

CAPITULO V

MECANISMOS.

Los mecanismos de transmisión: se pueden clasificar en dos grandes grupos: *mecanismos de transmisión* y *mecanismos de transformación*.

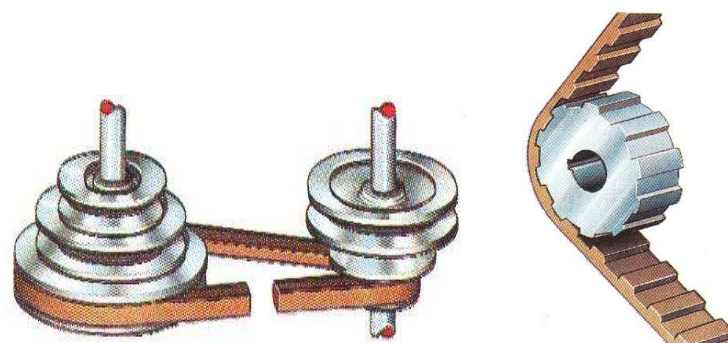
Mecanismos de transmisión: Los mecanismos de transmisión comunican movimientos de giro entre dos ejes separados. Un engranaje constituye un ejemplo típico de mecanismo de transmisión.

Mecanismos de transformación: Los mecanismos de transformación convierten movimientos lineales en movimientos giratorios, y viceversa. La biela-manivela, el piñón-cremallera y el tornillo-tuerca constituyen ejemplos de este tipo de mecanismos.

5.1. TRANSMISIÓN MECÁNICA

Se le llama transmisión al conjunto de bandas cadenas o engranes que sirven para comunicar fuerza y movimiento desde un motor hasta su punto de aplicación.

5.1.1. TRANSMISIÓN POR CORREAS.



a) Correa cerrada.

b) Correa dentada.

Fig. 51 Transmisión por correa.

Los sistemas de transmisión por correa se emplean para transmitir la potencia y el movimiento entre ejes que se encuentran distanciados. Para ello se monta sobre cada eje

una polea y se enlazan las poleas mediante una correa cerrada (Fig. 51a). Las correas pueden ser planas, redondas y trapeciales, según la forma de su sección transversal. La transmisión por correa se emplea para transmitir movimiento entre ejes paralelos. El principal inconveniente de este sistema de transmisión es que existen pérdidas de velocidad por deslizamiento entre correa y polea, por lo que no es posible transmitir grandes potencias. Para evitar esto se utilizan correas dentadas (Fig. 51b), montadas sobre poleas que incorporan dientes tallados en su periferia. Si queremos evitar que las correas se salgan de las poleas es necesario que las correas se mantengan tensadas. Para ello se emplean rodillos tensores, que ejercen la presión necesaria para que las correas se mantengan en tensión.

5.1.2. TRANSMISIÓN POR CADENA.

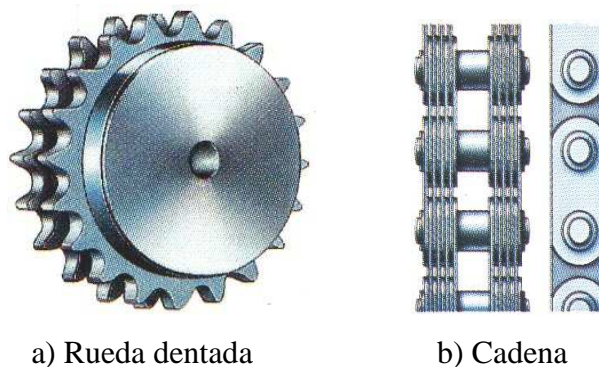


Fig. 52. Transmisión por cadena.

Los sistemas de transmisión por cadena se emplean para transmitir movimiento entre dos ejes que se encuentran alejados entre sí. Para transmitir el movimiento se montan ruedas dentadas (Fig. 52a) sobre los ejes y se enlazan con una cadena (Fig. 52b), que encaja con los dientes de las ruedas (Fig. 52a), de manera que al girar una de ellas arrastra a la otra. Las cadenas están formadas por eslabones (elementos metálicos iguales unidos entre si). La transmisión por cadena tiene la ventaja, con respecto a la transmisión por correa o ruedas de ficción, de poder transmitir potencias mayores, puesto que la cadena va

engarzada en los dientes de las ruedas. Además, no existe el riesgo de perder velocidad por deslizamiento. Para evitar que la cadena se salga es necesario mantener la tensión de la cadena mediante ruedas tensoras.

Las piezas básicas de una cadena son los rodillos que hacen contacto con los dientes de la rueda y el piñón, y que tienen capacidad de rodar alrededor de unos manguitos para crear el mínimo rozamiento al mínimo. El conjunto se encuentra unido por medio de grapas y pasadores ranurados (Fig. 53).

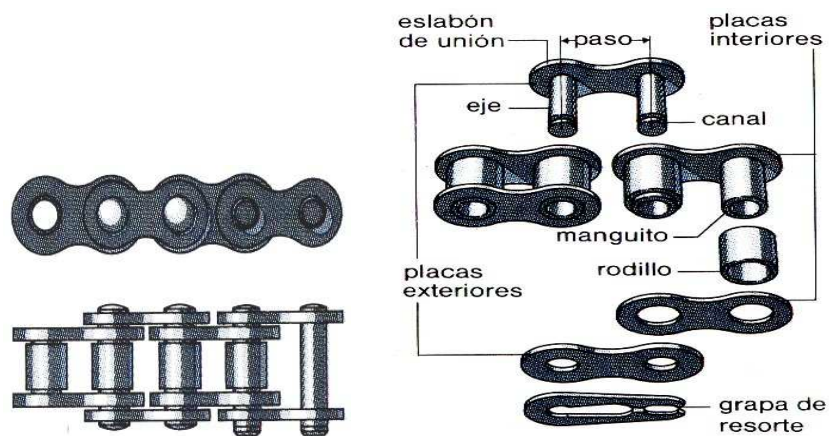


Fig. 53. Grapas y pasadores ranurados

La cadena tiene una buena facilidad para adaptarse a la forma del medio, pero solo en un sentido (Fig. 54).

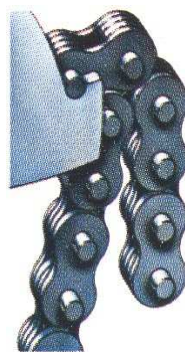


Fig. 54. Adaptación de una cadena.

5.1.3. TRANSMISION POR ENGRANAJES.

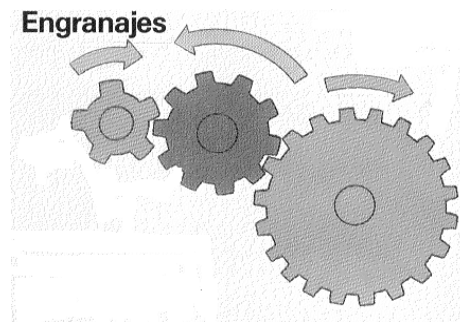


Fig. 55. Transmisión por engranajes.

Un engranaje es un conjunto de dos ruedas dentadas cuyos dientes encajan entre sí, de manera que al girar una de ellas arrastra a la otra (Fig. 55). Los engranajes son mecanismos destinados a transmitir potencia y movimiento entre los diferentes elementos de una máquina. En el lenguaje ordinario suele utilizarse la palabra engranaje para designar a las ruedas dentadas individuales.

Las ventajas de la transmisión de movimiento y fuerza mediante engranajes son:

- una mayor solidez de los mecanismos,
- reducción del espacio ocupado
- relación de transmisión más estable,
- no hay posibilidad de deslizamiento de una rueda sobre otra,
- posibilidad de cambiar de velocidad automáticamente
- reducción del ruido
- mayor capacidad de transmitir potencia.

Otras características que podemos observar en los engranajes son que:

En los engranajes no hay elementos intermedios como correas o cadenas para transmitir el movimiento.

Las ruedas tienen dientes en su periferia por lo que se acoplan entre ellas, de manera que una rueda arrastra a la otra.

Para transmitir el movimiento es necesario al menos dos ruedas dentadas, cuyos dientes deben tener la misma forma y tamaño. Las ruedas en contacto girarán en sentido contrario.

El sentido de giro de los sistemas de engranaje se invierte conectando entre las dos ruedas dentadas una tercera rueda (piñón loco) que conseguirá que la rueda motriz y la rueda conducida giren en el mismo sentido, sin modificar su relación de transmisión.

En un sistema complejo de engranajes, los engranajes impares (tomando como engranaje 1 al elemento motriz) giran en el mismo sentido, mientras que los pares girarán en el sentido contrario.

Llamaremos rueda al engranaje de mayor diámetro y piñón al más pequeño. Cuando el piñón mueve a la rueda tenemos un sistema reductor de velocidad, si es la rueda la que mueve piñón el sistema será multiplicador de velocidad.

5.2. RELACION DE VELOCIDAD.

La transmisión de movimientos entre dos ejes mediante poleas (Fig. 56) está en función de los diámetros de estas, cumpliéndose en todo momento:

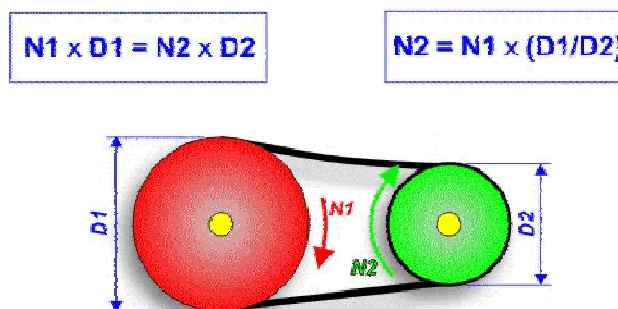


Fig. 56. Transmisión de movimiento

Donde:

$D1$ Diámetro de la polea conductora

$D2$ Diámetro de la polea conducida

$N1$ Velocidad de giro de la Polea Conductora

$N2$ Velocidad de giro de la Polea Conducida

Definiendo la **relación de velocidades (i)** como:

$$i = \frac{\text{Velocidad eje conductor}}{\text{Velocidad eje conducido}} = \frac{\text{Diámetro polea conducida}}{\text{Diámetro polea conductora}}$$
$$i = \frac{N1}{N2} = \frac{D2}{D1}$$

5.3. RELACION DE TRANSMISION.

Se llama relación de transmisión (i) de un tren de engranajes o de otro mecanismo cualquiera destinado a transmitir un movimiento de rotación, la relación entre la velocidad de rotación del último eje conducido y la del primer eje conductor.

$$i = N_2 / N_1$$

5.4. RUEDA DE FRICCION.

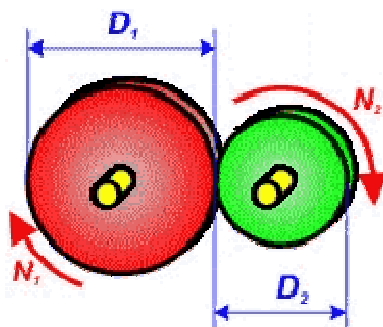


Fig. 57. Ruedas de fricción.

La transmisión de movimiento mediante ruedas de fricción se realiza poniendo en contacto dos ruedas (Fig. 57), de manera que una, denominada motriz, arrastra a otra llamada conducida, por acción de la fuerza que produce el rozamiento entre ambas. Para poder

transmitir el movimiento, las ruedas han de estar en contacto, ejerciendo una cierta presión una sobre la otra. Así, al moverse una de ellas arrastrará a la otra.

El sentido de giro de la rueda conducida es contrario al sentido de giro de la rueda motriz. Por tanto si queremos mantener el sentido de giro del motor, tendremos que emplear un número impar de ruedas de fricción.

Las ruedas de fricción pueden ser cilíndricas, cónicas o esféricas. Esto permite transmitir el movimiento entre ejes que se cortan o se cruzan en el espacio. El gran inconveniente de las ruedas de fricción es que no pueden transmitir grandes potencias ya que resbalarían. Otro inconveniente es su desgaste, debido a que funcionan por rozamiento y presión.

5.5. ENGRANAJES.

Un engranaje es una rueda o cilindro dentado empleado para transmitir un movimiento giratorio o alternativo desde una parte de una máquina a otra. Un conjunto de dos o más engranajes que transmite el movimiento de un eje a otro se denomina tren de engranajes. Los engranajes se utilizan sobre todo para transmitir movimiento giratorio, pero usando engranajes apropiados y piezas dentadas planas pueden transformar movimiento alternativo en giratorio y viceversa.

Los engranes se clasifican en tres grupos:

- Engranajes Cilíndricos (para ejes paralelos y que se cruzan)
- Engranajes Cónicos (para ejes que se cortan y que se cruzan)
- Tornillo sin fin y rueda helicoidal (para ejes ortogonales)

5.5.1. ENGRANAJES CILINDRICOS RECTOS.

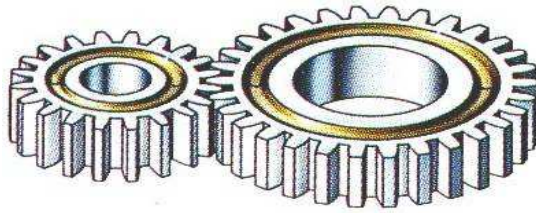


Fig. 58. Engranajes rectos.

Se fabrican a partir de un disco cilíndrico, cortado de una plancha o de un trozo de barra maciza redonda. Este disco se lleva al proceso de fresado en donde se retira parte del metal para formar los dientes. Estos dientes tienen dos orientaciones: dientes rectos (paralelos al eje) y dientes helicoidales (inclinados con respecto al eje Fig. 58).

Los engranajes de diente recto son más simples de producir y por ello más baratos, la transmisión del movimiento se realiza por medio de los dientes, quienes se empujan sin resbalar. En el caso de los dientes helicoidales los dientes se empujan y resbalan entre sí, parte de la energía transmitida se pierde por roce y el desgaste es mayor. La ventaja de los helicoidales es la falta de juego entre dientes que provoca un funcionamiento silencioso y preciso.

Aplicación: se utilizan mayoritariamente en situaciones en donde no es posible compensar las fuerzas axiales producidas por los engranajes cilíndricos helicoidales. Actualmente, se utilizan poco debido al excesivo ruido generado por los mismos. Ejemplo: maquinas sencillas de trituración de caña de azúcar, prensas mecánicas.

Métodos de fabricación: se los puede fabricar tanto por tallado con fresa madre u otro mecanismo de corte, dependiendo del tamaño del engrane.

5.5.2. ENGRANAJES CILINDRICOS HELICOIDALES.

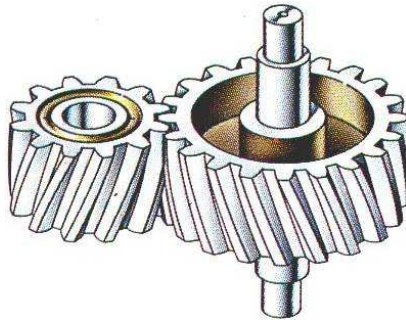


Fig. 59. Engranajes helicoidales.

Son aquellos en donde se ha creado un ángulo entre el recorrido de los dientes con respecto al eje axial con el fin de asegurar una entrada más progresiva del contacto entre diente y diente, reduciendo el ruido de funcionamiento y aumentando la resistencia de los dientes del engranaje (Fig. 59).

Aplicación: constituyen los engranajes mayormente utilizados en la actualidad en aplicaciones donde es necesario la transmisión entre ejes paralelos a altas velocidades.

Ejemplo: cajas reductoras de automóviles.

Desventaja: la principal desventaja frente a los engranajes cilíndricos rectos es la generación de fuerzas axiales debido al ángulo de su hélice. Estas se pueden compensar mediante la utilización de rodamientos especiales (para torques bajos) y de engranajes con hélices opuestas en el mismo eje o engranajes bi-helicoidales (para torques altos).

5.5.2.1. ENGRANAJES CILINDRICOS BI-HELICOIDALES.

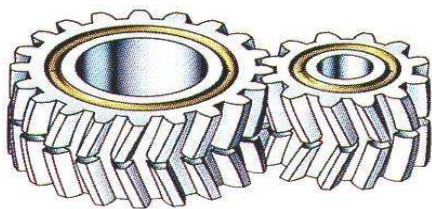


Fig. 60. Engranajes bi-helicoidales.

Cumplen la función de dos engranajes cilíndricos helicoidales con hélice en sentido contrario, unidos en el sentido axial (Fig. 60). Pueden ser con descargas o sin descargas dependiendo del modo de fabricación. Poseen las ventajas de los cilindros helicoidales (bajo ruido y alta resistencia) además de evitar ejercer fuerzas axiales sobre el eje que los soporta debido a que las fuerzas en ambas hélices se compensan entre sí.

Aplicación: se utilizan en cajas reductoras en donde se desea bajo ruido junto con la ausencia de fuerzas axiales. Ejemplo: reductores de plantas de procesamiento de cemento.

5.5.3. ENGRANAJES CONICOS HELICOIDALES

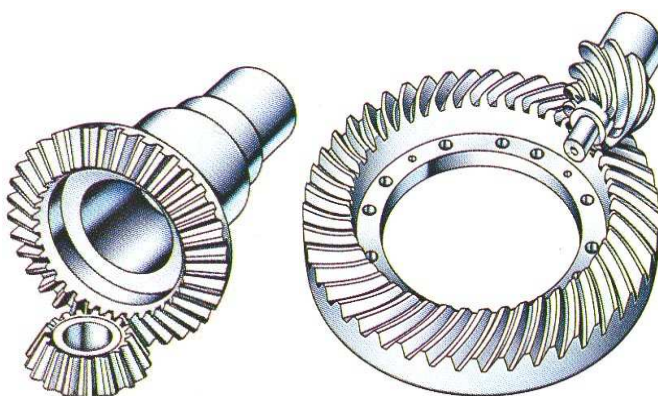


Fig. 61. Engranajes cónicos.

Se fabrican a partir de un trozo de cono, formándose los dientes por fresado de su superficie exterior. Estos dientes pueden ser rectos, helicoidales o curvos. Esta familia de engranajes soluciona la transmisión entre ejes que se cortan y que se cruzan (Fig. 61).

Se los utiliza para efectuar una reducción de velocidad con ejes a 90° (perpendiculares), se diferencian de los cónicos rectos en que los dientes no recorren un sentido radial al centro del eje del engranaje. Presenta una mayor superficie de contacto entre piñón (engranaje más pequeño) y corona (engranaje con mayor número de dientes) ya que más de un diente hace contacto a la vez. Esto último ayuda a un funcionamiento relativamente silencioso. Los engranajes cónicos requieren mucho cuidado en el montaje, así como se recomienda siempre el reemplazo de ambos engranajes (piñón y corona), debido a que son más sensibles a errores de contacto en los dientes que otros engranajes.

Aplicación: virtualmente todas las transmisiones posteriores de camiones y automóviles fabricados en la actualidad.

5.5.4. ENGRANAJES DE TORNILLOS SIN FIN Y CORONA.

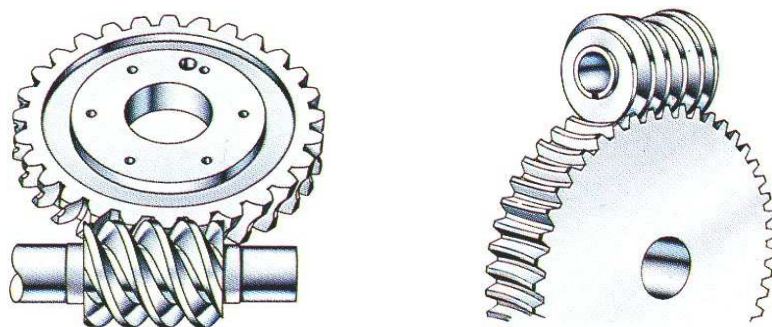


Fig. 62. Engranajes de tornillo sin fin.

Permiten la transmisión de potencia sobre ejes perpendiculares (Fig. 62) y son utilizados comúnmente por sus altas relaciones de transmisión (relación entre la velocidad de entrada y la salida en comparación entre los engranajes cónicos). Poseen adicionalmente un bajo costo y la posibilidad de ser autobloqueantes. Es decir que sea imposible mover el eje de entrada a través del eje de salida. Algo que no es posible utilizando cualquiera de los engranajes mostrados anteriormente.

5.5.5. CREMALLERAS.

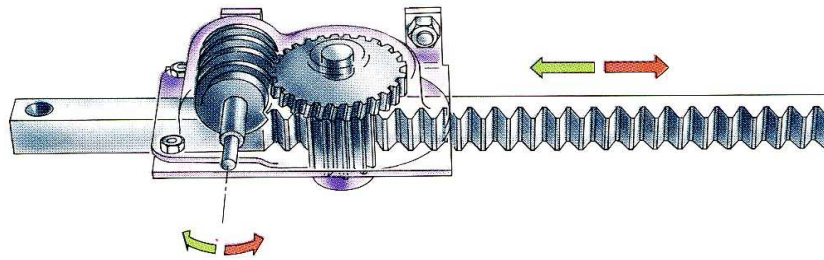


Fig. 63. Cremalleras.

El engranaje de cremallera es un caso particular dentro de los engranajes rectos. Se trata de una barra prismática dentada. Los dientes pueden ser rectos u oblicuos en función de que engranen con una rueda de dientes rectos o con una rueda de dientes helicoidales. Este mecanismo permite transformar movimiento circular en movimiento lineal para mover puertas, accionar mecanismos y múltiples aplicaciones en máquinas de producción en línea. En la figura 63, se muestra una cremallera conectada a un engrane cilíndrico de diente recto.

5.7. CAJAS DE REDUCTORES.

El problema básico en la industria es reducir la alta velocidad de los motores a una velocidad utilizable por las máquinas. Además de reducir se deben contemplar las posiciones de los ejes de entrada y salida y la potencia mecánica a transmitir.

Para potencias bajas se utilizan moto-reductores que son equipos formados por un motor eléctrico y un conjunto reductor integrado. Las herramientas manuales en general (taladros, lijadoras, cepillos, esmeriles, etc) poseen un moto-reductor.

Para potencias mayores se utilizan equipos reductores separados del motor. Los reductores consisten en pares de engranajes con gran diferencia de diámetros, de esta forma el

engrane de menor diámetro debe dar muchas vueltas para que el de diámetro mayor de una vuelta, de esta forma se reduce la velocidad de giro. Para obtener grandes reducciones se repite este proceso colocando varios pares de engranes conectados uno a continuación del otro. La figura 64, muestra dos cajas de reductores con engranes cilíndricos y cónicos. Una de ellas tiene dos pares de engranajes cilíndricos de diente helicoidal y la otra posee además un par de engranajes cónicos de diente helicoidal.

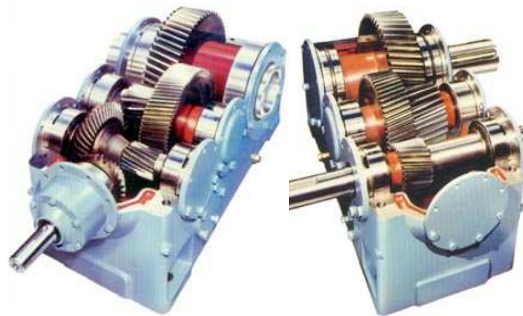


Fig. 64. Cajas de reducción.

En estas cajas es importante notar que se abren en dos mitades y la línea de unión está en el plano que forman los ejes. Este diseño se basa en la conveniencia de abrir la caja al nivel de los ejes para extraerlos con facilidad y permitir el cambio de rodamientos, sellos de aceite, revisar el desgaste de los dientes y otras mantenciones preventivas.

5.8. RODAMIENTOS.

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.

Existen rodamientos de muy variados tipos para adecuarse a las diversas aplicaciones, es muy importante escoger el rodamiento preciso, tomando la decisión en base a 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, Según la dirección de la carga que mejor soportan:

5.8.1. RODAMIENTOS RADIALES.



Fig. 65. Rodamiento radial.

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 (Fig. 65). 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.

5.8.2. RODAMIENTOS AXIALES.



Fig. 66. Rodamiento axial.

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 (Fig. 66). 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.

5.8.3. RODAMIENTOS DE CONTACTO ANGULAR.



Fig. 67. Rodamiento de contacto angular.

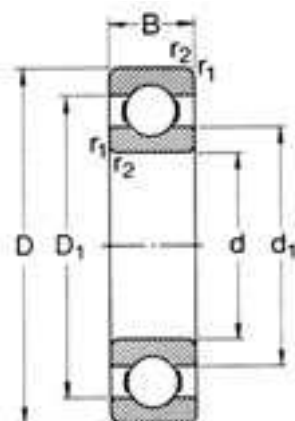
Son una mezcla de los casos anteriores, se basan en un rodamiento similar al radial con un diseño especial de los aros exterior e interior para soportar cargas axiales mayores que un rodamiento radial simple (Fig. 67). Sus aplicaciones son muy amplias, debido a que un eje

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.

5.8.4. SELECCIÓN DE COJINETES DE RODAMIENTO.

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 ver tabla 3:

- ▶ 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)



Dimensiones principales			Capacidad de carga		Carga límite de fatiga P_u	Velocidad nominal	
d	D	B	dinám. C	Estát. 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

Tabla 3. Catalogo general SKF

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.

En la figura 68, se aprecia la falla por fatiga superficial en la pista de rodadura del aro interior de un rodamiento radial, esta falla provoca la aparición de escamas que se separan dañando la zona de rodadura. La razón para este tipo de falla se explica evaluando las fórmulas de esfuerzo de contacto, que entregan valores altos bajo la superficie de rodadura provocando la aparición y propagación de fisuras que terminan por cortar la capa superficial de la pista.



Fig. 68. Falla por fatiga.

5.8.5. CHUMACERAS.



Fig. 69. Chumaceras.

La chumacera (Fig. 69). Es una combinación de un rodamiento radial de bolas, sello, y un alojamiento de hierro colado de alto grado ó de acero prensado, suministrado de varias formas. La superficie exterior del rodamiento y la superficie interior del alojamiento son esféricas, para que la unidad sea auto-alineable.

Dependiendo de su aplicación, las chumaceras se clasifican en dos tipos, a saber:

a) No relubricables

b) Relubricables

Chumaceras NTN Relubricables

Su diseño permite la relubricación, aun en los casos en que exista desalineamiento de 2 grados a la izquierda o derecha.

El uso de la chumacera tipo relubricables se hace necesario cuando se presentan situaciones como las siguientes:

1. Temperatura de operación alcanza los 100° C
2. Salpicadura de agua y/o cualquier otro liquido nocivo al rodamiento
3. Maquinaria de uso intermitente operando en áreas con alta humedad

Rodamientos de las chumaceras NTN

a. Rodamiento con prisionero de fijación, tipos UC, AS, UR.

Adecuados para trabajar en aquellas aplicaciones de uso común, en las que no existe alta velocidad ni vibración.

b. Rodamientos con anillo de fijación excéntrico con prisionero tipos UEL, AEL

Estos rodamientos deben utilizarse para aquellas aplicaciones en las que se requiera soportar carga y mayor velocidad.

c. Rodamientos con manguito de fijación tipo UK

Adecuados para trabajos en los que se requiere soportar alta velocidad y vibración.