de ≥ 2 millones, para su colocación en cadenas de arrastre, son válidas bajo las siguientes condiciones de prueba:

- Radio de flexión 65 mm ($10 \times D$)
- Aceleración 5 m/s²
- Velocidad del proceso 200 m/min
- Recorrido del proceso 5 m, horizontal.

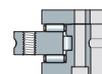
Conexiones de enchufe

Las conexiones de enchufe INA son muy robustas y están diseñadas para la utilización en entornos industriales. Una vez enchufadas, cumplen el tipo de protección IP 65 (EN 60 529).

Las conexiones, de gran superficie en las clavijas, aseguran un blindaje seguro.

Cable de conexión

Ejecución del enchufe	Longitud del cable m	Referencia para el pedido
Enchufes rectos en ambos lados	1	SRMC 1-S
	2	SRMC 2-S
	3	SRMC 3-S
Enchufe recto y enchufe en ángulo de 90°	1	SRMC 1-A
	2	SRMC 2-A
	3	SRMC 3-A



Rodamientos axial-radial con sistema de medición angular integrado

Precisión de medición

Cuanto más precisa sea la medición angular, tanto más preciso será el posicionado de una mesa circular o plato divisor. La precisión de la medición angular se determina, básicamente, mediante:

- ① La calidad de la escala dimensional
- ② La calidad de la exploración
- ③ La calidad de la electrónica de evaluación
- ④ La excentricidad de la escala dimensional respecto a las pistas de rodadura del rodamiento
- ⑤ La desviación del salto axial o de la concentricidad
- ⑥ La elasticidad del eje del sistema de medición y de su acoplamiento al eje a medir.
- ⑦ La elasticidad del eje del estátor o bien del acoplamiento de ejes.

Para el sistema de medición YRTM, solamente los puntos ① hasta ③ son relevantes.

La excentricidad del punto ④ se elimina completamente a través de la disposición diametralmente opuesta de los sensores MR.

Los puntos ⑤ hasta ⑦ solamente desempeñan un papel secundario en el sistema de medición INA.

Desviaciones de la posición

Las desviaciones de la posición durante un giro son los errores absolutos de medición del sistema durante un giro (medidas a una temperatura ambiente de +20 °C):

- YRTM150 $\cong \pm 6''$
- YRTM180 $\cong \pm 5''$
- YRT(S)M200, YRT(S)M260, YRT(S)M325, YRT(S)M395, YRT(S)M460 $\cong \pm 3''$.

Como la escala dimensional está encolada directamente en el rodamiento, es decir, sin elementos de compensación, podrían producirse deformaciones en las pistas de rodadura del rodamiento, debido a las fuerzas de mecanizado, con el consiguiente efecto sobre el resultado de la medición. Este efecto se elimina con los cabezales de medición dispuestos diametralmente en la electrónica de evaluación.

Protocolo de medición

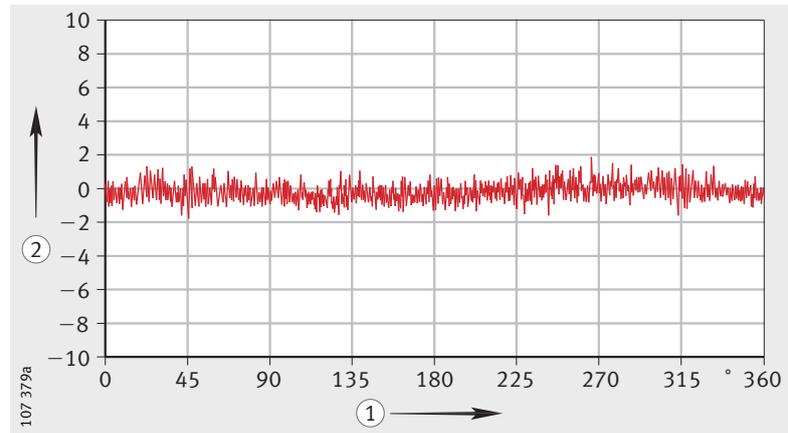
Cada sistema de medición INA contiene un protocolo de la precisión de las mediciones, *figura 3*.

La precisión se mide en el disco codificado del rodamiento YRTM o YRTSM cuando se aplica el código y se anota en el protocolo.

El control de medición indica el error de paso de la codificación.

- ① Recorrido de medición, en grados
- ② Desviación en segundos de ángulo

Figura 3
Extracto de un protocolo de medición, ejemplo:
YRTM 395 – S.Nr. 03/09/004



Más informaciones

La publicación TPI 120, Rodamientos de precisión para cargas combinadas, informa detalladamente sobre los rodamientos axial-radial con sistema de medición angular integrado. Rogamos solicitar.

