

COJINETES O RODAMIENTOS

Un rodamiento es un elemento que se sitúa entre dos piezas con un eje común que pueden girar una respecto a la otra. Sustituye el posible deslizamiento entre los dos elementos por una rodadura. En este caso la potencia absorbida por la rodadura es mucho menor de la que se absorbería por deslizamiento. Un rodamiento está formado básicamente por cuatro elementos: un aro interior, un aro exterior, los elementos rodantes y la jaula.

El aro exterior y el interior son los elementos que se fijan solidariamente a los dos elementos que acopla el rodamiento. Los dos aros tienen unas gargantas, denominadas caminos de rodadura, por donde rodarán los elementos rodantes (bolas, rodillos o agujas).

Los elementos rodantes giran sobre su propio eje produciendo una rodadura sobre los caminos de rodadura de los rodamientos, permitiendo el giro relativo entre los dos aros y de las dos piezas que unen.

La jaula agrupa los elementos rodantes, manteniendo su posición relativa, evita que los elementos rodantes se desmonten.

Los cojinetes de rodamiento se seleccionan considerando la vida útil que se desea que tengan. Esto significa que la vida infinita no es posible de alcanzar y debemos pensar que los rodamientos son elementos

de desgaste que deben ser reemplazados periódicamente para evitar daños al mecanismo en el cual están montados. Este reemplazo se realiza bajo el concepto de mantención preventiva, en donde el rodamiento es reemplazado justo antes de que falle. La falla debe entenderse como un grado de desgaste tal que provoca vibraciones en el eje, apreciables auditivamente por un zumbido característico.

Son muchos los factores que afectan la vida útil, los más importantes son la magnitud de las cargas, la dirección de las cargas, la velocidad de giro, las deformaciones del eje, la desalineación, la calidad de la lubricación, la temperatura de operación y la limpieza. Se utilizan tres fórmulas para estimar la vida del rodamiento, las cuales varían en complejidad al considerar más variables en el cálculo.

Los rodamientos son piezas de acero aleado con cromo, manganeso y molibdeno, para facilitar la ejecución de rigurosos tratamientos térmicos y obtener piezas de gran resistencia al desgaste y a la fatiga. En la selección de los materiales, deben tomarse en consideración las temperaturas de operación y una adecuada resistencia a la corrosión. El material para las jaulas ha evolucionado en forma importante actualmente se utilizan aceros, metales de bajo roce y poliamida.

Otra característica de los rodamientos es la exactitud de sus dimensiones cada parte de tener tolerancias muy estrechas para un satisfactorio funcionamiento del conjunto.

Los rodamientos se diseñan para permitir el giro relativo entre dos piezas y para soportar cargas puramente radiales, puramente axiales o combinaciones de ambas. Cada tipo de rodamiento presenta unas propiedades que lo hacen más o menos adecuado para una aplicación determinada.

Existen rodamientos de muy variados tipos para adecuarse a las diversas aplicaciones, es muy importante escoger el rodamiento preciso, tomando la decisión basándose en criterios tales como: costo, facilidad de montaje, vida útil, dimensiones generales, simpleza del conjunto, disponibilidad de repuestos y tipo de lubricación.

Básicamente hay tres formas de clasificar los rodamientos:

I. Según la dirección de la carga que mejor soportan:

1. Rodamientos Radiales: son aquellos que están diseñados para resistir cargas en dirección perpendicular al eje. Constan en

forma general de tres piezas: Un aro exterior, un aro interior y un elemento rodante con algún tipo de canastillo o jaula. Por ejemplo, las ruedas de un carro se apoyan en el suelo y reciben la carga en el eje, de esta forma los rodamientos de las ruedas trabajan bajo carga radial.

2. Rodamientos Axiales: son aquellos que están diseñados para resistir cargas en la misma dirección del eje. Constan en forma general de tres piezas: Un aro superior, un aro inferior y un elemento rodante con algún tipo de canastillo. Por ejemplo, pensemos en un carrusel, el peso total de esta máquina actúa verticalmente hacia el suelo y debe rotar en torno a un eje vertical al suelo, en esta aplicación debe utilizarse un rodamiento axial de gran diámetro, cuyo aro superior sostenga al carrusel y cuyo aro inferior se apoye en el suelo.
3. Rodamientos de contacto angular: son una mezcla de los casos anteriores, se basan en un rodamiento similar al radial con un diseño especial de los aros exterior e interior para soportar cargas axiales mayores que un rodamiento radial simple. Sus aplicaciones son muy amplias, debido a que un eje siempre puede desarrollar cargas eventuales en una dirección inesperada y debido al ahorro que se genera al colocar un solo rodamiento para hacer el trabajo de dos.

II. Según la rigidez del rodamiento:

1. Rodamientos rígidos: son aquellos que no aceptan desalineamientos del eje. Ante un desalineamiento se generan cargas que pueden dañar definitivamente el rodamiento.
2. Rodamientos rotulados: Son aquellos que por un diseño especial de los aros permiten que el eje gire algunos grados sin desarmar el rodamiento. Esta característica se logra con una pista de rodadura esférica que permite a las bolas o barriletes desplazarse para acomodarse al desalineamiento del eje. Son muy utilizados en maquinaria pesada debido a la necesidad de prevenir daños frente a las deformaciones de los ejes, cargas provocadas por dilataciones térmicas y cargas dinámicas.

III. Según el elemento rodante:

Existen diversos elementos rodantes que varían según las aplicaciones. El más común son las bolas de rodamiento, muy útiles para cargas livianas y medianas. Para cargas mayores se utilizan rodillos y barriletes. Finalmente en cargas axiales se utilizan conos. Algunas aplicaciones en donde el espacio es reducido se usan agujas, que son cilindros largos con diámetros pequeños.

Al catalogar un rodamiento es útil entregar una información completa, indicando los tres conceptos anteriores, por ejemplo: Rodamiento radial rígido de bolas, rodamiento radial rotulado de barriletes, rodamiento axial rígido de conos. Afortunadamente los fabricantes de rodamientos han mantenido una numeración estándar en todas las marcas, permitiendo una identificación sencilla de los rodamientos basándose en un numero y en ocasiones acompañado de unas letras.

Ante la necesidad de trabajar con estos elementos, es recomendable que se adquiriera un catalogo de rodamientos de la marca que prefiera para conocer la numeración y dimensiones del rodamiento que desea indicar. En ese catalogo aparecen además valores de resistencia mecánica que son la base para los cálculos de vida útil. Estos valores han sido obtenidos en bancos de prueba realizando numerosos ensayos y son los siguientes:

Capacidad de carga estática: C_0 (fuerza)

Capacidad de carga dinámica: C (fuerza)

Velocidad nominal: V (r.p.m.)

Carga límite de fatiga: P_u (fuerza)

La falla principal de los rodamientos es la fatiga superficial en las pistas de rodadura y en los elementos rodantes. Esta falla se basa en las

fórmulas de esfuerzo de contacto (Hertz). Se han desarrollado cálculos avanzados para estimar la magnitud de estas fuerzas y por otra parte se han desarrollado materiales que soporten estas cargas logrando prolongar la vida útil.

Existen muchas aplicaciones que requieren un rodamiento de diseño especial. Una de estas situaciones es la falta de espacio para colocar un rodamiento normal. Para ofrecer una solución a este problema, se crean los rodamientos de agujas, que consisten en cilindros delgados unidos por un canastillo o jaula y el aro exterior. La carencia de aro interior y el reducido diámetro de las agujas, logra un rodamiento delgado con aspecto de anillo.

Para situaciones en donde el espacio es aún mas reducido, existen rodamientos sin aro exterior que se denominan "corona de agujas" y rodamientos denominados "casquillos de agujas" compuestos por agujas y un aro exterior de acero delgado

Los rodamientos de agujas también se aplican para cargas axiales en donde las agujas (o mas exactamente los troncos de cono) se ordenan en un canastillo y puede tener aros de variados espesores, aprovechando el espacio disponible.

Cuando se realiza el diseño de un montaje, se pueden usar soportes completos que incluyen el rodamiento, los sellos y una base de apoyo que puede ser "de pie" con dos perforaciones para unirlos a una estructura o de "brida" para unirse a una plancha.

Los continuos cambios del mercado exigen una permanente innovación en la diversa gama de rodamientos. Cada nueva aplicación cuenta con requisitos específicos (distintos valores de precarga, las cargas al limite de fatiga, etc.). En el diseño de una disposición de rodamientos intervienen diversos factores que no solo determinan el tipo de rodamiento y su tamaño adecuado, sino también los ajustes y juegos internos y la cantidad de lubricante adecuada a cada necesidad.

NUEVOS RODAMIENTOS

I. Rodamientos CARB:

Este revolucionario diseño de rodillos amalgama varias virtudes de otros rodamientos unificando en uno, carga axial más elevada, oscilación más pronunciada, mayor capacidad de carga, diámetro de rodillos más pequeños, posibilidad de obturación, menor peso, no existen cargas internas en los rodamientos, elimina las cargas axiales internas derivadas de la expansión térmicas de los rodillos. Cuando un rodamiento " CARB " esta desalineado, los rodillos encuentran una posición en la que la carga

se distribuye por igual en toda su longitud y la capacidad de aguantar la carga es máxima. Así se puede usar este rodamiento con un perfil transversal mas bajo, permitiendo una reducción de tamaño. Las propiedades autoalineables permite que la carcaza sea más delgada, pues las deformaciones bajo carga no resultan un problema. Sus medidas reemplazan perfectamente a rodamientos convencionales de rodillo como de bolillas.

II. Rodamientos EXPLORER:

Ingeniería en metalúrgica, ingeniería en proceso, ingeniería en diseño son los elementos intervinientes que han dado como resultado producir un rodamiento mas limpio de estructura mucho más lograda en todos sus aspectos.

Mientras que la performance de las máquinas no varía, los rodamientos Explorer del mismo tamaño proveerá el incremento en varias veces la vida útil antes lograda, reducción en el costo de los ciclos de la máquina y por lo tanto un mayor beneficio. El resultado es que el Explorer es extremadamente limpio y homogéneo con un mínimo absoluto de inclusiones.

Para realizarlos se han concedido nuevos tratamientos de calor juntamente con la limpieza excepcional dando como resultado mayor resistencia al desgaste, comparados con rodamientos tradicionales,

manteniendo la buena resistencia a la temperatura y la dureza de los mismos. Como resultado estos nuevos diseños permiten que con igual potencia pueden convertirse en más compacto, pueden operar a mayor velocidad y andarán mas suavemente, serán más silenciosos y requerirán menos lubricación.

III. Rodamientos híbridos:

Aunque los rodamientos convencionales son conocidos como rodamientos antifricción, ellos aún mantienen una cantidad de fricción en operación.

La baja fricción en todas las partes móviles es una de las claves para una buena performance del husillo y en aquellas máquinas que operan a altas revoluciones (más de 20000 r.p.m.).

Los rodamientos híbridos de contacto angular con anillos de acero y bolillas cerámicas son un desarrollo reciente y representan rodamientos de alta performance para máquinas con herramientas a husillo. Estos rodamientos proveen un incremento en la performance en sus principales aspectos:

- Duran de 4 a 6 veces más que los rodamientos de alta precisión convencionales.

- Hace posible la aceleración y desaceleración del husillo de manera extrema, inalcanzables con rodamientos de bolillas de acero.
- Precisión y velocidades y extremas.
- La lubricación causará menos problemas, así como las vibraciones.

Jaulas livianas:

Todos los rodamientos híbridos de contacto angular de alta precisión son ajustados con una jaula de aro exterior centrada de fabricación reforzada en resina fenólica. Estas jaulas han sido diseñadas particularmente livianas en orden de mantener al mínimo la fuerza centrífuga. Están diseñadas para permitir el libre pasaje de lubricante hacia los contactos entre las bolas cerámicas y sus pistas.

IV. Rodamientos lubricados con Solid Oil:

¿Qué es el Solid Oil?

El Solid Oil es una matriz de polímero saturada de aceite lubricante que rellena el espacio interior del rodamiento por completo y encapsula la jaula y los elementos rodantes. El Solid Oil utiliza la jaula como un elemento de refuerzo y gira con él. Al soltar el aceite, el Solid Oil proporciona una buena lubricación a los elementos rodantes y a los caminos de rodadura durante el funcionamiento.

El material del polímero tiene una estructura porosa con millones de micro-poros que retienen el aceite lubricante. Los poros son tan pequeños que el aceite se retiene debido a la tensión de la superficie. El aceite representa una media del 70% del peso del material.

El Solid Oil tiene ventajas únicas:

- Mantiene el aceite en su sitio.
- Proporciona al rodamiento más aceite que la grasa.
- Protege contra aceites contaminantes.
- No necesita mantenimiento pues no se relubrica.
- No necesita retenes.
- No daña el medio ambiente.
- Resistente a agentes químicos.
- Puede soportar grandes fuerzas "g".

Aspectos técnicos

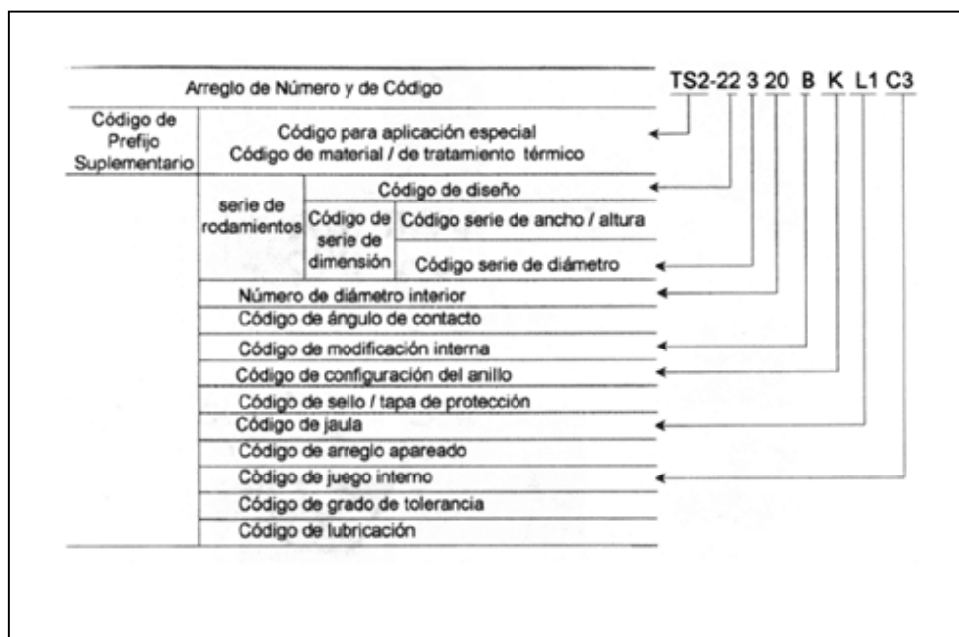
Prefijos y Sufijos

Numeración de los Rodamientos

La numeración de los rodamientos indica su diseño, dimensiones, precisión, construcción interna, etc... Esta numeración se deriva de una

serie de números y códigos de letras, y esta compuesto de tres grupos principales: prefijos, número básico y sufijos. La composición de esta numeración se presenta abajo.

El número básico denota información general acerca del rodamiento, tales como diseño, dimensiones principales, serie, código del diámetro interior y ángulo de contacto. Los códigos suplementarios, prefijos y sufijos, dan información referente a materiales, tratamientos térmicos, precisión, juego interno y otros factores relacionados con las especificaciones y la construcción interna de los rodamientos.



ENGRANAJES

Uno de los problemas principales de la Ingeniería Mecánica es la transmisión de movimiento, entre un conjunto motor y máquinas conducidas.

Desde épocas muy remotas se han utilizado cuerdas y elementos fabricados de madera para solucionar los problemas de transporte, impulsión, elevación y movimiento.

El inventor de los engranajes en todas sus formas fue Leonardo da Vinci, quien a su muerte en la Francia de 1519, dejó para nosotros sus valiosos dibujos y esquemas de muchas de los mecanismos que hoy utilizamos diariamente.

La forma más básica de un engrane es una pareja de ruedas, una de ellas provistas de barras cilíndricas y la otra formada por dos ruedas unidas por barras cilíndricas.

Los engranes propiamente tales son ruedas provistas de dientes que posibilitan que dos de ellas se conecten entre sí.

Los engranajes son sistemas de transmisión formado por piezas mecánicas que engarzan por medio de dientes. Atendiendo a su estructura

pueden clasificarse en cilíndricos de dientes rectos y helicoidales, y cónicos de dientes rectos y helicoidales.

Engranaje cilíndrico

Es aquel que está constituido por cilindros con dientes que pueden ser rectos, es decir, que siguen las generatrices del cilindro, o helicoidales, que siguen curvas hélice trazadas sobre éste. Los engranajes de dientes rectos tienen el inconveniente de que los esfuerzos producidos en la transmisión del movimiento actúan de forma creciente y decreciente de un modo alternativo, lo cual origina la aparición de vibraciones que a grandes velocidades de régimen alcanzan una intensidad suficientemente grande para dañar o, incluso, destruir el sistema.

Los engranajes con dientes helicoidales eliminan este defecto porque el esfuerzo por ellos realizado no se efectúa en toda su longitud al mismo tiempo. Cuando uno de los dientes esta a punto de dejar de atacar a su homologo de la otra rueda, el que lo sigue ya ha iniciado el contacto con el homologo respectivo. De este modo los esfuerzos son aproximadamente constantes en intensidades y las vibraciones son mucho menores. El trabajo de los engranajes helicoidales genera esfuerzos axiales que actúan sobre los cojinetes. Este inconveniente puede paliarse mediante la adopción de cojinetes de empuje que absorben

los citados esfuerzos o con engranajes helicoidales dobles, con los dientes inclinados en sentido contrario, que anulan sus esfuerzos entre sí.

Engranaje cónico

El que utiliza como superficie base un cono. Sus dientes pueden seguir la dirección de las generatrices de esa figura o ser helicoidales. Adolece de las respectivas ventajas e inconvenientes aducidos a los engranajes cilíndricos y permite la transmisión entre ejes perpendiculares o que forman ángulos agudos u obtusos. Además, los cónicos helicoidales hacen posible la transmisión entre ejes cruzados, es decir, aquellos que no están conectados en un mismo plano. Los modernos diferenciales de automóvil incorporan este sistema.

Engranaje de cadena: Aquel que utiliza dos ruedas dentadas caladas en dos árboles y conectados por medio de una cadena. Se emplea para permitir una transmisión por engranajes cuando la distancia resulta excesiva, así como para evitar los deslizamientos.

Engranaje de catalina: Aquel constituido por una rueda dentada y un tornillo sin fin. Se utiliza como reductor de velocidad en el enganche de ejes cruzados.

Engranaje de cremallera: Tipo de engranaje recto en el que el diámetro de una de las ruedas resulta infinito. Se utiliza para transformar un movimiento recto en circular o viceversa.

Engranaje de fricción: aquel que transmite el movimiento entre dos ejes, gracias a la fricción generada al rodar entre sí las dos ruedas que lo constituyen. No se emplea en el caso de potencias elevadas.

Engranaje de Huygens: tipo de engranaje en el que se puede variar a voluntad la relación de velocidades.

Engranaje de piñón y cremallera: engranaje cilíndrico en el que una de las ruedas tiene radio infinito. Se emplea para transformar un movimiento rectilíneo en rotatorio, y viceversa.

Engranaje de rueda y tornillo sin fin: tipo de engranaje helicoidal en el que el árbol es ortogonal, constituyendo un mecanismo que a menudo suele ser irreversible.

Engranaje de trinquete: mecanismo formada por una rueda de dientes simétricos y un gatillo que permite el giro de un eje en un único sentido, impidiendo que lo haga en el opuesto.

Engranaje doble helicoidal: engranaje helicoidal en el que sobre una misma rueda hay dos juegos de dientes de paso opuesto, que elimina el empuje axial que se produce en los helicoides.

Engranaje elíptico: el que transmite el movimiento de rotación variable a un eje paralelo.

Engranaje epicicloidal: el cilíndrico o helicoidal, de ruedas dentadas, en el que una o más ruedas se mueven a lo largo de una circunferencia exterior, o interior, de otra rueda.

Engranaje helicoidal: el que esta formado por una serie de engranajes de dentado cilíndrico con cada diente ligeramente desviado con respecto al anterior. De este modo, la marcha es más suave que con un engranaje de dentado recto.

Engranaje intermitente: aquel en el que la rueda conductora solo lleva un diente, por lo que cada giro de esta, la rueda conducida solo avanza un paso. Se emplea principalmente en los contadores.

Engranaje planetario: sistema de engranajes epicicloides en el que uno o más ejes están conectados a un sistema rotatorio (brazo) que gira alrededor de un eje fijo. Las ruedas dentadas que hacen girar el brazo reciben el nombre de satélites, y las ruedas primera y última (partiendo de la rueda giratoria fija) son las ruedas principales. Fijando un determinado elemento y accionando otros, se obtienen distintas transmisiones entre estos. Ello permite variaciones de velocidad mucho mayores de las que se sería posible obtener con cualquier otro sistema de engranajes.

INTRODUCCIÓN

Los rodamientos o bien, cojinetes representan desde hace muchos años un confiable funcionamiento en todo el mundo. Ellos han sido diseñados específicamente para ser usados en sitios donde su funcionamiento es primordial, donde las condiciones de servicio son fuertes y de una manera confiable brindan a aquellos equipos de alto costo un funcionamiento eficiente al momento de ser utilizados.

Los sistemas donde mayormente son utilizados es en bombas o motores eléctricos donde las fuerzas axiales requeridas por el eje de la máquina requieren de este dispositivo.

La finalidad de ésta entrega es dar a conocer los aspectos más relevantes de estos cojinetes donde se tratarán puntos como su función, características mas importantes, inspecciones y cómo lubricarlo para su correcto funcionamiento y su vida útil se haga más extensa.

ANEXO

S

RODAMIENTO AXIAL





ELEMENTOS RODANTES



RODAMIENTOS



SOPORTES DE PIE



RODAMIENTOS DE AGUJA

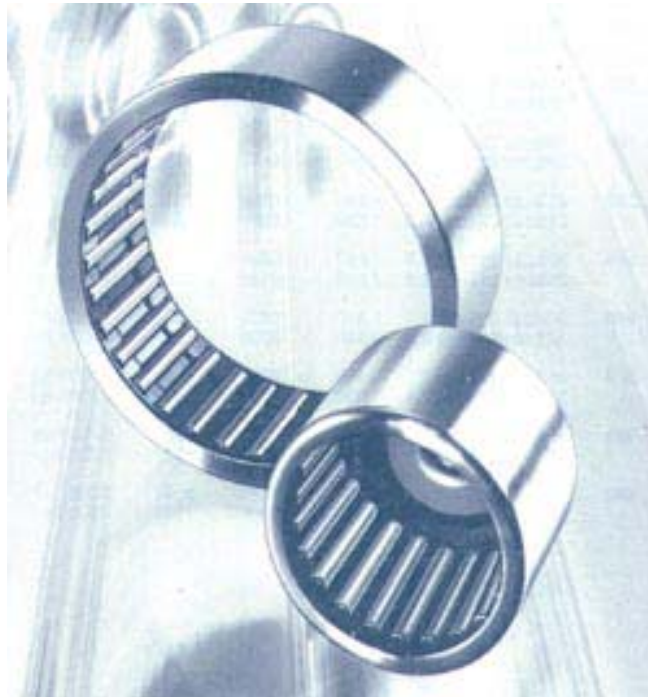
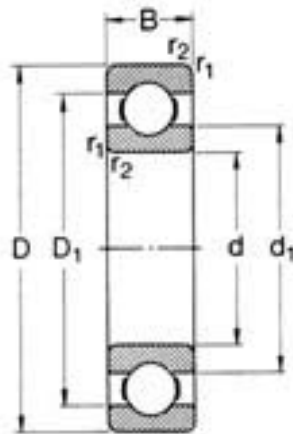


TABLA DE VALORES DE RESISTENCIA MECÁNICA

Base para el cálculo de la vida útil de un rodamiento



Dimensiones principales			Capacidad de carga		Carga límite de fatiga P_u	Velocidad nominal	
d	D	B	C	C_0		Lubricación con grasa	aceite
mm			N		N	r/min	
260	320	28	111 000	163 000	4 000	1 700	2 000
	360	46	212 000	270 000	6 550	1 600	1 900
	400	44	238 000	310 000	7 200	1 500	1 800
	400	65	291 000	375 000	8 800	1 500	1 800
	480	80	390 000	530 000	11 800	1 100	1 400
280	350	33	138 000	200 000	4 750	1 600	1 900
	380	46	216 000	285 000	6 700	1 500	1 800
	420	44	242 000	335 000	7 500	1 400	1 700
	420	65	302 000	405 000	9 300	1 400	1 700
	500	80	423 000	600 000	12 900	1 100	1 400
300	380	38	172 000	245 000	5 600	1 400	1 700
	420	56	270 000	375 000	8 300	1 300	1 600
	460	50	286 000	405 000	8 800	1 200	1 500
	460	74	358 000	500 000	10 800	1 200	1 500

RODAMIENTO DE CONTACTO ANGULAR





RODAMIENTOS RADIALES



RODAMIENTOS LINEALES



RODAMIENTO RÍGIDO



RODAMIENTO ROTULADO

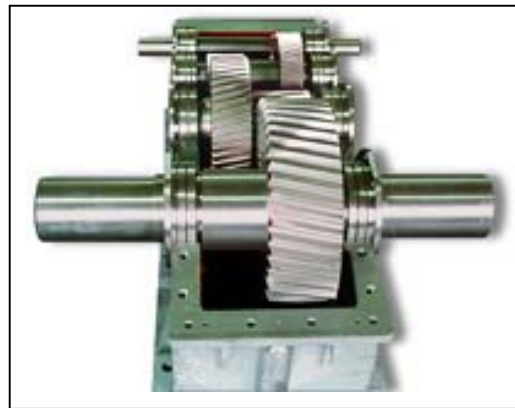
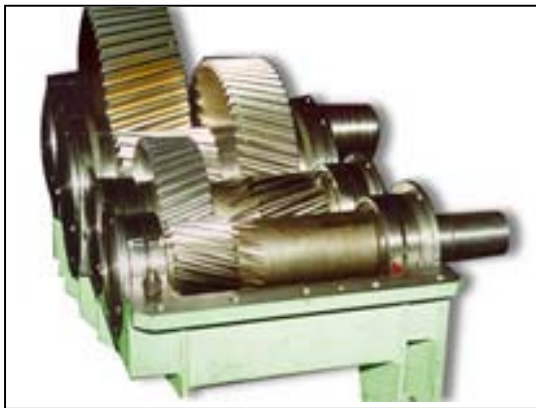


PARES CÓNICOS DE DENTADO ESPIROIDAL





ENGRANAJES CILÍNDRICOS DE DENTADO HELICOIDAL



PAR TORNILLO SIN FIN





ÍNDICE

- <http://www.arofull.com.ar/home.htm>
- <http://www.munrod.com.ar/Rodamientos.htm>
- <http://www.hivimar.com/bearings.htm>
- http://www.webd.etsii.upm.es/RODAMIENTOS/tipos_de_rodamientos.htm
- http://www.skf.es/4_1_rodamientos.htm#RRDB
- <http://www.ntnpanama.com/espanol/aspectosTecnicos/numeracionDeLosRodamientos.htm>
- <http://www2.ing.puc.cl/~icm2312/apuntes/roda/index.html>