TIMKEN

CATÁLOGO DE RODAMIENTOS DE BOLAS DE CONTACTO ANGULAR DE TIMKEN®

ACERCA DE THE TIMKEN COMPANY

Como líder global en sistemas de transmisión de potencia y rodamientos, Timken se centra en el diseño de soluciones precisas, en los materiales y en la fabricación artesanal para ofrecer un rendimiento fiable y eficaz que mejore la productividad y el tiempo de actividad. Timken ofrece una gran variedad de rodamientos, correas, cadenas, acoplamientos, engranajes y lubricantes, además de servicios de reconstrucción y reparación.

Timken (NYSE; TKR; www.timken.com) aplica su experiencia en metalurgia, tribología y transmisión de potencia mecánica para diseñar planteamientos innovadores que cubran las necesidades complejas de los clientes. La disponibilidad global de los productos y el talento en ingeniería, sumados a una prestación de servicios extraordinaria en todos los mercados, hacen que Timken sea la elección preferida en todo el mundo.

Para ver más catálogos de Timken, acceda a www.timken.com/catalogs, donde podrá encontrar versiones interactivas o descargar nuestra aplicación de catálogo para su dispositivo móvil o smartphone.

ÍNDICE DEL CATÁLOGO DE RODAMIENTOS DE BOLAS DE CONTACTO ANGULAR

INTRODUCCIÓN 2
CÓMO UTILIZAR ESTE CATÁLOGO 2
VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO 3
ADVERTENCIAS 4

INGENIERÍA

Tipos de rodamientos y de jaulas 6
Tolerancias del sistema métrico 7
Vida útil del rodamiento 8
Montaje y ajuste 9
Lubricación 18

RODAMIENTOS DE BOLAS DE CONTACTO ANGULAR

Nomenclaturas 20
Rodamientos de bolas de contacto angular de una hilera 22
Rodamientos de bolas de contacto angular de doble hilera 26

RODAMIENTOS DE BOLAS DE CONTACTO ANGULAR DE TIMKEN®

FIABILIDAD EN TODAS PARTES

Nuestros rodamientos de bolas de contacto angular han sido diseñados para proporcionar un rendimiento fiable en bombas, compresores, motores eléctricos y muchas otras aplicaciones industriales, y pueden soportar altas velocidades, tanto con cargas radiales como axiales. Estos rodamientos cumplen las normas ISO y son dimensionalmente intercambiables con productos en dimensiones métricas de la competencia.

MÁS OPCIONES

Hemos agregado más de 300 nuevas referencias a nuestra creciente cartera de productos de una y dos hileras. Ahora dispone de más opciones, suministradas por un proveedor fiable reconocido por su calidad y rendimiento.

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

- Acabado mejorado de la pista de rodadura
- Funcionamiento silencioso
- Resistente a altas velocidades
- Juntas robustas

SAQUE EL MÁXIMO PARTIDO A SUS OPERACIONES

Cada rodamiento de bolas de contacto angular de Timken está respaldado por un servicio al cliente de primera calidad, aprovechando nuestra red global de ventas y distribución. También está respaldado por el conocimiento de nuestros expertos, líderes en la industria. Están a su disposición para ayudarle en todas las cuestiones relacionadas con el diseño de los productos y proporcionarle información sobre su aplicación, además de ofrecerle un servicio de asistencia de ingeniería in situ: todo lo que pueda necesitar para aumentar el tiempo de actividad y maximizar el rendimiento de los equipos.

CÓMO UTILIZAR ESTE CATÁLOGO

Hemos diseñado este catálogo para ayudarle a encontrar los rodamientos de Timken que mejor se adapten a las necesidades y especificaciones de su equipo.

Esta publicación contiene dimensiones, tolerancias e índices de carga, así como secciones de ingeniería que describen las prácticas de ajuste de ejes y soportes, juegos internos y otras características de los rodamientos. Para obtener más información, utilice el manual de ingeniería de Timken (n.º de referencia 10424). Puede ser útil para considerar el tipo y las características de los rodamientos que mejor se puedan adaptar a sus necesidades específicas.

PERIODO MÁXIMO DE ALMACENAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE RODAMIENTOS Y COMPONENTES LUBRICADOS CON GRASA

Para sacar el máximo partido a nuestros productos, Timken proporciona directrices para el periodo máximo de almacenamiento de rodamientos de bola y de rodillo, componentes y montajes lubricados con grasa. La información de este periodo se basa en los datos de los ensayos y la experiencia de Timken y de la industria.

PERIODO MÁXIMO DE ALMACENAMIENTO

Se debe distinguir entre el periodo máximo de almacenamiento y la vida útil del componente del rodamiento lubricado de la siguiente forma:

El periodo máximo de almacenamiento del rodamiento o del componente lubricado con grasa es el periodo de tiempo previo a su uso o instalación.

El periodo máximo de almacenamiento es un parte de la vida del rodamiento o del componente anterior a la vida útil. Las variaciones en los índices de fuga de lubricante, las pérdidas de aceite, las condiciones de operación e instalación, la temperatura, la humedad y un almacenamiento prolongado hacen que sea imposible predecir con precisión la vida útil.

TIMKEN NO SE HACE RESPONSABLE DEL PERIODO MÁXIMO DE ALMACENAMIENTO DE NINGÚN RODAMIENTO O COMPONENTE LUBRICADO POR TERCEROS.

Cumplimiento de la directiva europea REACH

Los lubricantes, las grasas y los productos similares de Timken que se venden en recipientes individuales o por medio de sistemas de entrega están sujetos a la directiva europea REACH (relativa al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y los preparados químicos). Timken solo puede importar a la Unión Europea los lubricantes y grasas que están registrados en la ECHA (Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas). Para obtener más información, póngase en contacto con su ingeniero de Timken.

ALMACENAMIENTO

Timken sugiere las siguientes directrices de almacenamiento para nuestros productos terminados (rodamientos, componentes y montajes, a los que se menciona como "productos"):

- A menos que Timken indique lo contrario, los productos deben guardarse en su embalaje original hasta que se vayan a utilizar.
- No quite ni cambie las etiquetas ni las marcas de estarcido del embalaje.
- Los productos se deben guardar de forma que el embalaje no se perfore, aplaste o sufra daños de cualquier tipo.
- Tras sacar un producto de su embalaje, debe utilizarse lo antes posible.
- Cuando se saca un producto que no está embalado individualmente de un contenedor de envases a granel, el contenedor debe volver a sellarse inmediatamente después de sacar el producto.
- No utilice productos que hayan excedido su vida útil, tal como se define en la declaración de las directrices de vida útil de Timken.
- La temperatura del área de almacenamiento debe mantenerse entre 0 °C (32°°F)y 40 °C(104°°F). La temperatura debe fluctuar lo menos posible.
- La humedad relativa debe mantenerse por debajo del 60 % y las superficies deben estar secas.
- El área de almacenamiento debe estar libre de contaminantes transportados por el aire, como polvo, suciedad, vapores dañinos, entre otros.
- El área de almacenamiento debe aislarse de la vibración excesiva.
- Se deben evitar las condiciones extremas de cualquier tipo.

Como Timken no tiene información de sus condiciones de almacenamiento concretas, le recomendamos que siga estas directrices. No obstante, es posible que por circunstancias o requisitos oficiales aplicables tenga que cumplir requisitos de almacenamiento más estrictos.

La mayoría de los componentes de los rodamientos normalmente se envían protegidos con un compuesto anticorrosivo que no es un lubricante. Estos componentes deben utilizarse en aplicaciones lubricadas con aceite sin retirar el componente anticorrosivo. Si utiliza una grasa lubricante especial, le aconsejamos que retire el compuesto anticorrosivo antes de recubrir los componentes de los rodamientos con la grasa adecuada.

Tenga cuidado al elegir el lubricante, ya que es posible que sean incompatibles.

Cuando reciba los rodamientos, no saque los productos del embalaje hasta que se vayan a montar para que no se corroan ni contaminen.

Guarde los rodamientos y sus soportes en un ambiente adecuado para que estén protegidos durante el periodo previsto.

⚠ ADVERTENCIA

Ignorar las siguientes advertencias puede producir riesgos de lesiones graves o incluso la muerte.

Es fundamental respetar unas adecuadas prácticas de manipulación, montaje y mantenimiento. Siga siempre las instrucciones de instalación y mantenga una lubricación adecuada.

Las tensiones de tracción pueden ser muy elevadas en los componentes de rodamientos con ajuste en interferencia. Si se intenta cortar la pista interior para retirar dichos componentes, es posible que estos se rompan y que salgan expulsados con fuerza fragmentos de metal. Utilice siempre con precaución extractores o prensas para retirar rodamientos de los ejes, y use en todo caso equipos de protección personal adecuados, como gafas de seguridad.

¡PRECAUCIÓN!

Si no se siguen estas recomendaciones, se pueden producir daños materiales.

Los productos catalogados son específicos para cada aplicación.

Su uso en otras aplicaciones podría provocar fallos en el equipo o reducir su vida útil.

Si no se utilizan los rodamientos adecuados, se pueden producir daños en el equipo.

No utilice rodamientos dañados. El uso de rodamientos dañados puede provocar daños en el equipo.

EXENCIÓN DE RESPONSABILIDADES

En este catálogo se pretende únicamente proporcionar datos y herramientas de análisis que le ayuden a elegir un producto. Hay muchos factores que se escapan al control de Timken y que influyen en el rendimiento del producto. Por tanto, usted debe ser quien valide la adecuación y viabilidad de la selección de productos.

Los productos de Timken se comercializan sujetos a los términos y condiciones de venta de Timken, incluida su limitación de garantía y remedio, que se puede consultar en http://www.timken.com/termsandconditionsofsale.

Póngase en contacto con el ingeniero de ventas de Timken para obtener más información y ayuda.

Se han hecho todos los esfuerzos razonables para asegurar la exactitud de la información contenida en este documento, pero no se asume ninguna responsabilidad por errores, omisiones ni cualquier otra razón.

CUMPLIMIENTO

Para ver el catálogo de ingeniería completo, visite la página www.timken.com. Para pedir el catálogo, póngase en contacto con su ingeniero de ventas de Timken y solicite una copia del manual de ingeniería de Timken (número de referencia 10424). Para obtener más información, póngase en contacto con su ingeniero de ventas de Timken.

Los productos de Timken Company mostrados en este catálogo pueden estar sujetos directa o indirectamente a un número de directivas y estándares regulatorios procedentes de autoridades de EE. UU., la Unión Europea y otros países del resto del mundo: REACH (EC 1907/2006, RoHS (2011/65/UE), ATEX (94/9/CE), MARCADO "CE" (93/68/EEC), MINERALES EN CONFLICTO (sección 1502 de la Ley de Reforma de Wall Street y Protección al Consumidor Dodd-Frank).

Para cualquier pregunta o duda sobre el cumplimiento y la aplicabilidad de los productos de Timken con respecto a estos y otros reglamentos, póngase en contacto con su representante local de atención al cliente o ingeniero de ventas de Timken.

Las actualizaciones de este catálogo se realizan periódicamente. Visite www.timken.com para acceder a la versión más reciente del catálogo de rodamientos de bolas de contacto angular de Timken®.

INGENIERÍA

Tipos de rodamientos y de jaulas 6
Tolerancias del sistema métrico 7
Vida útil del rodamiento 8
Montaje y ajuste 9
Lubricación 18

Esta sección de ingeniería no pretende ser exhaustiva, pero sirve como guía útil para la selección de rodamientos.

Para ver el catálogo de ingeniería completo y otros catálogos de Timken, acceda a ***www.timken.com/catalogs****, donde encontrará versiones interactivas. También puede escanear el código QR con su dispositivo móvil o smartphone para descargar una aplicación de catálogos o acceder a* ***www.timkencatalogs.com.***

TIPOS DE RODAMIENTOS Y DE JAULAS

Los rodamientos de bolas de contacto angular de Timken están disponibles en una hilera en las series 7200 y 7300 y en doble hilera en las series 3200 y 3300. Los rodamientos de bolas de contacto angular han sido diseñados para soportar cargas radiales y axiales y se utilizan habitualmente en bombas, compresores, motores eléctricos y muchas otras aplicaciones industriales.

Nuestra cartera ampliada incluye una gama de diseños universales estándar de una sola hilera y de doble hilera (ver tabla 1). Estos rodamientos de bolas de contacto angular cumplen las normas ISO y son dimensionalmente intercambiables con productos en dimensiones métricas de la competencia.

TABLA 1.
TIPOS DE PRODUCTOS

Tipo de rodamiento	Serie	Diám. Interior rango	Diám. Exterior rango	Ángulo de contacto	Tolerancia	Tipos de jaulas
		mm	**mm**			
Una hilera Diseño estándar	7200	**10-130**	**30-230**	40º	Clase P0	Acero, latón o poliamida
	7300	**12-110**	**37-240**			
Una hilera Diseño universal[1]	7200	**10-130**	**30-230**	40º	Clase P5	Acero, latón o poliamida
	7300	**12-110**	**37-240**			
Diseño de doble hilera[2]	3200	**12-65**	**32-120**	30º	Clase P0	Poliamida o acero
	3300	**15-70**	**42-150**			

[1]Diseñado para uso en conjunto.
[2]Esta serie está disponible con juegos normal y C3.

JAULAS

Las jaulas mantienen una separación uniforme de las bolas en el rodamiento a medida que las bolas entran y salen de la zona de carga. Pueden afectar a varias características operativas de los rodamientos como, por ejemplo:

- Velocidad máxima de giro:
- Características de par
- Límites de temperatura
- Flujo de lubricante

Existen varios tipos de jaulas diferentes que se utilizan habitualmente en rodamientos de bolas de contacto angular. Las figuras 1 y 2 muestran variaciones de la jaula. La tabla 2 describe los tipos de jaulas más comunes.

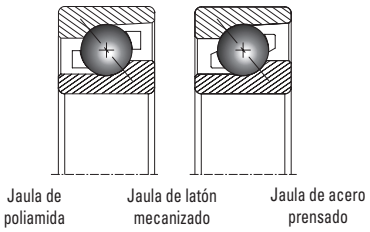


Fig. 1. Variantes de jaula: de una hilera.

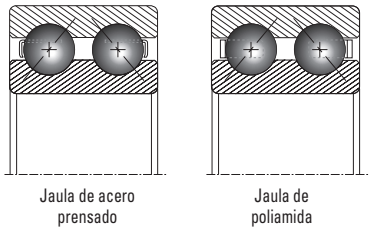


Fig. 2. Variantes de jaula: de dos hileras.

TABLA 2.
TIPOS DE JAULAS HABITUALES

Tipo	Jaula de polímero moldeado de una hilera	Jaula de latón mecanizado de una hilera	Jaula de polímero tipo corona de doble hilera	Jaula de acero prensado de una, doble hilera
Diseño				
Construcción	Jaula hecha de poliamida 66 reforzada con fibra de vidrio; jaula pilotada en las bolas.	Fabricada en latón macizo; jaula pilotada en las bolas.	Jaula de poliamida 66 a presión reforzada con fibra de vidrio; jaula pilotada en las bolas.	Jaula de acero prensado a presión de una sola pieza; jaula pilotada en las bolas.
Ventajas	Diseñada para reducir el par funcional y proporcionar una capacidad adicional de desalineación; resistente a la mayoría de disolventes, aceites y grasas.	Su resistencia superior permite que esta jaula se utilice en aplicaciones con grandes cargas, alta velocidad y temperatura elevada.	Capacidad adicional de desalineación y par funcional reducido; resistente a la mayoría de disolventes, aceites y grasas.	Rígida, resistente y económica; esta jaula es adecuada para la mayoría de las aplicaciones.

TOLERANCIAS DEL SISTEMA MÉTRICO

Los rodamientos de bolas se fabrican siguiendo distintas especificaciones. Cada una de ellas incluye clases que definen la tolerancia de las dimensiones, como el diámetro interior o exterior, el ancho y la excentricidad.

Los rodamientos de bolas de contacto angular estándar de Timken mantienen las tolerancias habituales (P0) de acuerdo con la actual norma ISO 492. Los rodamientos universales se fabrican según las tolerancias de la clase P5.

El término "desviación" se define como la diferencia entre la dimensión de un único anillo y la dimensión nominal. En las tolerancias métricas, la dimensión nominal tiene una tolerancia de +0 mm. La desviación es el margen de tolerancia de cada parámetro. Se define la variación como la diferencia entre la medida más grande y la más pequeña de un parámetro determinado de un anillo. Póngase en contacto con un ingeniero de ventas de Timken cuando la tolerancia de funcionamiento sea un factor crítico.

TABLA 3.
ANILLO INTERIOR, CLASE P0: TOLERANCIAS

D.I. del rodamiento		Desviación del D.I. alta: +0	Excentricidad radial	Desviación de ancho alta +0	Variación de ancho
d		Δ_{dmp}	K_{ia}	Δ_{BS}	V_{BS}
Sup.	Incl.	Baja	Máx.	Baja	Máx.
mm	mm	µm	µm	µm	µm
2,5	10	-8	10	-120	15
10	18	-8	10	-120	20
18	30	-10	13	-120	20
30	50	-12	15	-120	20
50	80	-15	20	-150	25
80	120	-20	25	-200	25
120	150	-25	30	-250	30
150	180	-25	30	-250	30
180	250	-30	40	-300	30
250	315	-35	50	-350	35
315	400	-40	60	-400	40

TABLA 4.
ANILLO EXTERIOR, CLASE P0: TOLERANCIAS

D.E. del rodamiento		Desviación exterior alta: +0	Excentricidad radial	Desviación de ancho alta: +0	Variación de ancho
D		Δ_{Dmp}	K_{ea}	Δ_{CS}	V_{CS}
Sup.	Incl.	Baja	Máx.	Baja	Máx.
mm	mm	µm	µm	µm	µm
6	18	-8	15		
18	30	-9	15		
30	50	-11	20		
50	80	-13	25		
80	120	-15	35	**Idéntica a Δ_{BS} del anillo interior del mismo rodamiento**	**Idéntica a V_{BS} del anillo interior del mismo rodamiento**
120	150	-18	40		
150	180	-25	45		
180	250	-30	50		
250	315	-35	60		
315	400	-40	70		
400	500	-45	80		

TABLA 5.
ANILLO INTERIOR, CLASE P5: TOLERANCIAS

D.I. del rodamiento		Desviación del D.I. alta: +0	Excentricidad radial	Excentricidad de cara con D.I.	Excentricidad axial	Desviación de ancho alta: +0		Variación de ancho
d		Δ_{dmp}	K_{ia}	S_d	S_{ia}	Δ_{BS}	Δ_{BSu} [1]	V_{BS}
Sup.	Incl.	Baja	Máx.	Máx.	Máx.	Baja		Máx.
mm	mm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm
2,5	10	-5	4	7	7	-40	-250	5
10	18	-5	4	7	7	-80	-250	5
18	30	-6	4	8	8	-120	-250	5
30	50	-8	5	8	8	-120	-250	5
50	80	-9	5	8	8	-150	-250	6
80	120	-10	6	9	9	-200	-380	7
120	150	-13	8	10	10	-250	-380	8
150	180	-13	8	10	10	-250	-380	8
180	250	-15	10	11	13	-300	-500	10
250	315	-18	13	13	15	-350	-500	13
315	400	-23	15	15	20	-400	-630	15

[1]Se aplica al diseño universal de una hilera.

TABLA 6.
ANILLO EXTERIOR, CLASE P5: TOLERANCIAS

D.E. del rodamiento		Desviación exterior alta: +0	Excentricidad radial	Excentricidad de cara con D.I.	Excentricidad axial	Desviación de ancho alta: +0		Variación de ancho
D		Δ_{Dmp}	K_{ea}	S_D	S_{ea}	Δ_{CS}	Δ_{CSu} [1]	V_{CS}
Sup.	Incl.	Baja	Máx.	Máx.	Máx.	Baja		Máx.
mm	mm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm
6	18	-5	5	8	8			5
18	30	-5	6	8	8			5
30	50	-6	7	8	8			5
50	80	-8	8	8	10			5
80	120	-9	10	9	11	**Idéntica a Δ_{BS} del anillo interior del mismo rodamiento**		6
120	150	-10	11	10	13			7
150	180	-13	13	10	14			8
180	250	-13	15	11	15			8
250	315	-15	18	13	18			10
315	400	-18	20	13	20			13
400	500	-23	23	15	23			15

[1]Se aplica al diseño universal de una hilera.

VIDA ÚTIL DEL RODAMIENTO

La selección del rodamiento adecuado para una aplicación determinada depende de varios criterios de rendimiento. Entre ellos se incluyen la vida de fatiga del rodamiento, la precisión de la rotación, el requisito de pérdida de potencia, los límites de temperatura, las capacidades de velocidad y los requisitos de sonido. Esta sección trata principalmente de la vida útil de los rodamientos en relación con la fatiga asociada al material.

La vida útil del rodamiento se define como el tiempo o el número de revoluciones hasta que se produce un desconche por fatiga de 6 mm^2. Dado que la fatiga es un fenómeno estadístico, la vida de un rodamiento individual es imposible de predeterminar con precisión. Rodamientos que pueden parecer idénticos pueden mostrar considerables diferencias de vida útil cuando se prueban en condiciones idénticas. Por tanto, es necesario basar las predicciones de vida útil en una evaluación estadística de un gran número de rodamientos que funcionan en condiciones similares. La función de distribución de Weibull es el estándar aceptado para predecir la vida de una población de rodamientos en cualquier nivel de fiabilidad dado.

VIDA ÚTIL NOMINAL

La vida útil nominal (L_{10}) es la vida que el 90 por ciento de un grupo de rodamientos aparentemente idénticos completará o excederá antes de que se desarrolle desconche por fatiga del criterio establecido. La vida útil de L_{10} también se asocia a un 90 % de fiabilidad para un solo rodamiento con una determinada carga.

ÍNDICE DE CARGA DINÁMICA

Las capacidades de carga dinámica nominales para los rodamientos de bolas de contacto angular se basan en el procedimiento estándar de la industria descrito en la norma ISO 281:2007. Esta capacidad se designa como C_r y se define como la carga radial bajo la cual una población de rodamientos alcanzará una vida L_{10} de un millón de revoluciones. Se supone que la carga radial es constante en magnitud y dirección para los rodamientos de bolas radiales.

CAPACIDAD DE CARGA ESTÁTICA:

La capacidad de carga estática estándar para los rodamientos de Timken (designada como C_{0r}) según se define en la norma ISO 76:2006 se basa en un esfuerzo de contacto máximo dentro de un rodamiento no giratorio de 4200 MPa en el centro del contacto del elemento rodante más cargado y la pista.

Estos niveles de esfuerzo pueden ocasionar ligeras marcas de Brinell visibles en las pistas de rodadura del rodamiento. Este grado de marcado no tendrá un efecto medible sobre la resistencia a la fatiga cuando el rodamiento gira posteriormente con cargas más bajas. Si el sonido, la vibración o el par son factores críticos, o si se aplican cargas de impacto pronunciado, se debe aplicar un límite de carga más bajo. Para más información sobre la selección de un rodamiento para condiciones de carga estática, consulte a su ingeniero de ventas de Timken.

ÍNDICE DE VELOCIDAD:

VELOCIDAD DE REFERENCIA TÉRMICA

La velocidad de referencia térmica es la velocidad a la que se consigue el equilibrio térmico del rodamiento según las condiciones de referencia estándar de la industria descritas en la norma ISO 15312: 2003. El equilibro térmico equilibra el calor generado por el rodamiento y el calor que se conduce a través del alojamiento y el eje. Esta norma se aplica tanto a rodamientos lubricados con aceite como a rodamientos con relleno de un 30% de grasa. Excluye el calor que se elimina con lubricantes de circulación, así como la aplicación giratoria de los anillos exteriores y el calor generado por los sellos de contacto.

Los cálculos del índice de velocidad de referencia térmica de la norma ISO 15312 se basan en lo siguiente:

- La temperatura ambiente del rodamiento es de 20° C.
- La temperatura que tolera el punto de contacto entre el rodamiento y el alojamiento es de 70° C.
- Se tienen en cuenta los lubricantes con grasa y aceite.
  - Rodamientos radiales con lubricación de aceite: Aceites que cumplan el estándar ISO VG 32.
  - Rodamientos radiales con lubricación de grasa: Grasas que cumplan el estándar ISO VG 150.
- En las cargas radiales se supone un juego normal (C0 o CN).
- En los rodamientos radiales, la carga aplicada es un 5% del índice de carga estática (C_{0r}).

Para calcular el índice de velocidad de referencia térmica, se asume que el rodamiento ha pasado por un periodo de asentamiento suficiente. Durante ese proceso, las temperaturas pueden exceder el límite de tolerancia. Normalmente, el periodo de asentamiento dura entre 10 y 36 horas.

Por lo general, los lubricantes y materiales de los rodamientos estándar pueden soportar temperaturas de hasta más de 100 °C. Por eso, se asume una tolerancia de temperatura de 100 °C en el cálculo del índice de velocidad térmica. Póngase en contacto con el ingeniero de ventas de Timken si su aplicación necesita una velocidad superior a los valores publicados por Timken.

LÍMITE DE VELOCIDAD

Las velocidades límite para los rodamientos abiertos de una y dos hileras se indican en la sección de datos del producto (páginas 23 a 27). Los valores dependen de la lubricación con grasa o aceite, y de los diferentes diseños de configuraciones abiertas, selladas y blindadas. Los valores indicados para los diseños de una sola hilera reflejan los tipos de lubricación y son válidos sólo para la configuración de diseño de rodamientos abiertos. En la configuración de rodamientos de doble hilera estancos, las obturaciones se convierten en el factor limitante debido a la generación de calor adicional en los puntos de contacto; por lo tanto, los valores de velocidad de la grasa tienen en cuenta las obturaciones. Los valores indicados para rodamientos de doble hilera con lubricación de aceite son para configuraciones de diseño de rodamientos abiertos.

MONTAJE E INSTALACIÓN

DISEÑO DE RODAMIENTO DE UNA HILERA

Los rodamientos de bolas de contacto angular están diseñados para soportar simultáneamente cargas radiales y axiales. Sin embargo, solo soportan cargas axiales en una dirección. Como resultado, la mayoría de los rodamientos de bolas de contacto angular de una hilera se montan por parejas. Los rodamientos a bolas de contacto angular de una hilera están disponibles en diseños estándar o universales.

En el diseño de rodamientos de bolas de contacto angular, las fuerzas se transmiten de una pista de rodadura a la otra a lo largo de un ángulo de contacto determinado. Este ángulo se define como el ángulo entre la línea de acción de las fuerzas y un plano radial (Fig. 3). El resultado es un mayor ángulo de contacto que aumenta la capacidad de carga axial del rodamiento.

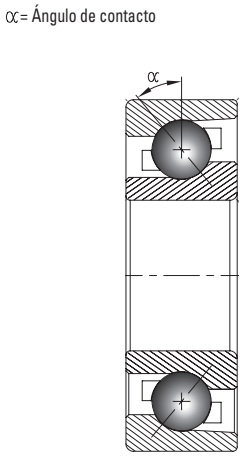


Fig. 3. Diseño de rodamiento de una hilera

ÁNGULO DE CONTACTO

El ángulo de contacto de un rodamiento de bolas de contacto angular es el ángulo entre una línea a través del centro de la bola perpendicular al eje del rodamiento y una línea a través de los dos puntos donde la bola entra en contacto con los anillos cuando se retira el juego axial del rodamiento.

Los rodamientos de bolas de contacto angular de una hilera de las series 7200 y 7300 de Timken tienen un ángulo de contacto de 40 grados, y los rodamientos de bolas de contacto angular de doble hilera de las series 3200 y 3300 de Timken tienen un ángulo de contacto de 30 grados que les permite soportar elevadas cargas axiales.

DISEÑO ESTÁNDAR

Los rodamientos de bolas de contacto angular de diseño estándar se utilizan cuando se utiliza un rodamiento para cada lado del rodamiento. El montaje puede ser espalda con espalda (DB, Fig. 4) o cara con cara (DF, Fig. 5). Debido a que los rodamientos de diseño estándar se deben ajustar para un rendimiento óptimo, no son adecuados para ser montados inmediatamente adyacentes entre sí.

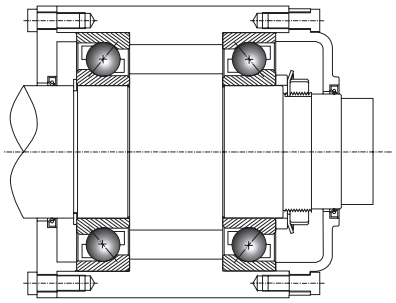


Fig. 4. Dos rodamientos de bolas de contacto angular en disposición estándar DB.

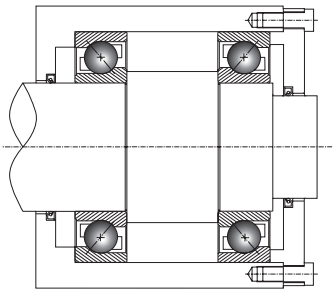


Fig. 5. Dos rodamientos de bolas de contacto angular en disposición estándar DF.

DISEÑO UNIVERSAL

Los rodamientos de bolas de contacto angular universales, que están diseñados para el montaje por parejas, tienen un ancho y un resalte de los anillos fabricados con tolerancias más estrechas. Los rodamientos se pueden montar en disposición espalda contra espalda (DB), cara con cara (DF) o en disposición tándem (DT).

Los rodamientos se rectifican para conseguir separaciones/precargas predefinidas, y el ajuste se realiza directamente mediante la fijación de los rodamientos. De esta forma, se distribuye uniformemente la carga entre los rodamientos emparejados y se elimina la necesidad de espaciadores o cuñas.

Los rodamientos universales tienen un sufijo que indica los valores de juego axial y precarga:

- Juego axial
  CN - Normal
  CS - Más pequeño de lo normal
  CL - Más grande de lo normal
- Precarga
  UL - Ligero
  UM - Medio
  UH - Pesado

Los juegos axiales y los valores de precarga correspondientes a estos sufijos se indican en la tabla 8 de la página 12.

DISPOSICIÓN ESPALDA CON ESPALDA (DB)

Los rodamientos en disposición espalda con espalda pueden soportar cargas axiales en cualquier dirección y tienen la mayor capacidad de soporte de momento/carga basculante debido a una mayor dispersión de los rodamientos. Con el aumento de las temperaturas de funcionamiento, la expansión radial del eje tiende a aumentar la precarga del rodamiento. Sin embargo, la dilatación axial resultante permite que los rodamientos se separen para equilibrar la expansión, mitigando así el aumento de la precarga. Por tanto, este tipo de disposición doble es el más adecuado y el más comúnmente utilizado para aplicaciones de elevada temperatura y gran velocidad.

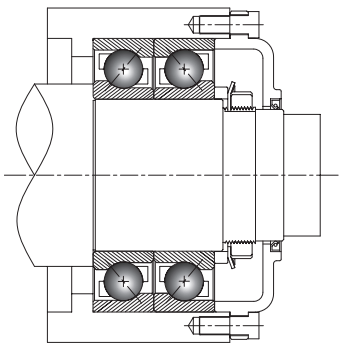


Fig. 6. Disposición espalda con espalda (DB).

DISPOSICIÓN CARA CON CARA (DF)

Los rodamientos en disposición cara con cara también soportan cargas axiales en ambos sentidos, pero con una rigidez reducida, como la que proporciona la disposición espalda con espalda. Este tipo de disposición no es adecuado para aplicaciones de uso a elevadas temperaturas, ya que la precarga en los rodamientos tiende a aumentar con la dilatación radial y axial del eje.

Dado que el montaje cara con cara tiene desventajas inherentes, sólo se debe considerar tras un análisis adecuado de la aplicación y si es necesario por limitaciones de montaje.

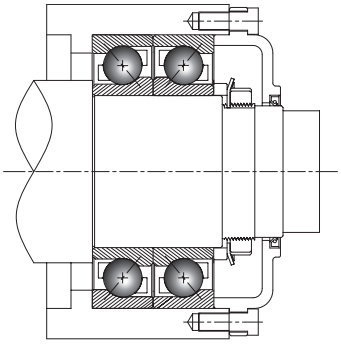


Fig. 7. Disposición cara con cara (DF).

DISPOSICIÓN EN TÁNDEM (DT)

Los rodamientos en disposición tándem pueden soportar cargas en una sola dirección y se utilizan cuando la capacidad de carga requerida es superior a la de un solo rodamiento. Los conjuntos en tándem se deben ajustar contra otro rodamiento para limitar completamente el sistema.

Se pueden utilizar más de dos rodamientos en tándem si se requiere una capacidad de carga adicional.

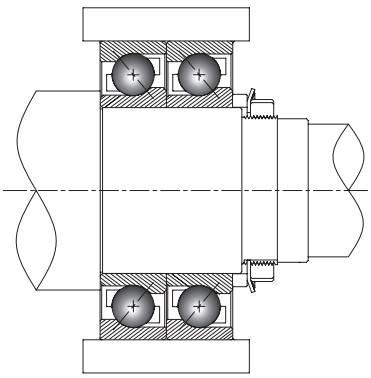


Fig. 8 Disposición en tándem (DT).

DISEÑO Y CONFIGURACIONES DE RODAMIENTOS DE DOBLE HILERA

Los rodamientos de bolas de contacto angular de doble hilera están formados por dos rodamientos de bolas de contacto angular de una hilera en disposición espalda con espalda (DB) con anillos interiores y exteriores dobles integrados. La doble hilera requiere menos espacio axial que dos rodamientos de una hilera, y puede soportar cargas radiales y cargas axiales en ambas direcciones. La disposición espalda contra espalda proporciona una gran capacidad para soportar elevadas cargas de momento y basculantes.

Los rodamientos de bolas de contacto angular de doble hilera pueden estar abiertos por ambos lados, o cerrados con juntas (sufijo 2RS) o escudos (sufijo ZZ).

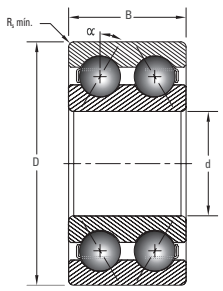


Fig. 9. Diseño de rodamiento de doble hilera

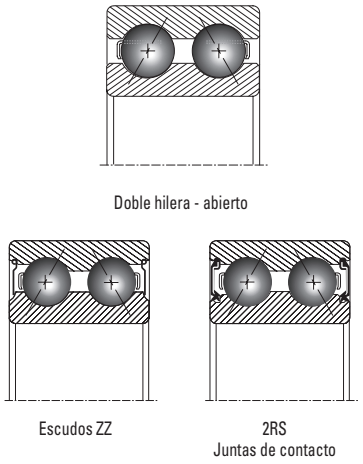
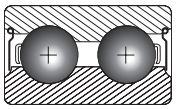
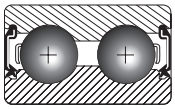


Fig. 10. Configuraciones de rodamientos de doble hilera.

TABLA 7.
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESCUDOS Y JUNTAS

Tipo	Protecciones ZZ	Juntas de contacto 2RS
Construcción		
Material	Acero prensado bajo en carbono	Caucho nitrilo (Buna-N) con inserción de acero
Capacidad de velocidad	Alta velocidad	Menor que el rodamiento con escudo
Temperatura operativa	De -50 °C a +120 °C	De -40 °C a +120 °C
Retención de grasa	Buena	Excelente
Resistencia al polvo	Óptima	Excelente
Par	Bajo	Mayor que el rodamiento con escudo

JUEGO AXIAL

Juego axial para rodamientos universales en disposición cara con cara (DF) o espalda con espalda (DB).

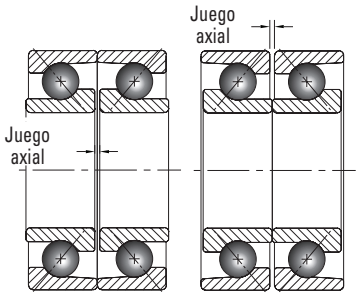


Fig. 11. Juego axial para rodamientos universales

PRECARGA AXIAL

Precargas ligeras, medias y pesadas para rodamientos universales en disposición espalda con espalda (DB) o cara con cara (DF).

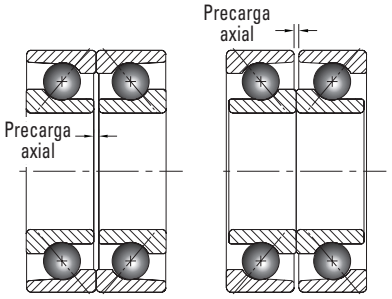


Fig. 12. Precarga axial para rodamientos universales

TABLA 8.
JUEGO AXIAL Y PRECARGA DE RODAMIENTOS UNIVERSALES DE UNA HILERA

Diámetro interior (d)		Juego axial para parejas					
		CS		CN		CL	
Sup.	Incl.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
mm		µm	µm	µm	µm	µm	µm
1	18	5	13	15	23	24	32
18	30	7	15	18	26	32	40
30	50	9	17	22	30	40	48
50	80	11	23	26	38	48	60
80	120	14	26	32	44	55	67
120	160	17	29	35	47	62	74

Diámetro interior (d)		Valores de precarga para parejas					
		UL		UM		UH	
Sup.	Incl.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
mm		µm	µm	µm	µm	µm	µm
1	18	4	–4	–2	–10	–8	–16
18	30	4	–4	–2	–10	–8	–16
30	50	4	–4	–2	–10	–8	–16
50	80	6	–6	–3	–15	–12	–24
80	120	6	–6	–3	–15	–12	–24
120	160	6	–6	–3	–15	–12	–24

JUEGO AXIAL DOBLE HILERA

TABLA 9.
JUEGO AXIAL INTERNO DE LOS RODAMIENTOS DE BOLAS DE CONTACTO ANGULAR DE DOS HILERAS

Diámetro interior		Juego interno axial							
		C2		C0		C3		C4	
Sup.	Incl.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
mm		µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm
1	10	1	11	5	21	12	28	25	45
10	18	1	12	6	23	13	31	27	47
18	24	2	14	7	25	16	34	28	48
24	30	2	15	8	27	18	37	30	50
30	40	2	16	9	29	21	40	33	54
40	50	2	18	11	33	23	44	36	58
50	65	3	22	13	36	26	48	40	63
65	80	3	24	15	40	30	54	46	71

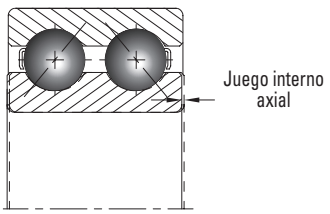


Fig. 13. Juego axial de doble hilera.

PRÁCTICAS DE INSTALACIÓN

Como regla general, los anillos de rodamientos montados en elementos giratorios deben contar con un ajuste con interferencia. Con ajustes más holgados, es posible que el anillo se deslice y gire, desgastando la superficie del eje y el reborde de apoyo. Ese desgaste puede provocar una holgura excesiva y daños en el rodamiento, el eje o el alojamiento.

La elección de una u otra práctica de acoplamiento depende de los siguientes parámetros:

- Tipo de precisión del rodamiento.
- Anillo fijo o giratorio.
- Tipo de diseño (rodamientos de una o dos hileras).
- Tipo y dirección de la carga (continua/rotación alterna).
- Condiciones especiales de funcionamiento, como impactos, vibraciones, sobrecarga o alta velocidad.
- Posibilidad de mecanizado de los asientos (con esmerilado, torno o mandril).
- Sección y material del eje y el alojamiento.
- Condiciones de montaje y configuración.

La figura 14 es una representación gráfica de una selección de ajuste al eje y al alojamiento de un rodamiento conforme a los usos y estándares de la industria. Las barras (g6, h6, etc.) se corresponden con el diámetro y el margen de tolerancia del eje/alojamiento necesario para conseguir distintos ajustes de interferencia y holgura con diferentes condiciones de carga y rotación de los anillos.

Las tablas 10 y 11, en las páginas siguientes, proporcionan los ajustes resultantes basados en las tolerancias ISO estándar para el eje y el alojamiento.

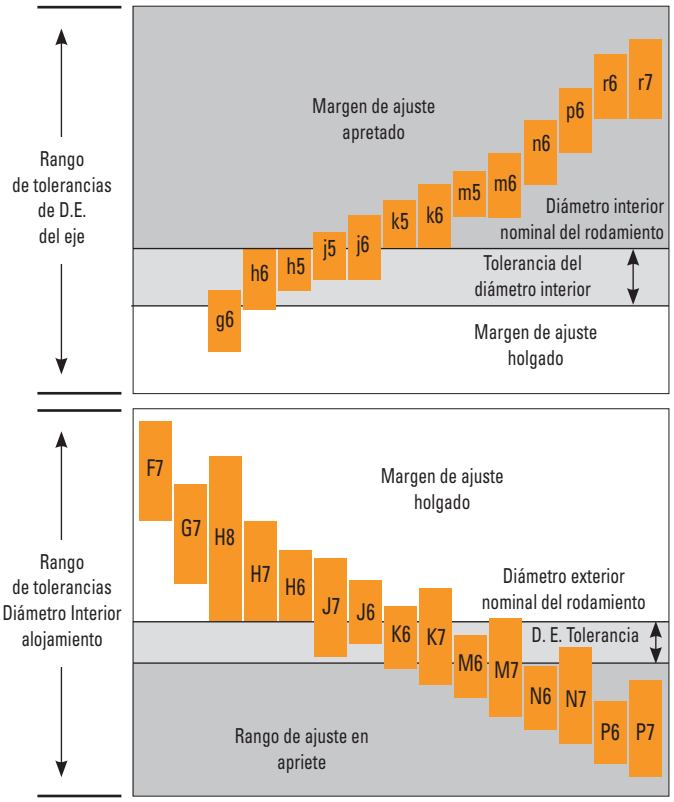


Fig. 14. Selecciones de ajustes del alojamiento y el eje del rodamiento.

AJUSTES DEL EJE Y EL SOPORTE

TOLERANCIAS DEL EJE: RODAMIENTOS DE BOLAS DE CONTACTO ANGULAR

TABLA 10.
TOLERANCIAS DEL EJE: RODAMIENTOS DE BOLAS DE CONTACTO ANGULAR

Diámetro interior del rodamiento				g6			h5			h6			j5			js5			js6			j6		
Nominal (máx.)		Tolerancia		Diámetro del eje		Ajuste	Diámetro del eje		Ajuste	Diámetro del eje		Ajuste	Diámetro del eje		Ajuste	Diámetro del eje		Ajuste	Diámetro del eje		Ajuste	Diámetro del eje		Ajuste
Sup.	Incl.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.	
mm		µm		µm			µm			µm			µm			µm			µm			µm		
–	3	0	-5	-2	-8	-8L 3T	0	-4	-4L 5T	0	6	6L 5T	2	-2	2L 7T	2	-2	2L 7T	3	-3	3L 8T	4	-2	2L 9T
3	6	0	-5	-4	-12	12L 1T	0	-5	5L 5T	0	-8	8L 5T	3	-2	2L 8T	2,5	-2,5	2,5L 7,5T	4	-4	4L 9T	6	-2	2L 11T
6	10	0	-5	-5	-14	14L 0L	0	-6	6L 5T	0	-9	9L 5T	4	-2	2L 9T	3	-3	3L 8T	4,5	-4,5	4,5L 9,5T	7	-2	2L 12T
10	18	0	-5	-6	-17	17L 1L	0	-8	8L 5T	0	-11	11L 5T	5	-3	3L 10T	4	-4	4L 9T	5,5	-5,5	5,5L 10,5T	8	-3	3L 13T
18	30	0	-6	-7	-20	20L 1L	0	-9	9L 6T	0	-13	13L 6T	5	-4	4L 11T	4,5	-4,5	4,5L 10,5T	6,5	-6,5	6,5L 12,5T	9	-4	4L 15T
30	50	0	-8	-9	-25	25L 1L	0	-11	11L 8T	0	-16	16L 8T	6	-5	5L 14T	5,5	-5,5	5,5L 13,5T	8	-8	8L 16T	11	-5	5L 19T
50	80	0	-9	-10	-29	29L 1L	0	-13	13L 9T	0	-19	19L 9T	6	-7	7L 15T	6,5	-6,5	6,5L 15,5T	9,5	-9,5	9,5L 18,5T	12	-7	7L 21T
80	120	0	-10	-12	-34	34L 2L	0	-15	15L 10T	0	-22	22L 10T	6	-9	9L 16T	7,5	-7,5	7,5L 17,5T	11	-11	11L 21T	13	-9	9L 23T
120	180	0	-13	-14	-39	39L 1L	0	-18	18L 13T	0	-25	25L 13T	7	-11	11L 20T	9	-9	9L 22T	12,5	-12,5	12,5L 25,5T	14	-11	11L 27T
180	200	0	-15	-15	-44	44L 0L	0	-20	20L 15T	0	-29	29L 15T	7	-13	13L 22T	10	-10	10L 25T	14,5	-14,5	14,5L 29,5T	16	-13	13L 31T
200	225	0	-15	-15	-44	44L 0L	0	-20	20L 15T	0	-29	29L 15T	7	-13	13L 22T	10	-10	10L 25T	14,5	-14,5	14,5L 29,5T	16	-13	13L 31T
225	250	0	-15	-15	-44	44L 0L	0	-20	20L 15T	0	-29	29L 15T	7	-13	13L 22T	10	-10	10L 25T	14,5	-14,5	14,5L 29,5T	16	-13	13L 31T
250	280	0	-18	-17	-49	49L 1T	0	-23	23L 18T	0	-32	32L 18T	7	-16	16L 25T	11,5	-12	11,5L 29,5T	16	-16	16L 34T	16	-16	16L 34T
280	315	0	-18	-17	-49	49L 1T	0	-23	23L 18T	0	-32	32L 18T	7	-16	16L 25T	11,5	-12	11,5L 29,5T	16	-16	16L 34T	16	-16	16L 34T
315	355	0	-23	-18	-54	54L 5T	0	-25	25L 23T	0	-36	36L 23T	7	-18	18L 30T	12,5	-13	12,5L 35,5T	18	-18	18L 41T	18	-18	18L 41T
355	400	0	-23	-18	-54	54L 5T	0	-25	25L 23T	0	-36	36L 23T	7	-18	18L 30T	12,5	-13	12,5L 35,5T	18	-18	18L 41T	18	-18	18L 41T

NOTA: L = ajuste holgado; T = ajuste apretado (o de interferencia).

TABLA 10.
TOLERANCIAS DEL EJE: RODAMIENTOS DE BOLAS DE CONTACTO ANGULAR - CONTINUACIÓN

k5			k6			m5			m6			n6			p6			r6			r7		
Diámetro del eje		Ajuste	Diámetro del eje		Ajuste	Diámetro del eje		Ajuste	Diámetro del eje		Ajuste	Diámetro del eje		Ajuste	Diámetro del eje		Ajuste	Diámetro del eje		Ajuste	Diámetro del eje		Ajuste
Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.	
µm			µm			µm			µm			µm			µm			µm			µm		
4	0	0T 9T	6	0	0T 11T	6	2	2T 11T	8	2	22T 13T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1	1T 11T	9	1	1T 14T	9	4	4T 14T	12	4	4T 17T	16	8	8T 21T	20	12	12T 25T	23	15	15T 28T	27	15	15T 32T
7	1	1T 12T	10	1	1T 15T	12	6	6T 17T	15	6	6T 20T	19	10	10T 24T	24	15	15T 29T	28	19	19T 33T	34	19	19T 39T
9	1	1T 14T	12	1	1T 17T	15	7	7T 20T	18	7	7T 23T	23	12	12T 28T	29	18	18T 34T	34	23	23T 39T	41	23	23T 46T
11	2	2T 17T	15	2	2T 21T	17	8	8T 23T	21	8	8T 27T	28	15	15T 34T	35	22	22T 41T	41	28	28T 47T	49	28	28T 55T
13	2	2T 21T	18	2	2T 26T	20	9	9T 28T	25	9	9T 33T	33	17	17T 41T	42	26	26T 50T	50	34	34T 58T	59	34	34T 67T
15	2	2T 24T	21	2	2T 30T	24	11	11T 33T	30	11	11T 39T	39	20	20T 48T	51	32	32T 60T	62	41	41T 71T	73	41	41T 82T
18	3	3T 28T	25	3	3T 35T	28	13	13T 38T	35	13	13T 45T	45	23	23T 55T	59	37	37T 69T	76	51	51T 86T	89	51	51T 99T
21	3	3T 34T	28	3	3T 41T	33	15	15T 46T	40	15	15T 53T	52	27	27T 65T	68	43	43T 81T	90	65	65T 103T	105	65	65T 118T
24	4	4T 39T	33	4	4T 48T	37	17	17T 52T	46	17	17T 61T	60	31	31T 75T	79	50	50T 94T	106	77	77T 121T	123	77	77T 138T
24	4	4T 39T	33	4	4T 48T	37	17	17T 52T	46	17	17T 61T	60	31	31T 75T	79	50	50T 94T	109	80	80T 124T	126	80	80T 141T
24	4	4T 39T	33	4	4T 48T	37	17	17T 52T	46	17	17T 61T	60	31	31T 75T	79	50	50T 94T	113	84	84T 128T	130	84	84T 145T
27	4	4T 45T	36	4	4T 54T	43	20	20T 61T	52	20	20T 70T	66	34	34T 84T	88	56	56T 106T	126	94	94T 144T	146	94	94T 164T
27	4	4T 45T	36	4	4T 54T	43	20	20T 61T	52	20	20T 70T	66	34	34T 84T	88	56	56T 106T	130	98	98T 148T	150	98	98T 168T
29	4	4T 52T	40	4	4T 63T	46	21	21T 69T	57	21	21T 80T	73	37	37T 96T	98	62	62T 121T	144	108	108T 167T	165	108	108T 188T
29	4	4T 52T	40	4	4T 6 3T	46	21	21T 69T	57	21	21T 80T	73	37	37T 96T	98	62	62T 121T	150	114	114T 173T	171	114	114T 194T

NOTA: L = ajuste holgado; T = ajuste apretado (o de interferencia).

TOLERANCIAS DEL ALOJAMIENTO: RODAMIENTOS DE BOLAS DE CONTACTO ANGULAR

TABLA 11.
TOLERANCIAS DEL ALOJAMIENTO: RODAMIENTOS DE BOLAS DE CONTACTO ANGULAR

Diámetro exterior del rodamiento		F7			G7			H6			H7			H8			J6			J7		
Nominal (máx.)		Tolerancia		Diámetro del alojamiento		Ajuste	Diámetro del alojamiento		Ajuste	Diámetro del alojamiento		Ajuste	Diámetro del alojamiento		Ajuste	Diámetro del alojamiento		Ajuste	Diámetro del alojamiento		Ajuste	Diámetro del alojamiento		Ajuste
Sup.	Incl.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.	
mm		µm		µm			µm			µm			µm			µm			µm			µm		
6	10	0	-5	28	13	13L 33L	20	5	5L 25L	9	0	0L 14L	15	0	0L 20L	22	0	0L 27L	5	-4	4T 10L	8	-7	7T 13L
10	18	0	-5	34	16	16L 39L	24	6	6L 29L	11	0	0L 16L	18	0	0L 23L	27	0	0L 32L	6	-5	5T 11L	10	-8	8T 15L
18	30	0	-6	41	20	20L 47L	28	7	7L 34L	13	0	0L 19L	21	0	0L 27L	33	0	0L 39L	8	-5	5T14L	12	-9	9T 18L
30	50	0	-7	50	25	25L 57L	34	9	9L 41L	16	0	0L 23L	25	0	0L 32L	39	0	0L 46L	10	-6	6T 17L	14	-11	11T 21L
50	80	0	-9	60	30	30L 69L	40	10	10L 49L	19	0	0L 28L	30	0	0L 39L	46	0	0L 55L	13	-6	6T 22L	18	-12	12T 27L
80	120	0	-10	71	36	36L 81L	47	12	12L 57L	22	0	0L 32L	35	0	0L 45L	54	0	0L 64L	16	-6	6T 26L	22	-13	13T 32L
120	150	0	-11	83	43	43L 94L	54	14	14L 65L	25	0	0L 36L	40	0	0L 51L	63	0	0L 74L	18	-7	7T 29L	26	-14	14T 37L
150	180	0	-13	83	43	43L 96L	54	14	14L 67L	25	0	0L 38L	40	0	0L 53L	63	0	0L 76L	18	-7	7T 31L	26	-14	14T 39L
180	250	0	-15	96	50	50L 111L	61	15	15L 76L	29	0	0L 44L	46	0	0L 61L	72	0	0L 87L	22	-7	7T 37L	30	-16	16T 45L
250	315	0	-18	108	56	56L 126L	69	17	17L 87L	32	0	0L 50L	52	0	0L 70L	81	0	0L 99L	25	-7	7T 43L	36	-16	16T 54L
315	400	0	-20	119	62	62L 139L	75	18	18L 95L	36	0	0L 56L	57	0	0L 77L	89	0	0L 109L	29	-7	7T 49L	39	-18	18T 59L
400	500	0	-23	131	68	68L 154L	83	20	20L 106L	40	0	0L 63L	63	0	0L 86L	97	0	0L 120L	33	-7	7T 56L	43	-20	20T 66L
500	630	0	-28	146	76	76L 174L	92	22	22L 120L	44	0	0L 72L	70	0	0L 98L	110	0	0L 138L	37	-7	7T 65L	48	-22	22T 76L
630	800	0	-35	160	80	80L 195L	104	24	24L 139L	50	0	0L 85L	80	0	0L 115L	125	0	0L 160L	40	-10	10T 75L	56	-24	24T 91L

NOTA: L = ajuste holgado; T = ajuste apretado (o de interferencia).

TABLA 11.
TOLERANCIAS DEL ALOJAMIENTO: RODAMIENTOS DE BOLAS DE CONTACTO ANGULAR - CONTINUACIÓN

JS6			K6			K7			M6			M7			N6			N7			P6			P7		
Diámetro del alojamiento		Ajuste	Diámetro del alojamiento		Ajuste	Diámetro del alojamiento		Ajuste	Diámetro del alojamiento		Ajuste	Diámetro del alojamiento		Ajuste	Diámetro del alojamiento		Ajuste	Diámetro del alojamiento		Ajuste	Diámetro del alojamiento		Ajuste	Diámetro del alojamiento		Ajuste
Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.	
µm			µm			µm			µm			µm			µm			µm			µm			µm		
4,5	-4,5	4,5T 9,5L	2	-7	7T 7L	5	-10	10T 10L	-3	-12	12T 2L	0	-15	15T 5L	-7	-16	16T 2T	-4	-19	19T 1L	-12	-21	21T 7T	-9	-24	24T 4T
5,5	-5,5	5,5T 10,5L	2	-9	9T 7L	6	-12	12T 11L	-4	-15	15T 1L	0	-18	18T 5L	-9	-20	20T 4T	-5	-23	23T 0L	-15	-26	26T 10T	-11	-29	29T 6T
6,5	-6,5	6,5T 12,5L	2	-11	11T 8L	6	-15	15T 12L	-4	-17	17T 2L	0	-21	21T 6L	-11	-24	24T 5T	-7	-28	28T 1T	-18	-31	31T 12T	-14	-35	35T 8T
8	-8	8T 15L	3	-13	13T 10L	7	-18	18T 14L	-4	-20	20T 3L	0	-25	25T 7L	-12	-28	28T 5T	-8	-33	33T 1T	-21	-37	37T 14T	-17	-42	42T 10T
9,5	-9,5	9,5T 18,5L	4	-15	15T 13L	9	-21	21T 18L	-5	-24	24T 4L	0	-30	30T 9L	-14	-33	33T 5T	-9	-39	39T 0L	-26	-45	45T 17T	-21	-51	51T 12T
11	-11	11T 21L	4	-18	18T 14L	10	-25	25T 20L	-6	-28	28T 4L	0	-35	35T 10L	-16	-38	38T 6T	-10	-45	45T 0L	-30	-52	52T 20T	-24	-59	59T 14T
12,5	-12,5	12,5T 23,5L	4	-21	21T 15L	12	-28	28T 23L	-8	-33	33T 3L	0	-40	40T 11L	-20	-45	45T 9T	-12	-52	52T 1T	-36	-61	61T 25T	-28	-68	68T 17T
12,5	-12,5	12,5T 25,5L	4	-21	21T 17L	12	-28	28T 25L	-8	-33	33T 5L	0	-40	40T 13L	-20	-45	45T 7T	-12	-52	52T 1L	-36	-61	61T 23T	-28	-68	68T 15T
14,5	-14,5	14,5T 29,5L	5	-24	24T 20L	13	-33	33T 28L	-8	-37	37T 7L	0	-46	46T 15L	-22	-51	51T 7T	-14	-60	60T 1L	-41	-70	70T 26T	-33	-79	79T 18T
16	-16	16T 34L	5	-27	27T 23L	16	-36	36T 34L	-9	-41	41T 9L	0	-52	52T 18L	-25	-57	57T 7T	-14	-66	66T 4L	-47	-79	79T 29T	-36	-88	88T 18T
18	-18	18T 38L	7	-29	29T 27L	17	-40	40T 37L	-10	-46	46T 10L	0	-57	57T 20L	-26	-62	62T 6T	-16	-73	73T 4L	-51	-87	87T 31T	-41	-98	98T 21T
20	-20	20T 43L	8	-32	32T 31L	18	-45	45T 41L	-10	-50	50T 13L	0	-63	63T 23L	-27	-67	67T 4T	-17	-80	80T 6L	-55	-95	95T 32T	-45	-108	108T 22T
22	-22	22T 50L	0	-44	44T 28L	0	-70	70T 28L	-26	-70	70T 2L	-26	-96	96T 2L	-44	-88	88T 16T	-44	-114	114T 16T	-78	-122	122T 50T	-78	-148	148T 50T
25	-25	25T 60L	0	-50	50T 35L	0	-80	80T 35L	-30	-80	80T 5L	-30	-110	110T 5L	-50	-100	100T 15T	-50	-130	130T 15T	-88	-138	138T 53T	-88	-168	168T 53T

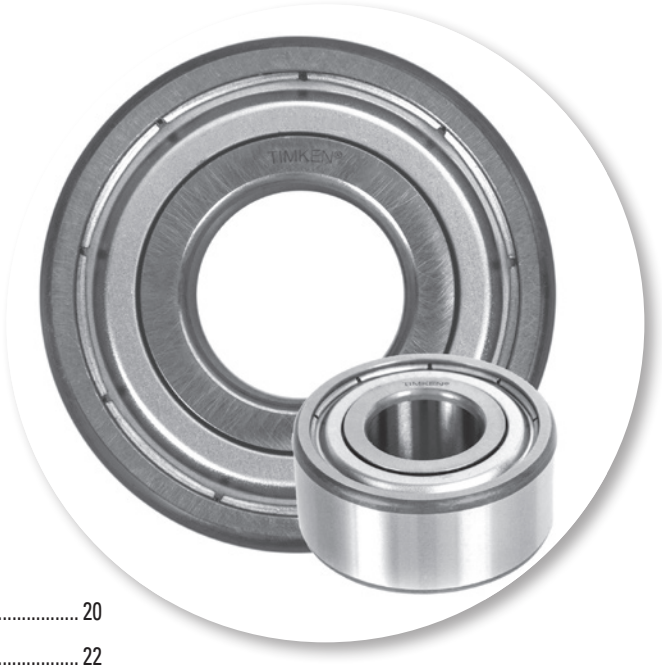
NOTA: L = ajuste holgado; T = ajuste apretado (o de interferencia).

LUBRICACIÓN

Los rodamientos se deben lubricar para minimizar la fricción que se produce entre las bolas y las pistas de rodadura, al igual que entre las bolas y las jaulas. Los lubricantes también ayudan a proteger los rodamientos de la corrosión y, en determinados casos, a disipar el calor.

Los rodamientos de bolas de contacto angular abiertos de una y dos hileras de Timken están recubiertos de un anticorrosivo (RP) que cubre todas las superficies de los rodamientos. En estos rodamientos, el usuario final selecciona y aplica el tipo y la cantidad de lubricación que necesita la aplicación.

Los rodamientos de bolas de contacto angular con escudo y doble junta se lubrican durante el proceso de fabricación con grasa resistente al agua, elegida por su estabilidad mecánica y química. El llenado de grasa estándar de fábrica es de entre un 30 y un 50 % en la mayoría de los rodamientos de bolas con doble junta / escudo. El tipo y la cantidad de grasa que se necesita varía según las condiciones de funcionamiento y las series de rodamientos. La mayoría de ellos se pueden rellenar con grasas especificadas por los clientes para ajustarse a las condiciones concretas de una aplicación.



RODAMIENTOS DE BOLAS DE CONTACTO ANGULAR

Nomenclaturas..... 20

Rodamientos de bolas de contacto angular de una hilera..... 22

Rodamientos de bolas de contacto angular de doble hilera..... 26

NOMENCLATURAS

UNA HILERA

SERIE ISO 7000

Ángulo de contacto = 40°

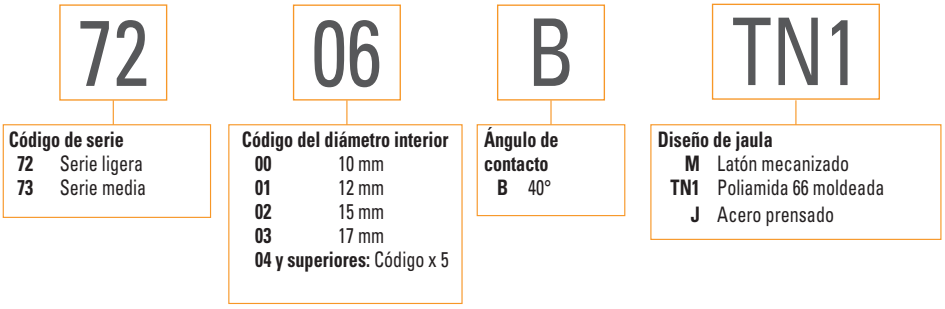


Fig. 15. Nomenclatura de los rodamientos de bolas de contacto angular de una hilera de diseño estándar.

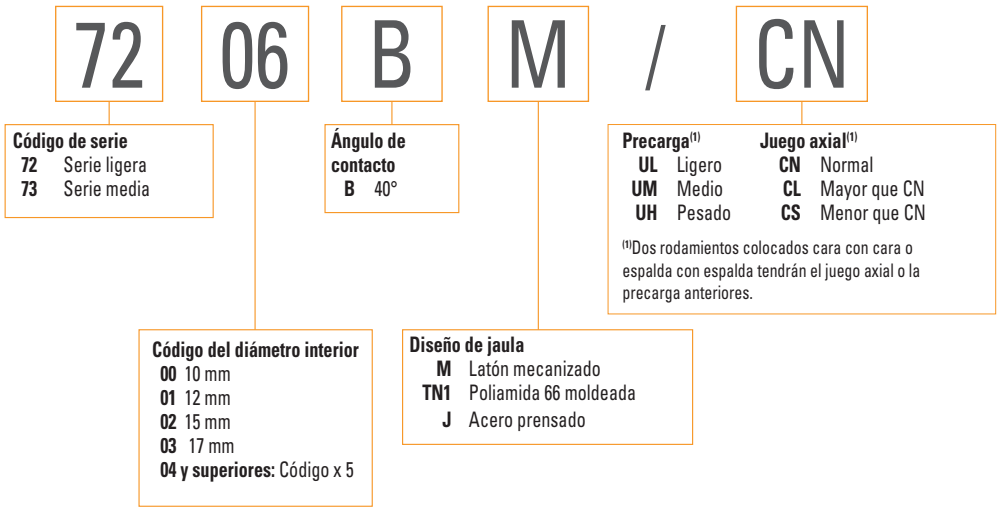


Fig. 16. Nomenclatura de los rodamientos de bolas de contacto angular de una hilera de diseño universal.

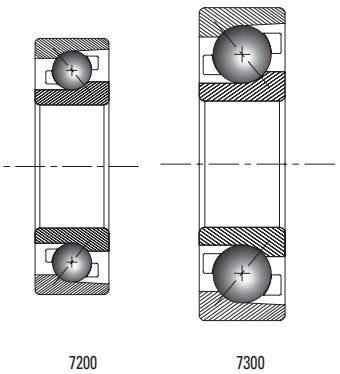


Fig. 17. Serie de rodamientos de bolas de contacto angular de una hilera.

NOMENCLATURAS

DOBLE HILERA

SERIE ISO 3000

Ángulo de contacto = 30°

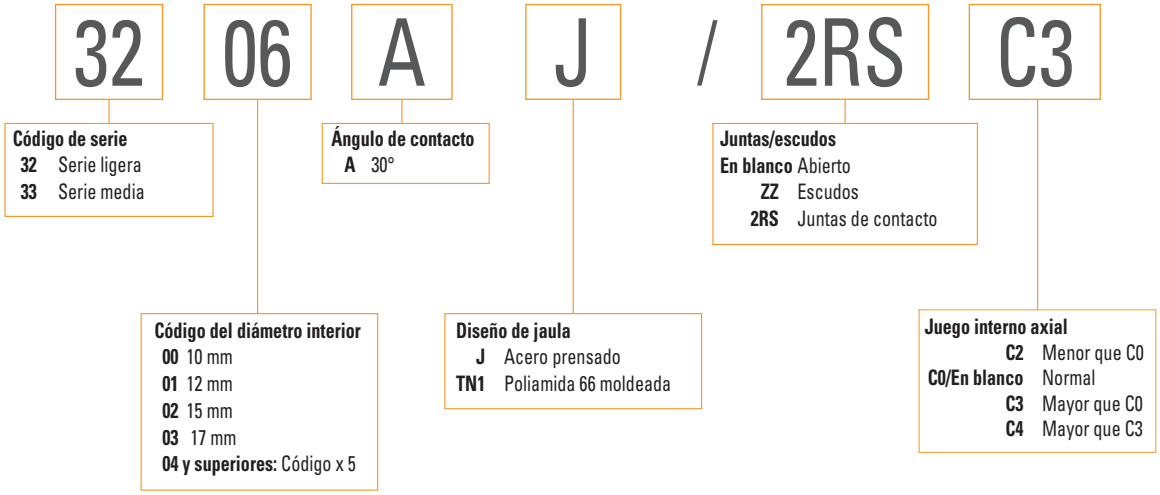


Fig. 18. Nomenclatura de los rodamientos de bolas de contacto angular de diseño de doble hilera.

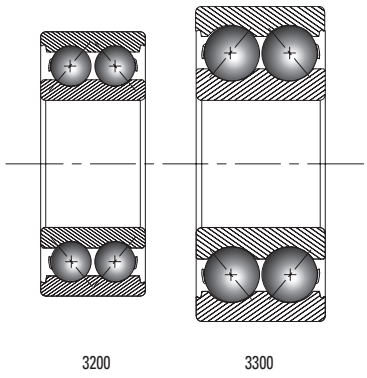
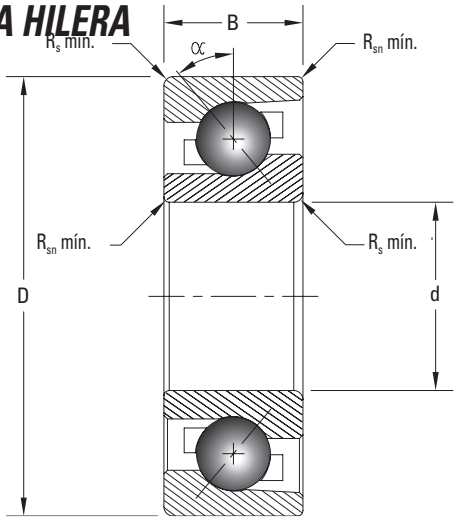


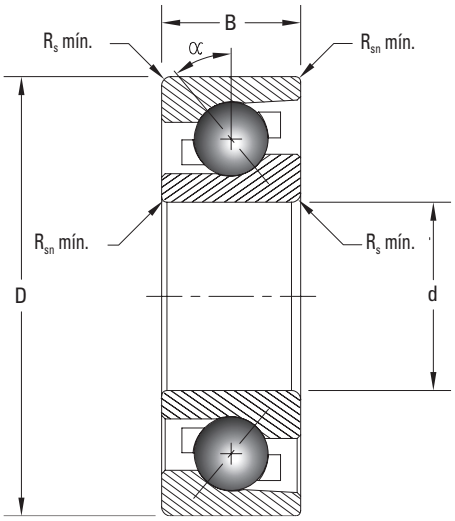
Fig. 19. Serie de rodamientos de bolas de contacto angular de doble hilera.

RODAMIENTOS DE BOLAS DE CONTACTO ANGULAR DE UNA HILERA

SERIES 7200 - 7300



N.º de rodamiento	Dimensiones periféricas					Índices de carga	
Descripción	Diámetro interior d	D.E. D	Ancho B	Radio R_s mín.	Radio R_{sn} mín.	Dinámico C_r	Estático C_{0r}
	mm	mm	mm	mm	mm	kN	kN
7200 B	10	30	9	0,6	0,3	5,65	2,58
7201 B	12	32	10	0,6	0,3	7,40	3,70
7301 B	12	37	12	1,0	0,6	10,50	5,00
7202 B	15	35	11	0,6	0,3	7,90	4,30
7302 B	15	42	13	1,0	0,6	13,00	6,60
7203 B	17	40	12	0,6	0,3	9,93	5,54
7303 B	17	47	14	1,0	0,6	16,00	8,30
7204 B	20	47	14	1,0	0,6	13,30	7,63
7304 B	20	52	15	1,1	0,6	17,30	9,70
7205 B	25	52	15	1,0	0,6	14,00	8,67
7305 B	25	62	17	1,1	0,6	24,40	14,10
7206 B	30	62	16	1,0	0,6	20,50	13,50
7306 B	30	72	19	1,1	0,6	31,00	19,30
7207 B	35	72	17	1,1	0,6	27,10	18,40
7307 B	35	80	21	1,5	1,0	38,40	24,40
7208 B	40	80	18	1,1	0,6	34,50	23,90
7308 B	40	90	23	1,5	1,0	42,20	27,70
7209 B	45	85	19	1,1	0,6	34,30	24,40
7309 B	45	100	25	1,5	1,0	55,00	36,80
7210 B	50	90	20	1,1	0,6	37,40	28,60
7310 B	50	110	27	2,0	1,0	68,20	47,90
7211 B	55	100	21	1,5	1,0	46,30	36,00
7311 B	55	120	29	2,0	1,0	78,80	56,30
7212 B	60	110	22	1,5	1,0	56,10	44,40
7312 B	60	130	31	2,1	1,1	84,90	60,00

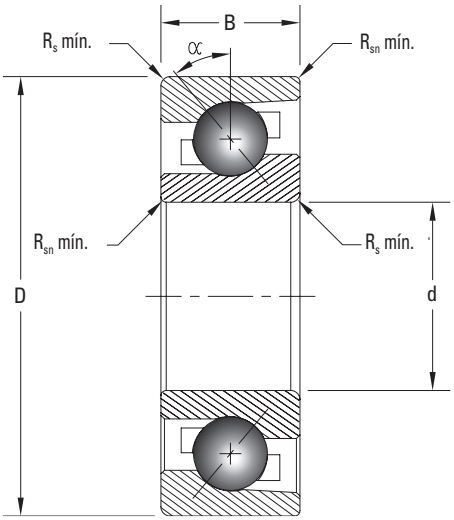


Límite de velocidad		Diseño		Jaula			Peso	Diámetro mín. recomendado delreborde del eje.	Diámetro máx. recomendado del reborde del alojamiento
Grasa[1][2]	Aceite[1][2]								
RPM	RPM	Estándar	Universal	Latón	Poliamida	Acero	kg	mm	mm
24000	32000	•	•		•		0,03	15,0	25,0
21000	28000	•	•		•	•	0,04	17,0	27,0
19000	26000	•	•		•	•	0,05	18,0	31,0
18000	25000	•	•		•	•	0,05	20,0	30,0
17000	22000	•	•		•	•	0,06	21,0	36,0
17000	22000	•	•	•	•	•	0,07	22,0	35,0
15000	20000	•	•		•	•	0,11	23,0	41,0
15000	20000	•	•	•	•	•	0,10	26,0	41,0
13000	18000	•	•	•	•	•	0,14	27,0	45,0
12000	16000	•	•	•	•	•	0,13	31,0	46,0
11000	15000	•	•	•	•	•	0,23	32,0	55,0
11000	14000	•	•	•	•	•	0,20	36,0	56,0
9600	13000	•	•	•	•	•	0,35	37,0	65,0
9300	12000	•	•	•	•	•	0,29	42,0	65,0
8400	11000	•	•	•	•	•	0,47	43,5	71,5
8300	11000	•	•	•	•	•	0,36	47,0	73,0
7400	9900	•	•	•	•	•	0,64	48,5	81,5
7400	9900	•	•	•	•	•	0,41	52,0	78,0
6600	8900	•	•	•	•	•	0,85	53,5	91,5
6700	9000	•	•	•	•	•	0,47	57,0	83,0
6000	8100	•	•	•	•	•	1,11	60,0	100,0
6100	8200	•	•	•	•	•	0,61	63,5	91,5
5500	7300	•	•	•	•	•	1,42	65,0	110,0
5700	7600	•	•	•	•	•	0,78	68,5	101,5
5100	6800	•	•	•	•	•	1,77	72,0	118,0

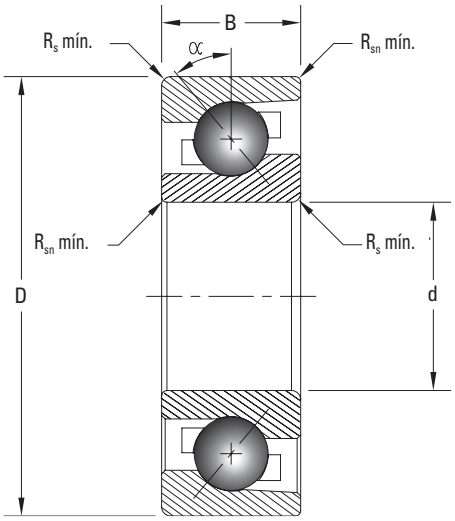
[1]Los valores de lubricación con aceite y grasa de una sola hilera son para una configuración de rodamientos abiertos.
[2]Los valores de una sola hilera cuando se montan en configuración duplex tendrán una velocidad límite inferior.

CONTACTO ANGULAR DE UNA HILERA
RODAMIENTOS DE BOLAS

SERIES 7200 - 7300



N.º de rodamiento	Dimensiones periféricas					Índices de carga	
Descripción	Diámetro interior d	D. E. D	Ancho B	Radio R_s mín.	Radio R_{sn} mín.	Dinámico C_r	Estático C_{0r}
	mm	mm	mm	mm	mm	kN	kN
7213 B	65	120	23	1,5	1,0	63,60	52,60
7313 B	65	140	33	2,1	1,1	101,80	75,40
7214 B	70	125	24	1,5	1,0	69,10	57,80
7314 B	70	150	35	2,1	1,1	114,40	86,00
7215 B	75	130	25	1,5	1,0	69,00	58,30
7315 B	75	160	37	2,1	1,1	124,50	97,30
7216 B	80	140	26	2,0	1,0	80,50	69,20
7316 B	80	170	39	2,1	1,1	134,80	109,20
7217 B	85	150	28	2,0	1,0	79,70	70,20
7317 B	85	180	41	3,0	1,1	145,40	122,00
7218 B	90	160	30	2,0	1,0	106,60	93,70
7318 B	90	190	43	3,0	1,1	147,40	124,00
7219 B	95	170	32	2,0	1,1	115,80	100,70
7319 B	95	200	45	3,0	1,1	162,30	141,30
7220 B	100	180	34	2,1	1,1	130,00	114,00
7320 B	100	215	47	3,0	1,1	190,00	178,00
7221 B	105	190	36	2,1	1,1	142,00	129,00
7321 B	105	225	49	3,0	1,1	189,80	180,30
7222 B	110	200	38	2,1	1,1	153,90	144,30
7322 B	110	240	50	3,0	1,1	213,00	206,50
7224 B	120	215	40	2,1	1,1	165,40	161,40
7226 B	130	230	40	3,0	1,1	171,00	174,00

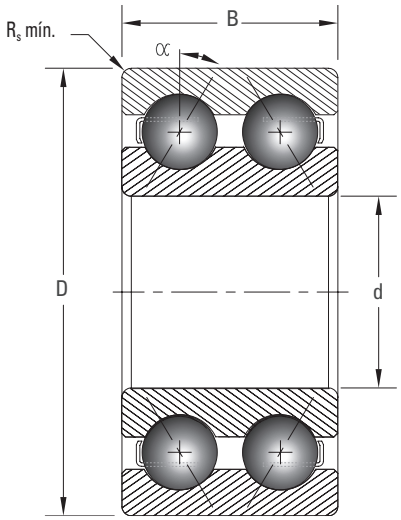


Límite de velocidad		Diseño		Jaula			Peso	Diámetro mín. recomendado del reborde del eje	Diámetro máx. recomendado del reborde del alojamiento
Grasa[1][2]	Aceite[1][2]								
RPM	RPM	Estándar	Universal	Latón	Poliamida	Acero	kg	mm	mm
5200	7000	•	•	•	•	•	0,98	73,5	111,5
4700	6300	•	•	•	•	•	2,15	77,0	128,0
4900	6500	•	•	•	•	•	1,11	78,5	116,5
4400	5800	•	•	•	•	•	2,61	82,0	138,0
4500	6000	•	•	•	•	•	1,19	83,5	121,5
4100	5400	•	•	•	•	•	3,13	87,0	148,0
4300	5700	•	•	•	•	•	1,42	90,0	130,0
3800	5100		•	•		•	3,72	92,0	158,0
4000	5300		•	•		•	2,11	95,0	140,0
3600	4800		•	•		•	4,95	99,0	166,0
3800	5000		•	•		•	2,50	100,0	150,0
3400	4500		•	•		•	5,76	104,0	176,0
3500	4700		•	•		•	3,03	107,0	159,0
3200	4200		•	•		•	6,57	109,0	186,0
3400	4500		•	•		•	3,60	112,0	168,0
3000	4000		•	•		•	7,32	114,0	201,0
3200	4300		•	•		•	3,70	117,0	178,0
2900	3800		•	•		•	8,36	119,0	211,0
3000	4000		•	•		•	5,12	122,0	188,0
2700	3700		•	•		•	11,2	124,0	226,0
2800	3700		•	•		•	6,18	132,0	203,0
2500	3400		•	•		•	7,15	144,0	216,0

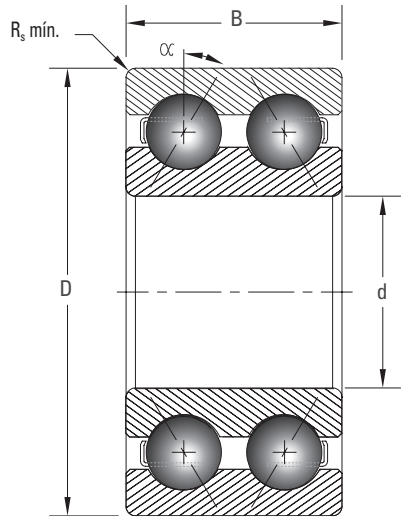
[1]Los valores de lubricación con aceite y grasa de una sola hilera son para una configuración de rodamientos abiertos.
[2]Los valores de una sola hilera cuando se montan en una configuración duplex tendrán una velocidad límite inferior.

CONTACTO ANGULAR DE DOBLE HILERA
RODAMIENTOS DE BOLAS

SERIES 3200 - 3300



N.º de rodamiento	Dimensiones periféricas				Índices de carga	
Descripción	Diámetro interior d	D. E. D	Ancho B	Radio R_s mín.	Dinámico C_r	Estático C_{0r}
	mm	mm	mm	mm	kN	kN
3201 A	12	32	15,9	0,6	9,40	5,20
3202 A	15	35	15,9	0,6	11,35	6,87
3302 A	15	42	19,0	1,0	14,20	8,70
3203 A	17	40	17,5	0,6	12,75	8,41
3303 A	17	47	22,2	1,0	15,80	10,00
3204 A	20	47	20,6	1,0	15,30	10,40
3304 A	20	52	22,2	1,1	22,60	14,70
3205 A	25	52	20,6	1,0	16,30	12,00
3305 A	25	62	25,4	1,1	28,90	19,40
3206 A	30	62	23,8	1,0	28,60	20,60
3306 A	30	72	30,2	1,1	39,50	29,20
3207 A	35	72	27,0	1,1	30,50	23,70
3307 A	35	80	34,9	1,5	49,50	35,30
3208 A	40	80	30,2	1,1	40,20	32,30
3308 A	40	90	36,5	1,5	60,50	44,20
3209 A	45	85	30,2	1,1	40,00	32,60
3309 A	45	100	39,7	1,5	66,40	49,60
3210 A	50	90	30,2	1,1	43,90	39,90
3310 A	50	110	44,4	2,0	78,90	60,10
3211 A	55	100	33,3	1,5	56,90	47,90
3311 A	55	120	49,2	2,0	92,20	71,00
3212 A	60	110	36,5	1,5	59,90	53,60
3312 A	60	130	54,0	2,1	121,50	95,30
3213 A	65	120	38,1	1,5	73,50	66,60
3313 A	65	140	58,7	2,1	129,60	103,60
3314 A	70	150	63,5	2,1	154,00	125,00



Límite de velocidad		Jaula		Características		Peso	Diámetro mín. recomendado del reborde del eje	Diámetro máx. recomendado del reborde del alojamiento
Grasa[1]	Aceite[2]							
RPM	RPM	Poliamida	Acero	ZZ	2RS	kg	mm	mm
13400	17800	•		•	•	0,06	16,4	27,6
11600	15100	•		•	•	0,06	19,4	30,6
9800	13300	•			•	0,13	20,6	36,4
9800	13400	•		•	•	0,10	21,4	35,6
8900	11600	•			•	0,19	22,6	41,4
8900	11600	•	•	•	•	0,17	25,6	41,4
8000	10700	•	•	•	•	0,21	27,0	45,0
7300	9800	•	•	•	•	0,18	31,0	46,0
6700	8900	•	•	•	•	0,19	32,0	55,0
6300	8400	•	•	•	•	0,30	36,0	56,0
5700	7600	•	•	•	•	0,55	37,0	65,0
5500	7400	•	•	•	•	0,39	42,0	65,0
5000	6600	•	•	•	•	0,75	43,5	71,5
4900	6600	•	•	•	•	0,61	47,0	73,0
4400	5900	•	•		•	1,00	48,5	81,5
4400	5900	•	•	•	•	0,71	52,0	78,0
4000	5300	•	•			1,33	53,5	91,5
4000	5300	•	•	•	•	0,70	57,0	83,0
3600	4800	•	•			1,74	60,0	100,0
3600	4900		•		•	0,95	63,5	91,5
3300	4400		•			2,42	65,0	110,0
3400	4500		•			1,38	68,5	101,5
3000	4000		•		•	2,91	72,0	118,0
3100	4200		•			1,66	73,5	111,5
2800	3700		•			3,90	77,0	128,0
2600	3500		•			3,90	82,0	138,0

[1]Los valores de lubricación con grasa para doble hilera son para una configuración de rodamientos sellados.
[2]Los valores de lubricación con aceite para doble hilera son para una configuración de rodamientos abiertos.

Para ver más catálogos de Timken, acceda a www.timken.com/catalogs, donde encontrará versiones interactivas. También puede escanear el código QR con su dispositivo móvil o smartphone para descargar una aplicación de catálogos o acceder a www.timkencatalogs.com.

N.º de referencia E11192-ES | Timken® es una marca comercial registrada de The Timken Company. | © 2022 The Timken Company | Impreso en Europa.

TIMKEN

El equipo de Timken aplica sus conocimientos para mejorar la fiabilidad y el rendimiento de la maquinaria en distintos mercados de todo el mundo. La empresa diseña, fabrica y comercializa rodamientos, transmisiones por engranajes, sistemas de lubricación automatizados, correas, frenos, embragues, cadenas, acoplamientos, productos de movimiento lineal y servicios de reparación y reconstrucción de transmisiones de potencia.

Stronger. By Design.

www.timken.com