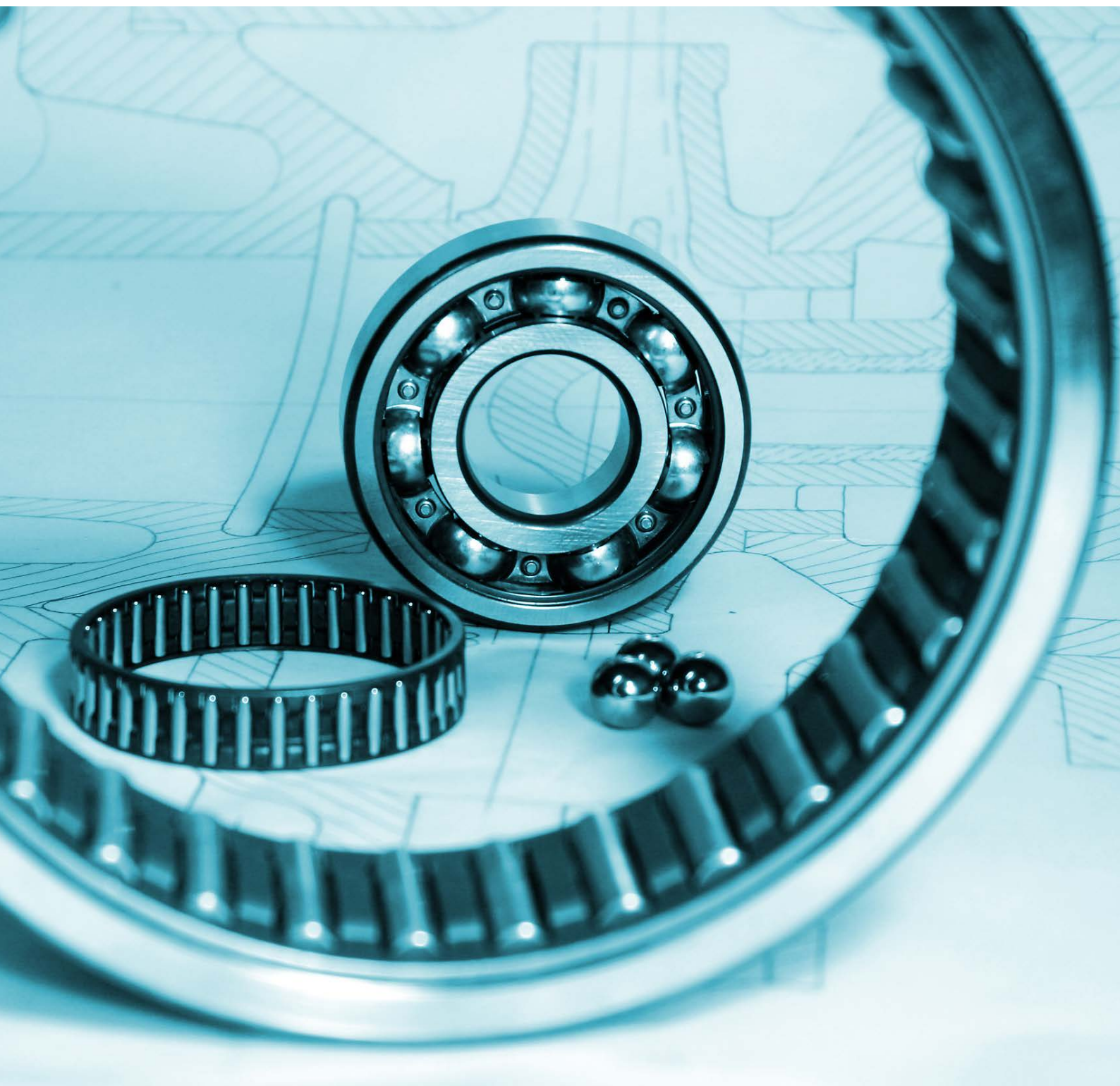


NTN

Make the world **NAMERAKA**

TODO SOBRE RODAMIENTOS



01-	Conceptos básicos y ámbitos de aplicación
02-	Estructura y modo de funcionamiento.....
03-	Historia de los rodamientos.....
04-	Contacto puntual y lineal.....
05-	Materiales y fabricación.....
06-	Tipos de rodamientos.....
07-	El rodamiento rígido de bolas.....
08-	El rodamiento de bolas de contacto angular.....
09-	El rodamiento de rodillos esféricos.....
10-	El rodamiento de rodillos cilíndricos.....
11-	El rodamiento de rodillos cónicos.....
12-	El rodamiento de agujas.....
13-	Soportes autoalineantes.....
14-	Soportes para rodamientos.....
15-	Cálculo de duración de vida.....
16-	Lubricación.....
17-	Selección del ajuste de montaje.....
18-	Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga.....
19-	Rodamiento fijo y deslizante o libre.....
20-	O, X y disposición en tándem.....
21-	Montaje del rodamiento y diseño de los elementos circundantes.....
22-	Protección y estanqueidad.....
23-	Daños por fatiga.....
24-	Desgaste.....
25-	Deformación plástica.....
26-	Grietas y fracturas.....
27-	Corrosión.....
28-	Electroerosión.....

Resumen

- Los rodamientos son elementos de máquinas que se utilizan en numerosas aplicaciones
- Permiten transmitir la carga con un rozamiento mínimo
- En los rodamientos, los cuerpos rodantes realizan los movimientos de rodadura
- Los rodamientos pueden dividirse en dos tipos: rodamientos de bolas y rodamientos de rodillos

¿Qué es un rodamiento?

¿Quieres más información sobre los rodamientos? Entonces has acertado de pleno. Empecemos con una breve explicación: el rodamiento es un elemento de maquinaria que se utiliza en diversos ámbitos. A través de éste, se puede crear una conexión móvil de dos componentes (eje y alojamiento), el cual hace posible una transmisión de carga con un rozamiento mínimo. Los principales **componentes** de un rodamiento son el **anillo interior**, el **anillo exterior**, la **jaula** y los **cuerpos rodantes**. Estos últimos pueden tener diferentes formas.

Conceptos básicos y ámbitos de aplicación



Hoy en día, los rodamientos se presentan en una gran variedad de tamaños.

Los tipos de rodamientos: Rodamientos de bolas y rodamientos de rodillos

Los rodamientos pueden dividirse en dos tipos: los rodamientos de bolas y de rodillos. Hoy en día, es posible fabricar rodamientos de diversos tamaños y con una gran variedad de **materiales**. Por norma general, las dimensiones están normalizadas, pero también hay rodamientos especiales que son diseñados para una aplicación específica.

Los rodamientos de bolas y de rodillos pueden subdividirse en diferentes **tipos de rodamientos**. Aquí, en launiversidaddelrodamiento.es, encontrarás la información relevante no sólo sobre estos tipos, sino también sobre todo lo que merece la pena saber sobre los rodamientos.

Campos de aplicación de los rodamientos

Las funciones de los rodamientos son muy importantes, ya que se instalan en todas las zonas donde algo gira. La amplia gama de usos abarca desde grandes turbinas eólicas hasta pequeños cepillos de dientes eléctricos: son claves en numerosas aplicaciones.

Conceptos básicos y ámbitos de aplicación

La movilidad representa un campo de aplicación muy diverso: los rodamientos son necesarios en la tecnología aeroespacial y el mercado del automóvil, entre otros. Por ejemplo, se utilizan en los motores de los aviones Airbus o Boeing, en las turbinas, y en rotores de los helicópteros. Además, estos elementos se instalan en bombas de turbinas y satélites. En los sectores de la aviación y la automoción, también pueden encontrarse en el chasis, como rodamientos de rueda, o en cajas de cambios. Por último, los rodamientos son adecuados para su uso en motores de automóviles (híbridos y eléctricos) o como rodamientos de embrague. Otros ámbitos de aplicación son la industria de la bicicleta, la industria ferroviaria, la maquinaria agrícola y de construcción.



Los rodamientos de rodillos están ocultos en los motores, así como en el tren de aterrizaje y los flaps.



Ya sea el motor, la caja de cambios, la rueda o el embrague: probablemente pocos de nosotros pensamos en ello, pero los rodamientos también son abundantes en los coches.

Como ya se ha mencionado, también son indispensables en el sector eólico, utilizándose por ejemplo en el eje principal, el generador o la multiplicadora. Los rodamientos utilizados aquí son principalmente rodamientos de rodillos, [esféricos](#), [cilíndricos](#) o [cónicos](#).

Conceptos básicos y ámbitos de aplicación

NTN
Make the world **NAMERAKA**

 launiversidaddelrodamiento.es



La industria de la energía eólica es un campo de aplicación polifacético para los rodamientos. Entre los que se incluyen los rodamientos del rotor principal, las multiplicadoras, las palas, y los rodamientos de las torres.

Otros sectores industriales en los que se utilizan rodamientos son, por ejemplo, la robótica y la industria alimentaria. En el primero, se solicitan en forma de rodamientos de rodillos cruzados para engranajes de precisión o reductores de robots y en sistemas de sensores absolutos. Los rodamientos de la industria alimentaria, por su parte, están sometidos a grandes exigencias. Sobre todo, deben cumplir los requisitos sanitarios aplicables para poder mantener la calidad de los alimentos. Por este motivo, aquí se utiliza un **lubricante sólido**, y no grasa o aceite, como suele ser habitual. Los rodamientos también son indispensables en soluciones industriales, máquinas herramienta, máquinas textiles, manipulación de materiales, producción de cemento e industria siderúrgica.

Conceptos básicos y ámbitos de aplicación

NTN
Make the world **NAMERAKA**

 launiversidaddelrodamiento.es



Los rodamientos desempeñan un papel importante en el futuro de la robótica.



Los soportes y los rodamientos de bolas se utilizan, entre otros, en la industria alimentaria.

Como puedes ver, los rodamientos cumplen una función central en numerosas industrias y sin ellos, muchas aplicaciones no podrían accionarse o moverse (con bajo rozamiento). Los rodamientos nos acompañan a menudo en la vida cotidiana sin que nos demos cuenta. Por ello, es muy probable que trates con ellos en tu futura vida profesional.

Esto te interesa

Cálculo de duración de vida

9. marzo 2022

¡Oh no, daño en los rodamientos! No es nada inusual que los rodamientos estén expuestos a una presión y un esfuerzo de fricción continuos. El

[Seguir leyendo »](#)

Contacto puntual y lineal

9. marzo 2022

¿Qué se entiende por «[contacto puntual](#) y lineal»? Es posible que ya hayas oído que los rodamientos pueden diferenciarse en dos tipos. La clasificación depende

[Seguir leyendo »](#)

Estructura y modo de funcionamiento

9. marzo 2022

Componentes del rodamiento Los fundamentos de la tecnología de rodamientos incluyen la estructura y el funcionamiento de éstos. Para empezar, aprenderás todo sobre los componentes

[Seguir leyendo »](#)

Historia de los rodamientos

9. marzo 2022

Los orígenes de los rodamientos ¿Sabías que a los precursores de los rodamientos ya se les atribuía un papel importante desde muy pronto? Alrededor del

[Seguir leyendo »](#)

Materiales y fabricación

9. marzo 2022

¿Has leído ya nuestro capítulo sobre estructura y modo de funcionamiento? Tal vez te hayas preguntado de qué están hechos los rodamientos. Aquí encontrarás algunas

[Seguir leyendo »](#)

Tipos de rodamientos

21. marzo 2022

Si has leído nuestro artículo sobre los conceptos básicos de los rodamientos, probablemente ya sepas que los rodamientos pueden dividirse básicamente en dos tipos: rodamientos

[Seguir leyendo »](#)

Resumen

- Componentes centrales de los rodamientos: Anillo interior, anillo exterior, cuerpos rodantes, jaula
- Opcionalmente, se puede instalar una junta en una ranura del anillo interior y exterior
- La lubricación de los rodamientos con grasa o aceite reduce el rozamiento y el desgaste
- Diferencia entre rodamientos axiales y radiales (en función del ángulo de contacto)

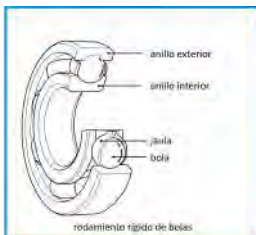
Componentes del rodamiento

Los fundamentos de la tecnología de rodamientos incluyen la estructura y el funcionamiento de éstos. Para empezar, aprenderás todo sobre los componentes esenciales antes de que se explique cómo están dispuestos y cómo funcionan en el rodamiento. Vamos allá.

En total, se pueden enumerar cuatro componentes centrales: Los rodamientos constan de un **anillo interior**, un **anillo exterior**, **cuerpos rodantes** y una **jaula**. El anillo interior suele montarse en el eje y el exterior en el alojamiento; opcionalmente, puede instalarse una **junta o sello** en una **ranura** de los anillos interior y exterior. Tanto en el exterior del anillo interior como en el interior del anillo exterior se encuentra la denominada **pista de rodadura** del rodamiento. Los cuerpos rodantes se mueven sobre la superficie de la pista de rodadura, y se fabrican en forma de **bolas o rodillos**, dependiendo del **tipo de rodamiento**. Los cuerpos rodantes sirven para garantizar que los anillos interior y exterior puedan moverse con un rozamiento mínimo. Para mantener la fricción lo más baja posible y proteger contra el

Estructura y modo de funcionamiento

desgaste, las pistas de rodadura de los rodamientos deben estar suficientemente **lubricadas** con grasa o aceite. Entre el anillo interior y el exterior se encuentra también la jaula, cuya función es separar los cuerpos rodantes individuales entre sí. También debe colocarse los cuerpos rodantes sobre la circunferencia de los anillos del rodamiento y guiarlos. Las jaulas pueden ser de distintos **materiales**, por lo que se distingue entre jaulas de chapa, macizas o de **poliamida**.

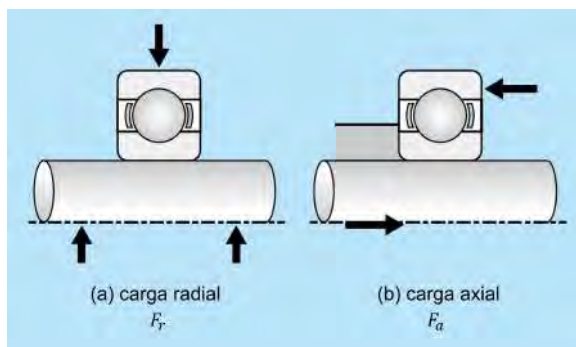


La disposición de los componentes esenciales utilizando el ejemplo de un **rodamiento rígido de bolas**.

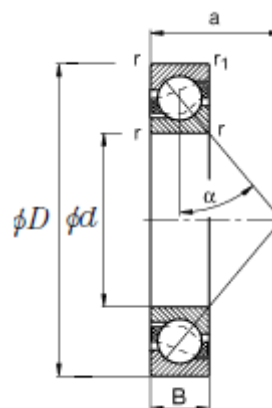
Rodamientos axiales y radiales

Según la dirección efectiva de la carga a transmitir (el **ángulo de presión**), se distingue entre rodamientos axiales y radiales. En el caso de la carga axial, la fuerza que actúa sobre el rodamiento discurre a lo largo del eje (rodamiento axial). En cambio, en el caso de una carga radial, la fuerza actúa perpendicularmente al eje del rodamiento (rodamiento radial). Esto es relativamente fácil de recordar, ya que la palabra "axial" viene de "eje", mientras que "radial" viene de "radio". El ángulo de presión α es mayor para los rodamientos axiales que para los radiales y está comprendido entre 45° y 90° (rodamiento axial) o entre 0° y 45° (rodamiento radial). Por tanto, el ángulo de presión es mayor para los rodamientos axiales.

Estructura y modo de funcionamiento



Representación gráfica de la **fuerza radial** y **axial**.



El ángulo de contacto α utilizando el ejemplo de un **rodamiento de bolas de contacto angular**, que es un rodamiento radial.

Esto te interesa

Contacto puntual y lineal

9. marzo 2022

¿Qué se entiende por «**contacto puntual** y lineal»? Es posible que ya hayas oído que los rodamientos pueden diferenciarse en dos tipos. La clasificación depende

[Seguir leyendo »](#)



El rodamiento de rodillos esféricos

9. marzo 2022

Características de los rodamientos de rodillos esféricos Estos rodamientos son auténticos todoterreno. Siendo capaces de soportar cargas pesadas tanto en dirección axial como radial. Se

[Seguir leyendo »](#)

Materiales y fabricación

9. marzo 2022

Estructura y modo de funcionamiento

NTN
Make the world **NAMERAKA**

 launiversidaddelrodamiento.es

¿Has leído ya nuestro capítulo sobre estructura y modo de funcionamiento? Tal vez te hayas preguntado de qué están hechos los rodamientos. Aquí encontrarás algunas

[Seguir leyendo »](#)

Protección y estanqueidad

5. abril 2022

Durante el diseño de una instalación, el tema del sellado siempre te acompañará. A continuación, trataremos diferentes tipos de [estanqueidad](#). Se utilizan para evitar la

[Seguir leyendo »](#)

Rodamiento fijo y deslizante o libre

9. marzo 2022

¿Elijo una disposición de rodamiento fijo, una disposición de rodamiento apretado o una disposición de rodamiento flotante? Esta pregunta es importante a la hora de

[Seguir leyendo »](#)

Tipos de rodamientos

21. marzo 2022

Si has leído nuestro artículo sobre los conceptos básicos de los rodamientos, probablemente ya sepas que los rodamientos pueden dividirse básicamente en dos tipos: rodamientos

[Seguir leyendo »](#)

Resumen

- La historia de los rodamientos se remonta al 2500 a.C.
- Da Vinci ya esbozó a finales del siglo XV
- La invención de la bicicleta en primer diseño provocó un aumento de la demanda de rodamientos de bolas fabricados industrialmente en el siglo XIX
- Primera fresadora de bolas totalmente automática en la segunda mitad del siglo XIX

Los orígenes de los rodamientos

¿Sabías que a los precursores de los rodamientos ya se les atribuía un papel importante desde muy pronto? Alrededor del 2500 a.C., por ejemplo, en el antiguo Egipto ya se transportaban cargas pesadas de A a B sobre patines. Más tarde, se colocaron rodillos entre la superficie de transporte y los patines. Con esta estrategia, el movimiento de **deslizamiento** se sustituyó por un movimiento de rodadura, que se sigue utilizando hoy en día. Un acontecimiento central en el curso de la historia fue también la invención de la rueda, primero de piedra y más tarde de madera. Sin embargo, la fricción en el cubo de la rueda suponía un reto que provocaba un gran desgaste. Así que incluso Leonardo da Vinci (1452-1519) ya estaba pensando en cómo podrían funcionar los rodamientos con baja fricción. Poderoso, ¿verdad?

Da Vinci y el rodamiento

El pensamiento de Da Vinci era, en general, muy avanzado. Ya en el año 1500, hizo

Historia de los rodamientos



Antiguo pero dorado: la idea que tuvo da Vinci de un rodamiento de bolas guarda definitivamente similitudes con un rodamiento que se utiliza hoy en día.

algunos esbozos, dibujos y diseños sobre el tema de **los rodamientos de bolas**, que le interesaban en el contexto de su desarrollo de la hélice (una especie de helicóptero). De este modo, Da Vinci pudo obtener sus primeros conocimientos sobre un rodamiento de baja fricción.

La importancia de los rodamientos en tiempos de la industrialización

La bicicleta tuvo un impacto decisivo en el desarrollo de los rodamientos. Tras la invención de la draisina (bicicleta sin pedales, accionada por el impulso del pie sobre el suelo) en 1817, que ya se parecía a una bicicleta en sentido amplio, en la segunda mitad del siglo XIX se desarrolló la rueda trasera de tracción por cadena. Dado que la gente tenía que mover la bicicleta por sí misma, finalmente aumentó el deseo de un movimiento de baja fricción. Esto creó una gran demanda de rodamientos de bolas fabricados industrialmente. Finalmente, Friedrich Fischer diseñó la primera fresadora de bolas totalmente automática con la que se podían fabricar bolas de acero en lugar de las anteriores bolas de piedra. A partir de 1886, Fischer fabricó incluso rodamientos de bolas completos. Poco tiempo después, NTN empezó a producir rodamientos de bolas en 1918 y desde entonces se ha convertido en uno de los mayores fabricantes



Historia de los rodamientos

NTN
Make the world **NAMERAKA**

 Clauniversidaddelrodamiento.es

del mundo.

Basta de lecciones de historia: desde la invención de Fischer en el siglo XIX, los rodamientos de bolas son probablemente el tipo de rodamiento más conocido, pero no el único. Encontrarás más información en nuestro artículo sobre [tipos de rodamientos](#).

Esto te interesa

Conceptos básicos y ámbitos de aplicación

4. abril 2022

¿Qué es un rodamiento? ¿Quieres más información sobre los rodamientos? Entonces has acertado de pleno. Empecemos con una breve explicación: el rodamiento es un elemento

[Seguir leyendo »](#)

El rodamiento de rodillos cilíndricos

9. marzo 2022

Características de los rodamientos de rodillos cilíndricos ¿Recuerdas la característica que tienen en común todos los rodamientos de rodillos? Se trata del [contacto lineal](#), que

[Seguir leyendo »](#)

El rodamiento rígido de bolas

1. marzo 2022

Historia de los rodamientos

Características de los rodamientos rígidos de bolas En su forma actual, el rodamiento rígido de bolas existe, con algunas mejoras, desde hace unos 150 años.

[Seguir leyendo »](#)

Estructura y modo de funcionamiento

9. marzo 2022

Componentes del rodamiento Los fundamentos de la tecnología de rodamientos incluyen la estructura y el funcionamiento de éstos. Para empezar, aprenderás todo sobre los componentes

[Seguir leyendo »](#)

Materiales y fabricación

9. marzo 2022

¿Has leído ya nuestro capítulo sobre estructura y modo de funcionamiento? Tal vez te hayas preguntado de qué están hechos los rodamientos. Aquí encontrarás algunas

[Seguir leyendo »](#)

Tipos de rodamientos

21. marzo 2022

Si has leído nuestro artículo sobre los conceptos básicos de los rodamientos, probablemente ya sepas que los rodamientos pueden dividirse básicamente en dos tipos: rodamientos

[Seguir leyendo »](#)

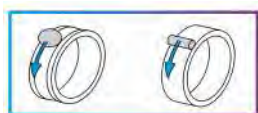
Resumen

- El contacto puntual o lineal describe el método de contacto entre los cuerpos rodantes y la pista de rodadura
- Contacto puntual en rodamientos de bolas: el contacto de los cuerpos rodantes con la pista de rodadura es un punto
- Contacto lineal en rodamientos de rodillos: el contacto de los elementos rodantes con la pista de rodadura es a través de una línea

¿Qué se entiende por "contacto puntual y lineal"?

Es posible que ya hayas oído que los rodamientos pueden diferenciarse en **dos tipos**. La clasificación depende de la forma de los elementos rodantes "(bolas o rodillos)", por lo que se distingue básicamente entre rodamientos de bolas y de rodillos.

La diferencia decisiva entre los dos diseños radica en el contacto entre los **cuerpos rodantes** y la **pista de rodadura**. Imaginemos un **rodamiento rígido de bolas** y un **rodamiento de rodillos cilíndricos**: Mientras que en el rígido de bolas el contacto entre las bolas y la pista de rodadura es puntual desde un punto de vista geométrico, los cuerpos rodantes del rodamiento de rodillos cilíndricos entran en contacto con la pista de rodadura de forma lineal.



La representación gráfica del punto y línea de contacto.

Ventajas e inconvenientes del contacto puntual y lineal

Ambos tipos de contacto tienen sus ventajas e inconvenientes. El contacto puntual ofrece la ventaja de que los rodamientos de bolas pueden funcionar a gran velocidad. A veces se utilizan en máquinas herramienta o motores eléctricos. Sin embargo, los rodamientos de

bolas no pueden soportar tanta carga como los rodamientos de rodillos. Los cuerpos rodantes de los rodamientos de rodillos ofrecen una mayor superficie de contacto con las pistas de rodadura que las bolas. Como resultado, los rodamientos con **contacto lineal** soportan básicamente más carga que los rodamientos de bolas y tienen mayor rigidez. Sin embargo, el par de rozamiento es mayor que en los rodamientos de bolas. Debido al contacto lineal, los rodamientos de rodillos se utilizan, por tanto, en aplicaciones con velocidades comparativamente bajas, por ejemplo, en cajas de cambios.

Esto te interesa



[El rodamiento de bolas de contacto angular](#)

9. marzo 2022

El rodamiento de bolas de contacto angular es muy similar al rodamiento rígido de bolas. Características de los rodamientos de bolas de contacto angular Quizás

[Seguir leyendo »](#)

[El rodamiento de rodillos cilíndricos](#)

9. marzo 2022

Características de los rodamientos de rodillos cilíndricos ¿Recuerdas la característica que tienen en común todos los rodamientos de rodillos? Se trata del contacto lineal, que

[Seguir leyendo »](#)



El rodamiento de rodillos cónicos

9. marzo 2022

Características de los rodamientos de rodillos cónicos Aquí se ve un rodamiento de rodillos cónicos NTN. Como su nombre indica, los rodamientos de rodillos cónicos

[Seguir leyendo »](#)



El rodamiento de rodillos esféricos

9. marzo 2022

Características de los rodamientos de rodillos esféricos Estos rodamientos son auténticos todoterreno. Siendo capaces de soportar cargas pesadas tanto en dirección axial como radial. Se

[Seguir leyendo »](#)

El rodamiento rígido de bolas

1. marzo 2022

Características de los rodamientos rígidos de bolas En su forma actual, el rodamiento rígido de bolas existe, con algunas mejoras, desde hace unos 150 años.

[Seguir leyendo »](#)

Estructura y modo de funcionamiento

9. marzo 2022

Componentes del rodamiento Los fundamentos de la tecnología de rodamientos incluyen la estructura y el funcionamiento de éstos. Para empezar, aprenderás todo sobre los componentes

[Seguir leyendo »](#)

Resumen

- Los anillos de los rodamientos y los cuerpos rodantes son de acero para rodamientos o de cerámica
- Las jaulas son de chapa de acero, bronce o poliamida
- Fabricación de los anillos del rodamiento: el acero se calienta, se temple y se somete a un temple seguido de un revenido para conferirle las características técnicas adecuadas: compromiso entre dureza (resistencia al desgaste y elasticidad) y elasticidad (resistencia a la rotura)
- Fabricación de los elementos de laminación: el acero se prensa, se estampa y se embute, posteriormente adquiere forma redonda y se trata térmicamente
- Fabricación de la jaula: se perfora el material de la jaula, se insertan los elementos rodantes y se ajusta la jaula entre los anillos del rodamiento

¿Has leído ya nuestro capítulo sobre [estructura y modo de funcionamiento](#)? Tal vez te hayas preguntado de qué están hechos los rodamientos. Aquí encontrarás algunas respuestas a estas preguntas y más información sobre la producción de rodamientos.

Materiales: los cuerpos rodantes y anillos de rodamientos

En la mayoría de los casos, tanto los cuerpos rodantes como los anillos del rodamiento se fabrican con acero para rodamientos, normalizado según la designación 100Cr6. El acero utilizado debe ser de gran pureza y contener sólo las inclusiones metálicas más pequeñas. Otro requisito importante es que el material debe ser capaz de soportar cargas elevadas. Sólo así se puede garantizar que los rodamientos se caractericen posteriormente por su

elevada precisión y exactitud de giro. Los materiales con los que se fabrican los anillos y los cuerpos rodantes también deben tener una elevada dureza después del mecanizado, para poder garantizar una buena **resistencia a la fatiga**, resistencia al desgaste y suficiente precisión dimensional. NTN, utiliza el acero japonés para rodamientos denominado SUJ2, que corresponde al material 100Cr6.



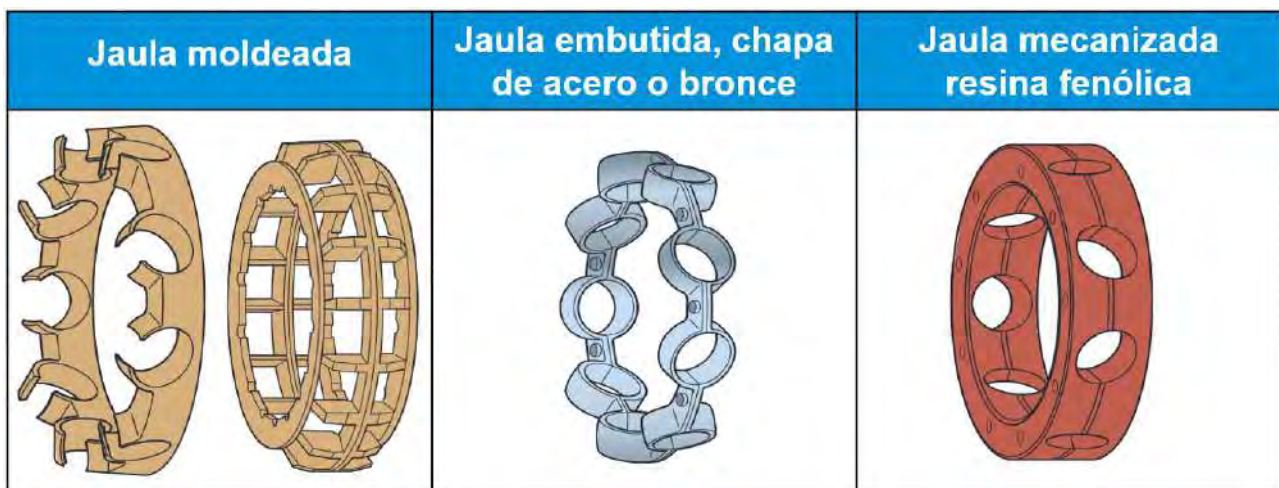
Rodamiento de rodillos esféricos es un ejemplo práctico: Aquí se ve claramente que los cuerpos rodantes son de acero.

Hoy en día, los cuerpos rodantes también pueden ser de cerámica. Esto ofrece varias ventajas. Por ejemplo, los cuerpos de cerámica son más ligeros que los de acero, lo que reduce las fuerzas centrífugas y mejora la eficiencia energética. Por lo tanto, la cerámica se utiliza a velocidades muy altas y también es adecuada para temperaturas de funcionamiento bajas y extremadamente altas al tener menor coeficiente de dilatación. Otra ventaja de los cuerpos rodantes cerámicos es que impiden el paso de la corriente a través del rodamiento, ya que no son conductores de la electricidad. Mientras tanto, los anillos del rodamiento también pueden ser de cerámica, pero esto es muy poco frecuente y sólo es necesario para aplicaciones especiales con temperaturas extremas.

Materiales: Jaula

En cuanto a las jaulas, hay que señalar en primer lugar que deben tener una gran resistencia para poder absorber las vibraciones y las cargas de impacto. Además, los materiales de las jaulas deben tener un bajo coeficiente de rozamiento, un peso reducido y ser capaces de soportar las temperaturas predominantes en el rodamiento. Los rodamientos pequeños y medianos suelen llevar jaulas de chapa de acero, mientras que los grandes suelen llevar jaulas macizas, que suelen ser de bronce. Las jaulas de bronce son adecuadas para fuertes vibraciones y pueden soportar mayores cargas durante la aceleración y desaceleración de los

cuerpos rodantes en comparación con las jaulas de chapa de acero. También se utilizan jaulas de **poliamida**. Estas jaulas pueden utilizarse para vibraciones fuertes y se caracterizan porque tienen bajo rozamiento, bajo nivel de ruido en funcionamiento.



Los tres tipos de jaula central, en este caso en los diseños adaptados a los rodamientos de bolas.

Material de la jaula	Ventajas e inconvenientes
Chapa	<u>Ventajas:</u> no limita la temperatura de funcionamiento del rodamiento <u>Inconvenientes:</u> limitada para las vibraciones
Bronce	<u>Ventajas:</u> sin restricción de temperatura, apto para vibraciones, buena resistencia a aceleraciones extremas <u>Inconvenientes:</u> precio elevado
Poliamida	<u>Ventajas:</u> adecuado para fuertes vibraciones, baja temperatura y desarrollo de ruido, baja fricción <u>Inconvenientes:</u> temperatura de funcionamiento limitada

Aquí encontrarás un resumen de las ventajas e inconvenientes de los tres materiales de las jaulas: chapa, bronce y poliamida.

Fabricación de los anillos del rodamiento

No sólo es interesante el material utilizado, sino también la producción de los componentes de un rodamiento. Para los anillos de los rodamientos se utiliza materia prima en forma de tubos o barras. Inicialmente se mecanizan o se moldean. En el mecanizado, los anillos, que se encuentran en estado frío, se tornean brusca y finamente con una herramienta de corte. El moldeado tiene dos fases: forjado y laminado. En la forja, se deforma una pieza en bruto previamente calentada. El material, que permanece caliente, se sigue doblando en el proceso de laminado con la ayuda de una herramienta de conformado. Una vez que el acero se ha transformado en forma de anillo, los anillos se calientan primero a su temperatura de [austenización](#). A continuación, los anillos del rodamiento se templean. El objetivo es que éstos alcancen la dureza deseada. En el tercer paso, durante el revenido, el acero se calienta de nuevo para reducir las tensiones residuales que se han desarrollado en el material. Para obtener la forma final, los anillos del rodamiento se rectifican aún más (superacabado), de modo que los diámetros de los mismos se ajustan al tamaño y las pistas de rodadura del rodamiento se mecanizan por completo.

Fabricación de los elementos rodantes

El acero en forma de barras redondas se utiliza como materia prima para los elementos de laminación. La pieza en bruto, cortada a medida, se prensa, y se embute antes de darle forma redonda con la ayuda de un tambor. Los cuerpos rodantes también se someten al mismo tratamiento térmico que el [anillo interior](#) y el [anillo exterior](#). A continuación, se mejora la geometría de las bolas rectificándolas en varias fases de mecanizado. En la última fase de mecanizado, los elementos rodantes son finalmente inspeccionados, clasificados y conservados.

Fabricación de la jaula

El proceso de fabricación de jaulas utilizando el ejemplo de la jaula de chapa de acero puede describirse del siguiente modo: En primer lugar, se troquela una tira de chapa de acero y se le da forma de manera que se cree en ella espacio para los elementos rodantes. En este caso, la jaula consta de dos mitades, que posteriormente se unen mediante soldadura por puntos o remachado. Una vez insertadas las bolas y colocadas entre los anillos del rodamiento, se puede insertar la jaula y unir ambas mitades.

Material	Elemento	Ventajas e inconvenientes
Acero	Anillos de rodamientos, cuerpos rodantes	<u>Ventajas:</u> soporta cargas elevadas y movimientos de impacto, no es susceptible de romperse, es más silencioso que la cerámica <u>Desventajas:</u> peso elevado y velocidades límite bastante bajas, no apto para temperaturas superiores a 120°C sin tratamiento térmico de serie para rodamientos NTN
Cerámica	Anillos de rodamientos, cuerpos rodantes	<u>Ventajas:</u> menor peso que el acero y mayor velocidad límite, uso a temperaturas altas y bajas <u>Desventajas:</u> susceptible a cargas e impactos elevados, mayor generación de ruido que el acero, con un precio más elevado

Aquí encontrarás los campos de aplicación, así como las ventajas y desventajas del acero y la cerámica.

Operación	Anillos Tubos, barras	Cuerpos rodantes Hilos	Jaula Hojas
Material			
Conformación	<p>Torneado</p> <p>Forja en frío</p> <p>Forja en semicaliente</p>	<p>Corte y estampación del hilo</p> <p>Bruto</p>	<p>Embutición de jaulas de chapa</p> <p>Moldeado de jaulas plásticas</p> <p>Mecanizado de jaulas macizas</p>
Tratamiento térmico	<p>Temple 40° C</p> <p>830° C Austenización</p> <p>170° C Revenido</p>		
Acabado	<p>Rectificado</p> <p>Anillo exterior</p> <p>Anillo interior</p> <p>Muela</p> <p>Cilindro de arrastre</p> <p>Superacabado</p>	<p>Rectificado con muela</p> <p>Rodaje por pasta abrasiva entre dos platos</p>	
Montaje del rodamiento	<p>Lavado, marcado, control final, embalaje</p>		

Aquí puedes ver un resumen de los pasos del proceso de producción de rodamientos estándar.

Más información en launiversidaddelrodamiento.es

Ahora ha quedado claro de qué están hechos los rodamientos y cómo se fabrican. Si deseas saber más, en launiversidaddelrodamiento.es también puedes informarte sobre los distintos [tipos de rodamientos](#), la [selección del rodamiento correcto](#) o el [diseño de la disposición de los rodamientos](#).

Esto te interesa

[Cálculo de duración de vida](#)

9. marzo 2022

¡Oh no, daño en los rodamientos! No es nada inusual que los rodamientos estén expuestos a una presión y un esfuerzo de fricción continuos. El

[Seguir leyendo »](#)

[Estructura y modo de funcionamiento](#)

9. marzo 2022

Componentes del rodamiento Los fundamentos de la tecnología de rodamientos incluyen la estructura y el funcionamiento de éstos. Para empezar, aprenderás todo sobre los componentes

[Seguir leyendo »](#)

[Tipos de rodamientos](#)

21. marzo 2022

Si has leído nuestro artículo sobre los conceptos básicos de los rodamientos, probablemente ya sepas que los rodamientos pueden dividirse básicamente en dos tipos: rodamientos

[Seguir leyendo »](#)

Resumen

- Existen básicamente dos tipos de rodamientos: Rodamientos de bolas y rodamientos de rodillos
- Rodamiento de bolas: cuerpos rodantes esféricos, contacto puntual entre los elementos rodantes y la pista de rodadura del rodamiento, adecuado para altas velocidades, ejemplo: rodamiento rígido de bolas
- Rodamientos de rodillos: cuerpos rodantes en forma de rodillo, contacto lineal entre los cuerpos rodantes y la pista de rodadura, adecuados para cargas elevadas, ejemplo: rodamientos de rodillos cilíndricos

Si has leído nuestro artículo sobre [los conceptos básicos de los rodamientos](#), probablemente ya sepas que los rodamientos pueden dividirse básicamente en dos tipos: rodamientos de bolas y rodamientos de rodillos.

Rodamiento de bolas

Los rodamientos de bolas se caracterizan generalmente porque sus elementos rodantes tienen forma de bola y entran en contacto con la [pista de rodadura](#) del rodamiento en un punto. Cuando están cargados, la superficie de contacto forma un círculo debido a la deformación real. Debido al [contacto puntual](#), la [resistencia a la rodadura](#) de este tipo de rodamiento es baja, por lo que los rodamientos se utilizan principalmente en aplicaciones con alta velocidad y cargas bajas. Normalmente, su [capacidad de carga](#) no es tan elevada como la de los rodamientos de rodillos, sin embargo los rodamientos radiales de bolas pueden soportar cargas en dirección axial y radial.

Tipos de rodamientos

NTN
Make the world NAME RAKA

 launiversidaddelrodamiento.es



No sólo los propios rodamientos de bolas son redondos, sino también sus elementos rodantes.



Los elementos rodantes alargados de los rodamientos de rodillos, tomando aquí como ejemplo los [rodamientos de rodillos cilíndricos](#), tienen un [contacto lineal](#) con la pista de rodadura.

Rodamiento de rodillos

Los rodamientos de rodillos tienen, por lo general, las características opuestas a los rodamientos de bolas: la superficie de contacto de los elementos rodantes cargados con la pista de rodadura tiene la forma de un rectángulo cuando se deforma en la realidad, de modo que, visto idealmente, se habla de un **contacto lineal**; esto conduce a un par de rozamiento comparativamente alto y a una mayor rigidez. Por esta razón, estos son más adecuados para aplicaciones con velocidades más bajas en comparación con los rodamientos de bolas. Los rodamientos de rodillos tienen una gran capacidad de carga. Salvo algunas excepciones, sólo soportan cargas radiales.

Rodamiento de bolas	Rodamiento de rodillos
Punto de contacto	Línea de contacto
Baja resistencia a la rodadura	Alto par de rozamiento
Adecuado para aplicaciones de alta velocidad	Las aplicaciones deben de tener una velocidad inferior a la de los rodamientos de bolas
Menor capacidad de carga	Mayor capacidad de carga, gran rigidez
Absorción de cargas tanto en dirección radial como axial	En la mayoría de los casos, la absorción de la carga sólo es posible en dirección radial

La velocidad y la capacidad de carga son factores importantes en el contexto de los rodamientos, pero nunca pueden ser altas al mismo tiempo.

Tipos de rodamientos de bolas y de rodillos

Los tipos de rodamientos de bolas más conocidos son los [rodamientos rígidos de bolas](#), los [rodamientos de bolas de contacto angular](#) y de cuatro puntos de contacto. Entre los tipos de rodamientos de rodillos destacan los [rodamientos de rodillos cilíndricos](#). Otros tipos de rodamientos en los que los elementos rodantes tienen una forma ligeramente modificada de un rodillo cilíndrico son, por ejemplo, los [rodamientos de agujas](#) y los [rodamientos de rodillos cónicos](#). En los subcapítulos de la sección de tipos de rodamientos, se puede encontrar información detallada sobre los distintos tipos de rodamientos de bolas y de rodillos, así como sobre los insertos. Las propiedades principales de los distintos tipos de rodamientos pueden consultarse en la tabla a modo de resumen.

Tipo	Imagen	Ventajas	Desventajas
Rodamiento de bolas			
Rodamiento rígido de bolas		<ul style="list-style-type: none">• Lubricación flexible• Disponible en muchos tamaños	<ul style="list-style-type: none">• Sensible a los choques• Duración relativamente baja

Tipos de rodamientos

<p>Rodamiento de bolas de contacto angular</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Pueden montarse por parejas: mayor capacidad de carga que los rodamientos rígidos de bolas • Precarga posible 	<ul style="list-style-type: none"> • Montaje comparativamente complejo y costes más elevados
<p>Rodamiento axial rígido de bolas</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de instalar las piezas por separado • Solo puede compensar ligeras desalineaciones • Debe ser diseñado libre 	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidades más bajas
<p>Rodamiento de rodillos</p>			
<p>Rodamientos de rodillos cilíndricos</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Gran capacidad de carga con el mismo espacio de instalación que otros rodamientos • Las velocidades más altas de todos los rodamientos de rodillos 	<ul style="list-style-type: none"> • Debe de evitarse la desalineación • Alto rozamiento con rodamientos sin jaula

Tipos de rodamientos

<p>Rodamientos de rodillos cónicos</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Absorción de cargas radiales y axiales combinadas • Para su uso por parejas: El juego del rodamiento y la precarga pueden ajustarse según sea necesario 	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidades límite inferiores a las de otros rodamientos de rodillos • A menudo es necesaria la lubricación con aceite
<p>Rodamiento de rodillos esféricos</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Como rodamientos de rodillos: absorción de cargas radiales y axiales combinadas • La mayor capacidad de carga de todos los rodamientos • Permite compensar las desalineaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna que vaya más allá de las desventajas de los rodamientos de rodillos
<p>Rodamientos de agujas</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Compactos • Muy adecuado para cargas oscilantes • Bajos costes • Mayores capacidades de carga en tamaños reducidos en comparación con otros rodamientos 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del ruido • Deben evitarse los desajustes

Además de las ventajas y desventajas generales de los rodamientos de bolas o de rodillos, los distintos tipos de rodamientos se caracterizan también por propiedades específicas.

Tipos de rodamientos

Tipo	Anillo exterior	Anillo interior	Cuerpos rodantes	Material sintético	Chapa embutida	Maciza mecanizada
 Rodamiento de bolas						
 Rod. de rodillos cilíndricos						
 Rod. de rodillos cónicos	 (cubeta)	 (cono)				
 Rod. de rodillos a rótula						
 Rodamiento de agujas						
 Rod. axial de bolas	 (arandela-alojamiento)	 (arandela-eje)				
 Rod. axial de rodillos a rótula	 (arandela-alojamiento)	 (arandela-eje)				

Esta tabla te ofrece una visión general de los principales tipos de rodamientos, también en lo que respecta a sus elementos rodantes y diseños de jaula.

Esto te interesa

Conceptos básicos y ámbitos de aplicación

4. abril 2022

¿Qué es un rodamiento? ¿Quieres más información sobre los rodamientos? Entonces has acertado de pleno. Empecemos con una breve explicación: el rodamiento es un elemento

[Seguir leyendo »](#)

Contacto puntual y lineal

9. marzo 2022

¿Qué se entiende por «[contacto puntual](#) y lineal»? Es posible que ya hayas oído que los rodamientos pueden diferenciarse en dos tipos. La clasificación depende

[Seguir leyendo »](#)

El rodamiento de rodillos cilíndricos

9. marzo 2022

Características de los rodamientos de rodillos cilíndricos ¿Recuerdas la característica que tienen en común todos los rodamientos de rodillos? Se trata del contacto lineal, que

[Seguir leyendo »](#)

El rodamiento rígido de bolas

1. marzo 2022

Características de los rodamientos rígidos de bolas En su forma actual, el rodamiento rígido de bolas existe, con algunas mejoras, desde hace unos 150 años.

[Seguir leyendo »](#)

Estructura y modo de funcionamiento

9. marzo 2022

Componentes del rodamiento Los fundamentos de la tecnología de rodamientos incluyen la estructura y el funcionamiento de éstos. Para empezar, aprenderás todo sobre los componentes

[Seguir leyendo »](#)

Soportes autoalineantes

9. marzo 2022

Características de los insertos El inserto, que en principio está construido como un rodamiento rígido de bolas, tiene una superficie exterior esférica. El asiento en

Tipos de rodamientos



 clauiversidaddelrodamiento.es

[Seguir leyendo »](#)

El rodamiento rígido de bolas

Resumen

- Los rodamientos de bolas son el tipo más utilizado
- Se emplean de muchas formas distintas y en una gran variedad de ámbitos
- Adecuado para aplicaciones de alta velocidad
- Su denominación comienza por un 6
- Los rodamientos axiales de bolas sólo pueden soportar cargas axiales y no son adecuados para altas velocidades.
- Los rodamientos rígidos de bolas obturados tienen ranuras en los anillos del rodamiento que permiten instalar una obturación

Características de los rodamientos rígidos de bolas

En su forma actual, el rodamiento rígido de bolas existe, con algunas mejoras, desde hace unos 150 años. Sin embargo, los rodamientos rígidos de bolas no sólo son uno de los diseños más antiguos, sino también el tipo de rodamiento más extendido y, por tanto, son, por así decirlo, un clásico entre los rodamientos. Pueden utilizarse en una gran variedad de aplicaciones: motores eléctricos, cajas de cambios y accionamientos de PC. Por lo tanto, es muy posible que ya hayas entrado en contacto con rodamientos rígidos de bolas durante tus estudios, formación o carrera profesional.

Los rodamientos rígidos de bolas son no separables con pistas de rodadura profundas, aptos para soportar cargas **radiales y axiales** en ambos sentidos. En consecuencia, también pueden soportar cargas combinadas. Se trata

El rodamiento rígido de bolas



Como todos los rodamientos, el rodamiento rígido de bolas está compuesto por un **anillo interior**, un **anillo exterior**, **cuerpos rodantes (bolas)** y una **jaula**.

de cargas resultantes de la combinación de fuerzas radiales y axiales. Cuando las bolas se utilizan como cuerpos rodantes, están en **contacto** puntual con las superficies de las pistas de rodadura. En el contacto de rodadura, sólo se somete a esfuerzo una pequeña superficie con cada giro, lo que al mismo tiempo significa que hay poco rozamiento y sólo se genera una pequeña cantidad de calor. Por tanto, son especialmente adecuados para aplicaciones con altas velocidades. Además, éstos pueden **lubricarse** con grasa o aceite. Por último, los rodamientos rígidos de bolas están disponibles en muchos tamaños y diseños. Una posible desventaja de estos rodamientos es que la carga que pueden soportar es limitada debido al contacto puntual de los cuerpos rodantes con las pistas. Además, son sensibles a las cargas de impacto y tienen una **esperanza de vida** relativamente baja.

Un rodamiento rígido de bolas siempre puede reconocerse por el código 6; puede dividirse en ocho series dimensionales diferentes. La serie dimensional se identifica por el segundo (o tercer dígito para 160) dígito de la designación del rodamiento e indica la serie de anchura y diámetro del rodamiento rígido a bolas en cada caso. Independientemente de la serie dimensional, se puede decir que las jaulas de los tamaños más pequeños suelen ser de chapa de acero. Para algunas series de rodamientos rígidos de bolas (especialmente para rodamientos grandes y rodamientos para altas velocidades), se utilizan normalmente jaulas macizas. Por cierto, existen reglas fijas para la pronunciación de las denominaciones de los rodamientos: Un rodamiento rígido de bolas con el número de código 6307 se denomina verbalmente “sesenta y tres cero siete” o “seis mil trescientos siete”.

El rodamiento rígido de bolas

Series de rodamientos	Jaula de chapa de acero/jaula de chapa	Jaula maciza de bronce
67	6700-6706	---
68	6800-6834	6836-68/600
69	6900-6934	6936-69/500
160	16001-16052	16056-16072
60	6000-6052	6056-6084
62	6200-6244	---
63	6300-6344	---
64	6403-6416	---

Los rodamientos rígidos de bolas de las series 68, 69, 160 y 60 están equipados de serie en NTN con una jaula maciza para tamaños grandes.



Rodamiento axial de bolas

Los rodamientos axiales rígidos de bolas se definen con el código 5 y una designación del rodamiento de cinco

Un subgrupo de los rodamientos rígidos de bolas son los rodamientos axiales de bolas. Constan de varias piezas (arandela eje, arandela alojamiento y jaula de bolas). Esto permite instalar las piezas por separado. La arandela del eje de los rodamientos tiene un agujero rectificad; en cambio, el agujero de la arandela del alojamiento es más grande y torneado. Ambos anillos también tienen pistas de

El rodamiento rígido de bolas

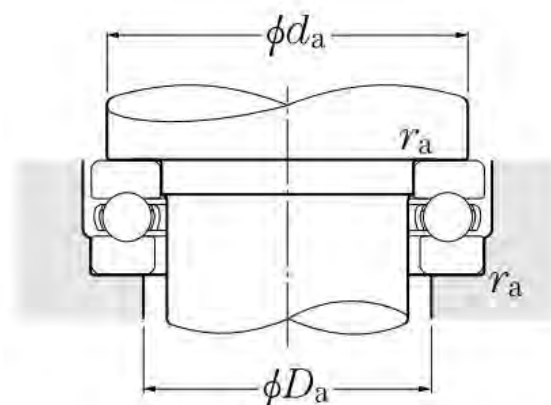
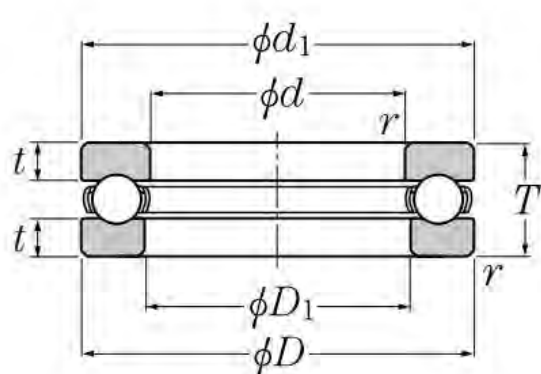
dígitos.

rodadura perfiladas, también llamadas ranuras de rodadura. Al igual que en los rodamientos rígidos de bolas convencionales, en los rodamientos rígidos de bolas axiales se suelen instalar jaulas de chapa de acero. Sin embargo, también es posible utilizar otros materiales para las jaulas.

Como puede deducirse del nombre, estos rodamientos sólo pueden soportar **cargas axiales**. Dependiendo del diseño, estas fuerzas axiales pueden actuar en uno o ambos lados, pero estos rodamientos no son capaces de soportar fuerzas radiales. En cuanto a su diseño, los rodamientos rígidos de bolas axiales de doble efecto presentan una o dos diferencias respecto a los rodamientos de simple efecto: Aunque hay una arandela de fijación del eje, hay dos arandelas de fijación del alojamiento y jaulas de bolas. Por último, pueden guiar el eje hacia ambos lados.

Los rodamientos rígidos de bolas axiales suelen tener un ángulo de contacto de 90° y se diferencian de los rodamientos rígidos de bolas estándar en que la **precarga** axial es necesaria para evitar el **deslizamiento** entre los cuerpos rodantes y las pistas. Los rodamientos en los que se instala una arandela de alojamiento con un contorno exterior esférico son capaces de compensar las desalineaciones que se producen entre el eje y el alojamiento. A diferencia de los rodamientos de bolas típicos, los rodamientos rígidos axiales de bolas no son adecuados para aplicaciones con altas velocidades.

El rodamiento rígido de bolas

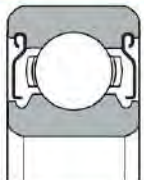
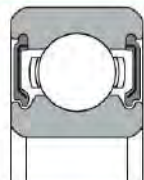
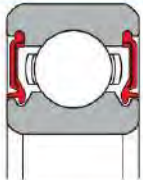
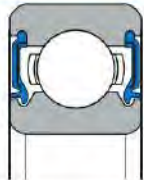


Así es el dibujo técnico de un rodamiento rígido de bolas axial de simple efecto.

Obturación de rodamientos rígidos a bolas

En este contexto, también son importantes algunas nociones básicas sobre el tema de las juntas. Es útil saber que para fijar una **junta**, el anillo interior tiene una **ranura** en forma de V. La **junta** se fija en el lado opuesto, es decir, en el anillo exterior, y se extiende hasta la ranura. Dependiendo del diseño de la junta si toca el anillo interior en la ranura y en qué medida, así será la protección del rodamiento. Durante la rotación del rodamiento y el efecto asociado de la fuerza centrífuga, la ranura también sirve para mantener la contaminación en el exterior, conservando la **grasa** en el interior.

El rodamiento rígido de bolas

Tipos y códigos		Tipo blindado		Tipo sellado	
		Tipo sin contacto ZZ	Tipo sin contacto LLB	Con contacto LLU	Bajo por LLH
Construcción					
		El deflector metálico se fija al anillo exterior, el anillo interior incorpora una ranura en V y juego de laberinto.	El anillo exterior incorpora caucho sintético moldeado a una placa de acero, el borde de la junta está alineado con la ranura en V a lo largo de la superficie del anillo interior con juego de laberinto.	El anillo exterior incorpora caucho sintético moldeado a una placa de acero, el borde del Sello/junta entra en contacto con la ranura en V a lo largo de la superficie del anillo interior.	La construcción básica es la misma que la del tipo LLU, pero un labio especialmente diseñado en el borde del Sello/junta impide la penetración de materias extrañas; construcción de par de apriete bajo.
Comparación del rendimiento	Par de apriete	Pequeño	Pequeño	Más alto	Media
	Resistencia al polvo	Bueno	Mejor que el tipo ZZ	Excelente	Mucho mejor que el tipo LLB
	Impermeabilización	Deficiente	Deficiente	Muy bueno	Bueno
	Capacidad de alta velocidad	Igual que el tipo abierto	Igual que el tipo abierto	Limitado por los sellos de contacto	Mucho mejor que el tipo LLU
	Rango de temp. admisible ⁽¹⁾	Depende del lubricante	De -25 a 120 °C	De -25 a 110°C	De -25 a 120 °C

Variantes comunes de obturación para rodamientos rígidos de bolas. En la parte inferior de la imagen puede verse la ranura en forma de V del anillo interior.

Si quieres ampliar más información, puedes encontrar más datos en nuestro capítulo sobre [juntas](#).

Esto te interesa

Cálculo de duración de vida

9. marzo 2022

¡Oh no, daño en los rodamientos! No es nada inusual que los rodamientos estén expuestos a una presión y un esfuerzo de fricción continuos. El

El rodamiento rígido de bolas

[Seguir leyendo »](#)

Contacto puntual y lineal

9. marzo 2022

¿Qué se entiende por «[contacto puntual](#) y lineal»? Es posible que ya hayas oído que los rodamientos pueden diferenciarse en dos tipos. La clasificación depende

[Seguir leyendo »](#)

Estructura y modo de funcionamiento

9. marzo 2022

Componentes del rodamiento Los fundamentos de la tecnología de rodamientos incluyen la estructura y el funcionamiento de éstos. Para empezar, aprenderás todo sobre los componentes

[Seguir leyendo »](#)

Lubricación

9. marzo 2022

Nada funciona sin [lubricación](#): todos los rodamientos funcionan con lubricación por grasa o aceite, que es el requisito básico para evitar el contacto metálico de

[Seguir leyendo »](#)

Protección y estanqueidad

5. abril 2022

Durante el diseño de una instalación, el tema del sellado siempre te acompañará. A continuación, trataremos diferentes tipos de [estanqueidad](#). Se utilizan para evitar la

[Seguir leyendo »](#)

Tipos de rodamientos

21. marzo 2022

Si has leído nuestro artículo sobre los conceptos básicos de los rodamientos, probablemente ya sepas que los rodamientos pueden dividirse básicamente en dos tipos: rodamientos

[Seguir leyendo »](#)

El rodamiento de bolas de contacto angular

Resumen

- Los rodamientos de bolas de contacto angular pueden utilizarse universalmente y son más resistentes que los rodamientos rígidos de bolas
- El uso de una junta es opcional
- Número de código: 7 (una hilera), 3 (doble hilera)
- Es posible emparejar dos rodamientos de bolas de contacto angular (en disposición O, X o tándem), pero esto conlleva un montaje relativamente complejo.
- Otros tipos de rodamientos de bolas de contacto angular son los rodamientos para husillos y los rodamientos de cuatro puntos de contacto



Características de los rodamientos de bolas de contacto angular

El rodamiento de bolas de contacto angular es muy similar al rodamiento rígido de bolas.

Quizás ya conozcas algunas características del [rodamiento rígido de bolas](#). Esto resultará útil, porque el rodamiento de bolas de contacto angular es muy similar al rodamiento rígido de bolas en cuanto a su estructura. Sin embargo, existen algunas diferencias cruciales. Los rodamientos de bolas de contacto angular también pueden utilizarse universalmente en muchas aplicaciones y, son los más empleados en máquinas herramienta.

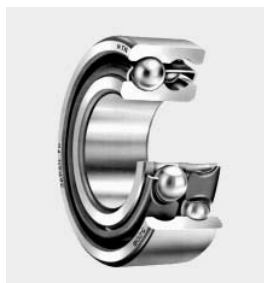
Al igual que los [rodamientos rígidos de bolas](#), los rodamientos de bolas de

El rodamiento de bolas de contacto angular

contacto angular no suelen poder desmontarse. Tienen un ángulo de contacto α definido, que es relativo al plano radial y representa una línea de conexión entre los puntos de contacto en el anillo interior, la bola y en el anillo exterior.



Con rodamientos de bolas de contacto angular emparejados en disposición en X, las fuerzas axiales pueden absorberse en dos direcciones diferentes.



Así te puedes imaginar un rodamiento de bolas de contacto angular de dos hileras. Los **cuerpos rodantes** tienen un **anillo interior** y exterior común.

Los rodamientos de bolas de contacto angular pueden soportar cargas radiales y axiales en una dirección. Dependiendo de la relación entre las cargas axiales y radiales, se utilizan rodamientos de bolas de contacto angular con diferentes ángulos de contacto. En lo que respecta a las fuerzas axiales, los rodamientos de bolas de contacto angular son también más resistentes que, por ejemplo, un **rodamiento rígido de bolas**. A menudo, dos rodamientos de bolas de contacto angular se emparejan entre sí, lo que suele dar lugar a dos hileras de cuerpos rodantes una al lado de la otra. Como resultado, las fuerzas axiales que actúan sobre los rodamientos pueden ir en dos direcciones diferentes (**disposición en O o en X**) o se puede soportar una carga mayor en una dirección axial (**disposición en tándem**). Además, los rodamientos de bolas de contacto angular suelen precargarse para que el juego del rodamiento sea el mínimo posible o nulo. La ventaja de la **precarga** es que, de este modo, los rodamientos de bolas de contacto angular pueden adaptarse a la aplicación en términos de rigidez del rodamiento, guiado del eje y concentricidad.

El rodamiento de bolas de contacto angular

Por otra parte, el hecho de que las cargas axiales sólo puedan absorberse en una dirección es más una maldición que una bendición, ya que es imprescindible prestar atención a la dirección de montaje cuando se instalan rodamientos de bolas de contacto angular individuales. Sin embargo, si está claro que las fuerzas axiales pueden producirse en ambas direcciones, el uso de un rodamiento de bolas de contacto angular con montaje emparejado es indispensable. Al igual que los [rodamientos](#) rígidos de bolas, los rodamientos de bolas de contacto angular también pueden ir provistos de una [junta](#). Debido al montaje emparejado de los rodamientos, la disposición de los rodamientos de bolas de contacto angular es más complicado que el de los rodamientos rígidos de bolas. Además, los costes son más elevados en estos casos si hay que instalar dos rodamientos.

Según la norma, los rodamientos de bolas de contacto angular de una hilera se denominan con el número de código 7 y los rodamientos de bolas de contacto angular de doble hilera, con el 3. Las jaulas para rodamientos de bolas de contacto angular están disponibles básicamente en los tres [materiales](#) habituales: poliamida, chapa de acero y bronce. El material de la [jaula](#) puede adaptarse en función de la aplicación. Para tamaños más pequeños, se suele utilizar una jaula de [poliamida](#) de chapa de acero por razones de coste.

Tipo	Serie de rodamientos	Jaula de poliamida	Jaula de chapa	Jaula maciza de bronce
Estándar	79	7904-7913	---	7914-7960
	70	7000-7222	---	7026-7040
	72	---	7200-7222	7224-7240
	73	---	7300-7322	7324-7340
	72B	---	7200B-7222B	7224B-7224B
	73B	---	7300B-7322B	7324B-7340B
	Rodamiento de 2 hileras	52	---	5200S-5317S
53		---	5300S-5314S	---

El rodamiento de bolas de contacto angular

Rodamiento de cuatro puntos	QJ2 QJ3	--- ---	--- ---	QJ208-QJ224 QJ306-QJ324
-----------------------------	------------	------------	------------	----------------------------

Algunas series de rodamientos vienen de serie en NTN con jaulas de poliamida, otras con jaulas de chapa de acero y otras con jaulas de bronce macizo.

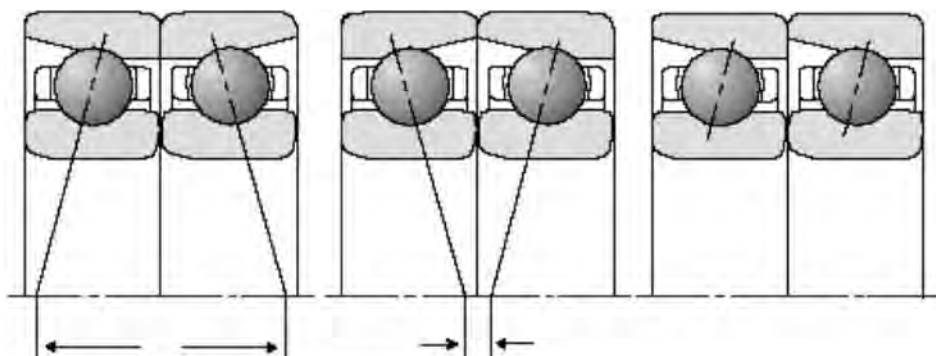
Emparejamiento de rodamientos de bolas de contacto angular

Como ya se ha mencionado, los rodamientos de bolas de contacto angular pueden emparejarse. Es posible instalar los cuerpos rodantes en distintas disposiciones. Las más comunes son [disposición en O](#), [en X](#) y [en tándem](#). Especialmente en máquinas herramienta, los rodamientos también se emparejan en una combinación de más de una de estas disposiciones.

Otros tipos de rodamientos de bolas de contacto angular: Rodamientos para husillos y rodamientos de cuatro puntos de contacto

Además de los rodamientos de bolas de contacto angular de una y dos hileras, existen otros tipos. Entre ellos se encuentran, por ejemplo, los rodamientos para husillos o los rodamientos de cuatro puntos de contacto. Los primeros se fabrican con mejores clases de tolerancia que los rodamientos de bolas de contacto angular clásicos, y tienen cuerpos rodantes más pequeños. Son útiles para alcanzar velocidades muy elevadas. La particularidad de los rodamientos de cuatro puntos de contacto es que pueden cargarse axialmente desde cualquier dirección.

El rodamiento de bolas de contacto angular



La disposición en O, X y tándem de los cuerpos rodantes en rodamientos a bolas de contacto angular emparejados.



La disposición de los cuerpos rodantes en un rodamiento de bolas de contacto angular de doble hilera.

Esto te interesa

Contacto puntual y lineal

9. marzo 2022

¿Qué se entiende por «[contacto puntual](#) y lineal»? Es posible que ya hayas oído que los rodamientos pueden diferenciarse en dos tipos. La clasificación depende

[Seguir leyendo »](#)

Estructura y modo de funcionamiento

9. marzo 2022

Componentes del rodamiento Los fundamentos de la tecnología de rodamientos incluyen la estructura y el funcionamiento de éstos. Para empezar, aprenderás todo sobre los componentes

[Seguir leyendo »](#)

Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga

9. marzo 2022

Holgura del rodamiento y holgura de funcionamiento, ¿no es lo mismo? Y [precarga](#), ya lo había oído, pero ¿qué se supone que es eso? ¿Cómo

[Seguir leyendo »](#)

Lubricación

9. marzo 2022

Nada funciona sin [lubricación](#): todos los rodamientos funcionan con lubricación por grasa o aceite, que es el requisito básico para evitar el contacto metálico de

El rodamiento de bolas de contacto angular

[Seguir leyendo »](#)

O, X y disposición en tándem

9. marzo 2022

Si ya has leído los artículos sobre rodamientos a bolas de contacto angular o rodamientos de rodillos cónicos, es posible que ya hayas entrado en

[Seguir leyendo »](#)

Tipos de rodamientos

21. marzo 2022

Si has leído nuestro artículo sobre los conceptos básicos de los rodamientos, probablemente ya sepas que los rodamientos pueden dividirse básicamente en dos tipos: rodamientos

[Seguir leyendo »](#)

El rodamiento de rodillos esféricos

Resumen

- Los rodamientos de rodillos esféricos son rodamientos de aplicación universal, y se conocen también como rodamientos de rodillos a rótula
- Se utilizan principalmente en maquinaria industrial pesada
- Son autoalineables y tienen dos hileras de cuerpos rodantes
- Los rodamientos de rodillos esféricos tienen una gran capacidad de carga y pueden compensar desalineaciones relativamente grandes.
- Su denominación comienza con el nº: 2
- Existen dos diseños de rodamientos de rodillos esféricos en NTN: tipo B y tipo E
- Para el montaje de rodamientos con diámetro interior cónico, puede utilizarse un manguito de fijación

Características de los rodamientos de rodillos esféricos

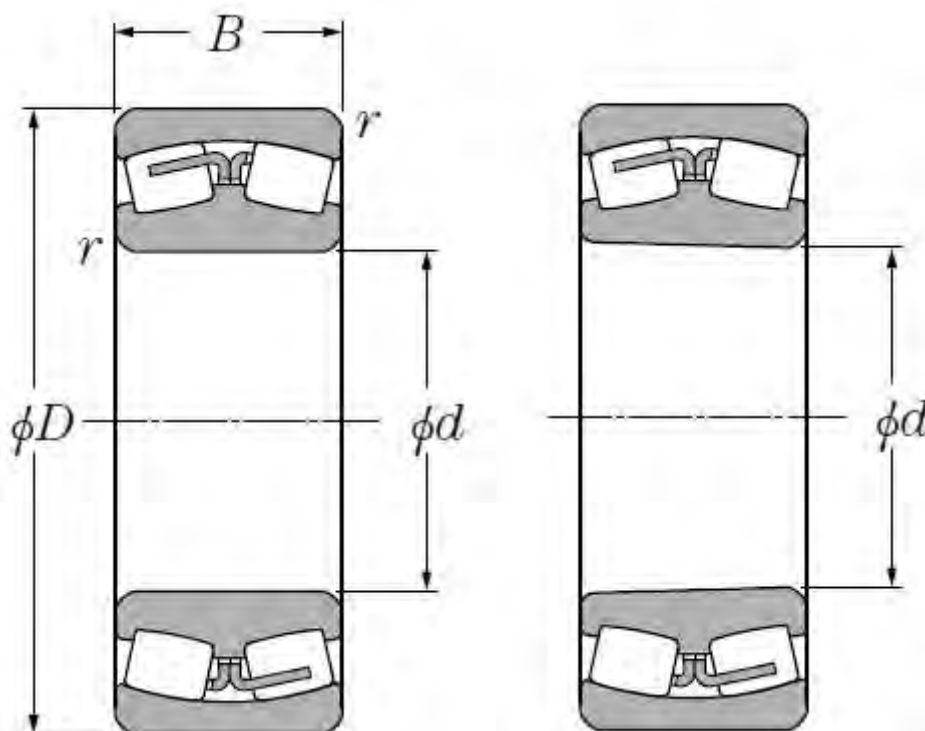
Estos rodamientos son auténticos todoterreno. Siendo capaces de soportar cargas pesadas tanto en dirección axial como radial. Se utilizan principalmente en maquinaria industrial pesada, por ejemplo,

El rodamiento de rodillos esféricos

en hélices de barcos, trituradoras de piedra o como rodamientos del rotor principal en turbinas eólicas.

Las pistas de rodadura de los rodamientos de rodillos esféricos están rectificadas esféricamente, lo que permite que las hileras de cuerpos rodantes oscilen alrededor del eje de rotación. Los cuerpos rodantes tienen forma de barril y, debido a que su eje está inclinado respecto al eje de rotación del rodamiento, pueden oscilar hacia fuera y contrarrestar una **desalineación**. Otra característica llamativa es que los rodamientos de rodillos esféricos son completamente autoalineables.

El rodamiento de rodillos esféricos



En este dibujo técnico de un rodamiento de rodillos esféricos se aprecian claramente el **anillo interior**, el **anillo exterior**, las dos hileras de **cuerpos rodantes** y la **jaula**.



Lo llamativo de los cuerpos rodantes de los rodamientos de rodillos esféricos es su forma de **barril**.

Estos rodamientos presentan varias ventajas. Por un lado, gracias a

El rodamiento de rodillos esféricos

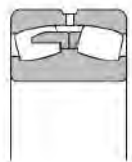


Los rodamientos de rodillos esféricos pueden oscilar mucho hacia fuera sin provocar un aumento de las presiones hertzianas en la zona de los bordes de los cuerpos rodantes.

su diseño, son adecuados para soportar una combinación de cargas radiales y cargas axiales a ambos lados (cargas combinadas); por otro lado, suelen tener una elevada capacidad de carga y son capaces de soportar choques. La principal ventaja sobre [otros diseños de rodamientos](#) es que los rodamientos de rodillos esféricos pueden compensar desalineaciones estáticas y dinámicas hasta un máximo de 2º. Éstos también son de aplicación universal y, teniendo en cuenta su elevado rendimiento, presentan una óptima relación calidad-precio.

Después de toda la serie de ventajas que conllevan los rodamientos de rodillos esféricos, surge la pregunta de si también tienen desventajas. En sentido estricto, sólo hay un aspecto que merezca la pena mencionar aquí: estos rodamientos sólo son capaces de absorber cargas procedentes de una dirección puramente axial de forma limitada.

Tipo B



El [respaldo central](#) en contacto directo con los cuerpos rodantes asimétricos es claramente visible.

El número de serie para los rodamientos de rodillos esféricos es 2. También hay varios diseños de rodamientos de rodillos esféricos, el primero de los cuales es el diseño B.

Se trata del tipo estándar original del fabricante de rodamientos NTN. Se caracteriza por rodillos rectificadas asimétricamente. Debido a su geometría, los rodillos se presionan contra el respaldo central, lo que da como resultado un excelente comportamiento cinemático de rodadura con baja fricción. La desventaja del tipo B es una [capacidad de carga](#) relativamente menor en relación con el rodillo simétrico (diseño E). El tipo B puede equiparse con una jaula de [poliamida](#), chapa de acero o macizo y es útil para diversos tipos de aplicaciones.

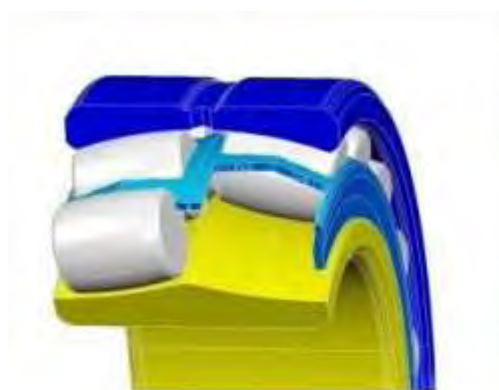
El rodamiento de rodillos esféricos

Tipo E

Además de los del tipo B, los rodamientos de rodillos esféricos del tipo E se caracterizan, en general, por una capacidad de carga especialmente elevada. Pueden subdividirse de nuevo; con los diseños EA, EM, EMA y EG15. Los cuatro tienen en común que forman parte de la serie NTN Ultage (Ultage es el diseño premium de varios tipos de rodamientos en NTN). Se trata, por tanto, de rodamientos optimizados de tipo E. Además, los cuerpos rodantes de todos los rodamientos tipo E tienen rodillos simétricos. También tienen una **ranura** circunferencial y orificios de **lubricación**, por lo que el rodamiento se puede reengrasar fácilmente. Todos los diseños de rodamientos de rodillos esféricos abiertos de NTN pueden utilizarse a temperaturas de funcionamiento de hasta 200°C.

Tipo EA

Existen algunas diferencias entre los distintos tipos E, por lo que a continuación se presentan con más detalle los diseños individuales, empezando por el tipo EA. Este tipo tiene una jaula de chapa de acero con guía de anillo interior, que consta de dos mitades. La jaula tiene alojamientos especiales que guían y sujetan con precisión



Los rodamientos de tipo EA se por unas

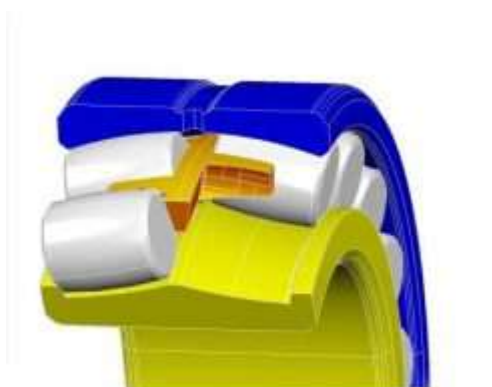
El rodamiento de rodillos esféricos

los cuerpos rodantes. El diseño EA se utiliza en aplicaciones generales.

propiedades de velocidad mejoradas, y todos los diseños Ultage se caracterizan también por una vida útil más larga.

Tipo EM

El tipo EM difiere del tipo EA en que está equipado con una jaula de bronce macizo de una sola pieza. Esto se indica mediante un sufijo M en la designación del tipo. En este caso, la jaula está guiada por rodillos y hay respaldos laterales en el anillo interior que sirven como guías de los rodillos. El uso de rodamientos del diseño EM tiene sentido en condiciones de aplicación difíciles, como la aparición de vibraciones.



La jaula de bronce macizo del diseño EM tiene -en comparación con otros tipos de jaulas- muy buena resistencia a los impactos y las vibraciones.

Tipo EF800

Esta variante está especialmente adaptada para aplicaciones vibratorias, cribas machacadoras, ...ya que además de la jaula maciza de bronce, posee unas tolerancias especiales del diámetro interior y exterior, así como un juego radial C4, reducido a los $\frac{2}{3}$ superiores de la tolerancia.

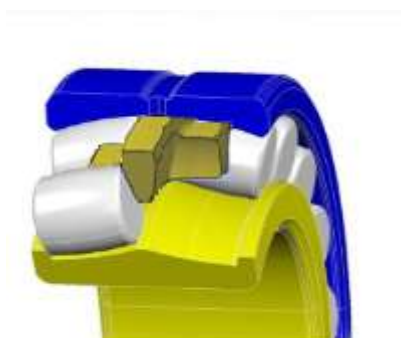
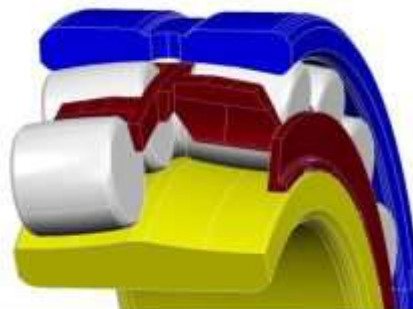


Imagen rodamiento EF800.

Tipo EG15

El rodamiento de rodillos esféricos

En un rodamiento del diseño EG15, se instala de serie una jaula de poliamida de dos piezas, que es una jaula guiada por cuerpos rodantes. El tipo EG15 no tiene los clásicos respaldos laterales, sino que la jaula incorpora un contorno optimizado que sirve para guiar eficazmente los rodillos y para distribuir mejor el lubricante. Debido al uso de poliamida como material de la jaula, no debe superarse una temperatura de funcionamiento de 150°C. Por lo tanto, los rodamientos EG15 sólo son adecuados para aplicaciones con temperaturas de funcionamiento moderadas y suelen utilizarse en aplicaciones en las que se requiere un bajo nivel de ruido.



¡Atención! No olvides que los diseños EG15 no pueden utilizarse a temperaturas superiores a 150°C.

Rodamientos de rodillos esféricos obturados

En E-Design también hay otros tipos de rodamientos de rodillos esféricos, por ejemplo, los rodamientos **sellados**. Estos se utilizan en entornos en los que existe el riesgo de que entren partículas extrañas en el rodamiento. Además, de los rodamientos con obturación de contacto, NTN también ofrece tipos con deflectores Z. Éstos se sitúan entre el anillo interior y exterior, y están pensados para su uso en aplicaciones con una contaminación particularmente gruesa, ya que sigue habiendo un espacio mínimo entre el anillo exterior y deflector. La ventaja de estas variantes es que estos tipos siguen teniendo las anchuras estándar de un rodamiento de rodillos esféricos abierto y no requieren espacio de instalación adicional, como es el caso de los tipos con obturación de contacto. Estos rodamientos esféricos con deflector, son conocidos bajo el nombre de KIZEL®.

El rodamiento de rodillos esféricos

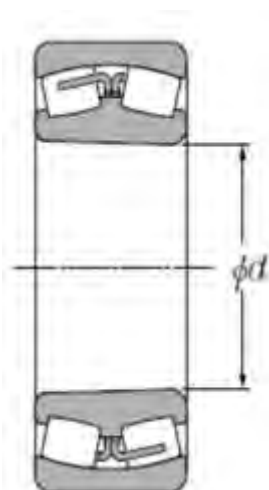


La versión del diseño E con *junta* de contacto (izquierda), así como el diseño E con deflectores Z (derecha) son otros tipos de la serie Ultage de NTN.

Rodamientos de rodillos esféricos con agujero cónico y cilíndrico

Para los rodamientos de rodillos esféricos, estos tipos existen tanto con agujero cónico (sufijo K) como con agujero cilíndrico.

Los manguitos de fijación desempeñan un papel fundamental en los rodamientos de rodillos esféricos con agujero cónico. En estos rodamientos, se utiliza un manguito de fijación entre el eje y el anillo interior, lo que facilita el montaje, especialmente en situaciones de montaje difíciles. En este caso, el rodamiento y el manguito de fijación pueden colocarse libremente en el eje antes



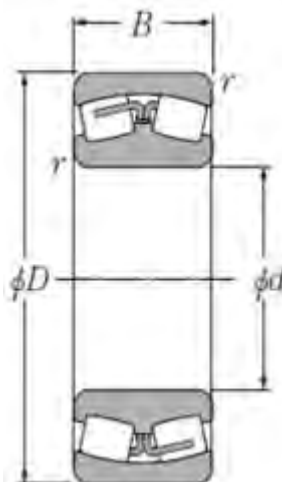
El *juego de los rodamientos* de rodillos esféricos con agujero cónico puede ajustarse con mayor precisión mediante la trayectoria de desplazamiento en comparación con

El rodamiento de rodillos esféricos

de fijar el rodamiento. Además, el manguito de fijación ofrece la ventaja de que con su ayuda se puede ajustar un poco el juego del rodamiento. Para el montaje también se necesitan contratuercas y arandelas de bloqueo. Además de los manguitos de fijación, también existen manguitos de extracción que se utilizan no sólo para el montaje, sino también para el desmontaje de los rodamientos.

En cambio, el montaje de un rodamiento con agujero cilíndrico tiene sentido en aplicaciones que no ofrecen mucho espacio. En tales casos, el rodamiento se calienta y se monta utilizando un dispositivo de calentamiento por inducción adecuado.

otros rodamientos de rodillos esféricos.



Para rodamientos con agujero cilíndrico, se suele utilizar un dispositivo de calentamiento por inducción adecuado.

Esto te interesa

Contacto puntual y lineal

9. marzo 2022

¿Qué se entiende por «[contacto puntual](#) y lineal»? Es posible que ya hayas oído que los rodamientos pueden diferenciarse en dos tipos. La clasificación depende

[Seguir leyendo »](#)

El rodamiento de agujas

5. abril 2022

Características de los rodamientos de agujas El rodamiento de agujas no debe su nombre a la casualidad, ya que sus cuerpos rodantes se caracterizan por

[Seguir leyendo »](#)

El rodamiento de rodillos esféricos



El rodamiento de rodillos cónicos

9. marzo 2022

Características de los rodamientos de rodillos cónicos Aquí se ve un rodamiento de rodillos cónicos NTN. Como su nombre indica, los rodamientos de rodillos cónicos

[Seguir leyendo »](#)

Estructura y modo de funcionamiento

9. marzo 2022

Componentes del rodamiento Los fundamentos de la tecnología de rodamientos incluyen la estructura y el funcionamiento de éstos. Para empezar, aprenderás todo sobre los componentes

[Seguir leyendo »](#)

Protección y estanqueidad

5. abril 2022

Durante el diseño de una instalación, el tema del sellado siempre te acompañará. A continuación, trataremos diferentes tipos de [estanqueidad](#). Se utilizan para evitar la

[Seguir leyendo »](#)

Tipos de rodamientos

21. marzo 2022

Si has leído nuestro artículo sobre los conceptos básicos de los rodamientos, probablemente ya sepas que los rodamientos pueden dividirse básicamente en dos tipos: rodamientos

[Seguir leyendo »](#)

El rodamiento de rodillos cilíndricos

Resumen

- Los rodamientos de rodillos cilíndricos tienen una elevada capacidad de carga pero unos límites de velocidad relativamente bajos
- Uso en cajas de cambios, como rodamientos de ejes, de ruedas o en motores eléctricos
- Pueden tener respaldos en los anillos de los rodamientos
- La denominación comienza por N (N, NU, NJ, NF, NUP y NH)
- Los rodamientos de rodillos cilíndricos Ultage tienen un perfil de rodillo optimizado y superficies de rodadura especialmente diseñadas; tienen una vida útil más larga que los rodamientos convencionales
- Los tipos especiales son los rodamientos de rodillos cilíndricos de dos y cuatro hileras

Características de los rodamientos de rodillos cilíndricos

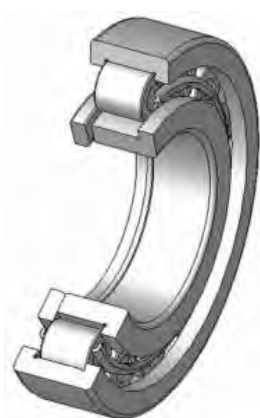
¿Recuerdas la característica que tienen en común todos los rodamientos de rodillos? Se trata del [contacto lineal](#), que también se encuentra en los rodamientos de rodillos cilíndricos. Por lo tanto, estos tipos de rodamientos son adecuados para soportar cargas muy elevadas, especialmente cargas radiales. Por este motivo, los rodamientos de rodillos cilíndricos se utilizan preferentemente en cajas de engranajes de, por ejemplo, turbinas eólicas, rodamientos de ejes de ruedas de vehículos ferroviarios o [rodamientos libres](#) en motores eléctricos.

Varios componentes de los rodamientos de rodillos cilíndricos están perfilados, incluidas las caras frontales de los cuerpos rodantes, el [respaldo](#) guía de la pista de rodadura y la propia

El rodamiento de rodillos cilíndricos

pista de rodadura; los cuerpos rodantes también están perfilados logarítmicamente. El **perfilado** de los cuerpos rodantes garantiza una mejor distribución del lubricante en el respaldo guía y optimiza la presión superficial. Además, de los **componentes** obligatorios, es decir, el anillo interior, el anillo exterior, los elementos rodantes y la **jaula**, que son característicos de todos los rodamientos, una característica especial es que los rodamientos de rodillos cilíndricos pueden tener arandelas o anillos adicionales.

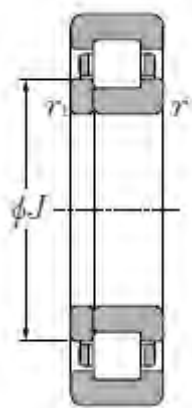
Los respaldos fijos están integrados directamente en el anillo interior y/o exterior, y los anillos sueltos sirven para guiar los rodillos en uno o ambos anillos. Según el diseño del rodamiento de rodillos cilíndricos, que puede elegirse en función de las condiciones de aplicación, es bastante fácil desmontar el otro anillo libre del rodamiento. Además, la **lubricación** de los rodamientos de rodillos cilíndricos es aún más importante en comparación con otros tipos de rodamientos, ya que hay componentes de alta fricción.



*En este ejemplo de rodamiento de rodillos cilíndricos se puede encontrar la arandela con respaldo adicional en el lado izquierdo del **anillo interior**.*

Hasta aquí todo correcto, pero ¿qué otras características especiales

El rodamiento de rodillos cilíndricos



Los rodamientos de rodillos cilíndricos están diseñados principalmente para soportar cargas radiales.

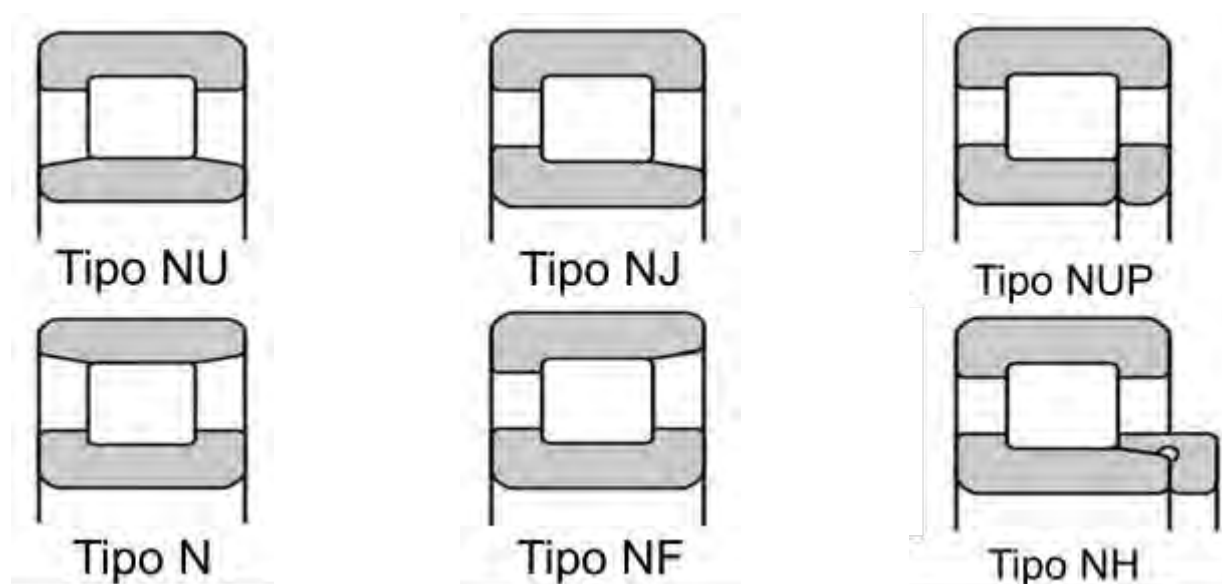
¿Por qué tienen los rodamientos de rodillos cilíndricos? Por un lado, cabe mencionar que tienen una mayor capacidad de carga para el mismo espacio de montaje que los rodamientos de bolas o los **rodamientos de rodillos cónicos** y pueden soportar mayores cargas radiales que estos dos últimos tipos de rodamientos. Además, a pesar del **contacto lineal**, los rodamientos de rodillos cilíndricos alcanzan las velocidades límite más elevadas en comparación con muchos otros rodamientos de rodillos. Como ya se ha indicado, el montaje y desmontaje de estos rodamientos suele ser bastante sencillo debido a la separabilidad de los anillos interior y exterior. En algunos diseños, los rodillos también pueden deslizarse axialmente sobre el anillo interior o exterior, por lo que los rodamientos de rodillos cilíndricos pueden utilizarse como **rodamientos libres**. Sin embargo, los tipos individuales (NUP, NH en ambos lados y NF, NJ en un lado) también son adecuados para soportar cargas axiales bajas. Los rodamientos de rodillos cilíndricos sin jaula ofrecen la ventaja de que se instalan más cuerpos rodantes en el mismo espacio y, al mismo tiempo, aumenta la capacidad de carga de los rodamientos.

Una desventaja en comparación directa con los rodamientos de bolas es que los rodamientos de rodillos cilíndricos tienen límites de velocidad más bajos debido al **contacto lineal**. Además, éstos son mucho más sensibles a la **flexión del eje** que los rodamientos de bolas, ya que con estos tipos de rodamientos debe evitarse la **desalineación**. En los rodamientos de rodillos cilíndricos sin jaula, se produce una mayor fricción porque los elementos rodantes están en contacto directo entre sí y, por lo tanto, se rozan entre sí a alta velocidad. Para mantener baja la generación de calor debido a la fricción, es necesaria una **lubricación** suficiente. Con la **lubricación** por aceite, se puede dispersar más calor a través del flujo de aceite.

Básicamente, la designación de los rodamientos de rodillos cilíndricos empieza por la letra N. Por un lado, se pueden nombrar los tipos NU y N, que se utilizan especialmente como **rodamientos libres** y no son adecuados para cargas axiales, ya que sólo tienen bordes en un

El rodamiento de rodillos cilíndricos

anillo del rodamiento. Mientras que los rodamientos de rodillos cilíndricos con las designaciones NJ y NF pueden soportar cargas axiales desde un sentido, los tipos NUP y NH son incluso adecuados para cargas axiales desde ambos sentidos. Sin embargo, la carga axial debe mantenerse baja, ya que, de lo contrario, los rodillos rozarán demasiado contra los bordes. Estos tipos pueden utilizarse como [rodamientos fijos](#) para el eje.



Tipo	Propiedades
NU	Dos respaldos en el anillo exterior; el anillo exterior, los rodillos y la jaula pueden separarse del anillo interior.
N	Dos respaldos en el anillo interior; el anillo interior, los rodillos y la jaula pueden separarse del anillo exterior.
NJ	Dos respaldos en el anillo exterior, un respaldo en el anillo interior.

El rodamiento de rodillos cilíndricos

NF	Un respaldo en el anillo exterior, dos respaldos en el anillo interior.
NUP	Dos respaldos en el anillo exterior, una nervadura en el anillo interior; un disco embridado suelto en el lado sin respaldo del anillo interior, que puede desmontarse.
NH	Similar a la versión NJ, pero tiene un anillo angular cerrado; el disco embridado se puede desmontar.

Aquí puedes ver los tipos de rodamientos de rodillos cilíndricos y sus características más importantes.

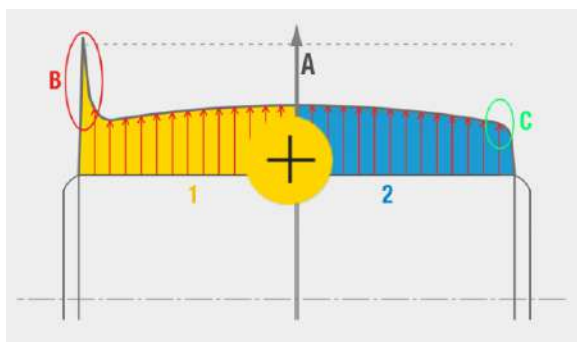
Los rodamientos de rodillos cilíndricos NTN pueden combinarse con los tres tipos habituales de jaula. La elección de una jaula de poliamida, chapa de acero o maciza depende, como es habitual, de la serie y el tamaño del rodamiento, así como de las condiciones de aplicación.

Serie de rodamientos	Jaula moldeada por inyección de plástico	Jaula de chapa	Jaula maciza de bronce
NU10, NJ10, NUP10, N10	---	---	1005-10/500
NU2, NJ2, NUP2, N2, NF2, NU2E	204E-218E	208*-230	232-264
NU22, NJ22, NUP22, N22, NU22E	2204E-2218E	2208*-2230	2232-2264
NU3, NJ3, NUP3, N3, NF3, NU3E	304E-314E	308*-324	326-356

El rodamiento de rodillos cilíndricos

NU23, NJ23, NUP23, N23, NU23E	2304E-2311E	2308*-2320	2322-2356
NU4, NJ4, NUP4, N4, NF4	---	405-416	417-430

Aquí queda claro que ninguno de los tipos de rodamientos de NTN puede asignarse exclusivamente a un material de jaula.



La ilustración muestra la diferencia entre la carga sobre un elemento rodante con un perfil estándar (1) y con un perfil optimizado (2).

Rodamientos de rodillos cilíndricos Ultage

¿Has oído hablar alguna vez de la serie Ultage? Los rodamientos Ultage de NTN son una evolución de los rodamientos estándar, por ejemplo, los rodamientos de rodillos cilíndricos. No sólo tienen elementos rodantes más grandes y un perfil de rodillo optimizado, sino también superficies de rodadura perfiladas. Debido a este perfilado, los rodamientos de esta serie se caracterizan por mayores desalineaciones admisibles que los rodamientos de rodillos cilíndricos originales. Estos aspectos significan que la **vida útil**, la capacidad de carga dinámica y también las velocidades límite son mayores en comparación con los rodamientos estándar.

El rodamiento de rodillos cilíndricos

Rodamientos de rodillos cilíndricos de varias hileras

Al igual que ocurre con otros [tipos de rodamientos](#), existen tipos especiales de rodamientos de rodillos cilíndricos. Al igual que los [rodamientos de bolas de contacto angular](#), los rodamientos de rodillos cilíndricos pueden utilizarse en doble hilera para aumentar la capacidad de carga. Tiene sentido utilizarlos en aplicaciones en las que se requiere una sección transversal delgada del anillo. Pero eso no es todo: es posible alinear directamente cuatro de estos rodamientos. Los rodamientos de rodillos cilíndricos de cuatro hileras se utilizan principalmente como rodamientos de [deslizamiento](#) de rodillos debido a su máxima capacidad de carga.



Quien piense que los rodamientos de dos hileras son el límite, se equivoca: en realidad, es posible montar rodamientos de rodillos cilíndricos de cuatro hileras.

Esto te interesa

Cálculo de duración de vida

9. marzo 2022

¡Oh no, daño en los rodamientos! No es nada inusual que los rodamientos estén expuestos a una presión y un esfuerzo de fricción continuos. El

[Seguir leyendo »](#)

Contacto puntual y lineal

9. marzo 2022

¿Qué se entiende por «[contacto puntual](#) y lineal»? Es posible que ya hayas oído que los rodamientos pueden diferenciarse en dos tipos. La clasificación depende

El rodamiento de rodillos cilíndricos

[Seguir leyendo »](#)

Estructura y modo de funcionamiento

9. marzo 2022

Componentes del rodamiento Los fundamentos de la tecnología de rodamientos incluyen la estructura y el funcionamiento de éstos. Para empezar, aprenderás todo sobre los componentes

[Seguir leyendo »](#)

Lubricación

9. marzo 2022

Nada funciona sin lubricación: todos los rodamientos funcionan con lubricación por grasa o aceite, que es el requisito básico para evitar el contacto metálico de

[Seguir leyendo »](#)

Rodamiento fijo y deslizante o libre

9. marzo 2022

¿Elijo una disposición de rodamiento fijo, una disposición de rodamiento apretado o una disposición de rodamiento flotante? Esta pregunta es importante a la hora de

[Seguir leyendo »](#)

Tipos de rodamientos

21. marzo 2022

Si has leído nuestro artículo sobre los conceptos básicos de los rodamientos, probablemente ya sepas que los rodamientos pueden dividirse básicamente en dos tipos: rodamientos

[Seguir leyendo »](#)

El rodamiento de rodillos cónicos

Resumen

- Los rodamientos de rodillos cónicos se utilizan, entre otros, como los rodamientos de rueda de vehículos
- Soportan una combinación de cargas radiales y axiales
- Absorben cargas elevadas, pero al mismo tiempo se caracterizan por sus elevados componentes de fricción
- Los cuerpos rodantes pueden someterse a un abombamiento (efecto borde) para reducir las tensiones de contacto en la zona de los bordes
- Se pueden emparejar e incluso utilizar en cuatro filas
- Código: 3; rodamientos de rodillos cónicos emparejados: 4

Características de los rodamientos de rodillos cónicos

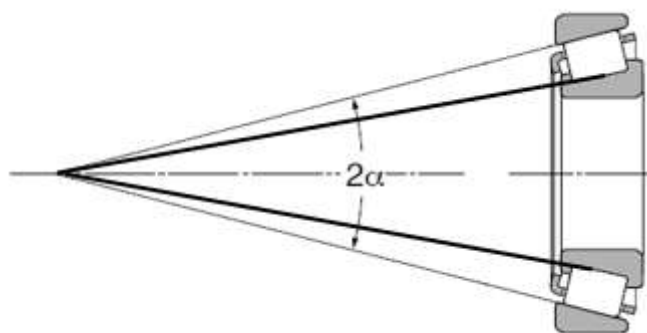


Aquí se ve un rodamiento de rodillos cónicos NTN.

Como su nombre indica, los rodamientos de rodillos cónicos son rodamientos de rodillos, en los que el término cónico se inspira en la forma de los rodillos. Éstos rodamientos se utilizan, entre otras aplicaciones, en maquinaria de construcción o agrícola, en la fabricación de vehículos, por ejemplo en rodamientos de ruedas, pero también en ingeniería mecánica general.

El rodamiento de rodillos cónicos

En los rodamientos de rodillos cónicos, el **anillo interior** y el **anillo exterior**, así como los **cuerpos rodantes**, están dispuestos de tal manera que forman un ángulo que coincide en el eje en el mismo punto. Esta disposición inclinada produce una **fuerza axial** y los cuerpos rodantes ruedan teóricamente sin componentes de fricción deslizantes. Los rodamientos de rodillos cónicos ofrecen una ventaja que no es típica de los rodamientos de rodillos en general. Estos rodamientos pueden soportar una combinación de cargas radiales y axiales en una dirección, aunque hay que tener cuidado de que no se aplique al rodamiento ninguna carga puramente radial.



Los puntos de alineación cónica del anillo interior y exterior, así como los cuerpos rodantes (rodillos) tienen un punto de intersección común.

Dado que el ángulo de contacto de los rodamientos de rodillos cónicos puede definirse individualmente, los rodamientos pueden soportar diferentes combinaciones de carga radial-axial. Éstos también pueden soportar cargas elevadas y suelen utilizarse por parejas, en cuyo caso el **juego del rodamiento** o la **precarga** pueden ajustarse según sea necesario.

En comparación con los **rodamientos de bolas**, pero también con los **rodamientos de rodillos cilíndricos**, los rodamientos de rodillos cónicos tienen velocidades límite más bajas, ya que se produce una fricción adicional en el **respaldo** debido al diseño y al uso de una **precarga**. Además, requieren más **lubricación** que los otros tipos de rodamientos debido a la elevada fricción; por lo tanto, se suele utilizar una **lubricación** por aceite. Además, los rodamientos de rodillos cónicos se caracterizan por una manipulación y un montaje complejos y

El rodamiento de rodillos cónicos

relativamente caros.

Sin entrar en demasiados detalles, cabe mencionar que para los rodamientos de rodillos cónicos existen al mismo tiempo tres sistemas de marcado diferentes. Además de las dimensiones métricas (Europa y Asia) y en pulgadas (EE.UU.), existe la serie J, que es una mezcla de los otros dos sistemas. En el sistema métrico, los rodamientos de rodillos cónicos pueden identificarse por la designación del rodamiento que empieza por 3. Además, como ocurre con otros tipos de rodamientos, a continuación se ofrece información sobre las series de anchura y diámetro, así como sobre el diámetro del interior. Las jaulas utilizadas en los rodamientos de rodillos cónicos son principalmente de chapa de acero, pero también se utilizan jaulas de [poliamida](#), especialmente en los rodamientos de rodillos cónicos pequeños. Estos rodamientos se utilizan a veces en la industria del automóvil. En cambio, los rodamientos de rodillos cónicos grandes suelen tener jaulas de bronce.

Series de rodamientos	Jaula de chapa guiada por elementos rodantes	Jaula guiada por elementos rodantes
329...X	hasta 80	a partir de 84
329...	hasta 80	a partir de 84
320 X	hasta 64	---
320...	hasta 68 (excepto 64)	64, a partir de 72
330...	todos	---
331...	todos	---
302...	hasta 52	56-64

El rodamiento de rodillos cónicos

322...	hasta 52, 60	a partir de 56 (excepto 60)
332...	todos	---
303...	02-38	a partir de 40
303...D	hasta 24, 28	26, a partir de 30
313...X	hasta 24, 28	26, a partir de 30
323...	hasta 40	36, a partir de 44

Desalineación de rodamientos de rodillos cónicos

Otra cuestión importante es hasta qué punto los rodamientos de rodillos cónicos pueden estar sujetos a desalineación, es decir, hasta qué punto el ángulo entre el rodamiento y el eje o alojamiento puede desviarse de un ángulo recto. Las especificaciones para la desalineación también dependen de la disposición del rodamiento. En general, los rodamientos de rodillos son muy sensibles a la desalineación, ya que los elementos rodantes están sometidos a cargas extremas en un punto, mientras que la zona situada en otro punto permanece completamente descargada. En este contexto, es importante mencionar el término "cuerpo rodante", que significa que este elemento tiene una superficie perfilada para conseguir una distribución más equilibrada de la fuerza en toda su longitud.

Disposición de los rodamientos	Desalineación máxima admisible
Una hilera	0,0005 rad (0°1'43")
Disposición espalda con espalda	0,0005 rad (0°1'43")

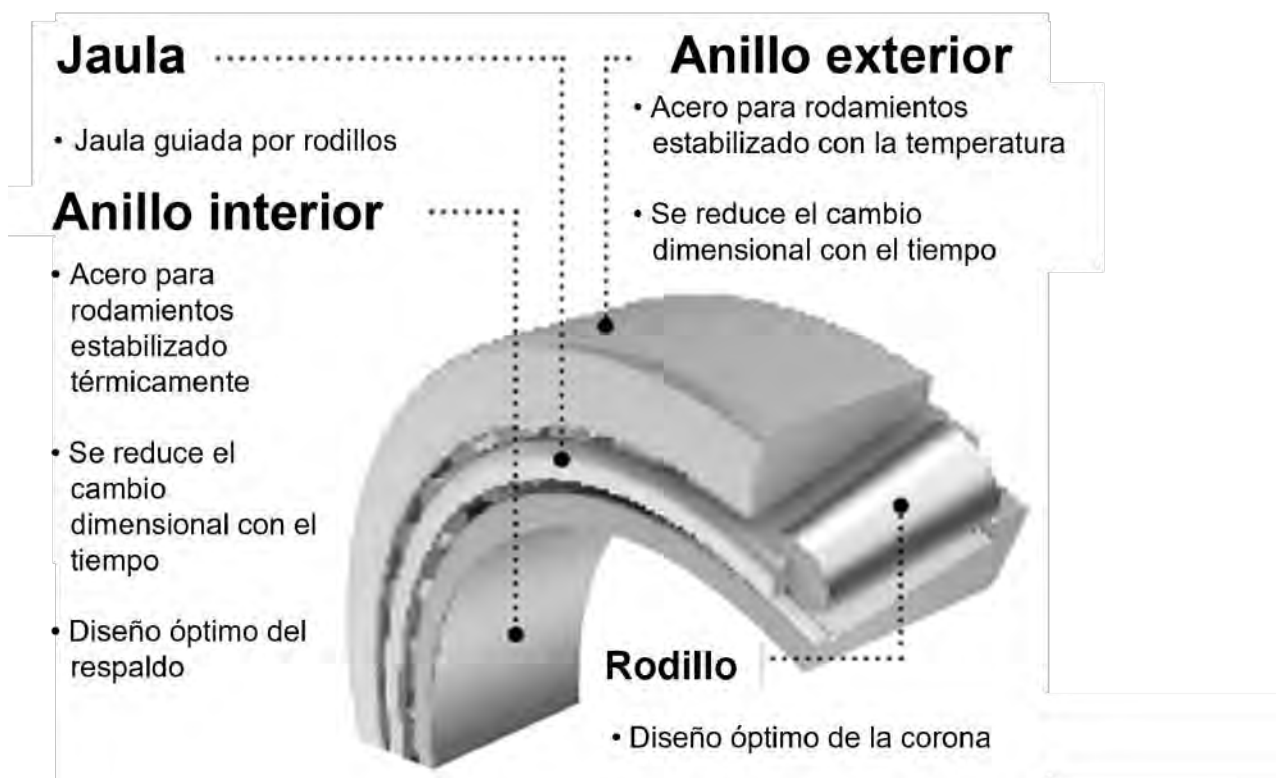
El rodamiento de rodillos cónicos

Disposición cara a cara

0,0010 rad (0°3'26")

Abombado

Por tanto, el abombado supone una modificación de los elementos rodantes con el objetivo de minimizar las tensiones en la zona de los bordes. Existen varios enfoques para perfilar los elementos rodantes, trabajando con funciones logarítmicas, pero también con varios radios a lo largo del perfil. Además de los elementos rodantes, también pueden perfilarse las pistas de rodadura de los rodamientos de rodillos cónicos.



El perfil de este elemento rodante se ha optimizado mediante abombamiento.

El rodamiento de rodillos cónicos



En este rodamiento de rodillos cónicos, los elementos rodantes están instalados en disposición O.

Rodamientos de rodillos cónicos de doble hilera

A continuación, examinaremos dos tipos especiales de rodamientos de rodillos cónicos: Al igual que en el caso de los [rodamientos de bolas de contacto angular](#), es posible emparejar dos rodamientos entre sí. En los rodamientos de rodillos cónicos, por cierto, tales rodamientos no se marcan entonces con el 3, sino con el 4. Los rodamientos de dos hileras pueden soportar fuerzas en ambas direcciones axiales, con sus elementos rodantes dispuestos en disposición O (espalda con espalda) o X (cara con cara).

Rodamientos de rodillos cónicos de cuatro hileras

Sin embargo, en comparación con los [rodamientos de rodillos cilíndricos](#), también existen rodamientos de rodillos cónicos de cuatro hileras. Éstos tienen la designación de rodamiento E y constan de dos anillos interiores de dos hileras y dos anillos exteriores de dos hileras. Los rodamientos de cuatro hileras se utilizan principalmente en aplicaciones con cargas extremadamente elevadas, en las que un rodamiento de una hilera se habría sobrecargado hace tiempo.

El rodamiento de rodillos cónicos



La versión XXL de los rodamientos de rodillos cónicos se utiliza, por ejemplo, en los rodamientos de laminación.

Como puedes ver, los rodamientos de rodillos cónicos tienen muchas ventajas y están disponibles en una gran variedad de diseños. Si deseas obtener más información sobre otros tipos de rodamientos, en launiversidaddelrodamiento.es también puedes informarte sobre los [rodamientos de agujas](#), los [rodamientos de rodillos cilíndricos](#) o los [rodamientos oscilantes de rodillos](#).

Esto te interesa

Contacto puntual y lineal

9. marzo 2022

¿Qué se entiende por «[contacto puntual](#) y lineal»? Es posible que ya hayas oído que los rodamientos pueden diferenciarse en dos tipos. La clasificación depende

[Seguir leyendo »](#)

Estructura y modo de funcionamiento

9. marzo 2022

Componentes del rodamiento Los fundamentos de la tecnología de rodamientos incluyen la estructura y el funcionamiento de éstos. Para empezar, aprenderás todo sobre los componentes

[Seguir leyendo »](#)

El rodamiento de rodillos cónicos

Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga

9. marzo 2022

Holgura del rodamiento y holgura de funcionamiento, ¿no es lo mismo? Y [precarga](#), ya lo había oído, pero ¿qué se supone que es eso? ¿Cómo

[Seguir leyendo »](#)

Lubricación

9. marzo 2022

Nada funciona sin lubricación: todos los rodamientos funcionan con lubricación por grasa o aceite, que es el requisito básico para evitar el contacto metálico de

[Seguir leyendo »](#)

O, X y disposición en tándem

9. marzo 2022

Si ya has leído los artículos sobre rodamientos a bolas de contacto angular o rodamientos de rodillos cónicos, es posible que ya hayas entrado en

[Seguir leyendo »](#)

Tipos de rodamientos

21. marzo 2022

Si has leído nuestro artículo sobre los conceptos básicos de los rodamientos, probablemente ya sepas que los rodamientos pueden dividirse básicamente en dos tipos: rodamientos

[Seguir leyendo »](#)

Resumen

- Los rodamientos de agujas son pequeños y compactos, sus cuerpos rodantes son comparativamente largos
- Uso en cajas de cambios, transmisiones de vehículos o máquinas de envasado
- El número de serie y el tipo de designación difieren según el tipo de rodamiento
- Ejemplos de series de rodamientos de agujas: Coronas de agujas, casquillos de agujas, casquillos de agujas macizos, rodillos de levas, rodillos de apoyo
- Los rodamientos de agujas no suelen tener junta de estanqueidad pero es posible utilizar una junta opcional (de contacto) externa

Características de los rodamientos de agujas

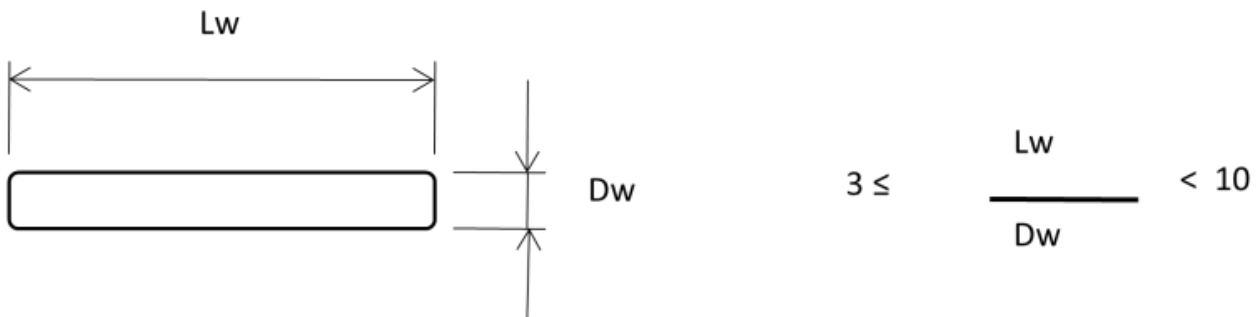
El rodamiento de agujas no debe su nombre a la casualidad, ya que sus **cuerpos rodantes** se caracterizan por su forma de aguja. Los cuerpos rodantes también se montan en paralelo al eje, ya que estos son un tipo especial de **rodamientos de rodillos cilíndricos**. Es casi seguro que encontrarás rodamientos de agujas en cajas de cambios, accionamientos de vehículos o máquinas de embalaje, por ejemplo.



Inusual, pero no atípico: los

Los rodamientos de agujas se utilizan principalmente como **rodamientos de agujas libres**. También son típicas de este tipo sus dimensiones muy compactas: puede faltar el **anillo interior** y/o exterior, y lo mismo ocurre con la **jaula**. Si falta la jaula, también se denomina «rodamiento de agujas sin jaula». Los rodamientos de agujas tienen una sección transversal pequeña y, por lo tanto, son más pequeños que muchos otros tipos. Esto se debe a que el diámetro del elemento rodante es inferior a 10 milímetros. La relación diámetro-longitud de *también funcionan bien sin anillo interior ni exterior.*

los cuerpos rodantes oscila entre 1:3 y 1:10.



Aquí se muestra la relación longitud/diámetro de los cuerpos rodantes en los rodamientos de agujas.

Como sus cuerpos rodantes son, por tanto, relativamente largos y el contacto con las pistas de rodadura es lineal, como en los rodamientos de rodillos cilíndricos, los rodamientos de agujas alcanzan la mayor **capacidad de carga** en el menor espacio de montaje y pueden utilizarse bien con elevadas cargas radiales. Además de su compacidad, otra ventaja es que éstos se caracterizan por su elevada rigidez. También son especialmente adecuados para aplicaciones en las que no tienen que dar vueltas completas, sino que sólo giran en ángulo. El diseño de estos rodamientos permite contrarrestar las malas condiciones de **lubricación** que suelen existir en estas aplicaciones. Además, su diseño modular hace que normalmente no sean difíciles de montar. Por otra parte, los rodamientos de agujas suelen asociarse a costes bajos, especialmente en relación con su rendimiento: bastante bueno, ¿verdad?

La desventaja de los rodamientos de agujas es el mayor nivel de ruido, especialmente en comparación con los rodamientos de bolas. Como ya se ha mencionado, los rodamientos de agujas son ideales para cargas radiales, pero, por el contrario, no son adecuados para cargas axiales. Si se van a utilizar rodamientos de agujas sin anillo interior ni exterior, debe prestarse atención a que las posiciones del rodamiento en la zona del eje o del alojamiento tengan suficiente dureza y cumplan también elevados requisitos de precisión dimensional y de concentricidad. Otro aspecto que debe tenerse en cuenta es que estos rodamientos sólo son adecuados para altas velocidades y altas temperaturas hasta cierto punto. Esto es especialmente importante para los rodamientos sin jaula, cuyos cuerpos rodantes pueden rozarse entre sí debido a la falta de jaula. En este caso, debe prestarse especial atención a la

lubricación para mantener la fricción lo más baja posible.

Jaulas de agujas

Existen varias series de rodamientos de agujas, las más importantes de las cuales se presentan aquí. En primer lugar, cabe mencionar las jaulas de agujas. Éstas ruedan directamente sobre el eje o el alojamiento, de modo que el eje y el alojamiento sustituyen a las pistas de rodadura clásicas de los rodamientos. Las jaulas de agujas son una variante económica de los rodamientos, principalmente porque son ligeras y compactas y requieren poco espacio. Sin embargo, se plantean grandes exigencias en cuanto al acabado superficial y la dureza de los ejes y alojamientos. La forma básica con una jaula muy rígida se reconoce por la abreviatura K, pero existen numerosas formas diferentes de jaulas de agujas.



Parece como si la fabricación del rodamiento aún no se hubiera completado. En realidad, el eje y el agujero del alojamiento de las jaulas de agujas asumen la función de las pistas de rodadura del rodamiento.



Casquillo de agujas

Casquillos de agujas

Los casquillos de agujas se caracterizan por un **anillo exterior** embutido que se fabrica por conformación. Éste se caracteriza por un reducido espesor de pared de chapa de acero y es muy fino. El requisito principal para el uso de casquillos de agujas es la elevada precisión del alojamiento. Un rasgo característico de los casquillos de agujas es que, en la mayoría de los casos, no tienen anillo interior. Como en el caso de los casquillos de agujas, existen muchos tipos diferentes, el tipo básico se denomina HK. Los casquillos de agujas también pueden tener una **obturación** integrada en el anillo exterior embutido, en uno o en ambos lados. También existen variantes de este tipo que están completamente cerradas por un lado. Estos tipos se denominan entonces casquillos de agujas.

Rodamiento de agujas macizo

Otra serie de rodamientos de agujas son los rodamientos macizos de agujas; éstos se caracterizan por un anillo exterior macizo, que también se conoce como parte de los [rodamientos de rodillos cilíndricos](#). La rigidez de los rodamientos de agujas macizos es mayor que la de otros tipos de rodamientos de agujas. Por ello, estos son adecuados para aplicaciones con elevadas velocidades, fuertes cargas y altas exigencias de [precisión de rotación](#). Los rodamientos macizos de agujas también pueden tener un agujero para el aceite en el anillo exterior.



Como puedes ver el rodamiento de agujas macizo se caracteriza por un anillo exterior macizo y ancho.



Rodillos de levas

Otro tipo de rodamiento de agujas es el rodillo de levas. Los rodillos de levas tienen un eje y realizan movimientos intermitentes, *Un rodillo de levas sólo* oscilantes y giratorios continuos con gran precisión y velocidad. Se *existe en combinación* utilizan como mecanismo de control de leva para unidades de *con un eje, también es* accionamiento y son ideales para máquinas de envasado que pueden *capaz de alcanzar altas* rodar sobre la [pista de rodadura](#) exterior durante la producción. *velocidades de rotación.*

Rodillos de apoyo

Por último, pero no por ello menos importante, los rodillos de apoyo

El rodamiento de agujas

son importantes, pero a diferencia de los rodillos de leva, no necesitan un eje. Por un lado, también cumplen la función de un mecanismo de leva, pero también pueden funcionar como rodillo guía para vías rectas o curvas. Los rodillos de apoyo, así como los rodillos de levas, tienen un anillo exterior sólido que puede soportar cargas de impacto. Existen dos tipos de superficie exterior: puede ser cilíndrica o perfilada.



Los rodillos de apoyo pueden asumir diversas tareas.

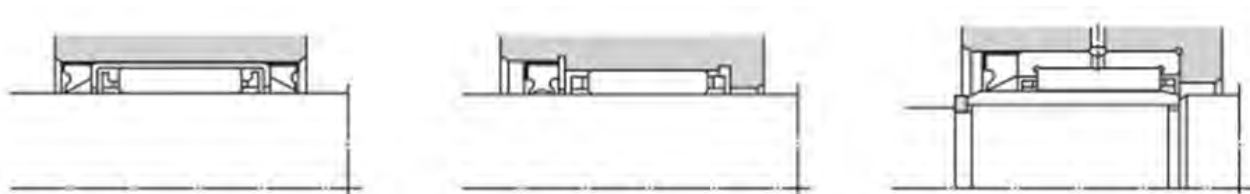


Existen varios tipos de rodamientos de agujas, algunos de los cuales se muestran aquí.

Sellado de rodamientos de agujas

¿Qué papel desempeñan realmente las **obturaciones** en relación con los rodamientos de agujas? Básicamente, los rodamientos de agujas abiertos, y por tanto los rodamientos sin obturaciones, son más comunes que los rodamientos con obturaciones. Independientemente de ello, es posible instalar una obturación directamente tanto en los rodamientos de agujas mecanizados como en los de embutición profunda. En los rodamientos de agujas se utiliza

como estándar una obturación de contacto de caucho nitrílico. En las jaulas de agujas, sin embargo, debe utilizarse una obturación en la proximidad directa del rodamiento. En este caso, el fabricante de rodamientos NTN dispone de obturaciones que se adaptan directamente a la altura de los rodamientos de agujas y, de este modo, pueden proteger eficazmente el rodamiento de partículas extrañas. La obturación especial GD es especialmente ventajosa en comparación con la obturación G, ya que tiene un mejor efecto y, por lo tanto, retiene la grasa. Además, se impide la penetración de polvo.



Aquí puedes ver los dibujos de las obturaciones especiales para rodamientos de agujas (izquierda y derecha: obturación G labio simple, centro: obturación GD labio doble).

Encontrarás más información sobre las [obturaciones](#) en [launiversidaddelrodamiento.es](#). Además, también encontrarás otros componentes que van de la mano con el diseño de una disposición de rodamientos, como el [montaje de rodamientos](#), la diferencia entre una [disposición de rodamientos fija y una libre](#) o los [tipos de disposición](#).

Esto te interesa

Cálculo de duración de vida

9. marzo 2022

¡Oh no, daño en los rodamientos! No es nada inusual que los rodamientos estén expuestos a una presión y un esfuerzo de fricción continuos. El

[Seguir leyendo »](#)

Contacto puntual y lineal

9. marzo 2022

¿Qué se entiende por «[contacto puntual](#) y lineal»? Es posible que ya hayas oído que los rodamientos pueden diferenciarse en dos tipos. La clasificación depende

[Seguir leyendo »](#)

Estructura y modo de funcionamiento

9. marzo 2022

Componentes del rodamiento Los fundamentos de la tecnología de rodamientos incluyen la estructura y el funcionamiento de éstos. Para empezar, aprenderás todo sobre los componentes

[Seguir leyendo »](#)

Lubricación

9. marzo 2022

Nada funciona sin lubricación: todos los rodamientos funcionan con lubricación por grasa o aceite, que es el requisito básico para evitar el contacto metálico de

[Seguir leyendo »](#)

Protección y estanqueidad

5. abril 2022

Durante el diseño de una instalación, el tema del sellado siempre te acompañará. A continuación, trataremos diferentes tipos de [estanqueidad](#). Se utilizan para evitar la

[Seguir leyendo »](#)

Tipos de rodamientos

21. marzo 2022

Si has leído nuestro artículo sobre los conceptos básicos de los rodamientos, probablemente ya sepas que los rodamientos pueden dividirse básicamente en dos tipos: rodamientos

[Seguir leyendo »](#)

Resumen

- El inserto se basa en el diseño de un rodamiento rígido de bolas
- Los insertos permiten compensar las desalineaciones estáticas
- Los soportes cuentan con un cuerpo y un inserto que pueden equiparse opcionalmente con tapas protectoras.
- Se caracterizan por su diseño sencillo y su facilidad de uso
- Los insertos están sellados y rellenos de lubricante
- Materiales del cuerpo: fundición gris, chapa de acero, acero inoxidable, termoplástico
- Los insertos pueden fijarse al eje mediante un anillo excéntrico, un tornillo prisionero, un manguito de fijación o un ajuste a presión

Características de los insertos

El inserto, que en principio está construido como un **rodamiento rígido de bolas**, tiene una superficie exterior esférica. El asiento en el soporte, por su parte, tiene la forma de una esfera hueca y permite sujetar firmemente el inserto sin necesidad de otros elementos de fijación. Esta situación de montaje permite a los soportes absorber cargas en dirección radial y axial, y compensar ligeras desalineaciones del eje.

Gracias a su facilidad de uso y rentabilidad, los soportes autoalineantes están presentes en muchos sectores industriales. Entre ellos



Las máquinas de preparación del suelo están equipadas con soportes autoalineantes. El polvo, la humedad, los productos químicos y los impactos de las capas sólidas del suelo son algunas de las condiciones que deben soportar.

Soportes autoalineantes

NTN
Make the world NAME RAKA

 universidaddelrodamiento.es

se incluyen, entre otros, maquinaria agrícola, máquinas para trabajar la madera y envasadoras, equipos de la industria alimentaria y tecnología de transporte.



Los soportes autoalineantes también pueden encontrarse en un túnel de lavado.

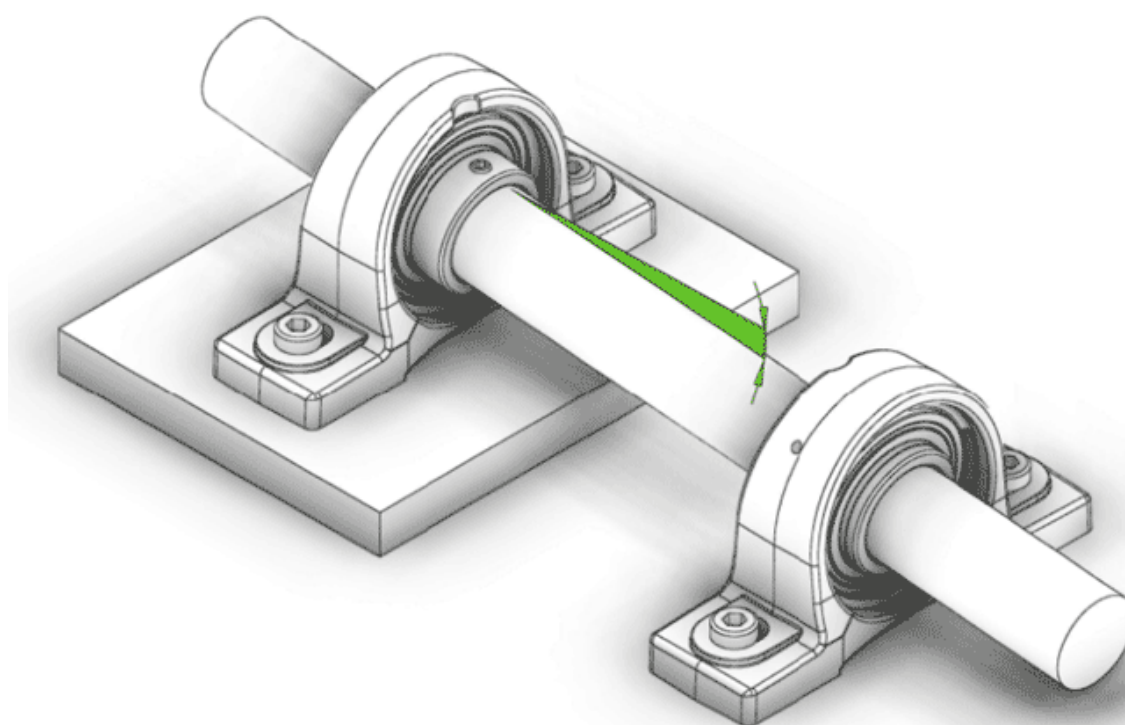


Los soportes autoalineantes se utilizan a menudo para procesos de mecanizado en la industria alimentaria, por ejemplo para cintas transportadoras.

Soportes autoalineantes

NTN
Make the world NAME RAKA

cauniversidaddelrodamiento.es



Los soportes son autoalineantes y pueden compensar la **desalineación** del eje.

A diferencia de los rodamientos rígidos de bolas, los insertos suelen tener una **junta**. Están preengrasados y, en la mayoría de los casos, se pueden engrasar a través de un **engrasador** en el alojamiento. Un sistema de sujeción integrado en el **anillo interior** permite montarlos fácilmente en ejes cilíndricos.



En cuanto a los diseños de soportes se distingue entre soportes brida y con tensores (de izquierda a derecha).

El montaje y desmontaje de los soportes puede realizarse sin necesidad de conocimientos previos ni herramientas de montaje especiales.

Existen varios métodos para montar un inserto en ejes cilíndricos. El sistema de fijación adecuado se determina en función de la aplicación. Desde el punto de vista del diseño, deben tenerse en cuenta la velocidad máxima admisible, el sentido de giro del eje y el comportamiento en marcha, así como el efecto de las cargas axiales. Además, los aspectos económicos, el espacio de instalación disponible y la facilidad de montaje pueden ser decisivos para la elección del sistema.

Los insertos para alojamientos pueden montarse en ejes estirados porque el agujero siempre tiene una tolerancia 0+ (mayor que el diámetro nominal del eje). Por lo tanto, no es necesario un mecanizado especial de la superficie del eje.

Se dispone de una amplia gama de soportes de pie y de brida, para las situaciones de montaje más diversas. Los elementos constructivos, como los bastidores de sujeción y las tapas protectoras, ofrecen otras posibilidades de aplicación.

La selección del [material](#) adecuado también desempeña un papel importante en el funcionamiento fiable de un [soporte autoalineante](#). La gama de productos de NTN incluye soportes autoalineantes en fundición de grafito esferoidal, fundición gris, chapa de acero, acero inoxidable y termoplástico. Debido a la gran variedad de diseños y materiales diferentes, se pueden realizar combinaciones de rodamientos para muchas aplicaciones industriales.

El montaje sencillo de los soportes no requiere conocimientos previos especiales por parte del instalador. No obstante, deben respetarse las condiciones de funcionamiento y las instrucciones de montaje. A la hora de planificar, deben tenerse en cuenta las cargas, velocidades y temperaturas de funcionamiento para la aplicación correspondiente, casi como en cualquier otro [cálculo de rodamientos](#). Además, la consideración de la [obturación](#) y el tipo de [lubricante](#) deben desempeñar un papel en el diseño de la posición del rodamiento. La

Soportes autoalineantes

NTN
Make the world NAME RAKA

 [universidaddelrodamiento.es](http://www.universidaddelrodamiento.es)

geometría de los rodamientos es idéntica a la de los rodamientos rígidos de bolas de las series 62 y 63. La velocidad límite de los insertos es inferior a la de los rodamientos rígidos de bolas comparables, debido al método especial de montaje en el eje.



En las imágenes puedes ver un extracto de las diferentes series: La serie más utilizada de fundición gris (arriba a la izquierda), la serie ligera con soportes en chapa de acero (arriba a la derecha) y soportes autolineantes en acero inoxidable (abajo a la izquierda) y termoplástico (abajo a la derecha), que se utilizan principalmente para la producción industrial de alimentos.

Tipos de montaje de los soportes

Para montar un rodamiento rígido de bolas estándar en un eje, el anillo interior suele calentarse mediante un dispositivo de calentamiento por inducción durante el montaje en caliente. Para el montaje en frío se utilizan herramientas de montaje especiales. En ambos

casos, el montaje es más complejo y costoso que el de los insertos.

Aquí encontrarás información sobre los sistemas NTN disponibles y su funcionamiento:

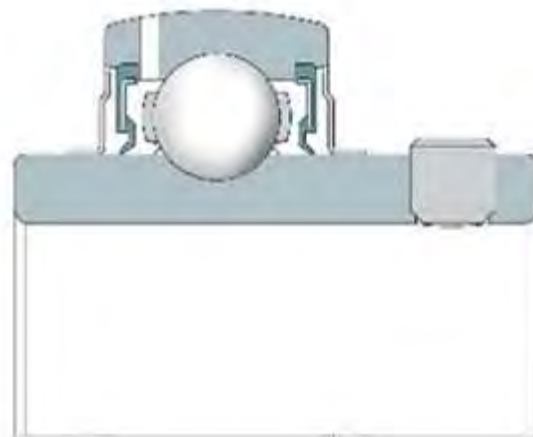
Fijación de los insertos:

- Tornillos prisioneros
- Anillo excéntrico
- [Manguito de apriete](#)
- Ajuste al eje
- Tornillo del rodamiento suelto

Aquí encontrarás información más detallada sobre la mayoría de las opciones de fijación enumeradas.

1) Fijación con tornillos prisioneros

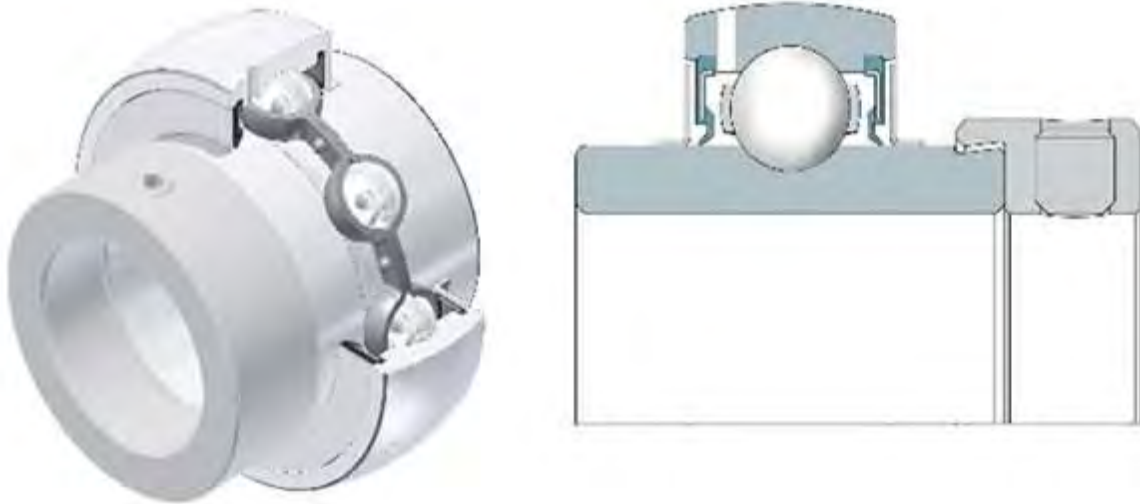
El método de montaje más sencillo y económico son los insertos con tornillos prisioneros. El anillo interior está equipado con dos tornillos prisioneros desplazados 120°. Al apretar los dos tornillos hexagonales, el anillo interior del rodamiento se apuntala en el eje y fija el inserto. Al apretar los tornillos debe respetarse el par de apriete recomendado. Como herramienta es suficiente una llave Allen normal. Con este método, el eje del inserto se inclina ligeramente con respecto al centro del eje del árbol. Esta ligera inclinación puede provocar vibraciones a velocidades más elevadas del eje, pero no es relevante para aplicaciones con velocidades normales. A diferencia de los insertos con anillo excéntrico, los rodamientos con tornillos prisioneros también son adecuados para direcciones alternas de rotación del eje.



Los insertos con tornillo prisionero son adecuados para ambos sentidos de giro.

2) Fijación al eje por excéntrica

El método de montaje mediante fijación excéntrica también es muy común en las máquinas industriales. Con este método de fijación, el inserto se monta junto con un anillo excéntrico. El collar mecanizado excéntricamente del anillo interior y el rebaje excéntrico del anillo excéntrico se aprietan entre sí durante el montaje y garantizan la fijación del rodamiento en el eje. El anillo excéntrico debe sujetarse en el sentido de rotación del eje y fijarse finalmente con un tornillo prisionero. Este tipo de montaje no es adecuado para cambios rápidos del sentido de giro, ya que el anillo excéntrico podría soltarse durante el funcionamiento alternativo. También debe tenerse en cuenta el mayor espacio de instalación que requiere el componente adicional.



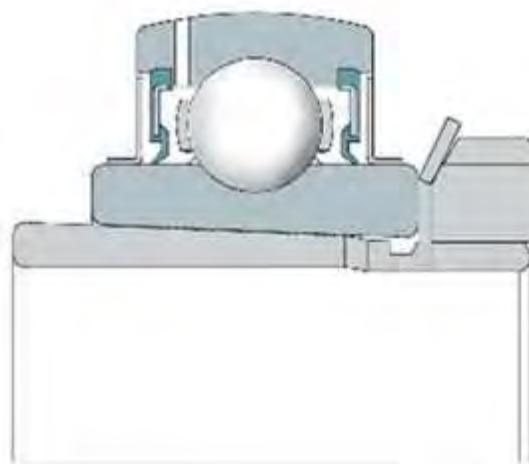
Puedes ver el anillo excéntrico en el lado izquierdo de esta foto.

3) Fijación al eje por manguito de apriete

Al igual que los [rodamientos de rodillos esféricos](#), los insertos también pueden tener un agujero cónico. Sin embargo, normalmente se montan en un eje cilíndrico mediante un manguito de apriete. Los montajes con manguitos suelen representar una conexión muy segura del eje. Durante el montaje, el rodamiento se empuja sobre el manguito hasta que se alcanza la reducción recomendada del juego radial. El ajuste del valor correcto del juego radial es crucial para la vida útil del rodamiento. El rodamiento se fija en esta posición con la placa de fijación y la contratuerca.

El montaje de ejes con manguitos es algo más complejo y debe realizarse de forma profesional. Debido al número de componentes adicionales, los insertos con manguitos de apriete también son algo más costosos. Sin embargo, con este método de montaje se beneficiará de una fuerza de retención muy elevada, un funcionamiento con pocas

vibraciones y velocidades más elevadas.



Los insertos con diámetro cónico se montan clásicamente con un manguito de apriete.

Rodamiento flotante

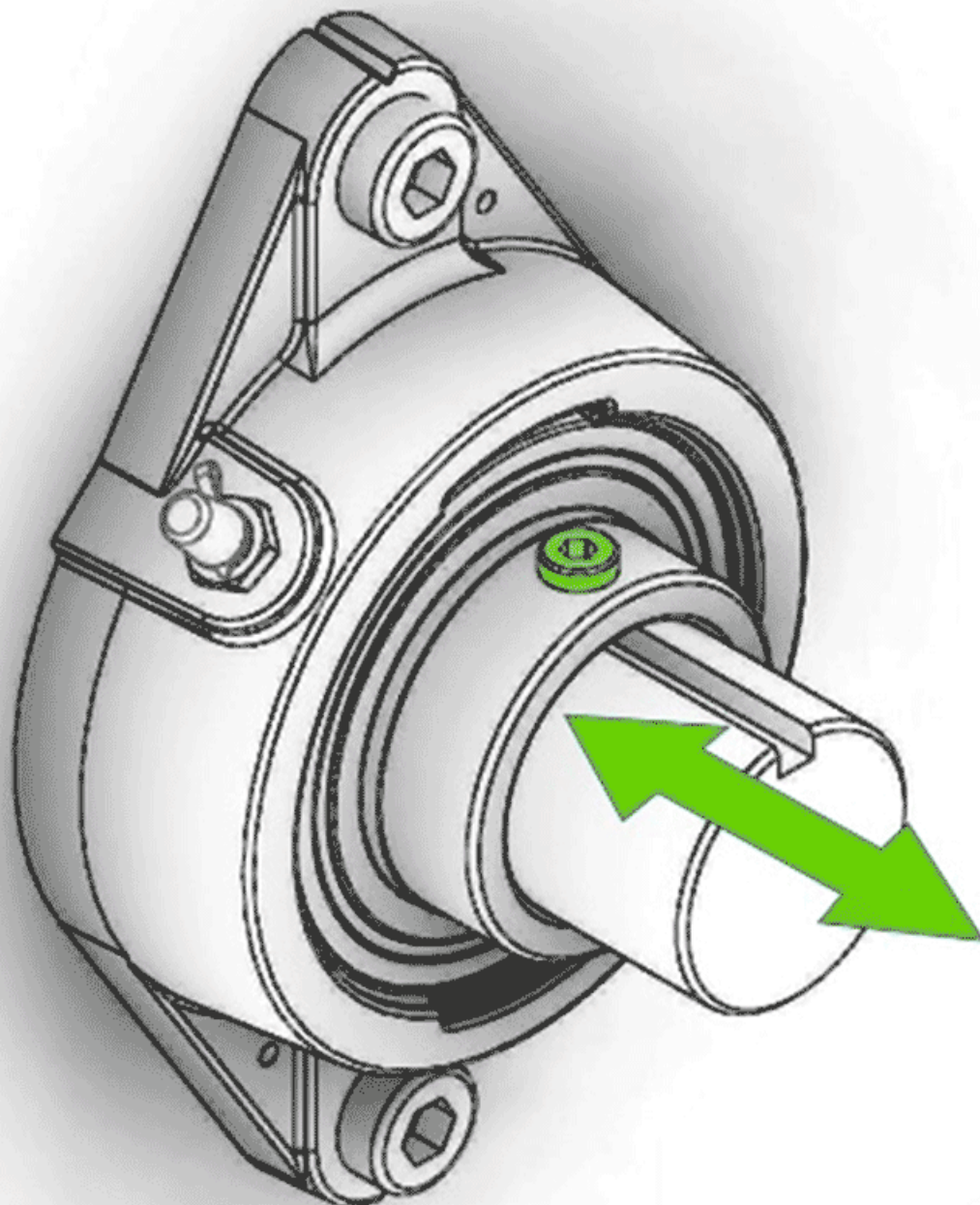
Las disposiciones de rodamientos que pueden compensar los cambios de longitud de los ejes debidos al calor se denominan rodamientos libres. Para evitar los fallos de los rodamientos debidos a la tensión axial, el eje debe apoyarse en un **rodamiento fijo** y en un **rodamiento libre**.

Mientras que el lado del rodamiento fijo puede absorber fuerzas en dirección radial y axial, el eje del lado del rodamiento libre sigue siendo desplazable, pero absorbe fuerzas de la dirección de carga radial. Los insertos de rodamientos de SNR (una marca de NTN) con tornillos prisioneros, por ejemplo, pueden convertirse fácilmente para su uso como soportes flotantes.

Soportes autoalineantes

NTN
Make the world **NAMERAKA**

 universidaddelrodamiento.es



Sustituyendo los tornillos de fijación, un inserto del tipo UC y US con tornillos prisioneros puede convertirse en una unidad de rodamiento flotante.

A pesar de la similitud del término, los soportes autoalineantes no deben confundirse con los [soportes en dos partes](#), sobre los que también puede encontrarse información en [launiversidaddelrodamiento.es](#).

Esto te interesa

Contacto puntual y lineal

9. marzo 2022

¿Qué se entiende por «[contacto puntual](#) y lineal»? Es posible que ya hayas oído que los rodamientos pueden diferenciarse en dos tipos. La clasificación depende

[Seguir leyendo »](#)

El rodamiento rígido de bolas

1. marzo 2022

Características de los rodamientos rígidos de bolas En su forma actual, el rodamiento rígido de bolas existe, con algunas mejoras, desde hace unos 150 años.

[Seguir leyendo »](#)

Estructura y modo de funcionamiento

9. marzo 2022

Componentes del rodamiento Los fundamentos de la tecnología de rodamientos incluyen la estructura y el funcionamiento de éstos. Para empezar, aprenderás todo sobre los componentes

[Seguir leyendo »](#)

Lubricación

9. marzo 2022

Nada funciona sin [lubricación](#): todos los rodamientos funcionan con lubricación por grasa o aceite, que es el requisito básico para evitar el contacto metálico de

[Seguir leyendo »](#)

Protección y estanqueidad

5. abril 2022

Durante el diseño de una instalación, el tema del sellado siempre te acompañará. A continuación, trataremos diferentes tipos de [estanqueidad](#). Se utilizan para evitar la

[Seguir leyendo »](#)

Tipos de rodamientos

21. marzo 2022

Soportes autoalineantes

NTN
Make the world **NAMERAKA**

 launiversidaddelrodamiento.es

Si has leído nuestro artículo sobre los conceptos básicos de los rodamientos, probablemente ya sepas que los rodamientos pueden dividirse básicamente en dos tipos: rodamientos

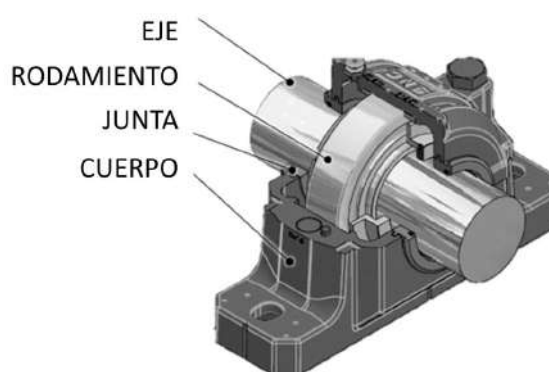
[Seguir leyendo »](#)

Resumen

- Los soportes pueden alojar rodamientos de una amplia variedad de diseños
- Los diseños incluyen soportes de pie, soportes con brida y soportes de bolas a rótula
- Los soportes pueden ser en dos partes o monobloque
- Los soportes para aplicaciones especiales soportan altas temperaturas
- Los alojamientos de los rodamientos pueden lubricarse con grasa o aceite, siendo a menudo la grasa el lubricante más adecuado

De [soportes autoalineantes](#) hemos aprendido que son especialmente adecuados para rodamientos con una superficie exterior esférica. Por regla general, estos soportes no pueden alojar rodamientos con [anillo exterior](#) cilíndrico.

Por otro lado, los soportes están equipados con superficies de asiento cilíndricas y pueden alojar rodamientos estándar de [diversos tipos](#). Pueden diferenciarse en función de su diseño y construcción. Entre los diseños posibles se incluyen los soportes de pie, los soportes con bridas y los soportes de rodamientos autoalineables. Éstos son adecuados para uso industrial en una amplia gama de aplicaciones y máquinas. La [elección correcta del soporte](#) depende de la finalidad de la aplicación y de los requisitos esperados durante el funcionamiento.



Los soportes pueden alojar rodamientos con superficie exterior cilíndrica.

Soportes para rodamientos

NTN
Make the world **NAMERAKA**

 launiversidaddelrodamiento.es

Soportes en dos partes

En el diseño partido, la parte superior del soporte y la inferior pueden desmontarse, lo que facilita el montaje del rodamiento y otros componentes desde arriba. Los soportes en dos partes están diseñados para alojar un rodamiento. Este tipo de soporte es utilizado en muchos sectores de la industria.

La serie SNC de NTN puede describirse como un verdadero todoterreno, ya que puede adaptarse a la aplicación de la mejor manera posible utilizando diferentes rodamientos y obturaciones.

Características de la serie SNC:

- Montaje sencillo
- Sistema modular
- Alta eficiencia y economía
- Adecuado para rodamientos de rodillos esféricos o de bolas a rótula de las series dimensionales **ISO 02, 03, 22, 23 y 32**
- Para diámetros de eje de 20 mm a 160 mm (soportes grandes SNCD de hasta 500 mm)
- Material del cuerpo: hierro fundido en grafito laminar o grafito nodular (SNCD)



Soportes para rodamientos

En este ejemplo de aplicación, puedes ver los rodamientos del rotor de un ventilador industrial.



Fácil montaje, ya que los cuerpos SNC se pueden separar y permiten insertar los rodamientos desde arriba.

Ejecuciones monobloque

Los soportes de rodamientos de este diseño se pueden separar y por consiguiente, los rodamientos se montan lateralmente. SNR (marca del Grupo NTN) fabrica los soportes en dos partes y los denominados soportes monobloque. Los soportes de rodamientos de este tipo son adecuados para el montaje de dos o más rodamientos.



*Los soportes ZLOE con **lubricación** por aceite son esenciales para el diseño de grandes ventiladores industriales.*

Soportes para rodamientos

Por ejemplo, en el caso del fabricante de rodamientos NTN (y sus marcas asociadas NTN y SNR), las designaciones para las unidades con **lubricación** por grasa son ZLG y DLG, y las unidades con lubricación por aceite se denominan ZLOE. Estos soportes de rodamientos tienen forma de tubo, con los rodamientos dispuestos a una distancia óptima entre sí en los extremos del soporte. La **desalineación** de los rodamientos es prácticamente imposible, ya que los asientos de los rodamientos están colocados exactamente uno respecto al otro. Los soportes de este tipo se utilizan a menudo para ventiladores industriales, ya que funcionan con gran suavidad y pueden absorber grandes pares de vuelco. Los soportes de rodamientos tipo bloque pueden configurarse de diversas maneras equipándolos con diferentes combinaciones de rodamientos.

Características de los modelos monobloque:

- Posiciones alineadas de los asientos de los rodamientos para una alta concentricidad del eje
- Tipos de rodamientos utilizables: Rodamientos rígidos de bolas, rodamientos de bolas de contacto angular y rodamientos de rodillos cilíndricos (pueden combinarse dentro de un mismo soporte).
- Material del cuerpo: hierro fundido con grafito laminar
- Para diámetros de eje de 30 mm a 120 mm
- Adecuado para aplicaciones con elevadas fuerzas axiales o radiales, también en combinación con altas velocidades.
- Gran suavidad de marcha gracias a los rodamientos precargados axialmente
- Rodamiento muy utilizado en ventiladores industriales
- Sistema de **estanqueidad**: banda de fieltro / **junta** en V

Los diseños monobloque se pueden encontrar con brida, además de otros diseños especiales,

Soportes para rodamientos

que se describen con más detalle a continuación.

Debido al diseño más compacto del soporte, los soportes con brida requieren menos espacio de instalación que los soportes de pie. Los equipados con tres o cuatro orificios de montaje en función del tamaño, se atornillan a la bancada de la máquina. Los ligeros errores de montaje o de alineación del eje se compensan mediante los [rodamientos de rodillos esféricos](#) o los rodamientos de bolas. Los cuerpos de soporte de la serie 722500 están equipados con una tapa final cerrada o con una tapa para ejes pasantes.

Características de los soportes de rodamientos tipo brida:

- Material del cuerpo: hierro fundido con grafito laminar
- Tipos de rodamientos utilizables: 12..K, 22..K, 222..K
- Para diámetros de eje de 20 mm a 100 mm
- Versión con tapa cerrada (tipo A) o eje pasante (tipo B)
- Sistema de sellado: Junta de fieltro
- Reengrasable



Cuerpo de soporte con brida de la serie 722500 necesita poco espacio para su montaje.

Además de los soportes con brida, también hay soportes para aplicaciones especiales. Entre ellos se incluyen los soportes TVN, que son soportes compactos y monobloque fabricados en fundición gris, especialmente desarrollados como rodamientos de ruedas para carros transportadores. Para aplicaciones en condiciones normales de temperatura, los soportes pueden equiparse con [rodamientos rígidos de bolas](#) estándar o rodamientos de bolas autoalineables. Para aplicaciones en el rango de altas temperaturas, se pueden utilizar

Soportes para rodamientos

NTN
Make the world NAME RAKA

 clauiversidaddelrodamiento.es

rodamientos rígidos de bolas de alta temperatura estabilizados térmicamente de la serie F605 de NTN (temperatura máxima: 350°C).

Características de los soportes de rodamientos para altas temperaturas:

- Rodamientos termoestabilizados hasta 350°C
- Sellado especial
- Lubricante de alta temperatura



Rodamiento de rueda TVN para aplicaciones de alta temperatura de hasta 350°C.

Alojamiento del rodamiento con lubricación por grasa o aceite

La grasa es el **lubricante** más adecuado para los rodamientos en la mayoría de los casos, ya que suele ser menos costosa, puede introducirse en la posición del rodamiento con poco esfuerzo y las **juntas** no tienen que diseñarse de forma tan elaborada.

En muchos casos, no es necesario suministrar regularmente grasa nueva a los soportes. Si las condiciones de funcionamiento son moderadas, la grasa sólo se sustituye en caso de mantenimiento general.

Los soportes de rodamientos con **lubricación** por aceite son preferibles para su uso en máquinas que funcionan a altas velocidades del eje o en las que cabe esperar intervalos muy cortos de relubricación con grasa. El aceite lubricante puede mejorar la disipación del calor y aumentar la vida útil del rodamiento mediante la instalación de dispositivos adicionales (como la refrigeración del aceite). SNR dispone de soportes de rodamientos de aceite en diseño partido (SNOE) y como rodamiento de bloque (ZLOE).

Por ejemplo, las juntas laberínticas se utilizan para **sellar** alojamientos de rodamientos de

Soportes para rodamientos

NTN
Make the world NAME RAKA

 launiversidaddelrodamiento.es

aceite. Las juntas sin contacto son preferibles a altas velocidades circunferenciales para reducir el calor por fricción en el sistema.



Los soportes de rodamientos de la serie El suministro inicial de grasa. Antes de la SNOE funcionan con lubricación por cárter puesta en servicio, el rodamiento y las de aceite. El aceite se transporta a la zona juntas, así como parte del interior, se superior del rodamiento mediante un anillo suministran con lubricante. de alimentación de aceite.

Esto te interesa

Cálculo de duración de vida

9. marzo 2022

¡Oh no, daño en los rodamientos! No es nada inusual que los rodamientos estén expuestos a una presión y un esfuerzo de fricción continuos. El

[Seguir leyendo »](#)



Soportes para rodamientos

El rodamiento de bolas de contacto angular

9. marzo 2022

El rodamiento de bolas de contacto angular es muy similar al rodamiento rígido de bolas. Características de los rodamientos de bolas de contacto angular Quizás

[Seguir leyendo »](#)



El rodamiento de rodillos cónicos

9. marzo 2022

Características de los rodamientos de rodillos cónicos Aquí se ve un rodamiento de rodillos cónicos NTN. Como su nombre indica, los rodamientos de rodillos cónicos

[Seguir leyendo »](#)

Materiales y fabricación

9. marzo 2022

¿Has leído ya nuestro capítulo sobre estructura y modo de funcionamiento? Tal vez te hayas preguntado de qué están hechos los rodamientos. Aquí encontrarás algunas

[Seguir leyendo »](#)

O, X y disposición en tándem

9. marzo 2022

Si ya has leído los artículos sobre rodamientos a bolas de contacto angular o rodamientos de rodillos cónicos, es posible que ya hayas entrado en

[Seguir leyendo »](#)

Selección del ajuste de montaje

9. marzo 2022

Después de leer este artículo, deberías conocer y ser capaz de definir estos tres tipos de ajuste. Pero antes de eso, es útil entender qué

[Seguir leyendo »](#)

Resumen

- La vida útil del rodamiento indica el número total de revoluciones u horas de funcionamiento posibles hasta que se produzcan daños por fatiga en el material del rodamiento
- L_{10} (duración de vida nominal básica): fórmula basada en estadísticas; indica la duración de vida nominal de un rodamiento
- L_{nm} (duración de vida nominal corregida): esta fórmula proporciona información más precisa que la vida útil nominal básica, ya que tiene en cuenta otros factores que influyen, como las condiciones de lubricación y la limpieza

¡Oh no, daño en los rodamientos! No es nada inusual que los rodamientos estén expuestos a una presión y un esfuerzo de fricción continuos. El factor decisivo en estas situaciones es el momento del fallo del rodamiento. Para dimensionar un rodamiento y para que el fallo pueda prevenirse, el cálculo de la vida útil es de gran importancia. Aquí, la vida útil de un rodamiento no se da en años, sino con el número total de revoluciones u horas de funcionamiento que son teóricamente posibles hasta que se produzcan daños naturales por **fatiga** del material.

La vida útil nominal L_{10}

La vida útil probablemente la más conocida de los rodamientos, que a menudo también se denomina "vida útil de catálogo", se designa como L_{10} y está normalizada según la norma DIN 281:2007 (fórmula de cálculo véase más abajo). El requisito para el cálculo de la vida útil es una evaluación realista de las condiciones de funcionamiento, como la velocidad, la carga y las condiciones ambientales.

Cálculo de duración de vida

L_{10}	Vida nominal en 10^6 revoluciones
L_{10h}	Vida útil nominal en horas de funcionamiento
C	Capacidad de carga dinámica según tabla; ver p.ej. Catálogo NTN (C_r : rodamiento radial, C_a : axial)
P	Carga dinámica equivalente (P_r : radial, P_a : axial)
p	Exponente de vida útil (rodamiento de bolas: $p=3$, rodamiento de rodillos: $p=10/3$)
n	Velocidad del rodamiento en la aplicación, min^{-1}

A la hora de calcular la vida útil, no puedes dejar de lado estas variables.

Dado que los rodamientos difieren ligeramente entre sí debido a las tolerancias de fabricación y a las propiedades de los materiales, un grupo de rodamientos del mismo tipo en las mismas condiciones de funcionamiento (misma velocidad, carga y **lubricación**) tendrán en realidad una vida útil variable. Este llamado rango de dispersión es similar a un valor de probabilidad, ya que se determina estadísticamente. Sobre la base de la vida útil estadística (la vida útil nominal L_{10} según DIN ISO 281:2007), se da el número total de revoluciones en millones, que alcanza el 90% de todos los rodamientos de un grupo idéntico hasta que se produce la fatiga del material. Esto se aplica en condiciones de funcionamiento idénticas a una velocidad constante.

Hay una respuesta sencilla a la pregunta «¿por qué sólo el 90%?»: la razón es que hacer funcionar un sistema con un cumplimiento del 100% de la vida útil calculada suele ser demasiado costoso. El rango de dispersión del 90% también significa que el otro 10% «puede» fallar antes del tiempo especificado. El cálculo de L_{10} depende del tipo de rodamiento. Con ayuda de la duración de vida nominal básica L_{10h} se especifica el número de horas de funcionamiento alcanzables (fórmula 1).

Cálculo de duración de vida

Fórmula 1

Vida útil en 10^6 revoluciones:

para rodamientos de bolas: $L_{10} = (C/P)^3$

para rodamientos de rodillos: $L_{10} = (C/P)^{10/3}$

Vida útil en horas de funcionamiento:

$$L_{10h} = (C/P)^p \times 10^6 / 60^n$$

En el caso de los rodamientos de bolas, si se reduce la carga a la mitad o se duplica la capacidad de carga, la vida útil se multiplica por ocho.

Por cierto, las mayores exigencias de vida útil se imponen a los rodamientos, especialmente en la energía eólica, así como en los motores eléctricos y las máquinas-herramienta. En cambio, en las aplicaciones agrícolas, donde algunas máquinas sólo se utilizan estacionalmente, se exige una vida útil más corta -aquí también desempeñan un papel importante la contaminación y otras condiciones ambientales desfavorables, que no siempre pueden representarse por cálculo-.

$$10^6 / 60^n$$

La vida útil nominal en horas L_{10h}

Una base importante para el cálculo de L_{10h} es la capacidad de carga dinámica específica del rodamiento C que indica la capacidad de carga de los rodamientos y, en consecuencia, la carga dinámica que puede soportar un rodamiento. El cálculo de la capacidad de carga dinámica también está normalizada según DIN 281:2007 y el fabricante de rodamientos lo especifica para los rodamientos estándar en el [catálogo](#). Con una carga sobre el rodamiento igual a la capacidad de carga dinámica básica, éste alcanza una vida útil calculada de 1

Cálculo de duración de vida

millón de revoluciones. En la práctica, sin embargo, deben observarse o comprobarse otras condiciones... Por cierto, para los rodamientos radiales sólo se indica la dirección de la carga radial y para los axiales sólo la dirección de la carga axial en la capacidad de carga dinámica básica. Por esta razón, se hace una distinción entre las designaciones C_r para rodamientos radiales y C_a para los rodamientos axiales.

En muchas disposiciones de rodamientos, la carga F actúa en ángulo sobre el rodamiento. El resultado es una **fuerza radial** F_r y una **fuerza axial** F_a . Sin embargo, para calcular la duración de vida nominal básica, se supone una carga de magnitud y dirección constantes. Por lo tanto, la carga dinámica equivalente del rodamiento se determina a partir de las dos fuerzas, que para los rodamientos radiales se denomina carga dinámica radial equivalente (P_r) y carga axial dinámica equivalente (P_a) para los rodamientos axiales. Cuando el rodamiento se carga con esta carga equivalente calculada, el rodamiento alcanza la misma L_{10} -vida útil que con las condiciones de carga reales.

Fórmula 2

$$P = X \times F_r + Y \times F_a$$

F_r	Fuerza radial sobre el rodamiento
F_a	Fuerza axial sobre el rodamiento
X	El factor de carga radial puede consultarse en el catálogo para cada tipo de rodamiento.

Cálculo de duración de vida

Y	El factor de carga axial puede consultarse en el catálogo para cada tipo de rodamiento.
---	---

Esta fórmula se utiliza para calcular la carga dinámicamente equivalente P.

Además, los rodamientos deben funcionar con una carga mínima para garantizar la rodadura segura de los [cuerpos rodantes](#) y minimizar el [deslizamiento](#). Esto último debe evitarse para prevenir el desgaste (es decir, la formación de desprendimientos de material y el desarrollo de una superficie rugosa en la [pista de rodadura](#)), ya que puede provocar el fallo prematuro del rodamiento. La carga mínima recomendada varía en función del tipo de rodamiento y debe ser de $0,01 \times C_0$ para los [rodamientos de rodillos a rótula](#), por ejemplo.

El exponente de la vida útil ya está definido, por lo que no se necesita una fórmula. Lo único que hay que tener en cuenta es el diseño del rodamiento cuya vida útil se va a calcular. En consecuencia, el exponente de vida útil para los rodamientos de bolas tiene un valor de $p = 3$ mientras que para los rodamientos de rodillos es $p = 10/3$.

Ejemplo de cálculo de L_{10} y L_{10h}

Rodamiento: 6206C3

$$C_r = 21,6 \text{ kN}$$

$$F_a = 250 \text{ N}$$

$$F_r = 2\,000 \text{ N}$$

$$n = 2000 \text{ rpm}$$

$$X = 1, Y = 0, \text{ ya que } F_a/F_r \leq e$$

$$P_r = 2 \text{ kN}$$

$$L_{10} = (21,6/2)^3 = 1\,259,71 \times 10^6 \text{ revoluciones}$$

$$L_{10h} = 10\,497,6 \text{ h}$$

El cálculo de L_{10} y L_{10h} utilizando el ejemplo del rodamiento rígido de bolas 6206C3.

Cálculo de duración de vida

La vida útil modificada ampliada L_{nm} resp. L_{nmh}

Aunque el rango de dispersión de la vida útil nominal está normalizado en un coeficiente de fiabilidad del 90%, existen determinados ámbitos de aplicación en los que debe ser superior. A continuación viene la vida útil ampliada, que también está normalizada según la norma DIN ISO 281:2007. L_{nm} o L_{nmh} que en algunos casos no puede evitarse al calcular la vida útil.

Fórmula 3

$$L_{nm} = a_1 \times a_{ISO} \times L_{10}$$

$$L_{nmh} = a_1 \times a_{ISO} \times L_{10h}$$

L_{nm}	Vida útil corregida en 10^6 revoluciones
----------	--

Cálculo de duración de vida

L_{nmh}	Vida útil corregida en horas
a_1	Coefficiente de vida útil para la fiabilidad
a_{ISO}	<p>Coefficiente de vida útil para las condiciones de funcionamiento</p> $a_{ISO} = f(e_c \times C_u \div P, \kappa)$ <p> e_c = Coeficiente de impureza C_u = Carga límite de fatiga P = Carga dinámica equivalente κ = Relación de viscosidad </p>
L_{10}	Vida nominal: vida de referencia en 10^6 revoluciones

No hay truco, sino simple matemática: el cálculo modificado de la vida útil de los rodamientos L_{nm} y L_{nmh} . Sin embargo, hay que calcular algunas cosas de antemano, especialmente para a_{ISO} calcular algunas cosas.

La experiencia práctica demuestra que, en condiciones ideales de funcionamiento, los rodamientos pueden superar los valores calculados L_{10} . Por ejemplo, con una capa de lubricante y sin impurezas entre los anillos y los cuerpos rodantes, con una baja carga en el rodamiento, con una tensión de contacto máxima de 1500 MPa, el rodamiento se describe como resistente a la fatiga (carga del rodamiento por debajo de la carga límite C_u). En consecuencia, la duración de vida nominal corregida proporciona resultados más precisos y posiblemente también más realistas que la duración de vida nominal básica.

Para a_1 general, se asume una probabilidad de fallo del 10%. Por este motivo $a_1 = 1$ y, por tanto, el valor de a_1 cambia en consecuencia para una probabilidad de fallo diferente.

Fiabilidad	L_n	Coefficiente de fiabilidad a_1
------------	-------	----------------------------------

Cálculo de duración de vida

90%	L_{10}	1,00
95%	L_5	0,62
96%	L_4	0,53
97%	L_3	0,44
98%	L_2	0,33
99%	L_1	0,21

El coeficiente de fiabilidad a_1 disminuye a medida que aumenta el coeficiente de fiabilidad de la indicación de vida útil.

El factor a_{ISO} es una función basada en la [lubricación](#), la contaminación, las propiedades del material, la carga, y puede describirse mediante la siguiente fórmula:

$$a_{ISO} = f\left(\frac{e_c C_M}{P}, \kappa\right)$$

La contaminación por partículas duras en el [lubricante](#) puede causar hendiduras en la superficie de la pista de rodadura, provocando daños superficiales y una reducción de la vida útil del rodamiento. El coeficiente de contaminación e_c tiene en cuenta este factor y depende del grado de suciedad, del tamaño del rodamiento y de la viscosidad del lubricante (espesor de la película lubricante).

Cálculo de duración de vida

Nivel de contaminación	e_c	
	$D_{pw} < 100 \text{ mm}$	$D_{pw} \geq 100 \text{ mm}$
Máxima limpieza Tamaño de las partículas en el orden del espesor de lamina de lubricante; condiciones de laboratorio	1	1
Alta limpieza Aceite filtrado a través de un filtro extremadamente fino; condiciones típicas de los rodamientos lubricados de por vida con estanqueidad	0,8 ~ 0,6	0,9 ~ 0,8
Limpieza normal Aceite filtrado a través de filtro fino, condiciones típicas de rodamientos lubricados de por vida con protecciones	0,6 ~ 0,5	0,8 ~ 0,6
Ligera contaminación Ligera contaminación del lubricante	0,5 ~ 0,3	0,6 ~ 0,4
Contaminación típica Condiciones típicas de los rodamientos sin obturaciones; filtración gruesa; partículas de desgaste y contaminación procedente del entorno.	0,3 ~ 0,1	0,4 ~ 0,2
Fuerte contaminación Entorno del rodamiento muy contaminado y disposición del rodamiento sin protección suficiente	0,1 ~ 0	0,1 ~ 0
Contaminación muy fuerte	0	0

Cálculo de duración de vida

La tabla describe el grado de contaminación e_c .

La carga límite de fatiga es otra variable que influye y que aplicada a un rodamiento que da lugar a la tensión límite de fatiga en el contacto de mayor carga dentro de la pista de rodadura. Esto depende del tipo de rodamiento, las especificaciones internas, la calidad y la resistencia del material. En la norma ISO 281:2007, se recomienda 1,5 GPa como tensión de contacto correspondiente al para los rodamientos fabricados con material de alta calidad de uso común y buena calidad de fabricación.

Además, en se integra la relación de viscosidad κ , que describe la capacidad de la formación de la película de lubricante. Los rodamientos se utilizan bajo el supuesto de que la superficie de [contacto de rodadura](#) está separada por una película de lubricante. Sin embargo, si la viscosidad del [lubricante](#) es baja, la separación se vuelve insuficiente y se produce un contacto sólido, lo que provoca daños. La relación de viscosidad κ tiene en cuenta este efecto y viene determinada por la fórmula que se indica a continuación y mediante la relación entre la viscosidad de servicio v respecto a la viscosidad de referencia v_1 descrita.

Fórmula 4

$$\kappa = v/v_1$$

El cálculo de la relación de viscosidad κ .

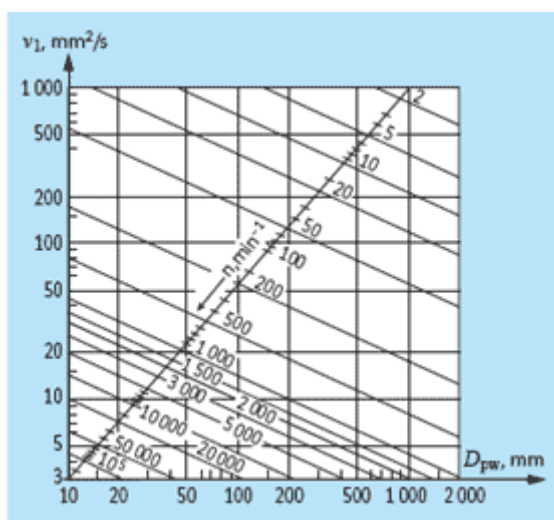
Fórmula 5

$$\text{si } n < 1\,000 \text{ min}^{-1}, v_1 = 45\,000 n^{-0,83} D_{pw}^{-0,5}$$

$$\text{si } n \geq 1\,000 \text{ min}^{-1}, v_1 = 4\,500 n^{-0,5} D_{pw}^{-0,5}$$

Cálculo de duración de vida

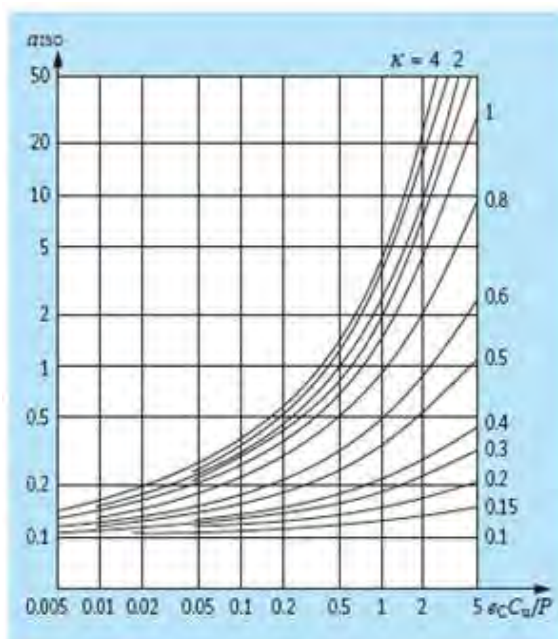
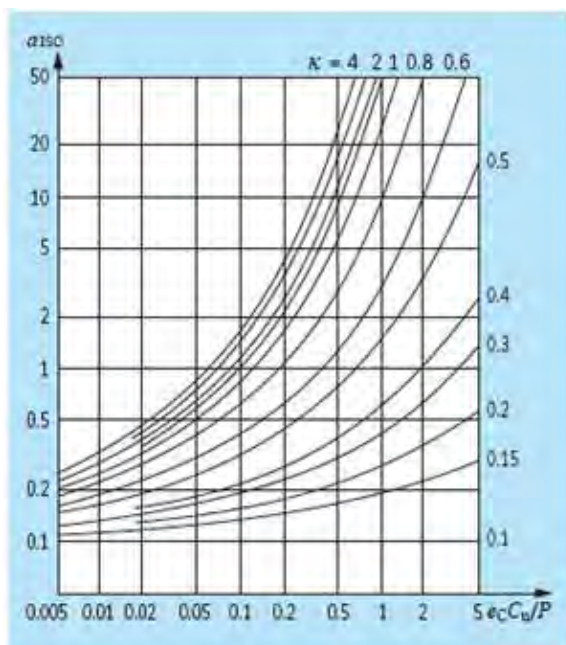
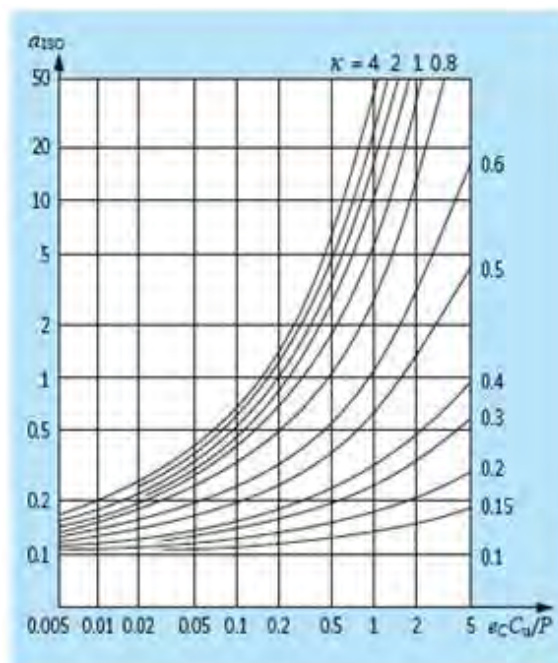
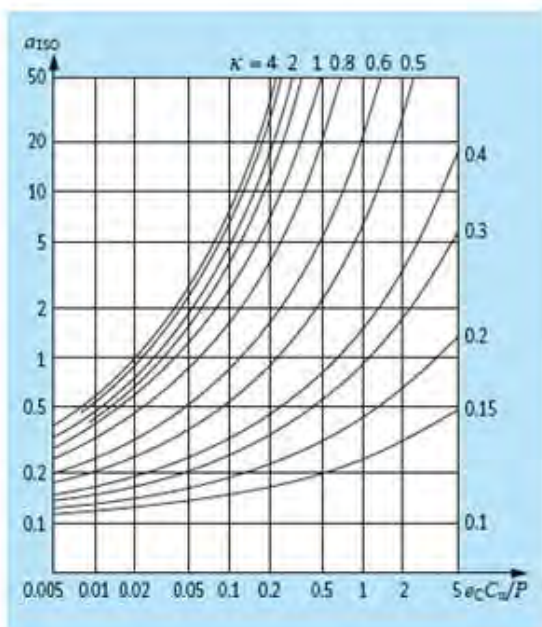
La viscosidad de referencia v_1 depende de la velocidad n y de la cantidad D_{pw} .



El cálculo de la viscosidad de referencia v_1 mediante un diagrama.

En los diagramas mostrados, la relación entre $C_{u/p}$, e_c , κ y a_{ISO} de diferentes tipos de rodamientos. El uso de la figura está sujeto a las restricciones de que el coeficiente de vida útil está limitado a $a_{ISO} \leq 50$ y que para $\kappa > 4$ debe asumirse el valor de $\kappa = 4$. El planteamiento tampoco es válido para $\kappa < 0,1$.

Cálculo de duración de vida



En las ilustraciones, se proporciona información sobre el coeficiente de vida útil a_{150} de (de izquierda a derecha) rodamientos radiales de bolas, rodamientos radiales de rodillos,

Cálculo de duración de vida

rodamientos axiales a bolas y rodamientos axiales de rodillos.

Ejemplo de cálculo a partir de L_{10mh}

Mismo rodamiento y aplicación que el anterior: 6206C3

$$C_r = 21,6 \text{ kN}$$

$$C_u = 0,795 \text{ kN}$$

$$F_a = 250 \text{ N}$$

$$F_r = 2\,000 \text{ N}$$

$$n = 2\,000 \text{ rpm}$$

Elevada limpieza del entorno

Viscosidad del lubricante a temperatura de funcionamiento 80 °C de 14,37 mm²/s

$X = 1, Y = 0$, ya que $F_a/F_r \leq e$

$$P_r = 2 \text{ kN}$$

$$L_{10} = (21,6/2)^3 = 1\,259,71 \times 10^6 \text{ revoluciones}$$

$$L_{10h} = 10\,497,6 \text{ h}$$

Con $D_{pw} < 100 \text{ mm}$ sigue $e_c = 0,6 - 0,8$

Con la fórmula 5 se obtiene para $v_1 = 14,76 \text{ mm}^2/\text{s}$

De ello se deduce $\kappa = 0,9$

En el diagrama de los rodamientos radiales de bolas se puede leer un valor a_{ISO} de aprox. 8

De aquí se deduce para $L_{10hm} = 83\,981 \text{ h}$

El cálculo de L_{10mh} utilizando el ejemplo del rodamiento rígido de bolas 6206C3.

Otros métodos para calcular la vida útil de los rodamientos

Además de los métodos aquí descritos para determinar la vida útil de un rodamiento, existen otros métodos para calcular el fallo debido a la fatiga del material. Por ejemplo, al calcular la vida útil de referencia según la norma ISO TS 16281, se considera la distribución de la carga del cuerpo rodante a lo largo de su longitud mediante un modelo de elementos finitos. Este método tiene en cuenta otras variables influyentes, como el [juego de funcionamiento](#) y la

Cálculo de duración de vida

NTN
Make the world **NAMERAKA**

 launiversidaddelrodamiento.es

inclinación del rodamiento, pero también las tensiones de contacto existentes en los respectivos contactos rodantes. Sin embargo, debido al enorme esfuerzo de cálculo, este método sólo es adecuado cuando se utiliza un programa de cálculo.

Esto te interesa

Lubricación

9. marzo 2022

Nada funciona sin lubricación: todos los rodamientos funcionan con lubricación por grasa o aceite, que es el requisito básico para evitar el contacto metálico de

[Seguir leyendo »](#)

Resumen

- La lubricación de los rodamientos se realiza con grasa o aceite
- Sirve para reducir la fricción y el desgaste
- El método de lubricación elegido debe adaptarse a las condiciones de funcionamiento
- La falta de lubricante en el rodamiento, o su escasez, provoca daños en los rodamientos y/o su rotura prematura
- La grasa se utiliza más a menudo que el aceite como lubricante ya que su manejo es más sencillo
- En casos especiales, se utilizan lubricantes sólidos en lugar de grasa o aceite

Nada funciona sin **lubricación**: todos los rodamientos funcionan con lubricación por grasa o aceite, que es el requisito básico para evitar el contacto metálico de los componentes del rodamiento, es decir, **los cuerpos rodantes, los anillos del rodamiento y la jaula**. En casos especiales, los rodamientos también pueden lubricarse con un lubricante sólido. Junto con la fricción y el desgaste, la lubricación pertenece al campo de *la tribología*. Probablemente, la función más importante de la lubricación es mantener los otros dos aspectos (es decir, la fricción y el desgaste) lo más bajos posible. Sin embargo, además de reducir éstas, la lubricación también aporta otras ventajas, que pueden verse a continuación.

Funciones de la lubricación:

- Reducción de la fricción y la **abrasión**
- Disipación del calor generado por la fricción
- Prolongación de la vida útil de los rodamientos

*Una lubricación óptima es el requisito básico para una larga **vida útil de los rodamientos**.*

- Prevención de la oxidación
- Protección contra la penetración de cuerpos extraños

La selección del lubricante

Dependiendo del rodamiento, el método de lubricación varía entre la lubricación con grasa y la lubricación con aceite. También es importante asegurarse de que no haya demasiado o demasiado poco lubricante en el rodamiento. ¿Sabías que, estadísticamente, los problemas de lubricación son la principal causa de fallo de los rodamientos?

El método de lubricación elegido debe adaptarse y cumplir las condiciones de funcionamiento (especialmente la velocidad y la temperatura de funcionamiento del rodamiento) para que la lubricación muestre la máxima eficacia. También es importante que el lubricante utilizado sea de calidad y que el rodamiento contenga la cantidad correcta de lubricante. Otro requisito clave es que el diseño de los rodamientos sea tal que no sea posible la entrada de cuerpos extraños y, al mismo tiempo, la fuga del lubricante. Para ello, los fabricantes de rodamientos, como NTN, ofrecen tipos con obturación directa para algunas series. Otra posibilidad es que estos estén obturados externamente, existiendo varios conceptos de [obturación](#). Al seleccionar el concepto de obturación, debe tenerse en cuenta el cambio resultante en la velocidad límite (debido al calor generado por el rozamiento de la obturación).

	Lubricación con grasa	Lubricación con aceite
Manipulación	Muy buena	Aceptable
Fiabilidad	Buena	Muy buena

Efecto refrigerante	Inadecuado	Bueno*
Variantes de sellado	Buenos	Aceptables
Pérdidas por fricción	Buena	Buena
Impacto medioambiental	Bueno	Aceptable
Alta velocidad	Aceptable	Bien

La elección del lubricante es un compromiso. El que es bueno para algunas aplicaciones, puede no serlo para otras.

* Circuito de aceite necesario

Lubricación con grasa

La grasa es el lubricante más utilizado suele ser relativamente sencilla de utilizar y económica. Las propiedades de todas las grasas vienen determinadas principalmente por el tipo de aceite base utilizado y por la combinación de espesantes y aditivos diversos. El aceite base utilizado es principalmente aceite mineral, aceite sintético como el aceite de éster y el aceite de hidrocarburo sintético. Se distingue entre grasas con aceite base de baja **viscosidad**, que son adecuadas para bajas temperaturas y altas velocidades, y grasas con aceite base de alta viscosidad. Estas últimas se utilizan en aplicaciones con temperaturas y cargas elevadas. Los espesantes añadidos al aceite base pueden dividirse en los dos tipos básicos de jabones: metálicos y no metálicos. Las distintas propiedades especiales de una grasa, como el rango de temperatura límite, la estabilidad mecánica, la resistencia al agua, etc., dependen principalmente del tipo de espesante utilizado. Dependiendo del uso previsto, se añaden diversos aditivos a la grasa para ajustar aún más sus propiedades. Los aditivos típicos son los antioxidantes, los aditivos de alta presión (aditivos EP), los inhibidores de

óxido y los inhibidores de corrosión.

La cantidad de grasa con la que se rellena el rodamiento también depende de la velocidad. Sin embargo, la cantidad de grasa que debe utilizarse en las respectivas condiciones de funcionamiento depende generalmente de varios factores a la vez, relacionados con el tamaño y la forma del alojamiento, las condiciones de espacio y el tipo de grasa utilizada. Como regla general para la mayoría de las aplicaciones, los rodamientos deben llenarse hasta un 30%, 40% del espacio interior del rodamiento o hasta un 30%, 60% del espacio libre del alojamiento. A altas velocidades y temperatura, es aconsejable utilizar una cantidad reducida de grasa. Una cantidad de grasa demasiado elevada puede provocar un aumento de la temperatura, lo que reblandece la grasa y, como consecuencia, pueden producirse fugas. La oxidación y el deterioro también pueden disminuir el efecto lubricante.

Cuando se utiliza la lubricación con grasa, es sumamente importante respetar el período de relubricación, ya que el rendimiento lubricante de una grasa disminuye con el tiempo. Esto significa que los rodamientos deben reengrasarse a determinados intervalos. Los intervalos de relubricación no son uniformes, ya que dependen del tipo de grasa, del tipo de rodamiento, de las temperaturas y de la velocidad. También es posible utilizar el (engrase de por vida) si el periodo de relubricación es superior a la [vida útil](#) de un rodamiento, por ejemplo, o si se trata de un rodamiento [sellado](#) y la relubricación sería demasiado costosa. En cuanto a la miscibilidad o compatibilidad de las distintas grasas, deben respetarse las instrucciones del fabricante. Sin embargo, por regla general, la mezcla es más bien una mala idea debido a las diferentes sustancias básicas y aditivos de las distintas grasas, ya que existe el riesgo de que se produzca una reacción química de los distintos componentes.

Lubricación por aceite

La alternativa más común a la lubricación con grasa es la lubricación con aceite. Es la opción ideal, pero al mismo tiempo más cara, y se prefiere a la lubricación con grasa, especialmente para rodamientos con [contacto lineal](#). La lubricación con aceite se utiliza principalmente en aplicaciones en las que el calor generado por el rodamiento u otras fuentes debe disiparse del rodamiento y transmitirse al exterior. Al mismo tiempo, a menudo se plantean elevadas exigencias al [sellado](#) y filtrado del aceite para evitar fugas, lo que conlleva un mayor esfuerzo

de diseño, y en consecuencia, un mayor coste. En el contexto de los rodamientos, los aceites minerales como el aceite para máquinas, el aceite para husillos o el aceite para turbinas se utilizan en el rango de temperaturas de -30°C a 150°C ; a temperaturas fuera del rango mencionado, los rodamientos se lubrican con aceites sintéticos (aceite de éster, aceite de silicona, aceite fluorado). En general, en el caso de los aceites también se debe evitar la mezcla de diferentes aceites o realizar un análisis detallado de compatibilidad. Un aspecto central en el contexto de los aceites lubricantes es la viscosidad cinemática que se utiliza para medir la lubricidad de un aceite.

Tipo de rodamiento	² Viscosidad cinemática mm/s
Rodamientos de bolas, de rodillos cilíndricos, y de agujas	≥ 13
Rodamientos de rodillos esféricos, de rodillos cónicos, y axiales de agujas	≥ 20
Rodamiento axial de rodillos esféricos	≥ 30

Generalmente, se utilizan aceites de mayor viscosidad para los rodamientos de rodillos que para los rodamientos de bolas, ya que los primeros funcionan a velocidades más bajas y soportan cargas más pesadas.

Si es posible, debe producirse una lubricación completa según la Lubricación Elastohidrodinámica (EHD), que conduce a una separación completa de las superficies. La rodadura de los **cuerpos rodantes** sobre la **pista de rodadura** tras la EHD puede compararse, por ejemplo, con la de un esquiador acuático que necesita una determinada velocidad básica para realizar un paseo o un movimiento de los esquís sobre el agua en lugar de hundirse. Por lo tanto, la lubricidad del aceite no debe ser demasiado alta ni demasiado baja, ya que, por ejemplo, si no hay película de aceite o si la película de aceite es demasiado fina, los daños en la pista de rodadura del rodamiento no suelen tardar mucho en producirse.

La fórmula 6 se utiliza para calcular la cantidad de aceite necesaria.

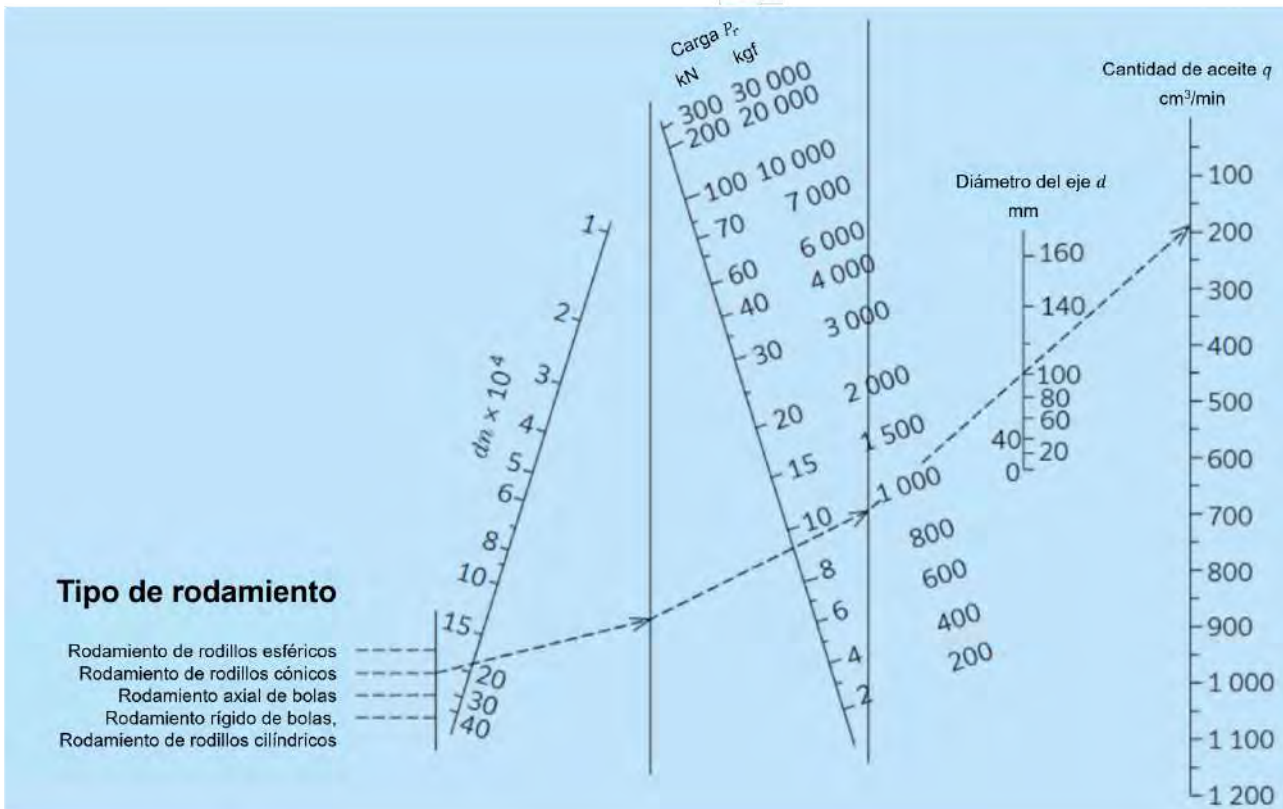
Fórmula 6

$$Q = K \times q$$

Es la clave para determinar la cantidad de aceite necesaria, para ello se multiplica el factor de aumento de temperatura admisible del aceite por la cantidad de lubricante.

Q	Cantidad de aceite por rodamiento cm^3/min
K	Factor de aumento admisible de la temperatura del aceite
q	Cantidad de lubricante según el diagrama

La cantidad de aceite necesaria debe calcularse para garantizar que el calor disipado por el aceite lubricante sea aproximadamente igual a la cantidad de calor generado por el rodamiento y otras fuentes. En la práctica, la cantidad calculada se multiplica por un factor de seguridad de 1,5 a 2,0, ya que el calor irradiado por el alojamiento varía en función del diseño.



El diagrama muestra las directrices para la cantidad de aceite: La cantidad de lubricante varía en función del tipo de rodamiento. Procedimiento: Comienza a la izquierda con el tipo de rodamiento y luego recorre el diagrama utilizando los parámetros dn , P_r y d (de izquierda a derecha). La intersección con la línea vertical sin escala representa siempre el nuevo punto de partida.

Es indispensable comprobar regularmente la cantidad y la limpieza del aceite. Los intervalos de sustitución del aceite lubricante varían en función de las condiciones de funcionamiento, la cantidad de aceite y el tipo de aceite. A título orientativo, el aceite debe cambiarse una vez al año a temperaturas de funcionamiento de hasta $50^\circ C$ y cada tres meses a temperaturas de entre 80 y $100^\circ C$. Además, hay que tener en cuenta que la vida útil del lubricante disminuye aproximadamente un 50% cada $10^\circ C$ a partir de temperaturas de $80^\circ C$.

Lubricación sólida

En casos especiales, por ejemplo cuando no es posible lubricar con grasa o aceite, también se utilizan lubricantes sólidos como alternativa. Este consiste en un aceite, que tiene la misma viscosidad que un aceite convencional, y un polietileno de polímero ultra alto. Los dos componentes se mezclan en una fase líquida. Tras calentarse y enfriarse, esta sustancia se solidifica, de modo que la estructura polimérica absorbe una gran cantidad de lubricante. Incluso con fuertes vibraciones o fuerzas centrífugas, el lubricante no se escapa de un rodamiento. Además, la lubricación sólida se utiliza en aplicaciones en las que puede entrar suciedad en el rodamiento o simplemente se lava el lubricante ordinario, porque de esta forma la suciedad queda bloqueada por el lubricante sólido al llenar el espacio libre del rodamiento y quedar firmemente fundido. La lubricación sólida también se utiliza en la industria alimentaria, donde de otro modo existiría el riesgo de que el lubricante que se escapa contaminara los alimentos. Hasta aquí todo son ventajas, ¿no? Sin embargo, ésta no es adecuada para aplicaciones con altas velocidades debido al aumento de la fricción en el rodamiento. Por lo tanto, no hay más remedio que prestar especial atención a las velocidades necesarias.

El valor Kappa

Para concluir este capítulo, unas palabras sobre el valor kappa, otro parámetro central en el campo de la lubricación. Debe determinarse individualmente para cada lubricante y para las condiciones de funcionamiento, y también es necesario para determinar a_{ISO} el factor para las condiciones de funcionamiento de la vida útil modificada de un rodamiento. El valor Kappa representa la relación entre la viscosidad cinemática real v y la viscosidad nominal v_1 y describe las condiciones de lubricación en un rodamiento en un punto de funcionamiento, es decir, aquí intervienen el tipo de rodamiento, el tamaño, el lubricante, la velocidad y la temperatura.

El valor Kappa puede dividirse en tres condiciones de lubricación. Un valor de $\kappa \leq 0,1$ indica lubricación límite. No se forma una película lubricante, lo que provoca el contacto de cuerpos sólidos y un aumento de la fricción o el desgaste. Un valor kappa de $0,1 < \kappa \leq 4$ se denomina rozamiento mixto. Debido al espesor todavía demasiado bajo de la película lubricante, sigue habiendo un contacto sólido parcial, de modo que los picos de rugosidad se entrelazan esporádicamente. En este caso, sin embargo, el rozamiento ya es reducido. Sólo con $\kappa > 4$ se

produce la denominada lubricación completa y, por tanto, una película lubricante completamente separadora, que separa las superficies de contacto y evita el contacto metal-metal.

Esto te interesa

Cálculo de duración de vida

9. marzo 2022

¡Oh no, daño en los rodamientos! No es nada inusual que los rodamientos estén expuestos a una presión y un esfuerzo de fricción continuos. El

[Seguir leyendo »](#)

Protección y estanqueidad

5. abril 2022

Durante el diseño de una instalación, el tema del sellado siempre te acompañará. A continuación, trataremos diferentes tipos de [estanqueidad](#). Se utilizan para evitar la

[Seguir leyendo »](#)

Tipos de rodamientos

21. marzo 2022

Si has leído nuestro artículo sobre los conceptos básicos de los rodamientos, probablemente ya sepas que los rodamientos pueden dividirse básicamente en dos tipos: rodamientos

[Seguir leyendo »](#)

Resumen

- La selección del ajuste se realiza antes de calcular el juego del rodamiento
- La selección del ajuste correcto tiene por objeto evitar los movimientos relativos entre el anillo interior y el eje o el anillo exterior y el alojamiento durante el funcionamiento
- Un ajuste incorrecto de los rodamientos puede dañarlos
- Tipos de ajuste: de interferencia, incierto y libre
- En algunas aplicaciones se requiere el cálculo de un ajuste mínimo y máximo entre el anillo interior y el eje o alojamiento y el anillo exterior

Después de leer este artículo, deberías conocer y ser capaz de definir estos tres tipos de ajuste. Pero antes de eso, es útil entender qué es el ajuste y qué hay que tener en cuenta.

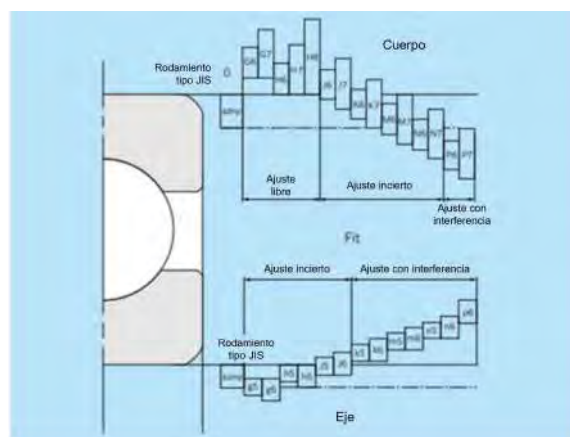
¿Por qué es importante la elección del ajuste?

Es aconsejable seleccionar un ajuste antes de calcular el juego interno del rodamiento, ya que éste tiene un efecto directo sobre él. Por lo tanto, es lo más importante en ingeniería mecánica. La elección del ajuste, también llamado *ajuste del rodamiento*, es muy importante para evitar o permitir los movimientos relativos entre el [anillo interior](#) y el eje o el [anillo exterior](#) y el alojamiento durante el funcionamiento.

Si la interferencia es demasiado pequeña, pueden producirse movimientos relativos no deseados entre las superficies de contacto

Selección del ajuste de montaje

del rodamiento y el eje o el alojamiento en dirección radial, rotacional o axial. Estos movimientos relativos pueden causar daños en el eje, el alojamiento y el rodamiento, lo que conlleva medidas de reparación costosas o complejas. Además del propio rodamiento, es posible que también haya que sustituir el eje y el alojamiento. Sin embargo, hay casos en los que el rodamiento debe moverse libremente, por ejemplo en el caso de los **apoyos libres deslizantes**. En este caso, hay que asegurarse de que haya suficiente juego entre las superficies de contacto del rodamiento y el eje o el alojamiento. Si no hay juego, existe el riesgo de que el rodamiento se atasque en caso de fluctuaciones de temperatura con la consiguiente dilatación longitudinal del alojamiento y/o del eje.



A la hora de elegir el ajuste, ten siempre en cuenta las condiciones de funcionamiento (especialmente variaciones de temperatura y las cargas sobre los rodamientos).

En cuanto a la elección del ajuste, hay que tener en cuenta que todos los rodamientos con **contacto lineal** (**rodamientos de rodillos**) también pueden funcionar potencialmente directamente en el alojamiento y/o en el eje. El ajuste del rodamiento también es muy importante en estos casos, ya que influye directamente en el **juego del rodamiento**.

La correcta ejecución del ajuste correcto también es indispensable. Debe prestarse especial atención a la forma geométrica del ajuste del rodamiento del eje y del alojamiento, ya que todos los errores geométricos pueden transferirse al anillo interior y al anillo exterior. Pueden provocar vibraciones, ruidos de funcionamiento y, en última instancia, **daños en los rodamientos** (véase la lista «Daños en los rodamientos debidos a un ajuste incorrecto»). Para evitarlo, tiene sentido elegir un ajuste de interferencia, incierto o libre sólo después de un

Selección del ajuste de montaje

análisis cuidadoso de las condiciones de funcionamiento (y de los componentes circundantes). Para ello, se deben seguir estrictamente las recomendaciones del fabricante de rodamientos según el [catálogo](#).

Daños en los rodamientos debido a un ajuste incorrecto:

- **Grietas** en la **pista de rodadura**, **descamación** prematura y **desalineación** de la pista de rodadura
- **Abrasión** en la pista de rodadura y el eje o el alojamiento debido a la fluencia y la microcorrosión
- Agarrotamiento causado por un juego negativo del rodamiento (**precarga**)
- Generación de ruido y deterioro de la concentricidad como resultado de la deformación de la pista de rodadura

Los daños en los rodamientos debidos a un ajuste incorrecto no sólo son manifiestos, sino que afortunadamente también pueden evitarse.

En este punto, los criterios centrales son, por ejemplo, el material del eje y del alojamiento, el grosor de la pared y el acabado superficial. Además, están las condiciones de funcionamiento del rodamiento, que incluyen factores como el tipo, el tamaño y la dirección de la carga, la velocidad y la temperatura.

Ajuste con interferencia

En general, el ajuste con interferencia es un método eficaz para fijar la superficie de contacto de los anillos del rodamiento y el eje o el alojamiento. Como muestra la ilustración de "Carga radial y asiento del rodamiento", se requiere un ajuste con interferencia para los anillos del rodamiento con cargas rotativas - esto se aplica tanto al anillo interior como al anillo exterior. Por "anillos del rodamiento con carga rotativa" se entienden los anillos del rodamiento sometidos a cargas rotativas relativas a su dirección radial. Los ajustes con fuerte interferencia también se recomiendan para

Selección del ajuste de montaje

condiciones de funcionamiento con elevadas cargas de vibración o choque, para ejes huecos y soportes de paredes finas, así como para aplicaciones con soportes termoplásticos. Además, los ajustes con poco apriete se recomiendan a veces para aplicaciones con una elevada precisión de funcionamiento requerida o cuando se utilizan rodamientos pequeños o de paredes finas. En la mayoría de los casos, el rodamiento debe presionarse sobre el eje o el soporte en el caso de un ajuste con interferencia, por lo que el montaje y desmontaje puede llevar bastante tiempo. El requisito previo es, por ejemplo, que el eje sea un poco mayor que el diámetro interior del rodamiento d . Otra desventaja general del ajuste de interferencia es la reducción del [juego del rodamiento](#) o del [juego de funcionamiento](#).

Ajuste incierto


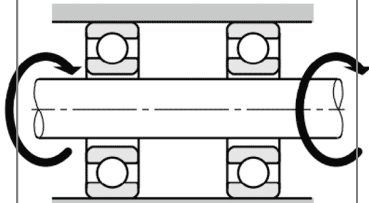
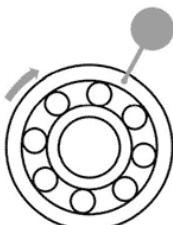
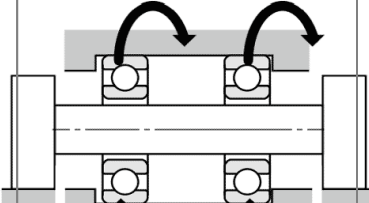
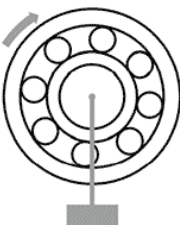
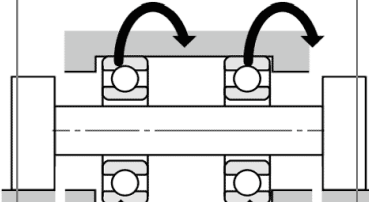
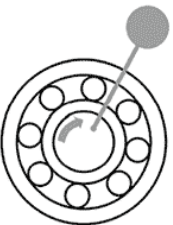
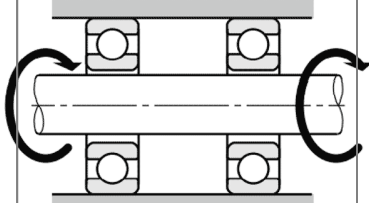
Además del ajuste por interferencia, también existe el ajuste de transición, que se utiliza cuando hay tolerancias en una aplicación que permiten una holgura además de una interferencia.

Ajuste libre

Para los rodamientos no separables, como los [rodamientos rígidos de bolas](#), se recomienda un ajuste con juego para el anillo interior o el anillo exterior. En este caso, el anillo del rodamiento sometido a una [carga puntual](#) tiene un [ajuste holgado](#). El diámetro del anillo exterior del rodamiento es menor que el diámetro mínimo del alojamiento, o el diámetro del anillo interior es mayor que el diámetro máximo del eje. La relación entre el asiento del rodamiento y el tipo de carga se muestra en la figura.

Figura	Sentido de giro del rodamiento	Carga del anillo	Asiento del rodamiento
--------	--------------------------------	------------------	------------------------

Selección del ajuste de montaje

<p>Carga fija</p> 	 <p>El anillo interior gira Anillo exterior fijo</p>	<p>Carga circunferencial para el anillo interior</p>	<p>Anillo interior: ajuste apretado en el eje</p>
<p>Carga circulante</p> 	 <p>El anillo exterior gira</p>	<p>Carga puntual para el anillo exterior</p>	<p>Anillo exterior: ajuste libre</p>
<p>Carga fija</p> 	 <p>El anillo exterior gira</p>	<p>Carga puntual para el anillo interior</p>	<p>Anillo interior: ajuste libre</p>
<p>Carga circulante</p> 	 <p>El anillo interior gira</p>	<p>Carga circunferencial para el anillo exterior</p>	<p>Anillo exterior: ajuste apretado en el alojamiento</p>

Selección del ajuste de montaje

Carga radial y asiento del rodamiento: Aquí se puede ver la conexión entre el tipo de carga y el asiento del rodamiento.

Determinación del ajuste del rodamiento

El tipo de ajuste puede determinarse en función de las tolerancias de diámetro de los agujeros del eje y del alojamiento y de las tolerancias de los anillos del rodamiento. Los valores recomendados para el ajuste y los posibles ajustes para varias aplicaciones se pueden encontrar normalmente en las tablas correspondientes, por ejemplo en el [catálogo](#) de NTN.

Ajuste mínimo y máximo

En algunas aplicaciones es necesario calcular un ajuste mínimo y máximo entre el anillo interior y el eje o alojamiento y el anillo exterior. En el contexto del ajuste mínimo, debe tenerse en cuenta que el ajuste se reduce en función de 4 factores:

Reducción del ajuste debido a:

- Cargas radiales
- Diferencias entre la temperatura de almacenamiento y la temperatura ambiente
- Cambio de forma/superficie de las superficies de contacto
- Deformación

La tensión del aro interior y exterior debe tenerse en cuenta al seleccionar los ajustes.

Por tanto, el primer factor considerado en detalle es el hecho de que el ajuste entre el anillo interior y el eje se reduce cuando actúa una carga radial sobre el rodamiento. Esta influencia, que se denominará a continuación Δ_{df} puede calcularse mediante las fórmulas 7 y 8.

Selección del ajuste de montaje

Fórmula 7

$$F_r \leq 0,3 C_{or}$$

$$\Delta_{dF} = 0,08 (d \times F_r / B)^{1/2} \quad \text{N}$$

Fórmula 8

$$F_r > 0,3 C_{or}$$

$$\Delta_{dF} = 0,02 (F_r / B) \quad \text{N}$$

Las fórmulas se utilizan para calcular la reducción del ajuste debido a una carga radial Δ_{dF} .

Δ_{dF} = Reducción ajuste correspondiente a la carga radial, μ m

d = Diámetro interior del rodamiento, mm

B = Anchura del anillo interior, mm

F_r = Carga radial N {kgf}

C_{or} = Carga estática nominal N {kgf}

El ajuste entre los anillos interiores y los ejes de acero se reduce por los aumentos de temperatura (diferencia entre la temperatura del rodamiento y la temperatura ambiente, ΔT) debido al funcionamiento del rodamiento. El cálculo del ajuste mínimo requerido en tales casos se muestra en la fórmula 9.

Fórmula 9

$$\Delta_{dT} = 0,0015 \times d \times \Delta T$$

Δ_{dT} = Variación debida a la diferencia de temperatura en μ m

Δ_{dT} se calcula con esta fórmula.

Selección del ajuste de montaje

ΔT = Diferencia entre la temperatura del anillo interior del rodamiento y temperatura ambiente en °C

d = **Diámetro del agujero** del rodamiento en mm

Además, al seleccionar el ajuste, debe tenerse en cuenta que la superficie de ajuste puede alisarse como resultado del ajuste a presión, a diferencia del ajuste por calor. Esto también significa que se reduce el ajuste. El grado de reducción de la interferencia depende de la rugosidad de las superficies de contacto. En general, cabe esperar una reducción de la interferencia (véase "Reducción de la interferencia").

Reducción del ajuste:

- para ejes laminados: 1,0~2,5 μ m
- para ejes mecanizados: 5,0~7,0 μ m

La reducción del ajuste depende del tipo de eje.

Los criterios anteriores se referían al ajuste mínimo, pero ahora se añade un aspecto que afecta al ajuste máximo. El uso de anillos de rodamiento con ajuste provoca tensiones y esfuerzos de compresión en la superficie de ajuste. Si el ajuste es demasiado grande – en cualquier caso, debe respetarse el límite superior especificado de aprox. 127 MPa – no deben sorprendernos los daños en los anillos del rodamiento y la menor **vida útil** asociada. Las consecuencias de un ajuste demasiado grande pueden ser **grietas** en el anillo interior y la **rotura** de los alojamientos o anillos.

Selección de ajuste para materiales con alta dilatación térmica

El eje y alojamiento pueden ser de **materiales** distintos del acero. Especialmente en el caso

Selección del ajuste de montaje

de materiales con elevados coeficientes de dilatación térmica (por ejemplo, el aluminio), debe tenerse en cuenta que el ajuste del anillo interior y el eje o del anillo exterior y el alojamiento cambia cuando aumenta la temperatura durante el funcionamiento del rodamiento. Dado que los materiales como el aluminio se dilatan más rápidamente que el acero, por ejemplo, esto sólo puede compensarse hasta cierto punto mediante ajustes más apretados. Si las fluctuaciones de temperatura son demasiado extremas, el alojamiento debe fabricarse con materiales con coeficientes de dilatación comparables, como el acero fundido.

Fórmula 10

$$\Delta d_{TE} = (\alpha_1 - \alpha_2) \times d \times \Delta T$$

Δd_{TE} = Cambio en la interferencia debido a diferentes coeficientes de expansión

α_1 = Coeficiente de dilatación del rodamiento, 1/°C

α_2 = Coeficiente de dilatación del eje y del cárter, 1/°C

d = Diámetro de referencia del ajuste correspondiente en mm

ΔT = Aumento de la temperatura durante el almacenamiento

Los coeficientes de dilatación de los distintos materiales deben tenerse en cuenta a la hora de elegir el ajuste. El motivo es que los materiales distintos del acero también tienen coeficientes de dilatación diferentes.

Esto te interesa

Cálculo de duración de vida

9. marzo 2022

¡Oh no, daño en los rodamientos! No es nada inusual que los rodamientos estén expuestos a una presión y un esfuerzo de fricción continuos. El

[Seguir leyendo »](#)

Selección del ajuste de montaje

NTN
Make the world NAME RAKA

 clauiversidaddelrodamiento.es



[El rodamiento de rodillos esféricos](#)

9. marzo 2022

Características de los rodamientos de rodillos esféricos Estos rodamientos son auténticos todoterreno. Siendo capaces de soportar cargas pesadas tanto en dirección axial como radial. Se

[Seguir leyendo »](#)

[Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga](#)

9. marzo 2022

Holgura del rodamiento y holgura de funcionamiento, ¿no es lo mismo? Y [precarga](#), ya lo había oído, pero ¿qué se supone que es eso? ¿Cómo

[Seguir leyendo »](#)

Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga

Resumen

- La movilidad interna de los cuerpos rodantes y los anillos en dirección axial y radial se denomina *juego del rodamiento*
- *El juego del rodamiento* se refiere a un rodamiento no montado
- *El juego de funcionamiento* se refiere a un rodamiento montado en funcionamiento
- Clases típicas de juego de rodamientos (valores para un rodamiento rígido a bolas 6008): C2 (1 → 11µm) CN → C3 → C4 (28 → 46µm)
- La precarga se define como a) el juego radial de funcionamiento negativo o b) la precarga axial de un rodamiento mediante un muelle o debido a una trayectoria definida

Holgura del rodamiento y holgura de funcionamiento, ¿no es lo mismo? Y precarga, ya lo había oído, pero ¿qué se supone que es eso? ¿Cómo se calculan todos estos valores y qué criterios son importantes a la hora de elegir el juego de funcionamiento correcto? Tal vez usted se enfrente a estas preguntas; en este artículo encontrarás las respuestas correspondientes y otras respuestas.

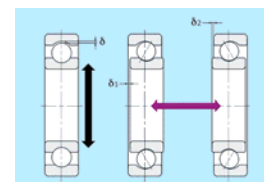
Definición de juego del rodamiento y juego de funcionamiento

El juego del rodamiento se refiere a un rodamiento no instalado y puede describirse como la movilidad interna de los **cuerpos rodantes** y los anillos en ambas direcciones, axial y radial. El juego de *funcionamiento* también puede describirse como la movilidad interna de los cuerpos rodantes y los anillos en ambas direcciones, pero se refiere a un rodamiento instalado en funcionamiento.

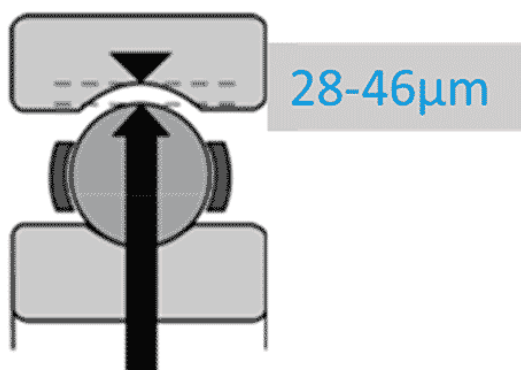
Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga

Juego interno

La forma más práctica de explicar el juego interno es imaginar un rodamiento (por ejemplo, un **rodamiento rígido de bolas**) que tiene en la mano. Si intenta mover el **anillo interior** de este rodamiento hacia arriba y hacia abajo o hacia la izquierda y hacia la derecha mientras sujeta el **anillo exterior**, notarás un pequeño desplazamiento en dirección radial (flecha negra) o axial (flecha morada). Este desplazamiento se denomina juego del rodamiento. A la inversa, también se puede sujetar el aro interior y desplazar el exterior hacia arriba y hacia abajo o hacia la izquierda y hacia la derecha. Esto también se denomina juego del rodamiento.



El juego del rodamiento se caracteriza por desplazamientos en dirección radial y axial.



Aquí se muestra gráficamente el juego del rodamiento rígido de bolas 6008C4, que sirve para el siguiente ejemplo de cálculo.

Pero basta de teoría. ¿Qué ocurre con el juego del rodamiento en un ejemplo práctico? Para un rodamiento 6008C4, por ejemplo, el juego radial es de 28-46µm (= C4). En el primer paso, el rodamiento 6008C4 se monta en un eje de acero que tenga, por ejemplo, un ajuste k6 (+2 → +18µm). Dado que el rodamiento 6008C4 tiene una tolerancia en el anillo interior de 0/-12µm, el apriete entre el anillo interior y el eje es de 2µm → 30µm. Este valor se obtiene observando el ajuste del eje y la tolerancia en el anillo interior del rodamiento.

Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga

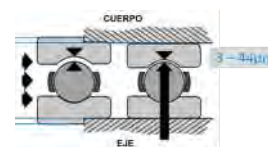
Sólo se tienen en cuenta los valores extremos, que cubren el intervalo cuando el rodamiento "más grande" se monta en el eje "más pequeño" o el rodamiento "más pequeño" se monta en el eje "más grande". En este ejemplo, serían los siguientes casos:

- Eje con 40,002 mm y rodamiento con 40,000 mm = 2 μm
- Eje con 40,018 mm y rodamiento con 39,988 mm = 30 μm

Se necesita algo de fuerza para montar el 6008C4 en el eje. Debido a este ajuste del eje, el juego del rodamiento se reduce de modo que éste después del montaje en el eje es de +3 μm \rightarrow +44 μm . Ahora el eje está montado con el 6008C4 un alojamiento de acero. En este ejemplo, el alojamiento tiene un ajuste H6 (0 $\mu\text{m}/+19\mu\text{m}$) y el anillo exterior del rodamiento tiene una tolerancia de 0/-13 μm .

De forma comparable al eje, se consideran el ajuste del rodamiento y la tolerancia del anillo exterior. Aquí se aplica, por ejemplo:

- Alojamiento con 68,000 mm y rodamiento con 68,000 mm = 0 μm
- Alojamiento con 68,019 mm y rodamiento con 67,987 mm = 32 μm

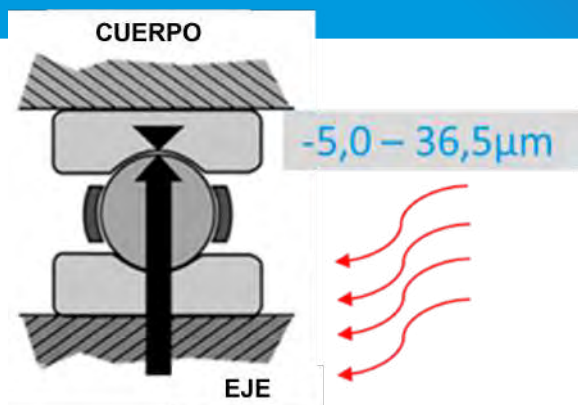


Reducción del juego del rodamiento debido a los ajustes.

Como se puede ver, el juego entre el anillo exterior y el alojamiento es de 0 μm 32 μm . Esto no cambia el juego en el rodamiento: +3 \rightarrow +44 μm .

A continuación, el eje gira a 8.000 rpm, por ejemplo. El rodamiento 6008C4 tiene ahora una temperatura de 100°C en el anillo interior y de 90°C en el anillo exterior. Pero,

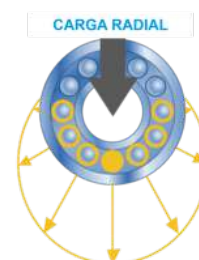
Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga



¿qué ocurre realmente ahora? Pues bien, el anillo interior y el anillo exterior se dilatan debido al calor, pero el anillo interior se dilata más que el anillo exterior. Debido a esto, el juego del rodamiento se reduce de $+3 \rightarrow +44\mu\text{m}$ a $-5,0 \rightarrow +36,5\mu\text{m}$. Esta reducción de unos $7,5\mu\text{m}$ se calcula con un programa informático o, alternativamente, con la ayuda de fórmulas de catálogo.

Debido a que el anillo interior se expande más que el exterior, el juego del rodamiento se reduce.

Si ahora se añade una **fuerza radial**, vuelve a mejorar el juego radial. Esto se debe a que algunos de los cuerpos rodantes absorben la carga radial y los otros cuerpos rodantes se alivian. En la ilustración de la carga radial, esto se muestra una vez para un rodamiento. La longitud de las flechas amarillas indica la magnitud de la fuerza que actúa sobre los elementos rodantes.



Existen diferentes grupos de juego radial para los rodamientos. Se pueden consultar en la tabla. (Nota: El juego axial puede calcularse a partir del juego radial mediante fórmulas, por ejemplo para **rodamientos rígidos de bolas**).

En esta ilustración puede verse la magnitud de la fuerza que actúa sobre el cuerpo rodante. En resumen: flecha pequeña = carga baja, flecha grande = carga alta sobre el cuerpo rodante.

Holgura interna	Significado	Posibles aplicaciones
C2	El juego del rodamiento es menor de lo normal	<ul style="list-style-type: none"> • Motores pequeños • Compresores

Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga

CN	Juego de rodamiento estándar	• La mayoría de las aplicaciones
C3	El juego del rodamiento es mayor de lo normal	<ul style="list-style-type: none"> • Rodamientos de rueda para vehículos ferroviarios • Máquinas y secadoras de papel
C4	Mayor que C3	<ul style="list-style-type: none"> • Rodamientos de motores de tracción para vehículos ferroviarios • Máquinas y secadoras de papel
C5	Mayor que C4	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicaciones especiales

Seguramente no será la última vez que te encuentres con CN, C3 y C4. Las demás clases de juego para rodamientos solo se utilizan en condiciones de funcionamiento especiales.

Juego en funcionamiento

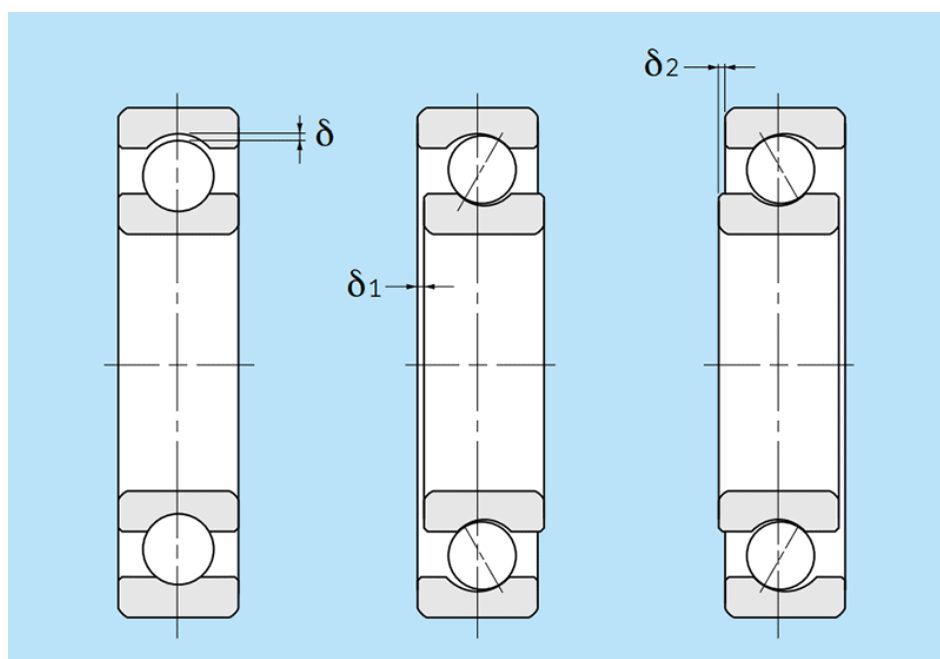
Ahora podemos decir que el juego del rodamiento en estado de funcionamiento es de $-5,0\mu\text{m}$ a $36,5\mu\text{m}$. Este juego del rodamiento en estado de funcionamiento también se denomina juego de funcionamiento. En la tabla se pueden ver las correlaciones y la variación del juego del rodamiento en función del estado de montaje.

Resultados resumidos		
Paso	Estado	Holgura radial interna/holgura de funcionamiento
1	Antes del montaje	$28\mu\text{m} - 46\mu\text{m}$
2	Después del montaje en el eje k6 fit	$3\mu\text{m} - 44\mu\text{m}$

Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga

3	Después del montaje en la carcasa H6	3μm - 44μm
4	En funcionamiento, 8.000 rpm, Temperatura anillo interior: 100°C, temperatura anillo exterior: 90°C	+7,3μm → +48,7μm
5	Fuerza radial de 1.000 N	+7,3μm → +48,7μm

Esta tabla resume los hechos más importantes descritos anteriormente.



Fórmula 11

Juego radial = δ

Juego axial = $\delta_1 + \delta_2$

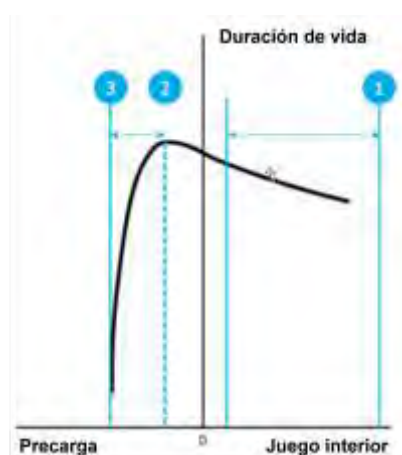
La determinación del juego radial y axial.

En la ilustración se puede ver que el juego de funcionamiento se diferencia en juego radial y axial. El juego radial y axial se determinan de forma diferente.

Ejemplo: Relación entre el juego y la vida útil

Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga

Es fundamental seleccionar con cuidado el juego del rodamiento, ya que éste influye en la **vida útil** (no en la vida útil L10h), la curva de temperatura, el rendimiento del rodamiento y el ruido de funcionamiento. Los efectos del juego de funcionamiento sobre la vida útil se muestran en el gráfico.



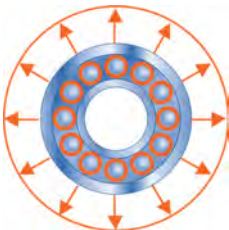
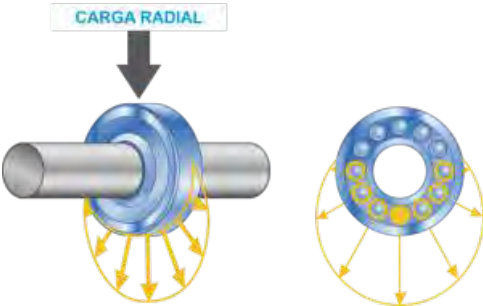
Vida útil en función del ciclo de funcionamiento.

Como se puede ver en la figura, la **vida útil** disminuye rápidamente en las zonas 3 y 1. Pero, ¿por qué disminuye tanto la vida útil? Supongamos que el rodamiento 6008C4 mencionado en el ejemplo anterior tiene 12 bolas (cuerpos rodantes). Sin embargo, si la diferencia de temperatura entre el anillo interior y el anillo exterior ahora siempre aumenta, el juego de funcionamiento seguirá disminuyendo (zona 3). Como resultado, los 12 cuerpos rodantes están ahora en contacto, deslizándose sobre las pistas de rodadura (ya no se produce rodadura). Esto reduce la vida útil hasta el punto de provocar un fallo total.

Si la tabla de las clases de **juego de los rodamientos** mencionada anteriormente se amplía con una columna más, las bolas que "soportan" la fuerza radial (por ejemplo, el peso del eje) se muestran en la cuarta columna (soporte de carga).

Paso	Estado	Aire del rodamiento/ Juego operativo	Cuerpos rodantes soportando la carga	Zona	Nota

Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga

1	Antes del montaje	28 μ m - 46 μ m	-	-	-
2	Después del montaje en el eje k6 fit	3 μ m - 44 μ m	3 de 12	1-2	-
3	Después del montaje en la carcasa H6	3 μ m - 44 μ m	3 de 12	1-2	-
4	En funcionamiento, 8.000 rpm, Temperatura anillo interior: 100°C, temperatura anillo exterior: 90°C	-5,0 μ m - 36,5 μ m	12 de 12	2-3	 <p>El rodamiento 6008C4 tiene una temperatura del anillo interior de 100°C y del anillo exterior de 90°C a n = 8.000rpm.</p>
5	Fuerza radial de 1.000 N	+7,3 μ m → +48,7 μ m	7 de 12	2-1	 <p>El rodamiento 6008C4 está en funcionamiento bajo la acción de una carga radial de 1.000N.</p>

Esta tabla muestra cuántos cuerpos rodantes soportan la carga - en función del juego de funcionamiento.

Cálculo del juego de funcionamiento

Aunque, en teoría, el juego de funcionamiento debería ser ligeramente negativo para

Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga

garantizar la máxima vida útil del rodamiento, en la práctica diaria, en condiciones normales de funcionamiento, el juego de funcionamiento suele ser ligeramente superior a cero. La razón de ello es que este juego de funcionamiento negativo (precarga) podría aumentar si un rodamiento está expuesto a condiciones de funcionamiento cambiantes. Esto, a su vez, provocaría la reducción de la vida útil ya descrita.

Para calcular el juego de funcionamiento, deben tenerse en cuenta factores como los ajustes, así como las diferencias de temperatura que se producen entre el anillo interior y el exterior.

Fórmula 12

$$\delta_{\text{eff}} = \delta_o - (\delta_f + \delta_t)$$

δ_{eff} = Juego de funcionamiento (ajuste efectivo), mm

δ_o = Juego del rodamiento, mm

δ_f = Disminución del juego del rodamiento debido a la interferencia causada por los ajustes, mm

δ_t = Disminución del juego del rodamiento debido a las diferencias de temperatura entre los anillos interior y exterior, mm

El cálculo del juego de funcionamiento δ_{eff} requiere tres variables.

El exceso δ_f

El juego de un rodamiento se reduce debido a una interferencia δ_f entre el anillo interior y el eje o el anillo exterior y el alojamiento. Debido a la interferencia δ_f entre el anillo interior y el eje, el anillo interior se dilata o el anillo exterior se comprime (interferencia entre el anillo exterior y el soporte) durante el montaje.

La fórmula 13 puede utilizarse para calcular la reducción del juego del rodamiento. Para simplificar, se tienen en cuenta factores como la forma del rodamiento, el eje y el

Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga

alojamiento, así como los utilizados, con un valor numérico del 70%-90%. En general, cuanto mayor es la interferencia, más se reduce el juego del rodamiento.

Fórmula 13

$$\delta_f = (0,70 \sim 0,90) \Delta_{\text{deff}}$$

Δ_{deff} indica la sobremedida efectiva en mm.

La diferencia de temperatura δ_t

Pero con el cálculo del valor δ_f el trabajo aún no ha terminado: el siguiente paso es calcular la variable δ_t que tiene en cuenta la reducción del juego de funcionamiento debido a una diferencia de temperatura en el rodamiento. Un dato importante: cuando el rodamiento está en funcionamiento, el anillo exterior está realmente entre 5 y 10°C más frío que el interior, por ejemplo. En determinadas condiciones, como una disipación de calor del alojamiento superior a la media, esta diferencia puede ser incluso mayor.

Fórmula 14

$$\delta_t = \alpha \times \Delta T \times D_o$$

α = Coeficiente de dilatación por temperatura del material del rodamiento, $12,5 \times ((10) * 6 / ^\circ\text{C})$

ΔT = Diferencia de temperatura (anillo interior/exterior) en °C

D_o = Diámetro de la pista anillo exterior, mm

Si la reducción del juego de funcionamiento debe calcularse mediante una diferencia de temperatura, hay que tener en cuenta varios factores.

Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga

El diámetro de la pista de rodadura del anillo exterior D_o

Para determinar de nuevo el diámetro de la pista de rodadura del anillo exterior D_o (aproximadamente), hay que utilizar la fórmula 15 o la fórmula 16, según el tipo de rodamiento.

Fórmula 15

Para rodamientos de bolas y rodamientos de rodillos esféricos:

$$D_o = 0,20 (d + 4,0D)$$

El cálculo del diámetro de la pista de rodadura del anillo exterior D_o es diferente para los rodamientos de bolas y los rodamientos de rodillos.

Fórmula 16

Para rodamientos de rodillos (excepto rodamientos de rodillos esféricos):

$$D_o = 0,25 (d + 3,0D)$$

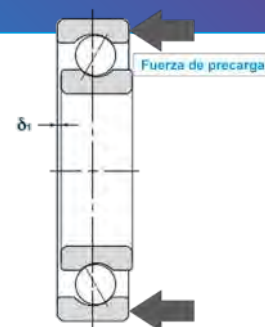
Precarga

Hasta ahora, este artículo ha tratado sobre las clases de juego de los rodamientos y cómo cambian durante el funcionamiento. Pero dependiendo de la aplicación, es necesario precargar axialmente los

Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga

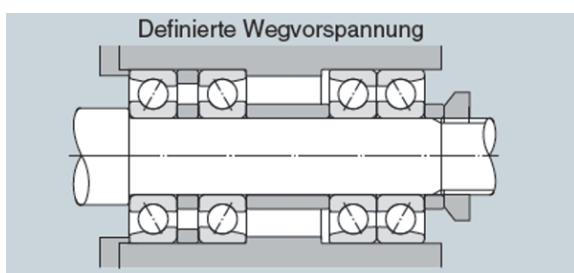
rodamientos.

Una posibilidad, que se utiliza a menudo en motores eléctricos, por ejemplo, es la precarga axial de los rodamientos mediante un muelle (precarga mediante una fuerza de precarga constante). Esto se muestra simbólicamente en la ilustración. La fuerza del muelle actúa en toda la circunferencia.



Fuerza del muelle en un rodamiento rígido de bolas.

¿Por qué se hace esto? La fuerza de precarga del muelle hace que todas las bolas encajen perfectamente en las pistas de rodadura del rodamiento rígido de bolas (juego axial del rodamiento = $0\mu\text{m}$). De este modo, la precarga provoca una tensión en los puntos de contacto de los elementos rodantes y las pistas de rodadura. Esto reduce el ruido de funcionamiento y mejora el comportamiento ante las vibraciones.



Los rodamientos para husillos son un ejemplo de rodamientos precargados.

Otra aplicación son los rodamientos del husillo de una máquina herramienta (de ahí el nombre de rodamiento de husillo). En este caso, los rodamientos del husillo se precargan axialmente mediante un muelle, como en el caso del motor eléctrico, o alternativamente a través de una trayectoria definida.

La precarga es más probable en los [rodamientos de bolas de contacto angular](#) y los [rodamientos de rodillos cónicos](#), y una ligera precarga también tiene un efecto positivo en la

Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga

vida útil total. En el contexto de la precarga, siempre hay que tener en cuenta la finalidad y el objetivo, porque la precarga también conlleva sus riesgos, especialmente si se fija demasiada precarga. Por lo tanto, no hay que desdeñar en absoluto que esto puede provocar un aumento de la **presión superficial**, una generación de calor extremadamente elevada y un acortamiento de la **vida útil** del rodamiento.

Efectos de la precarga:

- Aumento de la rigidez
- Sólo se recomienda condicionalmente para las velocidades más altas
- Se mejora la concentricidad y la precisión de posicionamiento
- Influencia positiva en las vibraciones y el ruido de rodadura
- Menor riesgo de marcas en las pistas por **deslizamiento**
- Guiado forzado de los cuerpos rodantes sobre el **respaldo** guía (por ejemplo, con rodamientos de rodillos cónicos)

El resultado está relacionado con varios aspectos.

Esto te interesa

Cálculo de duración de vida

9. marzo 2022

¡Oh no, daño en los rodamientos! No es nada inusual que los rodamientos estén expuestos a una presión y un esfuerzo de fricción continuos. El

[Seguir leyendo »](#)



Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga

 Clauniversidaddelrodamiento.es

contacto angular

9. marzo 2022

El rodamiento de bolas de contacto angular es muy similar al rodamiento rígido de bolas. Características de los rodamientos de bolas de contacto angular Quizás

[Seguir leyendo »](#)



El rodamiento de rodillos cónicos

9. marzo 2022

Características de los rodamientos de rodillos cónicos Aquí se ve un rodamiento de rodillos cónicos NTN. Como su nombre indica, los rodamientos de rodillos cónicos

[Seguir leyendo »](#)

Materiales y fabricación

9. marzo 2022

¿Has leído ya nuestro capítulo sobre estructura y modo de funcionamiento? Tal vez te hayas preguntado de qué están hechos los rodamientos. Aquí encontrarás algunas

[Seguir leyendo »](#)

O, X y disposición en tándem

9. marzo 2022

Si ya has leído los artículos sobre rodamientos a bolas de contacto angular o rodamientos de rodillos cónicos, es posible que ya hayas entrado en

[Seguir leyendo »](#)

Selección del ajuste de montaje

9. marzo 2022

Después de leer este artículo, deberías conocer y ser capaz de definir estos tres tipos de ajuste. Pero antes de eso, es útil entender qué

[Seguir leyendo »](#)

Resumen

- Rodamiento del lado fijo: Impide el movimiento axial del eje en relación con el alojamiento y absorbe las fuerzas radiales y axiales
- Rodamiento flotante: permite movimientos relativos axiales y la absorción de fuerzas radiales
- Rodamiento ajustado: los anillos de dos rodamientos están precargados uno contra otro; se requiere un guiado estrecho en la aplicación
- Rodamiento libre: caracterizado por juego axial; no requiere apriete axial
- Disposición en O: escasa desalineación de los rodamientos, amplia base de apoyo
- Disposición en X: gran desalineación de los rodamientos, base de apoyo baja

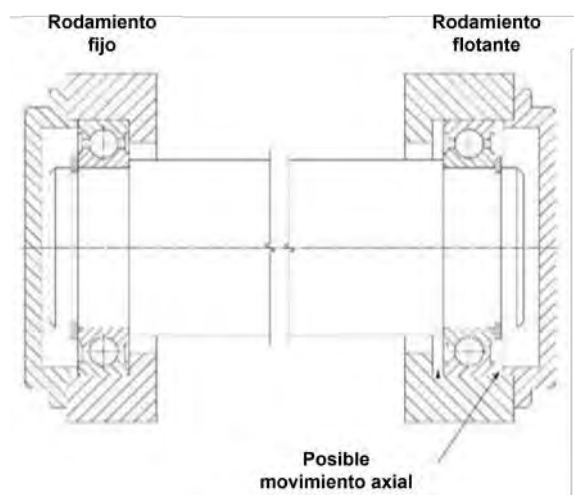
¿Elijo una disposición de rodamiento fijo, una disposición de rodamiento apretado o una disposición de rodamiento flotante? Esta pregunta es importante a la hora de diseñar un sistema de almacenamiento. Naturalmente, las tres variantes tienen sus ventajas e inconvenientes.

Tipo de montaje

En primer lugar, es importante saber que los ejes se apoyan básicamente en al menos un par de rodamientos, tanto en dirección axial como radial. El rodamiento que debe impedir el movimiento axial del eje en relación con el soporte se denomina rodamiento fijo. Para ello, el rodamiento siempre debe fijarse axialmente en el eje y en el alojamiento mediante elementos adecuados. Esta fijación axial puede realizarse a veces mediante una [contratuercas](#) o un [anillo de retención](#).

Rodamiento fijo y deslizante o libre

Para compensar la dilatación térmica y las tolerancias de fabricación, se necesita otro rodamiento, el llamado rodamiento libre. Como puede verse en la ilustración del rodamiento fijo y libre, el desplazamiento axial se realiza en el soporte. Sin embargo, este desplazamiento axial también puede realizarse en el eje o en el propio rodamiento (por ejemplo, en el caso de un [rodamiento de rodillos cilíndricos](#) del tipo NU o N). En el caso de un rodamiento de rodillos cilíndricos (diseño NU o N de NTN), en el que el desplazamiento axial se realiza en el rodamiento, tanto el [anillo interior](#) como el exterior están fijados axialmente.

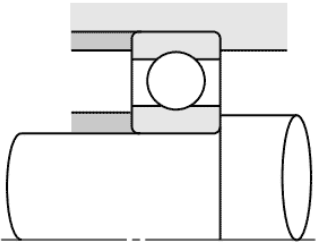
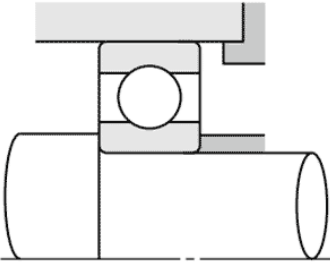
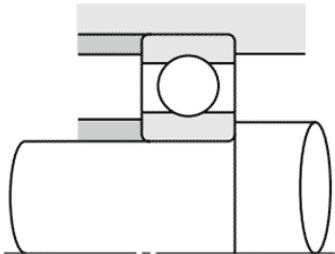
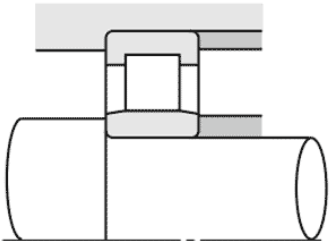


La ilustración de un montaje tipo apoyo fijo y libre.

Disposición de los rodamientos (diferenciación entre lado fijo y lado libre)			
Disposición		Comentario	Ejemplos de aplicación
Lado del rodamiento fijo	Lado del rodamiento libre		

Rodamiento fijo y deslizante o libre

Disposición de los rodamientos (diferenciación entre lado fijo y lado libre)

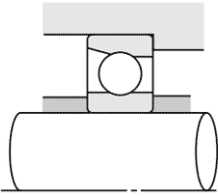
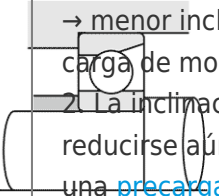
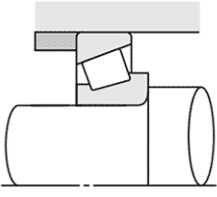
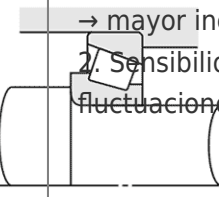
		<p>1. Disposición general para todas las máquinas.</p> <p>2. Para cargas radiales, pero también soporta cargas axiales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bombas pequeñas • Cajas de cambios de vehículos de motor
		<p>1. Adecuado para errores de instalación y desviación del eje bajos o para aplicaciones de alta velocidad.</p> <p>2. El lado del rodamiento flotante es fácilmente desplazable, incluso con la dilatación y contracción del eje.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Motores eléctricos de tamaño medio • Ventiladores

Rodamiento fijo y deslizante o libre

Aquí encontrarás una visión general de las disposiciones en el lado de almacenamiento fijo y flotante.

Montaje precargado

Además de la disposición de rodamientos de lado fijos y libres, también existe la disposición de rodamientos ajustados. El ajuste significa que los anillos de dos rodamientos se desplazan hasta alcanzar la **precarga** o el juego deseados. El resultado es un guiado más ajustado y una mayor rigidez del rodamiento. Los **rodamientos de rodillos cónicos** y los **rodamientos de bolas de contacto angular** se utilizan principalmente de esta forma, pero muchos otros tipos de rodamientos (como los **rodamientos rígidos de bolas**) también se podrían usar así. Para alinear dos rodamientos entre sí, existen tres posibles disposiciones de rodamientos: la **disposición en O**, **en X** y **en tándem**. La tabla muestra las disposiciones O y X.

Disposición de almacenamiento (almacenamiento de empleados)		
Disposición	Comentario	Ejemplos de aplicación
 <p>Disposición en O (espalda con espalda)</p>	 <ol style="list-style-type: none"> 1. Mayor anchura del soporte → menor inclinación bajo carga de momento 2. La inclinación puede reducirse aún más mediante una precarga adicional de los cojinetes 	<ul style="list-style-type: none"> • Husillos de máquina herramienta
 <p>Arreglo en X (cara a cara)</p>	 <ol style="list-style-type: none"> 1. Anchura del soporte inferior → mayor inclinación posible 2. Sensibilidad a las fluctuaciones de temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> • Reductor • Eje delantero y trasero de vehículos de motor

Rodamiento fijo y deslizante o libre

Puedes encontrar más información sobre la orden O y X [aquí](#).

Sin embargo, hay que tener en cuenta que el montaje precargado también presenta desventajas. Para el "ajuste" se necesita bastante más tiempo durante el montaje. La razón de ello es, por ejemplo, la necesidad de un valor de precarga o de juego definido.

El rodamiento flotante o libre

Otra disposición de rodamientos que, en esencia, tiene mucho en común con la disposición de rodamientos con apriete es la disposición de rodamientos flotantes. En contraste con el rodamiento ajustado, éste siempre implica cierto juego axial, por lo que no existe un guiado axial ajustado con el rodamiento flotante. El juego axial se determina por el diseñador en el caso de una disposición de rodamiento flotante, de modo que los rodamientos no estén sujetos a distorsión axial bajo ninguna circunstancia. Se elige una disposición de rodamiento flotante para reductores, por ejemplo, si el engranaje requiere una posición axial libre o la precisión de guiado axial no tiene que ser especialmente elevada.

Por el contrario, los rodamientos de [bolas de contacto angular](#) y los [rodamientos de rodillos cónicos](#), que deben ajustarse, no son adecuados para la disposición flotante. En la lista se resumen los tipos de rodamientos más importantes que son adecuados para la disposición flotante.

- [Rodamientos de rodillos esféricos](#)
- [Rodamientos rígidos de bolas](#)
- [Rodamientos de rodillos cilíndricos](#)

Además de los tres rodamientos, también pueden utilizarse, por supuesto, otros tipos de rodamientos para realizar una disposición de rodamientos flotantes.

Esto te interesa

Rodamiento fijo y deslizante o libre



El rodamiento de bolas de contacto angular

9. marzo 2022

El rodamiento de bolas de contacto angular es muy similar al rodamiento rígido de bolas. Características de los rodamientos de bolas de contacto angular Quizás

[Seguir leyendo »](#)

El rodamiento de rodillos cilíndricos

9. marzo 2022

Características de los rodamientos de rodillos cilíndricos ¿Recuerdas la característica que tienen en común todos los rodamientos de rodillos? Se trata del [contacto lineal](#), que

[Seguir leyendo »](#)



El rodamiento de rodillos cónicos

9. marzo 2022

Características de los rodamientos de rodillos cónicos Aquí se ve un rodamiento de rodillos cónicos NTN. Como su nombre indica, los rodamientos de rodillos cónicos

[Seguir leyendo »](#)

Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga

9. marzo 2022

Holgura del rodamiento y holgura de funcionamiento, ¿no es lo mismo? Y precarga, ya lo había oído, pero ¿qué se supone que es eso? ¿Cómo

[Seguir leyendo »](#)

Montaje del rodamiento y diseño de los elementos circundantes

5. abril 2022

Rodamiento fijo y deslizante o libre

En general, el correcto funcionamiento de un rodamiento depende de su entorno en gran medida. ¿Quién puede rendir al máximo si no se siente cómodo

[Seguir leyendo »](#)

O, X y disposición en tándem

9. marzo 2022

Si ya has leído los artículos sobre rodamientos a bolas de contacto angular o rodamientos de rodillos cónicos, es posible que ya hayas entrado en

[Seguir leyendo »](#)

O, X y disposición en tándem

Resumen

- Se aplica a los rodamientos de bolas de contacto angular y a los rodamientos de rodillos cónicos
- Disposición en O: es posible una ligera desalineación de los rodamientos, amplia base de apoyo
- Disposición en X: gran desalineación de los rodamientos, base de apoyo baja
- Disposición en tándem: a diferencia de las otras dos disposiciones, los rodamientos pueden soportar cargas axiales desde una sola dirección
- Todos los tipos de disposición pueden combinarse entre sí

Si ya has leído los artículos sobre [rodamientos a bolas de contacto angular](#) o [rodamientos de rodillos cónicos](#), es posible que ya hayas entrado en contacto con diferentes tipos de disposiciones de rodamientos. Concretamente, se refieren a la disposición de los [cuerpos rodantes](#) en los rodamientos de varias hileras. Existen tres tipos principales: disposiciones en O, en X y en tándem.

La disposición en O, en X y en tándem se refiere a la forma en que se disponen varios rodamientos entre sí. Si observas las líneas de presión de la aplicación de fuerza en los dibujos técnicos y las esbozas con más detalle en tu mente, observarás que adoptan una forma de O en la disposición en O y -¡sorpresa! -la disposición x adopta forma de X. La disposición en tándem puede visualizarse a medida que las líneas de presión del dibujo trabajan en la misma dirección; además, la bicicleta en tándem puede servir como ejemplo. Antes de leer sobre las características específicas, debes saber que existen varios nombres para las distintas disposiciones.

En el texto, sólo se utilizan las designaciones O, X

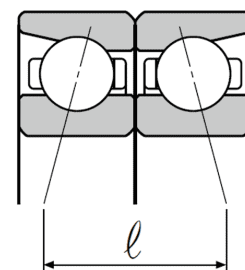
O, X y disposición en tándem

Nombre	Abreviatura	Nombre en inglés
Disposición en O	DB	Espalda con espalda
Disposición en X	DF	Cara a cara
Disposición en tándem	DT	Tándem

y disposición en tándem para una mejor comprensión.

Disposición en O

Empecemos con la disposición en O y las preguntas de qué puede hacer y cuándo se debe utilizar. En el artículo sobre [rodamientos ajustados](#) ya se mencionó que los [rodamientos a bolas de contacto angular](#) y los [rodamientos de rodillos cónicos](#) pueden "ajustarse" para formar una disposición en O. Esto significa que, además de elevadas cargas radiales, también pueden absorber fuerzas axiales de ambas direcciones.

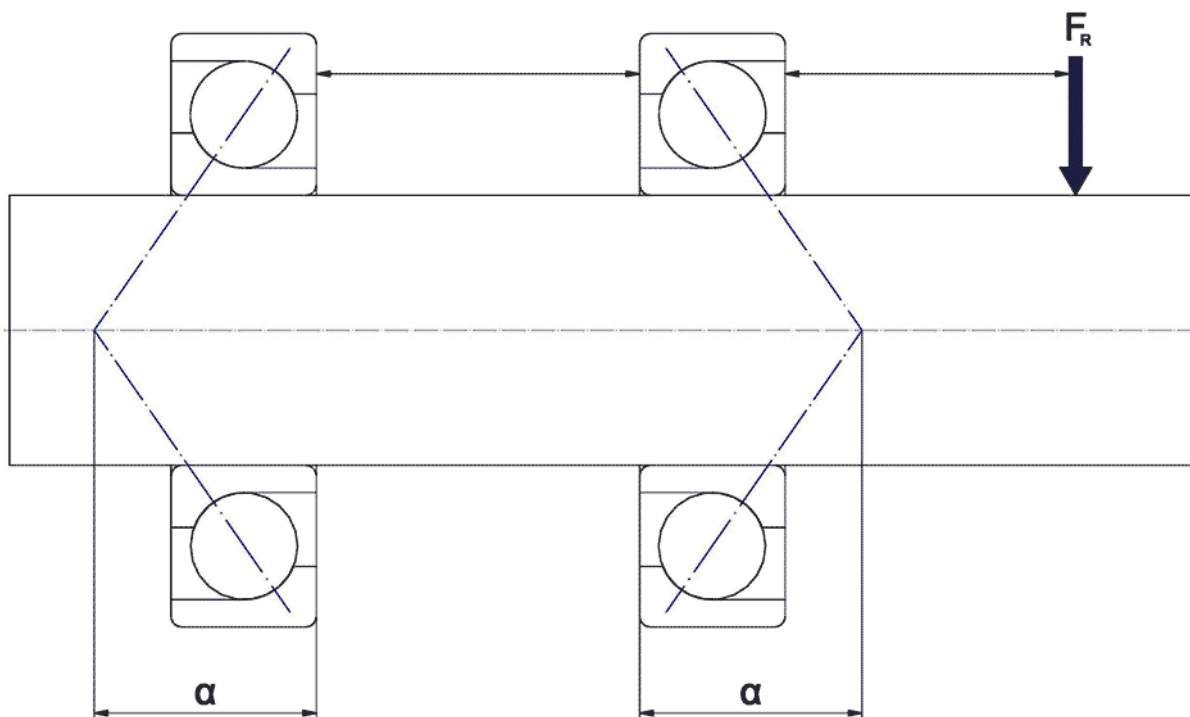


La disposición O de los cuerpos rodantes se refiere a los rodamientos a bolas de contacto angular y a los rodamientos de rodillos cónicos.

Para explicar cuándo utilizar la disposición en O, puede darse el siguiente ejemplo: En una aplicación, anteriormente se utilizaban dos [rodamientos rígidos a bolas](#) 6212, pero ahora se requiere un eje más rígido. ¿Cuál es la mejor manera de proceder? En el croquis se pueden ver dos [rodamientos a bolas de contacto angular](#). El valor a que indica la distancia entre

O, X y disposición en tándem

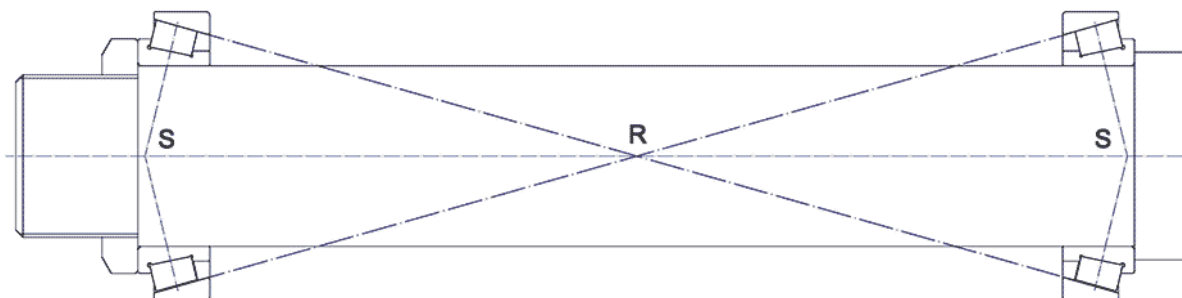
centros. Para un rodamiento 7212 (ángulo de contacto de 30°) el valor es $a = 36$ mm para un rodamiento 7212B (ángulo de contacto de 40°) el valor es $a = 47,5$ mm. En comparación, el rodamiento rígido a bolas 6212 utilizado anteriormente sólo tiene una distancia entre centros de 11 mm (= la mitad de la anchura del rodamiento). Si los dos rodamientos rígidos de bolas 6212 se sustituyen ahora por rodamientos de bolas de contacto angular 7212B, se obtiene una distancia entre centros considerablemente mayor y, en consecuencia, también una mayor [rigidez del eje](#).



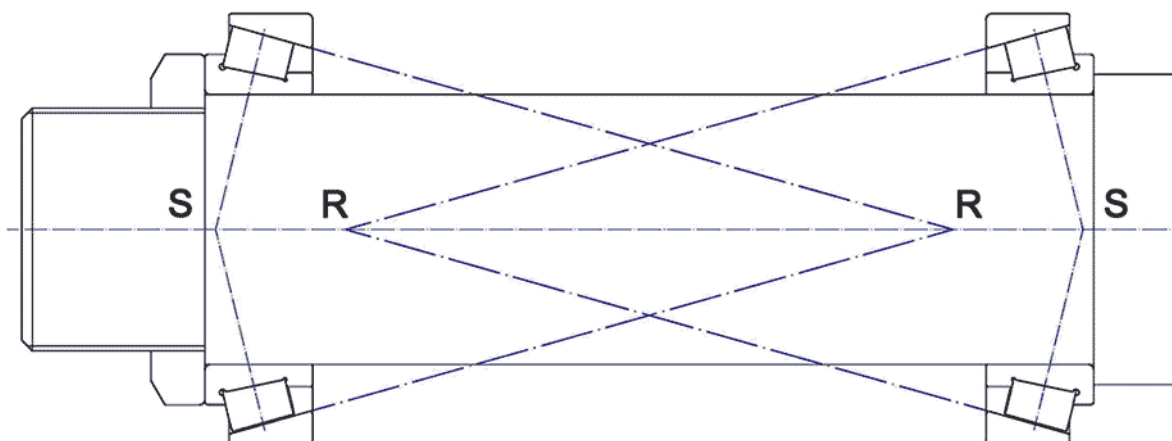
La disposición en O utilizando el ejemplo de dos rodamientos de bolas de contacto angular.

A continuación, se analizarán los tres efectos de temperatura que existen en la disposición O y el denominado pico de cono rodante R. Este último puede observarse en los tres casos prácticos mostrados.

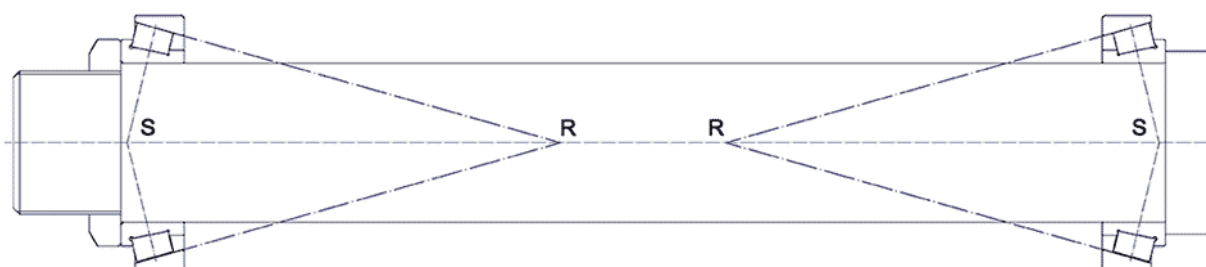
O, X y disposición en tándem



Caso 1: Si las líneas de los conos de rodadura coinciden, la dilatación térmica axial y radial se equilibran y se mantiene el juego ajustado.



Caso 2: Si las líneas del cono de rodadura se cruzan, la dilatación radial tiene un efecto mayor sobre el juego del rodamiento que la dilatación térmica axial. El juego se reduce.



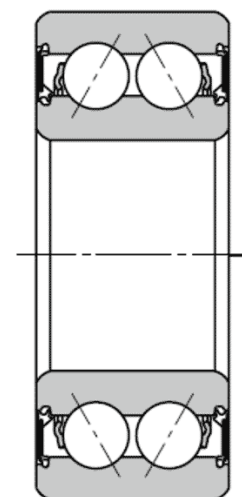
Caso 3: Si las líneas de los conos de rodadura no se solapan, la dilatación térmica axial tiene un mayor

O, X y disposición en tándem

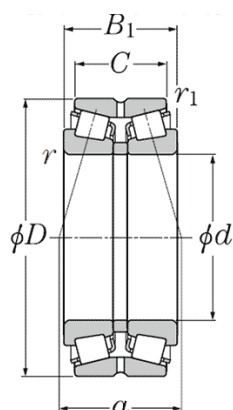
efecto sobre el juego del rodamiento que la dilatación radial. El juego se hace mayor.

Bien, ¿y qué significa eso? Se ha diseñado el rodamiento y se han calculado las flexiones, las líneas de flexión, las correcciones de los engranajes, etc. Sin embargo, si no se han tenido en cuenta los efectos de la temperatura, las consecuencias pueden ser graves en el peor de los casos: el resultado pueden ser daños en el rodamiento. Si esto ocurriera en la práctica, es aconsejable ponerse en contacto con el fabricante del rodamiento y solicitar ayuda.

Además de los **rodamientos a bolas de contacto angular** de una hilera, que pueden disponerse **en O**, existen también rodamientos de bolas de contacto angular de dos hileras. Éstos se suministran en disposición en O y tienen un **anillo exterior** y un **anillo interior** comunes. La ventaja de estos rodamientos de bolas de contacto angular de dos hileras es su anchura.



Rodamiento de bolas de contacto angular de doble hilera (LLD).



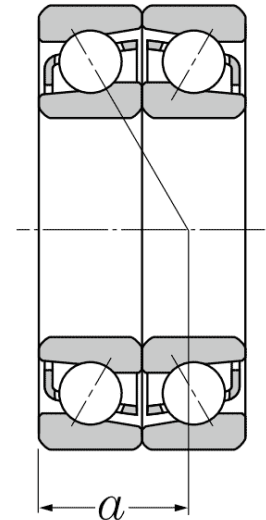
Aquí se ve un rodamiento de rodillos cónicos de dos hileras en disposición O.

Un rodamiento 7200B ($B = \text{ángulo de contacto de } 40^\circ$), por ejemplo, tiene una anchura de 9 mm, por lo que la versión DB la tiene de 18 mm. El rodamiento de bolas de contacto angular de dos hileras 5200S tiene una anchura total de 14,3 mm con el mismo diámetro interior y exterior, por lo que su diseño es más estrecho. Sin embargo, las capacidades de carga son inferiores en comparación con los **rodamientos de bolas de contacto angular** de una hilera, por lo que es necesario llegar a un compromiso. Además, también existen **rodamientos de rodillos cónicos** de dos hileras.

Disposición en X

O, X y disposición en tándem

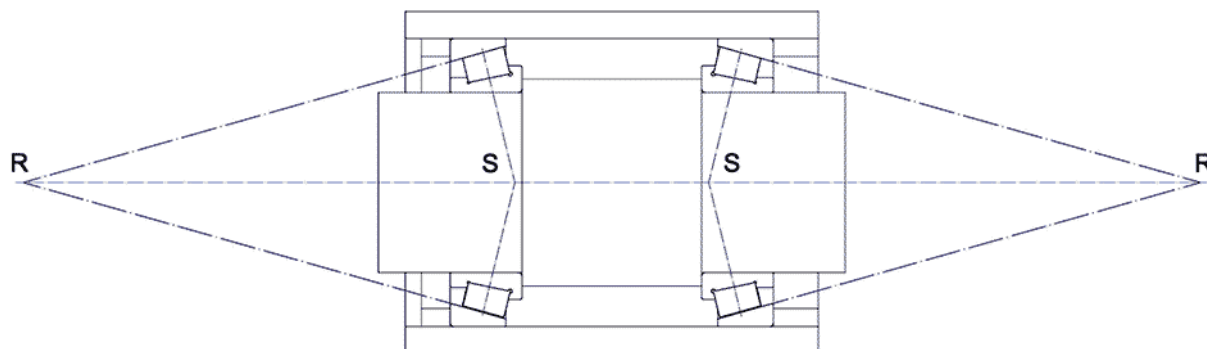
Los **rodamientos de bolas de contacto angular**, así como los **rodamientos de rodillos cónicos** en disposición X, pueden soportar fuerzas axiales en ambos sentidos, además de elevadas cargas radiales (al igual que en la disposición O). Los rodamientos con disposición en X tienen una distancia entre centros menor entre los puntos de aplicación de la carga en comparación con los de disposición en O. Por lo tanto, las direcciones de la carga se cruzan en los puntos de aplicación de la carga, por lo que los rodamientos con esta disposición tienen una rigidez baja. Al mismo tiempo, la disposición en X tiene una menor rigidez a la inclinación, lo que significa que tiene posibles mayores desalineaciones. El uso de estas disposiciones de rodamientos es adecuado, por ejemplo, en caso de desviación del eje o en caso de aplicación de fuerza predominante entre los puntos de apoyo.



En comparación con los rodamientos de disposición en O, la estructura en X puede provocar mayores desalineaciones de los rodamientos.

¿Qué ocurre aquí con los efectos de la temperatura? A diferencia de lo que ocurren en disposición en O, una diferencia de temperatura entre el anillo interior y el exterior provoca una reducción del juego o un aumento de la **precarga** en los rodamientos. El grado en que estos efectos son críticos para la disposición del rodamiento puede determinarse a partir de valores empíricos o mediante ensayos exhaustivos y costosos. En la práctica, las pruebas costosas pueden evitarse poniéndose en contacto con el fabricante del rodamiento y solicitando ayuda.

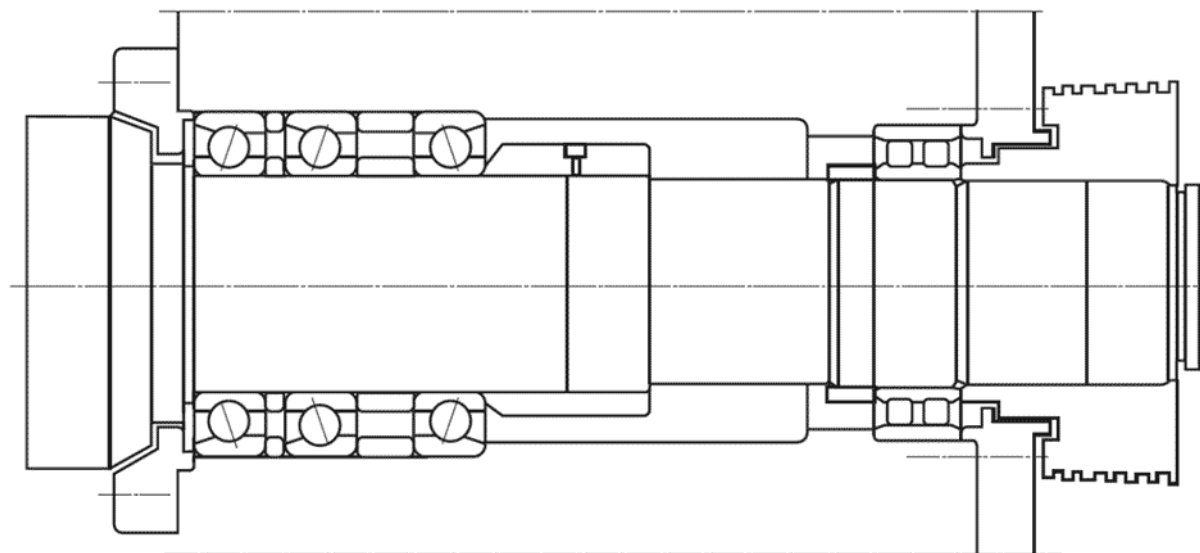
O, X y disposición en tándem



Disposición en X con rodamientos de rodillos cónicos.

Disposición en tándem

A veces, una disposición en O simple o en X no es suficiente (por ejemplo, debido a [tiempos de vida](#) o rigideces inferiores).



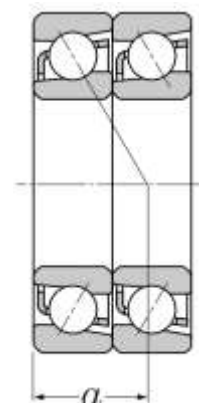
Rodamiento del husillo de una fresadora CNC.

En estos casos, se añaden uno o dos rodamientos a una disposición en O (véase la ilustración del rodamiento del husillo de

O, X y disposición en tándem

una fresadora CNC). Los dos rodamientos de la izquierda están en tándem. La disposición mostrada se denomina disposición en O tándem. A diferencia de las disposiciones "simples" O o X, estas disposiciones en tándem pueden soportar una mayor carga axial en una dirección (actuando de izquierda a derecha en la imagen). Esto reduce la desviación axial en comparación con la disposición simple en O.

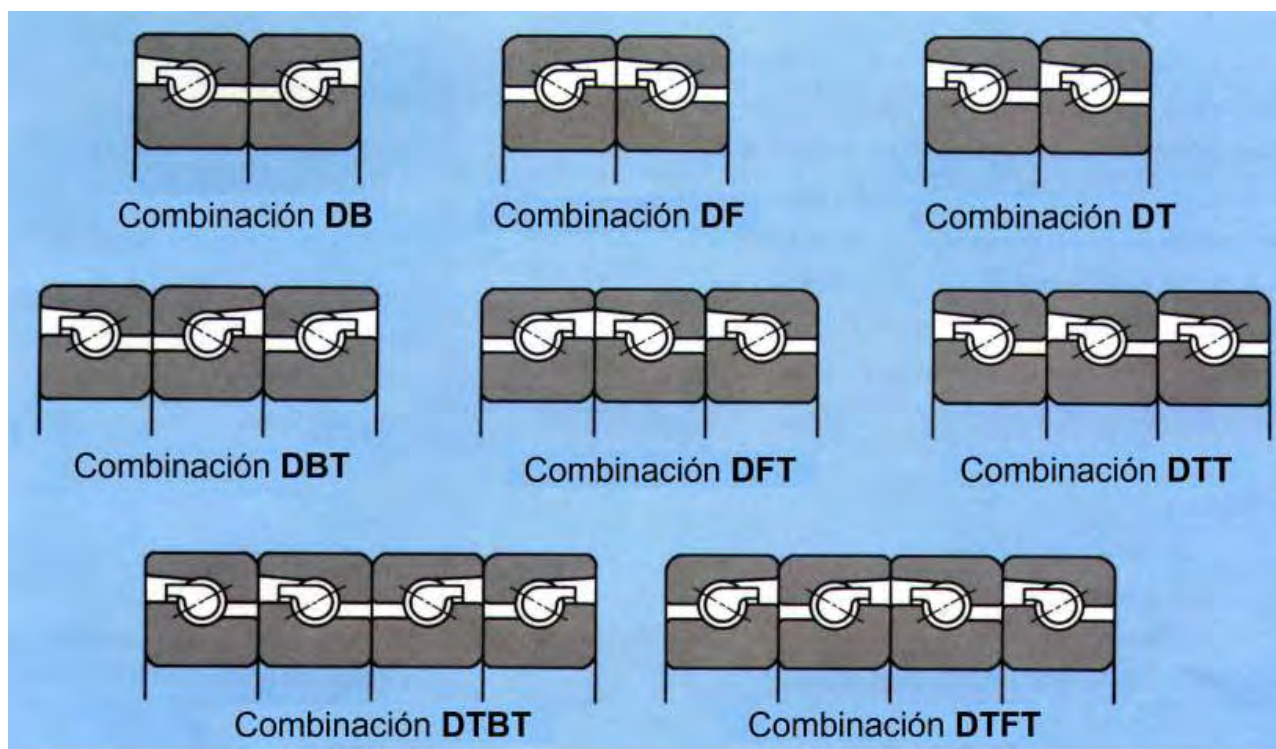
En cuanto a los efectos de la temperatura, se aplican las mismas reglas que con la disposición en O y en X.



El término disposición en tándem puede servirle como regla mnemotécnica, ya que los dos cuerpos rodantes situados uno junto al otro apuntan en la misma dirección.

Para algunas aplicaciones (especialmente para rodamientos en máquinas-herramienta), se necesitan varios rodamientos para «absorber» las fuerzas actuantes y alcanzar las propiedades deseadas ([vida útil](#), rigidez, etc.). Por eso, también se encuentran diversas combinaciones de rodamientos individuales. Para no tener que escribir cada vez denominaciones largas y casi complicadas, como disposición Tándem-O o Tándem-O-Tándem, todo se abrevia mediante abreviaturas de letras (como en la disposición O, X).

O, X y disposición en tándem



Sin límites: Todas las combinaciones de disposiciones son posibles.

Esto te interesa



El rodamiento de bolas de contacto angular

9. marzo 2022

El rodamiento de bolas de contacto angular es muy similar al rodamiento rígido de bolas. Características de los rodamientos de bolas de contacto angular Quizás

[Seguir leyendo »](#)

O, X y disposición en tándem



[El rodamiento de rodillos cónicos](#)

9. marzo 2022

Características de los rodamientos de rodillos cónicos Aquí se ve un rodamiento de rodillos cónicos NTN. Como su nombre indica, los rodamientos de rodillos cónicos

[Seguir leyendo »](#)

[Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga](#)

9. marzo 2022

Holgura del rodamiento y holgura de funcionamiento, ¿no es lo mismo? Y [precarga](#), ya lo había oído, pero ¿qué se supone que es eso? ¿Cómo

[Seguir leyendo »](#)

[Montaje del rodamiento y diseño de los elementos circundantes](#)

5. abril 2022

En general, el correcto funcionamiento de un rodamiento depende de su entorno en gran medida. ¿Quién puede rendir al máximo si no se siente cómodo

[Seguir leyendo »](#)

[Rodamiento fijo y deslizante o libre](#)

9. marzo 2022

¿Elijo una disposición de rodamiento fijo, una disposición de rodamiento apretado o una disposición de rodamiento flotante? Esta pregunta es importante a la hora de

[Seguir leyendo »](#)

[Selección del ajuste de montaje](#)

9. marzo 2022

Después de leer este artículo, deberías conocer y ser capaz de definir estos tres tipos de ajuste. Pero antes de eso, es útil entender qué

[Seguir leyendo »](#)

Montaje del rodamiento y diseño de los elementos circundantes

Resumen

- Tras el cálculo y la selección de la disposición de los rodamientos, el montaje debe hacerse correctamente
- Los rodamientos se fijan con la ayuda de elementos como tuercas de seguridad, circlips (anillos elásticos) o manguitos de fijación
- La elección de los ajustes adecuados para el eje y el cuerpo depende de las condiciones de funcionamiento
- En este contexto las dimensiones de los apoyos y radios de chaflanes son importantes

En general, el correcto funcionamiento de un rodamiento depende de su entorno en gran medida. ¿Quién puede rendir al máximo si no se siente cómodo en su entorno? ¿Has leído ya nuestro artículo sobre rodamientos [fijos y deslizantes](#)? Este capítulo proporciona una buena base para el montaje de rodamientos y el diseño del entorno.

Construcción del eje y del alojamiento

Una vez calculados los rodamientos correctos y seleccionada la disposición de los mismos, el montaje debe realizarse correctamente. A continuación se enumeran los criterios más importantes que deben tenerse en cuenta.

- Selección de la disposición de los rodamientos
- Montaje correcto de los rodamientos

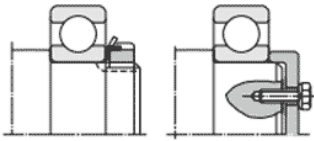
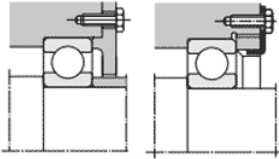
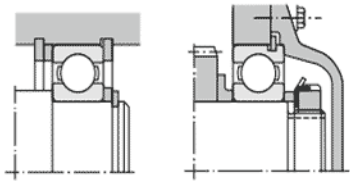
Montaje del rodamiento y diseño de los elementos circundantes

- Asegurar en el diseño la facilidad de montaje del rodamiento
- Elegir el **ajuste** adecuado
- Determinación de la geometría correcta de la conexión de los rodamientos (alturas de los respaldos y radios de los chaflanes)
- Precisión de forma del eje y el alojamiento (Atención: ¡Cuanta más precisión, mayor coste!)
- Determinación de la **desalineación** máxima del rodamiento en comparación con la desalineación admisible

En todo momento, deberán observarse las especificaciones del fabricante de rodamientos en relación con estos criterios.

Fijación de rodamientos

Encontrarás información sobre la elección de la **disposición** correcta de los rodamientos en el artículo correspondiente. Empecemos por el montaje correcto de los rodamientos en el eje y en el alojamiento. Los rodamientos pueden fijarse con la ayuda de diversos elementos de la máquina, incluyendo, por ejemplo, el uso de contratuercas o tornillos de fijación o el uso de un anillo de retención (anillo elástico). Para los rodamientos con agujero cónico, pueden utilizarse otros accesorios específicos para rodamientos, como manguitos de fijación y manguitos de desmontaje.

Fijación del anillo interior	Fijación del anillo exterior	Anillo elástico
		

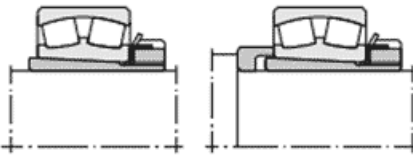
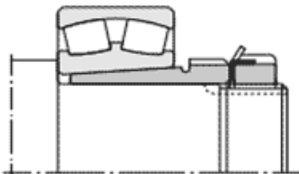
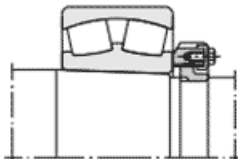
Montaje del rodamiento y diseño de los elementos circundantes

Los rodamientos pueden fijarse con la ayuda de contratueras o tornillos de bloqueo.

Arriba se muestra una fijación clásica con tuerca ranurada, arandela de seguridad, anillo elástico, tapa y anillo distanciador.

En esta tabla verás los métodos de fijación de rodamientos que se utilizan más habitualmente.

Con respecto al uso de un anillo de retención o circlip, debe prestarse especial atención a las posibles fuentes de error, como los radios y las dimensiones de los rodamientos de cara a evitar interferencias. Los anillos de retención simplifican la construcción. También es importante saber que los anillos de retención tienen ciertas desventajas: No son adecuados para aplicaciones de precisión e igualmente inadecuados para absorber elevadas cargas axiales.

Montaje con manguito de montaje	Montaje con manguito de desmontaje	Montaje con eje cónico
		
Los manguitos de fijación y los manguitos de desmontaje se utilizan para el montaje axial del rodamiento en ejes cilíndricos.		Un anillo de seguridad insertado en la ranura del eje mantiene el rodamiento en su posición.

Aquí te mostramos otras posibilidades de montaje para rodamientos.

El **manguito de apriete** se fija mediante la fuerza de fricción entre el eje y el diámetro interior del manguito. Además, la posición del rodamiento en un eje cilíndrico puede seleccionarse libremente cuando se monta con un manguito de fijación o un manguito de desmontaje; ambas variantes de montaje se consideran sencillas y seguras para el proceso. El montaje de

Montaje del rodamiento y diseño de los elementos circundantes

rodamientos con un eje cónico también es una opción. En este caso, el anillo de retención en dos partes se fija con una contratuerca o un tornillo. Los rodamientos (como el [rodamiento de rodillos esféricos](#) de la ilustración) también pueden montarse de forma sencilla y fiable por medios hidráulicos. De acuerdo con las instrucciones del fabricante, el recorrido de desplazamiento debe medirse y, al mismo tiempo, comprobarse siempre, al igual que el [juego del rodamiento](#) al final del proceso de montaje.

Selección de los ajustes correctos para el eje y el alojamiento


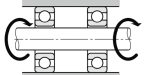
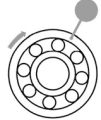
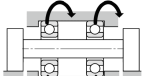
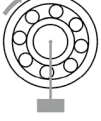
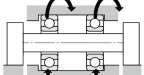

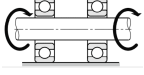
Tras este breve resumen de las distintas opciones de fijación, pasamos a la información sobre los [ajustes](#) para el eje y el alojamiento. En cuanto al juego del rodamiento y la [precarga](#), ya se han mencionado términos como juego del rodamiento y [juego de funcionamiento](#), y también se ha explicado cómo calcularlos. Este capítulo trata ahora de la elección del ajuste correcto, que depende de las siguientes condiciones de funcionamiento:

- Material del eje y del alojamiento,
- Grosor de la pared,
- Rugosidad de la superficie y
- Condiciones de funcionamiento de la máquina

Así pues, vayamos directamente a la primera pregunta importante: ¿montaje [fijo](#) o [deslizante](#)?

Figura	Sentido de giro del rodamiento	Carga del anillo	Asiento del rodamiento
--------	--------------------------------	------------------	------------------------

Montaje del rodamiento y diseño de los elementos circundantes

Carga fija			
	 <p>El anillo interior gira Anillo exterior fijo</p>	<p>Carga circunferencial para el anillo interior Carga puntual para el anillo exterior</p>	<p>Anillo interior: ajuste apretado Anillo exterior: Libre</p>
<p>Carga circulante</p> 	 <p>Anillos interiores fijos El anillo exterior gira</p>		
<p>Carga fija</p> 	 <p>Anillos interiores fijos El anillo exterior gira</p>	<p>Carga puntual para el anillo interior Carga circunferencial para el anillo exterior</p>	<p>Anillo interior: Libre Anillo exterior: ajuste apretado</p>
<p>Carga circulante</p> 	 <p>El anillo interior gira Anillo exterior fijo</p>		

Esta tabla indica bajo qué tipo de carga es necesario un ajuste fijo o suelto.

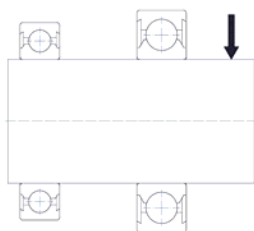
Como regla general, el anillo que gira en relación a la dirección de la carga debe montarse con ajuste apretado. Primero hay que aclarar cuál de los dos anillos gira y cuál

Montaje del rodamiento y diseño de los elementos circundantes

está parado. A continuación, se comprueba qué carga se aplica al anillo interior y cuál al exterior. Un ejemplo: para el soporte mostrado, hay que seleccionar los **ajustes** de los dos rodamientos. Por último, se monta la polea en el eje. Los dos rodamientos en cuestión son un 6320C4 y un 6318C4 (fabricante NTN).



Puedes visualizar la unidad de almacenamiento en el ejemplo dado así.



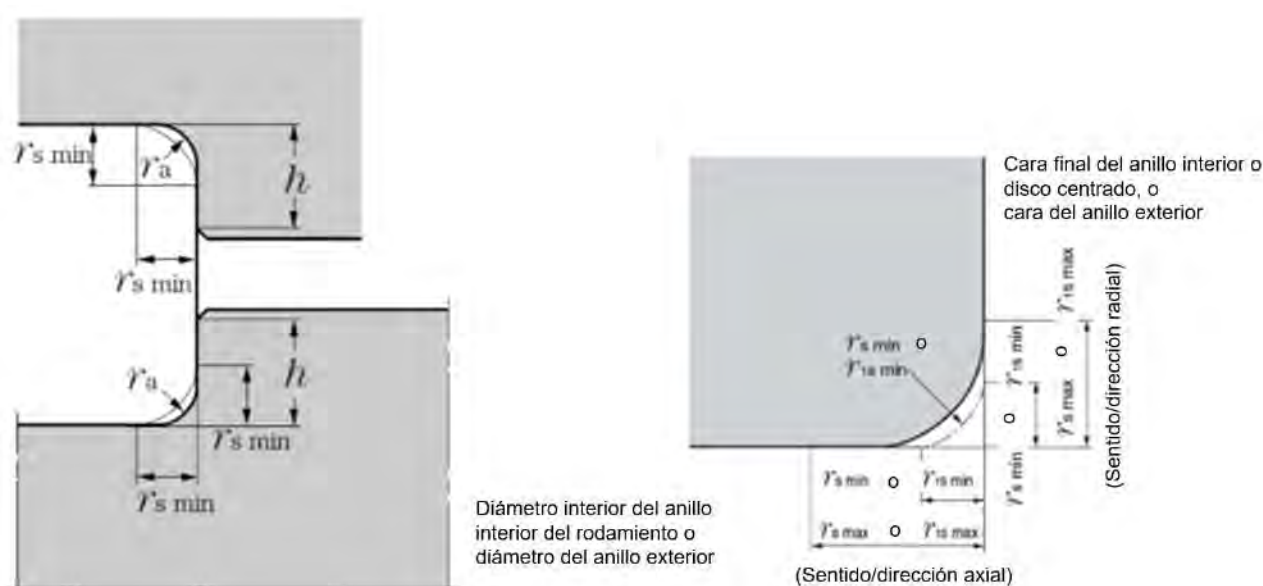
Ejemplo del montaje.

¿Qué anillo gira? Correcto, los dos anillos interiores. Los exteriores, en cambio, no deben girar. ¿El anillo interior tiene una carga puntual? No, tiene una carga circunferencial. Carga circunferencial significa que la dirección de la carga radial que actúa sobre el interior es circunferencial para el anillo. La carga puntual está presente en ambos anillos exteriores y significa que la carga sólo actúa en un pequeño punto del anillo exterior. Por tanto, el ajuste recomendado es: Anillo interior = ajuste apretado y anillo exterior = ajuste holgado. Se pueden encontrar sugerencias de **ajustes** adecuados en los catálogos de los fabricantes de rodamientos, por ejemplo en **NTN**. Para el caso actual, por ejemplo, teniendo en cuenta una "carga normal", ambos asientos del eje podrían equiparse con un ajuste k5 y en el alojamiento podría seleccionarse un ajuste H7.

Geometría y estado de la superficie de los asientos de los ejes y

Montaje del rodamiento y diseño de los elementos circundantes

Además del propio montaje del rodamiento, es fundamental prestar atención a las dimensiones del entorno del rodamiento, en la que la altura de los respaldos y los radios de redondeo desempeñan un papel especialmente importante.



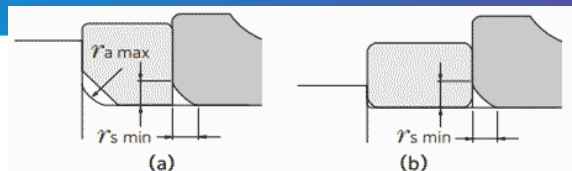
La altura de los respaldos y el radio del borde son componentes importantes de las dimensiones del entorno del rodamiento.

Es importante que la altura h del anillo del rodamiento contra el eje y el alojamiento (lado izquierdo de la ilustración) sea mayor que el radio máximo admisible del borde del rodamiento r_s (lado derecho de la ilustración). De lo contrario, el apoyo del rodamiento sobre el eje y el alojamiento no se realiza en absoluto o sólo de forma insuficiente. También hay que tener en cuenta que el radio de redondeo r_a tenga un valor inferior al radio de borde más pequeño admisible del rodamiento r_s min.

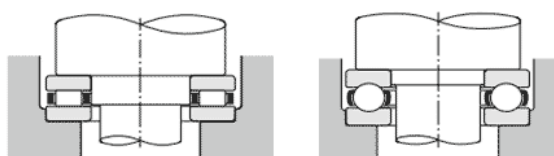
Hay situaciones en las que el radio r_a max es mayor que los radios de borde del

Montaje del rodamiento y diseño de los elementos circundantes

rodamiento. Esto ocurre, entre otras cosas, cuando se desea reforzar el eje o cuando la altura de contacto no es suficiente como superficie de apoyo para el rodamiento. Si se cumplen estas condiciones, nada impide utilizar anillos distanciadores. Los anillos distanciadores se fabrican individualmente de forma que se garantice un contacto suave entre el anillo y el rodamiento en el resalte del eje o del alojamiento.



En la ilustración puede ver dibujos técnicos de un anillo distanciador. Está dibujado en gris claro.



La regla general para ejes y alturas de contacto es que ambos se diseñan siempre mayores para rodamientos axiales que para radiales.

Cuando se utilizan rodamientos axiales, hay que asegurarse de que las superficies de apoyo de los arandelas eje y alojamiento sean suficientemente anchas, teniendo en cuenta los criterios de carga y rigidez. Para ello, existen las tablas de dimensiones correspondientes, por ejemplo, en el [catálogo](#) de NTN.

Precisión del eje y del alojamiento

Otro criterio clave con respecto a la construcción adyacente es la precisión de las superficies de ajuste para el eje y el alojamiento. Además, se tienen en cuenta la rugosidad de la superficie y la perpendicularidad de los apoyos.

Propiedad	Onda	Vivienda
-----------	------	----------

Montaje del rodamiento y diseño de los elementos circundantes

Precisión dimensional		IT6 (IT5)	IT7 (IT5)
Redondez (máx.) Cilindricidad		IT3	IT4
Rectangularidad de los apoyos		IT3	IT3
Rugosidad de la superficie Superficie de ajuste R_a	Rodamientos pequeños	0,8 μm	1,6 μm
	Rodamientos medianos ~ grandes	1,6 μm	3,2 μm

En la tabla encontrarás especificaciones relativas a las dimensiones del eje y del alojamiento. Esta tabla se aplica a condiciones normales de funcionamiento. (IT = tolerancias básicas).

Desalineación y desajuste

La **flexión del eje**, las desviaciones en el acabado del eje y del alojamiento, así como los más pequeños errores de montaje, provocan una cierta desalineación entre los anillos interior y exterior de un rodamiento. Por lo tanto, es importante que en las aplicaciones en las que las desalineaciones pueden ser comparativamente elevadas, se utilicen rodamientos ajustables angularmente, como los rodamientos a bolas autolineantes, los **rodamientos de rodillos esféricos** o los **soportes de rodamientos**. Básicamente, debe tenerse en cuenta que la desalineación admisible depende de aspectos como el tipo de rodamiento, las condiciones de carga, así como el **juego de funcionamiento** y, por tanto, varía en función de la aplicación. No deben superarse los valores recomendados, ya que, de lo contrario, existe el riesgo de que se produzcan daños en el rodamiento o problemas con la **jaula**.

Desalineación admisible de los rodamientos

Montaje del rodamiento y diseño de los elementos circundantes

Rodamiento rígido de bolas	1/1 000 ~	Rodamiento de rodillos	0
	1/300	cónicos 1 hilera 1 hilera (Ultage)	1/2 000 1/600
Rodamiento de bolas de contacto angular 1 hilera	1/1 000	Rodamiento de agujas	1/2 000
Rodamientos de rodillos cilíndricos Series de rodamientos 10, 2, 3, 4 Rodamientos series 22, 23 Ultage Doble hilera	1/1 000 1/2 000 1/500 1/2 000		

La desalineación admisible de los *rodamientos de diferentes tipos*.

Desalineación admisible de los rodamientos			
Rodamiento de bolas autolineantes carga normal	1/15	Rodamiento axial de rodillos esféricos carga normal	1/60 a 1/30
Rodamiento de rodillos esféricos Carga normal o superior cargas más ligeras	1/115 1/30	Soportes de rodamientos	1/60 a 1/30

Los rodamientos autoalineantes se utilizan en aplicaciones con desalineaciones relativamente elevadas.

Montaje del rodamiento y diseño de los elementos circundantes

Esto te interesa

Cálculo de duración de vida

9. marzo 2022

¡Oh no, daño en los rodamientos! No es nada inusual que los rodamientos estén expuestos a una presión y un esfuerzo de fricción continuos. El

[Seguir leyendo »](#)

Contacto puntual y lineal

9. marzo 2022

¿Qué se entiende por «[contacto puntual](#) y lineal»? Es posible que ya hayas oído que los rodamientos pueden diferenciarse en dos tipos. La clasificación depende

[Seguir leyendo »](#)

Juego del rodamiento, juego de funcionamiento y precarga

9. marzo 2022

Holgura del rodamiento y holgura de funcionamiento, ¿no es lo mismo? Y [precarga](#), ya lo había oído, pero ¿qué se supone que es eso? ¿Cómo

[Seguir leyendo »](#)

O, X y disposición en tándem

9. marzo 2022

Si ya has leído los artículos sobre rodamientos a bolas de contacto angular o rodamientos de rodillos cónicos, es posible que ya hayas entrado en

[Seguir leyendo »](#)

Protección y estanqueidad

5. abril 2022

Durante el diseño de una instalación, el tema del sellado siempre te acompañará. A continuación, trataremos diferentes tipos de [estanqueidad](#). Se utilizan para evitar la

[Seguir leyendo »](#)

Rodamiento fijo y deslizante o libre

9. marzo 2022

¿Elijo una disposición de rodamiento fijo, una disposición de rodamiento apretado o una disposición de rodamiento flotante? Esta pregunta es importante a la hora de

[Seguir leyendo »](#)

Resumen

- Las obturaciones impiden que el lubricante (grasa) salga del rodamiento
- Las obturaciones deben impedir la entrada de cuerpos extraños en el rodamiento
- A la hora de elegir la obturación, deben tenerse en cuenta aspectos como el tipo de lubricante y la velocidad circunferencial de los anillos del rodamiento
- Hay dos variantes de juntas: incorporados al rodamiento o externos
- Las juntas pueden dividirse en juntas sin contacto y juntas de contacto
- Las juntas sin contacto son adecuadas para aplicaciones de alta velocidad
- Las juntas de contacto tienen un labio de estanquidad de caucho y presentan una mayor capacidad de sellado, pero un par de fricción más elevado

Durante el diseño de una instalación, el tema del *sellado* siempre te acompañará. A continuación, trataremos diferentes tipos de [estanqueidad](#). Se utilizan para evitar la salida de [lubricante](#) (grasa) y, al mismo tiempo, para impedir la entrada de contaminación (como polvo y agua) en el rodamiento.

Variantes de obturación para rodamientos

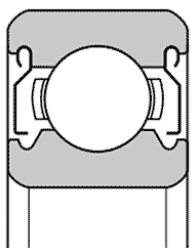
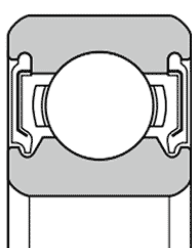
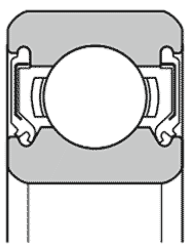
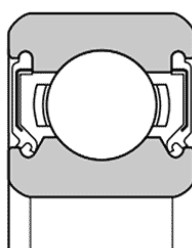
Las obturaciones incorporadas están integradas en el cuerpo del rodamiento y prensadas en el [anillo interior](#) o exterior. Estas se utilizan principalmente en los rodamientos rígidos de bolas. Las obturaciones externas, por el contrario, deben planificarse durante la fase de diseño. Se utilizan en series en las que no hay ninguna obturación incorporada (principalmente en series de rodamientos de rodillos) o si una obturación incorporada no es suficiente y el rodamiento aún necesita protección. Las funciones de las juntas incorporadas y externas son idénticas.

Protección y estanqueidad

A la hora de elegir una **junta** deben tenerse en cuenta determinados factores. Entre ellos figuran el tipo de lubricante, la velocidad circunferencial de la junta, los **errores de ajuste** del eje, las limitaciones de espacio, la fricción de la junta y el aumento de calor que se produce. El material de la junta también desempeña un papel importante en la elección de ésta. Por supuesto, también hay que tener en cuenta los costes de las distintas soluciones.

Juntas incorporadas

Las juntas incorporadas pueden dividirse en diferentes tipos, algunos de los cuales se definen con más detalle en esta sección. Todas las juntas enumeradas a continuación se utilizan para la protección contra el polvo y el sellado en ambos lados. Las juntas internas más importantes del fabricante de rodamientos NTN son las juntas ZZ, LLB, LLU y LLH (con bajo par de fricción).

Tipo, designación	Blindado		Tipo sellado	
	Sin contacto ZZ	Sin contacto LLB	Contacto tipo LLU	Bajo par tipo LLH
Construcción				
	El deflector metálico se fija al anillo exterior , y en el interior se incorpora una ranura en forma de V y con forma de laberinto.	El anillo exterior incorpora caucho sintético moldeado a la placa de acero; el borde de la junta está alineado con la ranura en V a lo largo de la superficie del anillo interior con forma de laberinto.	El anillo exterior de caucho sintético moldeado en una chapa de acero; el borde de la junta entra en contacto con la ranura en V a lo largo de la superficie del anillo interior.	Su construcción es la misma que el tipo LLU, pero el labio diseñado al borde de la junta impide la penetración de cuerpos extraños; construcción de par de fricción bajo.

Protección y estanqueidad

NTN
Make the world NAME RAKA

launiversidaddelrodamiento.es

Comparación de resultados	Par de fricción	Bajo	Bajo	Relativamente alto	Relativamente bajo
	Resistencia al polvo	Muy bueno	Mejor que ZZ	Excelente	Mucho mejor que LLB
	Resistencia al agua	Mal	Mal	Muy bueno	Muy bueno
	Velocidad límite	Como el rodamiento abierto	Como el rodamiento abierto	Limitada	Superior a LLU
	Rango de temperatura admisible	Según el lubricante	-25°C ~ 120°C	-25°C ~ 110°C	-25°C ~ 120°C

He aquí ejemplos de juntas para rodamientos de bolas, así como su diseño y propiedades.

Junta exteriores

A diferencia de las obturaciones incorporadas, las obturaciones externas no están integradas en el cuerpo del rodamiento y deben añadirse adicionalmente. Pueden ser con o sin contacto.

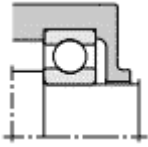
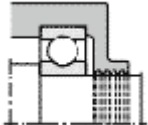
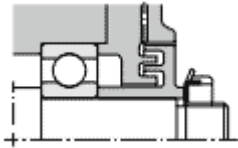
Junta sin contacto

La característica más importante de las juntas sin contacto es que en esta variante hay un pequeño espacio entre la junta y la pieza giratoria. Las juntas de este tipo son adecuadas para aplicaciones de alta velocidad, ya que no existe una elevada fricción de sellado. Además, se suele lubricar con aceite o grasa cualquier hueco que quede, con el fin de mejorar la capacidad de estanqueidad.

Ejemplos de juntas sin contacto

En general, es indispensable la **lubricación** -como es habitual, con aceite o grasa- entre el punto de contacto del labio obturador y el anillo interior o exterior del rodamiento. En caso de **lubricación** con aceite, se requieren diseños de la obturación adecuados que eviten las fugas de aceite durante el funcionamiento. En las siguientes tablas encontrarás las obturaciones más importantes, sus propiedades y otros criterios para elegir la más adecuada.

Juntas sin contacto

Estructura de la junta	Designación	Propiedades de estanqueidad, criterios de diseño
	Junta mecánica	<ul style="list-style-type: none"> • El tipo de junta más sencillo • Tiene un pequeño hueco radial
	Junta con ranuras de aceite (aquí: ranuras de aceite en el lado del cuerpo)	<ul style="list-style-type: none"> • En el interior de la carcasa hay varias ranuras concéntricas para el aceite, lo que mejora considerablemente el sellado • Si las ranuras se rellenan adicionalmente con un lubricante, también se impide la entrada de cuerpos extraños en el rodamiento desde el exterior
	Junta de laberinto (aquí: axial)	<ul style="list-style-type: none"> • Las juntas de laberinto tienen un laberinto con ranura (en este caso en dirección axial) • Tipos: junta axial, junta laberíntica radial o junta autoajustable

Ejemplos relevantes de juntas sin contacto son la junta de holgura y la junta laberíntica.

Junta de laberinto

Mientras que la junta mecánica del primer ejemplo se considera la variante de junta más sencilla, la junta de laberinto puede considerarse el tipo de junta sin contacto más importante. Ofrece un máximo de flexibilidad en la fabricación, así como un muy buen

Protección y estanqueidad

rendimiento de sellado, además de ser una solución económica a la hora de elegir una junta. Como es típico de estas obturaciones sin contacto, las obturaciones laberínticas pueden funcionar casi a la velocidad límite del rodamiento, dependiendo del diseño. Existen tres tipos principales de obturaciones laberínticas, que incluyen una versión axial, una radial y una autoalineable. Las obturaciones laberínticas autoajustables se utilizan, por ejemplo, en los [soportes de rodamientos](#).

Juntas de contacto

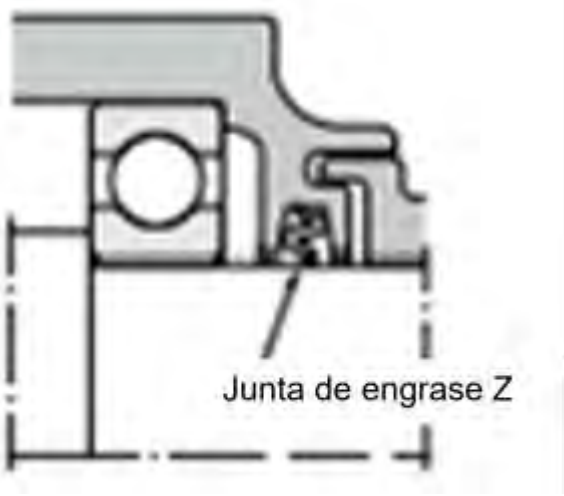
Las juntas de contacto son juntas con un labio de sellado moldeado de caucho sintético que sella contra el eje, el alojamiento, el anillo interior o el anillo exterior. El caucho se vulcaniza sobre un soporte de chapa metálica. La gran ventaja de las juntas de contacto frente a las juntas sin contacto es su capacidad de sellado, que es significativamente mayor. Sin embargo, aspectos como el par de fricción y el aumento de temperatura también son considerablemente mayores con las juntas de contacto. Dado que el labio de sellado de las juntas de contacto roza con el eje, la velocidad circunferencial admisible depende del tipo de junta. Además, el labio de sellado debe engrasarse ligeramente antes del montaje para que no se seque ni se desgaste durante los primeros minutos de uso.

Hay fabricantes que se han especializado en producir distintos conceptos de sellado. Esto significa que hay juntas de distintos materiales (incluidos metal y plástico) y en una amplia gama de variantes que tienen propiedades individuales en cuanto a variabilidad térmica y rendimiento de sellado.

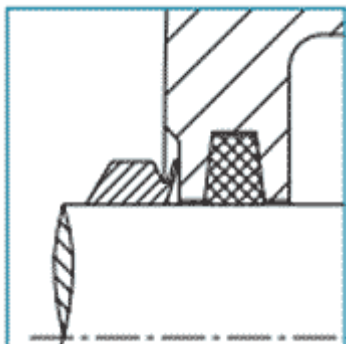
Ejemplos de juntas de contacto

Todas las obturaciones enumeradas en la tabla son, por un lado, ejemplos de juntas de contacto y, por otro, son externas. En el caso de las externas, el eje debe rectificarse en la zona de contacto de la junta para evitar que el lubricante salga del rodamiento hacia el exterior.

Sellos de contacto

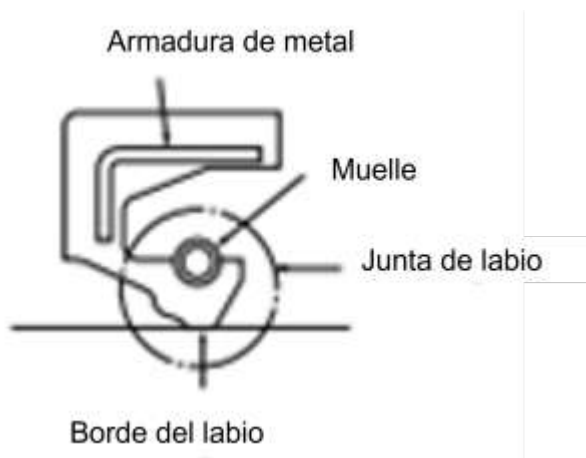
Estructura de la junta	Designación	Propiedades de sellado, criterios de diseño
 <p>Junta de engrase Z</p>	Junta de engrase Z	<ul style="list-style-type: none">• La sección transversal, que se asemeja a una Z, da nombre a este sello• El espacio libre alrededor de la Z se rellena con grasa• A menudo se utiliza en soportes en dos partes

Protección y estanqueidad



Junta de V-ring

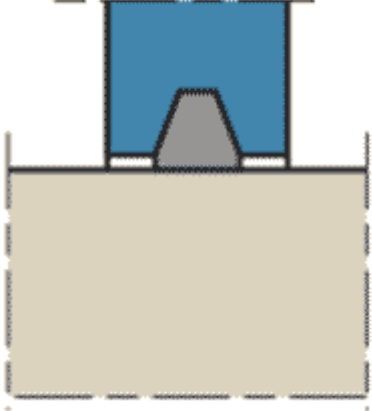
- Mejora la eficacia de sellado con un labio de estanqueidad axial
- La junta en V proporciona un sellado eficaz contra la contaminación externa (por ejemplo, polvo o agua) utilizando la **fuerza centrífuga**
- Suele utilizarse con lubricación por grasa
- En la imagen: junta de fieltro (está preengrasada) en combinación con junta de V-ring; esta combinación se utiliza, por ejemplo, para alojamientos de rodamientos



Junta para eje giratorio (RWDR)

- El fieltro está impregnado de aceite antes del montaje
- Ranuras especiales necesarias para el sellado
- Utilizado en soportes en dos partes
- Se recomienda lubricación por grasa

Protección y estanqueidad

	<p>Junta de anillo de fieltro</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El fieltro se empapa con aceite a 80°C antes del montaje • Ranuras normalizadas • Se utiliza en soportes en dos partes • Se recomienda lubricar con grasa
---	-----------------------------------	--

La junta de grasa Z, la junta de V-ring, la junta de eje giratorio y la junta de fieltro son todas ellas.

Orificios de descarga para juntas de contacto

Todas las juntas de contacto deben tener un orificio de alivio para garantizar en todo momento la igualación de la presión entre el rodamiento y su entorno. Éste debe colocarse de forma que no haya un exceso de presión en el alojamiento que pudiera provocar fugas de lubricante en caso necesario. La elección del orificio de descarga debe tener en cuenta la posición de montaje de la unidad de accionamiento para evitar fugas de lubricante. Durante el proceso de pintado, debe garantizarse que el orificio de alivio no se cierre involuntariamente. Con respecto al retén radial, debe respetarse la velocidad circunferencial admisible para el anillo de estanqueidad. Además, la dirección de instalación del retén rotativo determina su función. El retén rotativo puede impedir, por un lado, la entrada de cuerpos extraños externos y, por otro, la salida de lubricante.

<p>Sello/material</p>	<p>Velocidad periférica admisible m/s $V(m/s) = (\pi \times d(mm) \times n(r/min)) / (60 \times 1000)$</p>	<p>Temperatura admisible</p>
------------------------------	--	-------------------------------------

Protección y estanqueidad

radial anillo de junta (RWDR)	NBR	16 o menos	-25 ~+120°C
	ACM	26 o menos	-15 ~+150°C
	FKM/ FPM	32 o menos	-30 ~+200°C
Junta Z-grease	NBR	6 o menos	-25 ~+120°C
Anillo en V	NBR	40 o menos	-25 ~+120°C

En la tabla encontrarás información sobre la velocidad admisible en función del material y la temperatura.

Esto también podría interesarle

El rodamiento rígido de bolas

1. marzo 2022

Características de los rodamientos rígidos de bolas En su forma actual, el rodamiento rígido de bolas existe, con algunas mejoras, desde hace unos 150 años.

[Leer más »](#)

Lubricación

9. marzo 2022

Nada funciona sin lubricación: todos los rodamientos funcionan con lubricación por grasa o aceite, que es el requisito básico para evitar el contacto metálico de

[Leer más »](#)

Montaje del rodamiento y diseño de los elementos circundantes

5. abril 2022

En general, el correcto funcionamiento de un rodamiento depende de su entorno en gran medida. ¿Quién puede rendir al máximo si no se siente cómodo

[Leer más »](#)

Protección y estanqueidad

NTN
Make the world **NAMERAKA**

 clauiversidaddelrodamiento.es

Selección del ajuste de montaje

9. marzo 2022

Después de leer este artículo, deberías conocer y ser capaz de definir estos tres tipos de ajuste. Pero antes de eso, es útil entender qué

[Leer más »](#)

Soportes autoalineantes

9. marzo 2022

Características de los insertos El inserto, que en principio está construido como un rodamiento rígido de bolas, tiene una superficie exterior esférica. El asiento en

[Leer más »](#)

Tipos de rodamientos

21. marzo 2022

Si has leído nuestro artículo sobre los conceptos básicos de los rodamientos, probablemente ya sepas que los rodamientos pueden dividirse básicamente en dos tipos: rodamientos

[Leer más »](#)

Resumen

- El daño por fatiga es un daño «natural» de los rodamientos que se produce cuando se alcanza la duración de vida a la fatiga
- Los daños por fatiga pueden originarse tanto en profundidad (EPIP) como desde la superficie (ESIS)
- Exfoliación profunda iniciada en profundidad: formación de cambios microestructurales y microfisuras que se extienden hasta la superficie, provocando la rotura del material
- Exfoliación profunda iniciada en la superficie: por ejemplo, debido a manchas grises, que acaban produciendo grietas o desconchones
- Los daños en los rodamientos pueden detectarse en una fase temprana con la ayuda de un análisis de vibraciones

Si un rodamiento se deteriora después de algún tiempo a pesar de la correcta selección, [lubricación](#) y manipulación del rodamiento, es muy probable que se trate de un daño por [fatiga](#). Los daños por fatiga se producen cuando se alcanza la duración de vida de un rodamiento. Estos fallos “naturales» por fatiga son relativamente poco frecuentes; la experiencia demuestra que los daños en los rodamientos debidos a una [lubricación](#) insuficiente o a un montaje defectuoso son mucho más frecuentes.

La fatiga del material se produce por la tensión cíclica en el contacto entre el cuerpo rodante y la pista del rodamiento. La fatiga en el [contacto de rodadura](#) se caracteriza por cambios estructurales que pueden reconocerse visualmente en una sección del anillo. Además, los daños por fatiga en el contacto de rodadura provocan grietas debajo de la superficie y desprendimiento de material en la superficie (también llamado desconchado o descascarillado). También es característico de los daños por fatiga la [descamación](#) del material del rodamiento. Existen dos formas de daños por fatiga: por un lado, la fatiga

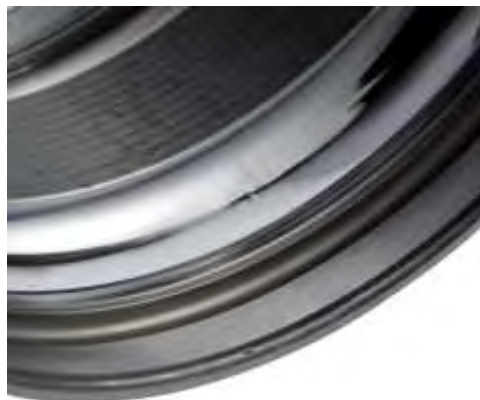
iniciada en la subsuperficie (EPIP) y, por otro, la fatiga iniciada en la superficie (ESIS).

Fatiga bajo la superficie

En cuanto a la fatiga por debajo de la superficie, cabe mencionar la hipótesis del esfuerzo cortante de Lundberg y Palmgren, que ofrece una explicación de la aparición de daños por fatiga por debajo de la superficie. En función del material, la carga aplicada, la temperatura, la pureza del material y la microestructura, se producen cambios estructurales y se forman microfisuras. A continuación, estas **grietas** se propagan hasta alcanzar la superficie y se produce la **rotura** del material. Los desprendimientos de material resultantes suelen ser paralelos a la superficie.



*En este anillo del rodamiento se aprecia una **exfoliación** profunda (pelado) que parte de la superficie. La exfoliación está causada, por ejemplo, por partículas extrañas en el lubricante que son arrolladas por los **cuerpos rodantes**, lo que puede derivar en daños posteriores en el rodamiento.*



En este ejemplo se muestra una exfoliación profunda que comienza por debajo de la superficie. Esta comienza con cambios estructurales y microfisuras.

Fatiga inducida por la superficie (EPIS)

La **lubricación** es esencial para una larga vida útil de los rodamientos. Sin embargo, una lubricación insuficiente provoca contactos metálicos entre los cuerpos rodantes y la **pista de rodadura**. No obstante, incluso con una lubricación generalmente perfecta, pueden aparecer indentaciones con bordes elevados superiores al espesor de la capa lubricante ($< \cong 1\mu\text{m}$). Además del contacto ya existente entre los cuerpos rodantes y la pista de rodadura, estas hendiduras provocan también un contacto metálico entre los cuerpos rodantes. Este contacto metálico provoca el alisamiento de las superficies (**deformación plástica**), lo que a su vez provoca **daños en los rodamientos**.

Picaduras

Un tipo de fatiga inducida por la superficie es la picadura gris, que también puede considerarse una fase preliminar del **agrietamiento**. Aparece en una coloración gris mate en los **componentes** afectados del rodamiento. Se caracteriza por astillamientos poco profundos, diminutos y numerosos, y ya se produce cuando un rodamiento está sometido a una carga comparativamente baja y, al mismo tiempo, se producen componentes deslizantes. Estos componentes deslizantes pueden evitarse, siempre que los cuerpos rodantes esféricos se sometan a una carga mínima de $0,01 C$ y los cilíndricos (los cuerpos rodantes de los **rodamientos de rodillos**) estén sometidos a una carga mínima de $0,02 C$. En general, cuanto más elevadas son las cargas y peor es el estado de lubricación, más grietas importantes pueden producirse en el rodamiento.

Las micropicaduras no sólo repercuten negativamente en la **vida útil** del rodamiento, sino también en el ruido que emana de él. Además, la picadura gris provoca una pérdida de material, un deterioro superficial y, en última instancia, un exceso de presión puntual no muy lejos de la superficie. Por lo tanto, puede decirse que primero se produce la picadura gris, que más tarde se convierte en desgaste y, finalmente, en grietas.

Los daños en los rodamientos pueden detectarse en una fase temprana determinando y midiendo las frecuencias de vibración. Este análisis de vibraciones, que idealmente debería combinarse con la monitorización de la temperatura para detectar los daños en los

rodamientos en una fase temprana. La detección precoz de daños en los rodamientos permite planificar los tiempos de parada de la máquina y los tiempos de reparación. Los fabricantes de rodamientos, como NTN, ofrecen equipos adecuados y asesoramiento para el análisis de vibraciones como servicio.

Esto te interesa

Corrosión

¿Has oído hablar alguna vez de la corrosión? Según la norma [ISO 15243](#), la corrosión aparece fundamentalmente en dos formas principales: Corrosión por humedad y

[Seguir leyendo »](#)

Deformación plástica

Es posible que en nuestros otros artículos ya haya aprendido cosas interesantes sobre los tipos de daños, como el daño por fatiga o el desgaste.

[Seguir leyendo »](#)

Desgaste

Los rodamientos, al igual que otros componentes de las máquinas, tienen que hacer frente a problemas como el desgaste. Este origina la eliminación progresiva de

[Seguir leyendo »](#)

Electroerosión

Este artículo (basado en la norma [ISO 15243](#)) trata de la electroerosión, pero ¿qué es? Se entiende por electroerosión un cambio estructural local y la

[Seguir leyendo »](#)

Grietas y fracturas

Las grietas y fracturas no sólo son muy molestas, sino que también es uno de los daños más frecuentes en los rodamientos. Las causas de

[Seguir leyendo »](#)

Lubricación

Nada funciona sin lubricación: todos los rodamientos funcionan con lubricación por grasa o aceite, que es el requisito básico para evitar el contacto metálico de

[Seguir leyendo »](#)

Resumen

- El término *desgaste* incluye los componentes del rodamiento que lo pueden sufrir, como las superficies de las pistas de rodadura o los cuerpos rodantes.
- Las causas del desgaste son fallos de lubricación, condiciones de funcionamiento inadecuadas y errores en el montaje
- El desgaste abrasivo está originado generalmente por partículas duras que se encuentran en el rodamiento
- El desgaste también se produce por el calor de fricción, provocado por una lubricación insuficiente y se conoce como desgaste por adherencia
- La prevención del desgaste se consigue normalmente mediante un método de lubricación adecuado y una mayor eficacia de las juntas de estanqueidad

Los rodamientos, al igual que otros componentes de las máquinas, tienen que hacer frente a problemas como el desgaste. Este origina la eliminación progresiva de material de las superficies. Y, se debe al contacto de dos superficies durante el funcionamiento.

En el sector de los rodamientos, el desgaste puede referirse a diversos componentes, como las superficies desgastadas de las pistas de rodadura, las jaulas, los respaldos, los **cuerpos rodantes** y los sellados. Una superficie desgastada, por ejemplo, suele caracterizarse porque a menudo presenta arañazos y una mayor rugosidad. A menudo se oye que el rodamiento de la máquina correspondiente se vuelve cada vez más ruidoso y que las vibraciones se hacen más fuertes. Este ruido anormal es fruto de ese desgaste. Para determinar estas causas se utilizan, entre otros, aparatos de medición de vibraciones, cuya ayuda sirve para detectar frecuencias específicas de fallo en el rodamiento.

Razones para la aparición del desgaste

De forma similar a la formación de [grietas y fracturas](#), se puede afirmar que la aparición del desgaste puede remontarse a diversos factores desencadenantes. Los posibles motivos pueden ser errores de [lubricación](#) (por ejemplo, falta de lubricante, exceso de lubricante o una [viscosidad](#) seleccionada incorrectamente). Una consecuencia de una [lubricación](#) insuficiente es el rozamiento entre las pistas de rodadura y los cuerpos rodantes. El aumento de la fricción provoca un aumento de la temperatura en el rodamiento, un incremento del nivel de ruido y un aumento de las vibraciones. Otras causas pueden ser, por ejemplo, las condiciones de funcionamiento (sobrecarga, vibraciones externas, cambios de carga excesivos) o también errores de montaje (interferencias, fijación inadecuada, elección incorrecta de tolerancia y [ajuste](#)).



Como ejemplo, puedes ver el desgaste en la [pista de rodadura](#) del anillo de este rodamiento.

Desgaste abrasivo

El desgaste puede diferenciarse en dos formas, desgaste abrasivo y adhesivo . El primero se produce en presencia de partículas duras: En este caso, dichas partículas o superficies duras en general rozan sobre otra superficie. En el proceso, se elimina material de esta última superficie, lo que provoca que se dañe cada vez más. Hay



Este ejemplo muestra el pulido del material en la superficie de la pista de rodadura.

que señalar que esta superficie aparece cada vez más mate en el caso de partículas duras y tiende a aparecer pulida cuando está expuesta a partículas finas. Es típico del desgaste abrasivo, que el número de partículas en el rodamiento aumente progresivamente antes de que finalmente se produzca el fallo del rodamiento.

Desgaste por adherencia

El desgaste por adherencia se caracteriza por la transferencia de material de una superficie a otra. Es importante señalar que la energía para este proceso se genera por el [deslizamiento](#) entre las partes en contacto. Las investigaciones sobre la superficie de un rodamiento desgastado muestran que en esta se empaña o se forman nuevas zonas de endurecimiento. Ambas conducen a concentraciones locales de tensiones y suponen un mayor riesgo de agrietamiento o astillamiento en la zona de contacto.

El desgaste por adherencia puede observarse muy a menudo en grandes [rodamientos de rodillos cilíndricos](#) y [esféricos](#) que sólo están sometidos a cargas ligeras. El mecanismo de aparición es el siguiente: al entrar en la zona de carga, los cuerpos rodantes se aceleran hasta alcanzar la velocidad cinemática, la capa lubricante de separación puede romperse y producirse una breve soldadura de las superficies. Sin embargo, esta unión se vuelve a separar en el momento siguiente. Después de un cierto tiempo de funcionamiento, esto puede provocar daños en el rodamiento.

Además, los movimientos relativos entre el [anillo interior](#) y el eje o el [anillo exterior](#) y el alojamiento pueden provocar un [desgaste adhesivo](#). El motivo es el movimiento relativo de los anillos en sus asientos, por ejemplo debido a los diámetros ligeramente diferentes de los componentes respectivos o también si los anillos del rodamiento están demasiado [suelos](#).

Prevención del desgaste

Hay varias formas de prevenir el posible desgaste de los rodamientos:

- [Lubricación](#) correcta (cantidad de lubricante, método y calidad del lubricante)
- Condiciones de funcionamiento adecuadas (inclinación, vibraciones, comprobación de la carga)
- Comprobación del montaje (instalación, fijación del rodamiento, [elección del ajuste](#))

Esto te interesa

Corrosión

¿Has oído hablar alguna vez de la corrosión? Según la norma [ISO 15243](#), la corrosión aparece fundamentalmente en dos formas principales: Corrosión por humedad y

[Seguir leyendo »](#)

Daños por fatiga

Si un rodamiento se deteriora después de algún tiempo a pesar de la correcta selección, lubricación y manipulación del rodamiento, es muy probable que se

[Seguir leyendo »](#)

Deformación plástica

Es posible que en nuestros otros artículos ya haya aprendido cosas interesantes sobre los tipos de daños, como el daño por [fatiga](#) o el desgaste.

[Seguir leyendo »](#)

Electroerosión

Este artículo (basado en la norma [ISO 15243](#)) trata de la electroerosión, pero ¿qué es? Se entiende por electroerosión un cambio estructural local y la

[Seguir leyendo »](#)

Grietas y fracturas

Las grietas y fracturas no sólo son muy molestas, sino que también es uno de los daños más frecuentes en

Desgaste



 cluniversidaddelrodamiento.es

los rodamientos. Las causas de

[Seguir leyendo »](#)

Selección del ajuste de montaje

Después de leer este artículo, deberías conocer y ser capaz de definir estos tres tipos de ajuste. Pero antes de eso, es útil entender qué

[Seguir leyendo »](#)

Resumen

- La deformación plástica es una deformación permanente causada por la superación del límite elástico
- Las causas son la sobrecarga (por ejemplo, durante el montaje debidos a golpes de martillo), la superación de la capacidad de carga estática C_0 y una lubricación inadecuada (entrada de impurezas)
- Sobrecarga: se forman deformaciones plásticas debido a una (sobre)carga o a impactos
- Indentaciones debidas a partículas: Las partículas penetran en el rodamiento y son arrolladas por los cuerpos rodantes, lo que provoca una deformación plástica

Es posible que [en nuestros otros artículos](#) ya haya aprendido cosas interesantes sobre los tipos de daños, como el [daño por fatiga](#) o el [desgaste](#). Este artículo trata ahora de otro tipo de daño: la deformación plástica. Esta puede definirse como la deformación permanente causada por la superación del límite elástico. Por lo general, esto puede ocurrir de dos maneras diferentes:

- Sobrecarga
- Huellas de partículas

Sobrecarga

Se habla de sobrecarga cuando la [presión hertziana](#) en el [contacto de rodadura](#) es superior a la tensión de contacto admisible. Una manipulación inadecuada del rodamiento puede provocar deformaciones

plásticas (por ejemplo, golpes de martillo durante el montaje). Los errores de montaje, principalmente los errores humanos, nunca pueden excluirse al 100%. En la práctica, es aconsejable asistir a un curso de formación sobre montaje por un fabricante de rodamientos. Allí se explica cómo y con qué herramienta se monta mejor un rodamiento. La sobrecarga puede producirse no sólo durante la parada, sino también durante el funcionamiento del rodamiento: Aquí se forma una deformación plástica debido a una (sobre)carga dinámica (véase: [capacidad de carga](#) dinámica C) o como consecuencia de golpes.



Aquí se pueden ver las deformaciones plásticas en un anillo de un rodamiento.

Capacidad de carga estática básica C_0 y coeficiente de seguridad estática S_{0r}

El cálculo del coeficiente de seguridad estática S_0 representa un factor decisivo para excluir las deformaciones plásticas debidas a las respectivas condiciones de funcionamiento. Dependiendo de la aplicación, los fabricantes de rodamientos recomiendan determinados valores para el S_0 . Las recomendaciones al respecto pueden encontrarse en los catálogos (por ejemplo, el [catálogo NTN](#)). Puede calcularse mediante la siguiente fórmula.

Fórmula 17:

$$S_{0r} = C_0 / P_0$$

Fórmula 2 (véase también: Cálculo de la vida útil de los rodamientos):

$$P_0 = X_0 \times F_r + Y_0 \times F_a$$

La capacidad de carga estática C_0 puede consultarse en la tabla de dimensiones del fabricante del rodamiento correspondiente. Se refiere a una carga límite estática definida en la que se produce un cierto grado de deformación permanente. La carga estática equivalente P_0 puede calcularse para los rodamientos radiales mediante la fórmula a la derecha.

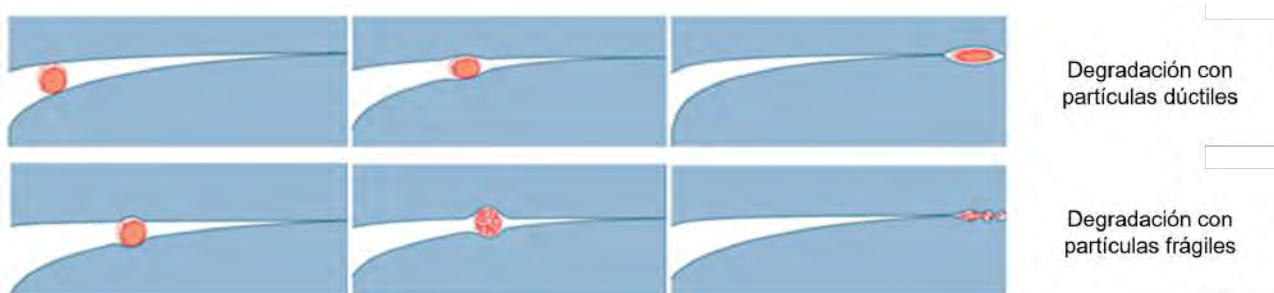
S_{or} = seguridad estática

C_0 = capacidad de carga estática

P_0 = carga estática equivalente

Huellas de partículas

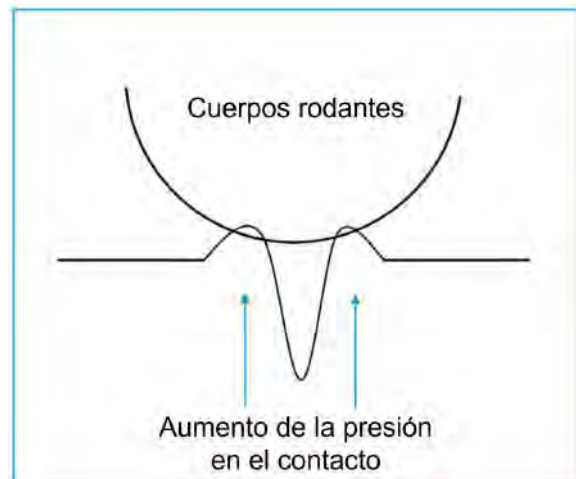
Los **cuerpos rodantes** pueden rodar sobre partículas que, por ejemplo, hayan penetrado en el rodamiento debido a una falta de limpieza, a una manipulación incorrecta, o que se hayan originado por el propio **desgaste**. Las deformaciones plásticas se encuentran tanto en las superficies de rodadura de los anillos del rodamiento como en los cuerpos rodantes (véase la ilustración).



Rodar sobre cuerpos extraños de todos los tamaños provoca deformaciones plásticas.

El material se desplaza por la penetración de las cuerpos en la superficie. El cuerpo rodante que le sigue vuelve a pasar por encima de estos desprendimientos. Si la altura de la capa lubricante no es suficiente,

se produce un contacto directo entre el material desprendido y los cuerpos rodantes. Además, se producen picos de tensión en los desprendimientos. Esto conduce a la **fatiga** del material en estos puntos y al desprendimiento del cuerpo rodante. El resultado son **daños por fatiga**. Sirva como ejemplo un corredor de maratón que tiene una piedra en la zapatilla. En tal caso, el corredor también abandonaría antes de tiempo.



En esta representación gráfica se puede ver cómo un cuerpo rodante rueda sobre los bordes de la huella.

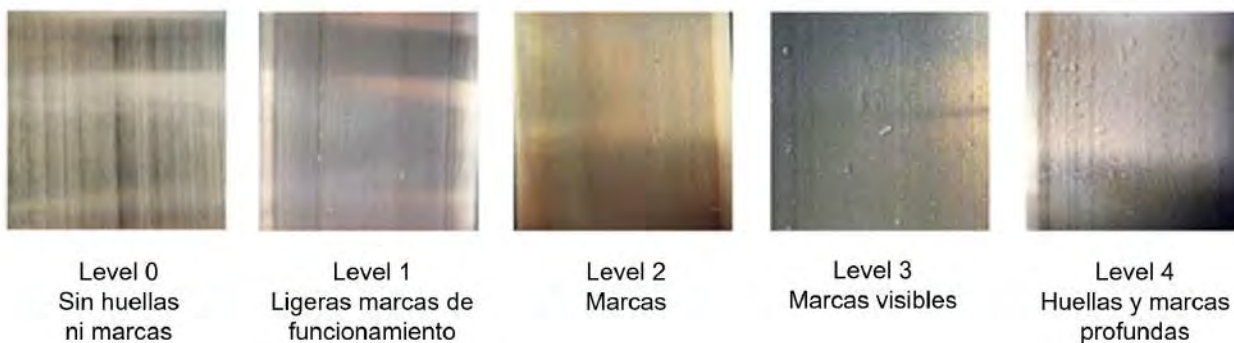
El tamaño y la forma de esta deformación plástica dependen del tipo, el tamaño y la dureza de las partículas que lo provocan: se distingue entre partículas blandas, partículas de acero templado y partículas minerales duras. En la tabla se muestran ejemplos de los tres tipos de huellas causadas por partículas.

Tipo de partículas	Ejemplos
Partículas blandas	Fibras, elastómeros/plásticos
Partículas de acero endurecido	Engranajes o rodamientos
Partículas duras y minerales	Arena (silicato)

Las partículas duras causan las mayores hendiduras en comparación con las otras especies.

Incluso las partículas más pequeñas del rango μ tienen efectos graves, por lo que se requiere una limpieza absoluta al montar y utilizar rodamientos: el **lubricante** debe almacenarse

adecuadamente y abrirse sólo antes del engrase. La mejora del [sellado](#) también puede ser una solución para minimizar la contaminación en el lubricante.



La intensidad de las deformaciones puede dividirse en varios niveles.

Esto te interesa

Corrosión

¿Has oído hablar alguna vez de la corrosión? Según la norma [ISO 15243](#), la corrosión aparece fundamentalmente en dos formas principales: Corrosión por humedad y

[Seguir leyendo »](#)

Daños por fatiga

Si un rodamiento se deteriora después de algún tiempo a pesar de la correcta selección, [lubricación](#) y manipulación del rodamiento, es muy probable que se

[Seguir leyendo »](#)

Desgaste

Los rodamientos, al igual que otros componentes de las máquinas, tienen que hacer frente a problemas como el desgaste. Este origina la eliminación progresiva de

[Seguir leyendo »](#)

Electroerosión

Este artículo (basado en la norma ISO 15243) trata de la electroerosión, pero ¿qué es? Se entiende por electroerosión un cambio estructural local y la

[Seguir leyendo »](#)

Grietas y fracturas

Las grietas y fracturas no sólo son muy molestas, sino que también es uno de los daños más frecuentes en los rodamientos. Las causas de

[Seguir leyendo »](#)

Protección y estanqueidad

Durante el diseño de una instalación, el tema del sellado siempre te acompañará. A continuación, trataremos diferentes tipos de [estanqueidad](#). Se utilizan para evitar la

[Seguir leyendo »](#)

Resumen

- Los daños en los rodamientos en forma de grietas y fracturas son uno de los fenómenos más frecuentes
- Entre las causas de la aparición de grietas y fracturas figuran la lubricación insuficiente, las cargas extremas y los impactos
- Las grietas se forman principalmente en los anillos de los rodamientos, los cuerpos rodantes y las jaulas
- Las fracturas se desarrollan sobre todo a partir de pequeñas grietas, que generalmente se producen de forma selectiva

Las grietas y fracturas no sólo son muy molestas, sino que también es uno de los daños más frecuentes en los rodamientos. Las causas de estos suelen ser una [lubricación](#) insuficiente o un montaje incorrecto del rodamiento. En este artículo, aprenderás cómo se producen los daños por grietas y roturas, y qué métodos pueden utilizarse para prevenirlos.

Grietas

Las causas de la aparición de grietas son múltiples. Entre otras, cabe mencionar un ajuste demasiado apretado, cargas extremas, cargas de impacto excesivas, descascarillado sucesivo, sobrecalentamiento debido a un enfriamiento gradual y rápido, un ajuste demasiado flojo del rodamiento, formas de eje o radios de los apoyos incorrectos o insuficientes.

El proceso de formación de las grietas es el siguiente: inicialmente, se forman grietas finas en las superficies del rodamiento. Sólo durante el funcionamiento continuo del rodamiento, estas sutiles grietas se convierten en fracturas más grandes. Es muy probable que se formen en los anillos del rodamiento, en los [cuerpos rodantes](#) y en los [respaldos guía](#). Existen varias

medidas para reducir el riesgo de formación de grietas. La primera es identificar la presencia de cargas muy elevadas, prevenir el [deslizamiento](#) y seleccionar el quiste de montaje correcto.

Fracturas

Las fracturas -similares a las grietas- suelen estar provocadas por cargas excesivas, golpes, una elección incorrecta del [ajuste](#) o una manipulación inadecuada. Al principio, suelen producirse de forma selectiva, con la formación de pequeñas roturas. Éstas conducen posteriormente a la fractura. Las fracturas pueden evitarse mediante un proceso de instalación optimizado, unas condiciones de carga correctas, una elección adecuada del ajuste, y un apoyo suficiente del soporte del rodamiento.



La fractura de este anillo, tomando como ejemplo un [rodamiento de rodillos cilíndricos](#), puede haber sido causada por impactos, sobrecargas o cargas de flexión, entre otras cosas.

Esto te interesa

Corrosión

¿Has oído hablar alguna vez de la corrosión? Según la norma [ISO 15243](#), la corrosión aparece fundamentalmente en dos formas principales: Corrosión por humedad y

[Seguir leyendo »](#)

Daños por fatiga

Si un rodamiento se deteriora después de algún tiempo a pesar de la correcta selección, [lubricación](#) y manipulación del rodamiento, es muy probable que se

[Seguir leyendo »](#)

Deformación plástica

Es posible que en nuestros otros artículos ya haya aprendido cosas interesantes sobre los tipos de daños, como el daño por [fatiga](#) o el desgaste.

[Seguir leyendo »](#)

Desgaste

Los rodamientos, al igual que otros componentes de las máquinas, tienen que hacer frente a problemas como el desgaste. Este origina la eliminación progresiva de

[Seguir leyendo »](#)

Electroerosión

Este artículo (basado en la norma ISO 15243) trata de la electroerosión, pero ¿qué es? Se entiende por electroerosión un cambio estructural local y la

[Seguir leyendo »](#)

Lubricación

Nada funciona sin lubricación: todos los rodamientos funcionan con lubricación por grasa o aceite, que es el requisito básico para evitar el contacto metálico de

[Seguir leyendo »](#)

Resumen

- La corrosión es el resultado de una reacción química
- La corrosión puede producirse, por ejemplo, debido a una entrada de agua o material corrosivo, un embalaje inadecuado o una protección anticorrosión ineficiente
- Existen dos formas: Corrosión por humedad y corrosión de contacto
- La corrosión debida a la humedad se traduce en óxido y puede provocar desconchados
- Según la norma DIN 50900, la corrosión por contacto es la "corrosión localizada de superficies metálicas causada por la fricción sin calor externo"
- La corrosión por contacto puede dividirse a su vez en corrosión rozamiento o por falso efecto Brinell

¿Has oído hablar alguna vez de la corrosión? Según la norma [ISO 15243](#), la corrosión aparece fundamentalmente en dos formas principales: Corrosión por humedad y corrosión por contacto. La corrosión por contacto puede dividirse a su vez corrosión por rozamiento y [falso efecto Brinell](#).

El tipo más común es la corrosión debida a la humedad. Se produce como resultado de una

reacción química en una superficie metálica y debido a la presencia de humedad y/o medios agresivos (por ejemplo, ácidos). Las posibles causas pueden ser, por ejemplo, un almacenamiento en un ambiente húmedo, un embalaje insuficiente o una protección inadecuada contra la corrosión. Por ello, los fabricantes de rodamientos, como NTN, incluyen en sus catálogos recomendaciones para el correcto almacenamiento de los rodamientos. Además, la manipulación sin protección en las manos puede provocar corrosión (reconocible, por ejemplo, por las huellas dactilares en el [anillo exterior](#)).

Corrosión por humedad

La corrosión debido al efecto de la humedad se produce con mayor frecuencia y surge tras el contacto del rodamiento con la humedad o con elementos agresivos (químicos) como los ácidos. Este tipo puede producirse, por ejemplo, debido a un exceso de humedad del ambiente. También se puede observar esta situación cuando un rodamiento funciona sin problemas y después de una parada prolongada hace ruidos, por ejemplo. En este caso, el [lubricante](#) puede haber absorbido agua, lo que provoca daños por corrosión debido a la parada.



El anillo de un rodamiento rígido de bolas se ve afectado por la corrosión en forma de óxido, causada por la penetración de medios corrosivos como el agua en el rodamiento.

Corrosión por contacto

La corrosión por contacto, también llamada tribo-corrosión, puede dividirse en dos subtipos: la corrosión rozamiento y falso efecto Brinell. Estos dos tipos se analizan a continuación.

1. Corrosión por rozamiento (*fretting corrosion*)

Se pueden encontrar varias traducciones de "fretting corrosion", como "contact corrosion", y también "fretting rust". Siguiendo la norma ISO 15243 y con el fin de simplificar, se utiliza la denominación "corrosión por rozamiento".

La imagen muestra el **anillo interior** de un **rodamiento de rodillos cónicos**. El rastro negro-marrón se denomina **corrosión por rozamiento**. La causa de ésta son los movimientos de microdeslizamiento entre el eje y el anillo interior. Estos movimientos están causados por vibraciones o cargas que actúan sobre el rodamiento, lo que provoca un **deslizamiento** entre el eje y también el anillo interior. En combinación con el oxígeno, las partículas desprendidas se oxidan. El resultado pueden ser daños en el rodamiento.



Este anillo interior está afectado por la corrosión por rozamiento.

Por supuesto, la corrosión por rozamiento no sólo puede darse en el anillo interior de un rodamiento, sino también en el anillo exterior y en otros elementos de la máquina (por ejemplo, las conexiones eje-cubo, etc.). En el caso de los rodamientos, es necesario comprobar si factores como el acabado superficial, la calidad de ajuste y las tolerancias de forma y posición del **asiento** cumplen las especificaciones de calidad del fabricante. Si son insuficientes, pueden favorecer la formación de corrosión por rozamiento.

2. Falso efecto Brinell

Para la segunda forma de corrosión por contacto, también se pueden encontrar diversas variantes de traducción, por ejemplo acanalado y estriadas entre otras. Para simplificar las cosas, en lo sucesivo sólo se utilizará un término, a saber, "Falso efecto Brinell".

Las marcas se producen en los contactos de rodadura de los rodamientos. Están causadas por micromovimientos debidos a vibraciones cíclicas. Dependiendo de la intensidad de las vibraciones, las cargas y las condiciones de **lubricación**, se forman hendiduras en las superficies de rodadura. Además, estos micromovimientos provocan el desplazamiento de la película de lubricante de la zona de contacto. La superficie desprotegida puede corroerse. En consecuencia, las partículas resultantes de las zonas corroídas pueden provocar un **desgaste** abrasivo.



En el ejemplo de este anillo de rodamiento pueden verse este tipo de marcas. Su origen de debió a las vibraciones que se produjeron durante la parada del rodamiento.

Prevención de la corrosión

La corrosión puede prevenirse aplicando diferentes medidas. A continuación se enumeran algunas:

Construcción

- Mejorar la eficiencia del **sellado**
- Uso de un lubricante adecuado con (aditivos anticorrosión)

- Asiento del rodamiento
 - Acabado correcto de la superficie
 - Calidad de ajuste y tolerancias de forma y posición, según las recomendaciones del fabricante de rodamientos

En las condiciones de suministro y de almacenamiento

- Rodamiento protegido con una película protectora antioxidación
- Temperatura correcta y baja humedad (véase las instrucciones de almacenamiento del fabricante del rodamiento)

En el montaje

- Uso de guantes
- Extracción del rodamiento del embalaje poco antes del montaje
- Entorno de montaje limpio

Durante la entrega

- Eliminación de fuentes de vibración en el transporte
- En algunas ocasiones se llega a [precargar](#) el rodamiento para evitar el falso efecto Brinell

En funcionamiento

- Eliminación de las fuentes de vibración y reducir al mínimo el tiempo de parada de la máquina
- Comprobación periódica del estado del [lubricante](#)
- Respeto de los intervalos de reengrase
- Si es necesario, sustituir el lubricante deteriorado

Esto te interesa

Grietas y fracturas

Las grietas y fracturas no sólo son muy molestas, sino que también es uno de los daños más frecuentes en los rodamientos. Las causas de

[Seguir leyendo »](#)

Electroerosión

Este artículo (basado en la norma ISO 15243) trata de la electroerosión, pero ¿qué es? Se entiende por electroerosión un cambio estructural local y la

[Seguir leyendo »](#)

Deformación plástica

Es posible que en nuestros otros artículos ya haya aprendido cosas interesantes sobre los tipos de daños, como el daño por [fatiga](#) o el desgaste.

[Seguir leyendo »](#)

Desgaste

Los rodamientos, al igual que otros componentes de las máquinas, tienen que hacer frente a problemas como el desgaste. Este origina la eliminación progresiva de

[Seguir leyendo »](#)

Daños por fatiga

Si un rodamiento se deteriora después de algún tiempo a pesar de la correcta selección, [lubricación](#) y manipulación del rodamiento, es muy probable que se

[Seguir leyendo »](#)

Selección del ajuste de montaje

Después de leer este artículo, deberías conocer y ser capaz de definir estos tres tipos de ajuste. Pero antes de eso, es útil entender qué

[Seguir leyendo »](#)

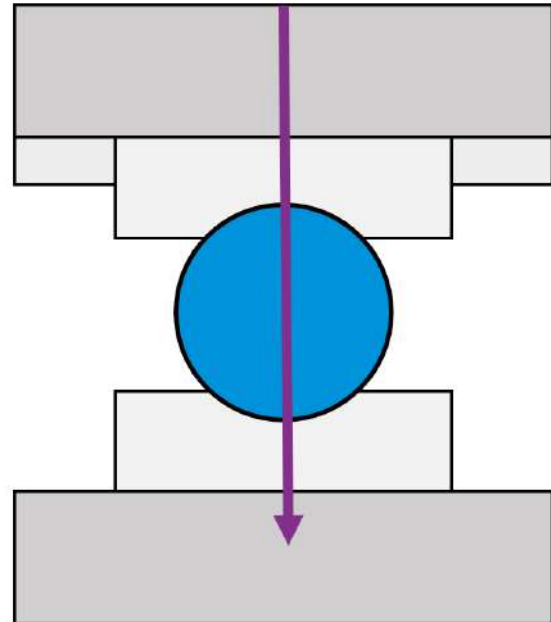
Resumen

- La electroerosión se refiere a un cambio estructural local y a la eliminación de material de la superficie de contacto, causados por corrientes eléctricas
- La erosión eléctrica se divide en dos formas: Paso de corriente y corrientes de fuga
- El paso de corriente se produce cuando la tensión eléctrica es demasiado alta y es identificable como una serie de cráteres profundos en los elementos del rodamiento
- Las corrientes de fuga se caracterizan por ranuras en las pistas de rodadura

Este artículo (basado en la norma [ISO 15243](#)) trata de la electroerosión, pero ¿qué es? Se entiende por *electroerosión* un cambio estructural local y la eliminación de material de la superficie de contacto. Este cambio estructural está causado por corrientes eléctricas que atraviesan el rodamiento.

La electroerosión es siempre una razón para el aumento del nivel de ruido de la máquina y, posiblemente, causa fallos prematuros de los rodamientos y paradas imprevistas de la máquina. No debe confundirse con el [falso efecto Brinelli](#) debido a su similitud visual. En general, la electroerosión se produce con mayor frecuencia en los [rodamientos rígidos de bolas](#) porque se instalan con mayor frecuencia en motores y generadores eléctricos. ¿Y de dónde viene ahora la

corriente? Las posibles causas son, por ejemplo, un flujo magnético asimétrico en el motor, un cableado sin apantallar o un convertidor de frecuencia de conmutación rápida. Según la norma ISO 15243, existen dos formas de erosión eléctrica: el paso de corriente y las corrientes de fuga.



Aquí se muestra de forma simple una ilustración de un rodamiento rígido de bolas sometido a flujo de corriente.

Paso de corriente

Cuando la tensión eléctrica supera la resistencia de aislamiento de los **componentes del rodamiento**, se genera una corriente eléctrica que anillo hacia los **cuerpos rodantes**, y a través de la **película lubricante**, hacia el otro anillo. Se produce una descarga eléctrica concentrada. El calentamiento local que se forma, que por cierto tiene lugar en un periodo de tiempo extremadamente corto, provoca la fusión de la zona de contacto y la soldadura de las piezas de contacto. La conexión resultante se vuelve a separar poco después, mientras el rodamiento sigue girando. Este proceso ocurre continuamente. Este, el paso de la corriente deja marcas en forma de cráteres alineados en la superficie. Los cráteres pueden alcanzar un diámetro de hasta 500 μm .

Corrientes de fuga

La corriente de fuga es un flujo de corriente incontrolable e indeseable que está

permanentemente presente. Estas se caracterizan típicamente por la formación de cráteres en las superficies, que están próximos entre sí y al mismo tiempo tienen diámetros muy pequeños, de unas pocas μm . Se forman estrías tanto en las pistas de rodadura como en los cuerpos rodantes, ya que la corriente se transmite por toda la superficie de contacto. Las bolas muestran una decoloración oscura y la superficie parece mate. Si a continuación se examinan las bolas al microscopio, se observan cráteres de fusión. Además, el estado del [lubricante](#) se deteriora.



En la electroerosión, un paso de corriente en el rodamiento es el responsable de causar daños, como puede verse en este [rodamiento de bolas de contacto angular](#).

Prevención de la electroerosión

El riesgo de electroerosión puede reducirse si el eje, el alojamiento y/o el/los rodamiento(s) están provistos de un aislamiento adecuado. Una posibilidad es utilizar rodamientos revestidos de cerámica o plástico, por ejemplo la serie de rodamientos 7MC3 de NTN con cerámica. Estos rodamientos recubiertos pueden utilizarse a veces en generadores del sector eólico. En general, el uso de cuerpos rodantes cerámicos también es aconsejable para evitar la soldadura de estos.

Esto te interesa

Grietas y fracturas

Las grietas y fracturas no sólo son muy molestas, sino que también es uno de los daños más frecuentes en los rodamientos. Las causas de

[Seguir leyendo »](#)

Corrosión

¿Has oído hablar alguna vez de la corrosión? Según la norma ISO 15243, la corrosión aparece fundamentalmente en dos formas principales: Corrosión por humedad y

[Seguir leyendo »](#)

Deformación plástica

Es posible que en nuestros otros artículos ya haya aprendido cosas interesantes sobre los tipos de daños, como el daño por [fatiga](#) o el desgaste.

[Seguir leyendo »](#)

Desgaste

Los rodamientos, al igual que otros componentes de las máquinas, tienen que hacer frente a problemas como el desgaste. Este origina la eliminación progresiva de

[Seguir leyendo »](#)

Daños por fatiga

Si un rodamiento se deteriora después de algún tiempo a pesar de la correcta selección, [lubricación](#) y manipulación del rodamiento, es muy probable que se

[Seguir leyendo »](#)

Lubricación

Nada funciona sin lubricación: todos los rodamientos funcionan con lubricación por grasa o aceite, que es el requisito básico para evitar el contacto metálico de

[Seguir leyendo »](#)

NTN

Make the world **NAMERAKA**

ESCANEE EL CÓDIGO
QR Y DESCUBRA LOS
CONOCIMIENTOS
SOBRE RODAMIENTOS



NTN Wälzlager GmbH compiles the information for this website with great care and endeavors to ensure that it is up-to-date, correct and complete. NTN Wälzlager GmbH accepts no liability and is not liable for any material or non-material damage caused by the use of the service, unless it can be proven to be the result of intent or gross negligence.

© NTN Wälzlager GmbH
NTN Europe - 1 Rue des Usines, 74010 Annecy
www.ntn-snr.com

NTN



BOWER

Brands of
NTN corporation