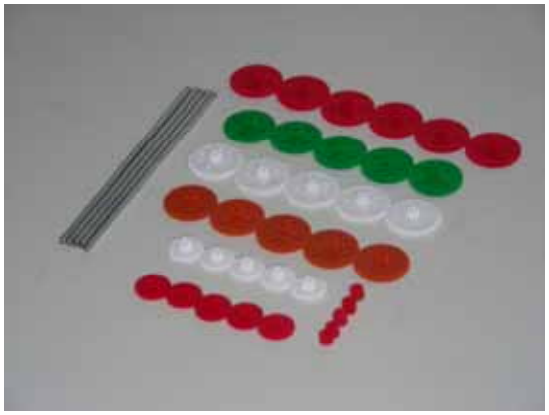
Engranaje

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.



Tipos de engranajes

La principal clasificación de los engranajes se efectúa según la disposición de sus ejes de rotación y según los tipos de dentado. Según estos criterios existen los siguientes tipos de engranajes:

Ejes paralelos:

- **Cilíndricos de dientes rectos**
- **Cilíndricos de dientes helicoidales**
- **Doble helicoidales**

Ejes perpendiculares

- **Helicoidales cruzados**
- **Cónicos de dientes rectos**
- **Cónicos de dientes helicoidales**
- **Cónicos hipoides**
- **De rueda y tornillo sinfín**

Por aplicaciones especiales se pueden citar:

- **Planetarios**
- **Interiores**
- **De cremallera**

Por la forma de transmitir el movimiento se pueden citar:

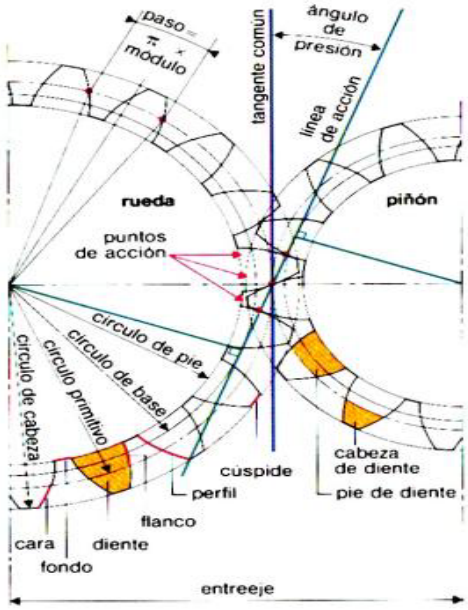
- **Transmisión simple**
- **Transmisión con engranaje loco**
- **Transmisión compuesta. Tren de engranajes**

Transmisión mediante cadena o polea dentada

- **Mecanismo piñón cadena**
- **Polea dentada**

Características que definen un engranaje de dientes rectos

Los engranajes cilíndricos rectos son el tipo de engranaje más simple y corriente que existe. Se utilizan generalmente para velocidades pequeñas y medias; a grandes velocidades, si no son rectificados, o ha sido corregido su tallado, producen ruido cuyo nivel depende de la velocidad de giro que tengan.



- **Diente de un engranaje: son los que realizan el esfuerzo de empuje y transmiten la potencia desde los ejes motrices a los ejes conducidos. El perfil del diente, o sea la forma de sus flancos, está**

constituido por dos curvas evolventes de círculo, simétricas respecto al eje que pasa por el centro del mismo.

- **Módulo: el módulo de un engranaje es una característica de magnitud que se define como la relación entre la medida del diámetro primitivo expresado en milímetros y el número de dientes. En los países anglosajones se emplea otra característica llamada Diametral Pitch, que es inversamente proporcional al módulo. El valor del módulo se fija mediante cálculo de resistencia de materiales en virtud de la potencia a transmitir y en función de la relación de transmisión que se establezca. El tamaño de los dientes está normalizado. El módulo está indicado por números. Dos engranajes que engranen tienen que tener el mismo módulo.**

- **Circunferencia primitiva: es la circunferencia a lo largo de la cual engranan los dientes. Con relación a la circunferencia primitiva se determinan todas las características que definen los diferentes elementos de los dientes de los engranajes.**

- **Paso circular: es la longitud de la circunferencia primitiva correspondiente a un diente y un vano consecutivos.**

- **Espesor del diente: es el grosor del diente en la zona de contacto, o sea, del diámetro primitivo.**

- **Número de dientes: es el número de dientes que tiene el engranaje. Se simboliza como (Z). Es fundamental para calcular la relación de transmisión. El número de dientes de un engranaje no debe estar por debajo de 18 dientes cuando el ángulo de presión es 20º ni por debajo de 12 dientes cuando el ángulo de presión es de 25º.**

- **Diámetro exterior: es el diámetro de la circunferencia que limita la parte exterior del engranaje.**

- **Diámetro interior: es el diametro de la circunferencia que limita el pie del diente.**

- **Pie del diente: también se conoce con el nombre de dedendum. Es la parte del diente comprendida entre la circunferencia interior y la circunferencia primitiva.**

- **Cabeza del diente: también se conoce con el nombre de adendum. Es la parte del diente comprendida entre el diámetro exterior y el diámetro primitivo.**

- **Flanco: es la cara interior del diente, es su zona de rozamiento.**

- **Altura del diente: es la suma de la altura de la cabeza (adendum) más la altura del pie (dedendum).**

- **Angulo de presión: el que forma la línea de acción con la tangente a la circunferencia de paso, φ (20º ó 25º son los ángulos normalizados).**

- **Largo del diente: es la longitud que tiene el diente del engranaje**

- **Distancia entre centro de dos engranajes: es la distancia que hay entre los centros de las circunferencias de los engranajes.**

- **Relación de transmisión: es la relación de giro que existe entre el piñón conductor y la rueda conducida. La R_t puede ser reductora de velocidad o multiplicadora de velocidad. La relación de transmisión recomendada tanto en caso de reducción como de multiplicación depende de la velocidad que tenga la transmisión con los datos orientativos que se indican:**

Velocidad lenta: $(R_t = \frac{1}{10})$

Velocidad normal : $(R_t = \frac{1}{7} - \frac{1}{6})$

Velocidad elevada: $(R_t = \frac{1}{4} - \frac{1}{2})$

Fórmulas constructivas de los engranajes rectos

Diámetro primitivo: $D_p = Z \cdot M$

Módulo: $M = \frac{D_p}{Z}$

Paso circular: $P_c = \pi \cdot M$

Número de dientes: $Z = \frac{D_p}{M}$

Diámetro exterior: $D_e = (Z + 2) \cdot M$

Espesor del diente: $E = \frac{P_c}{2}$

Diámetro interior: $D_i = D_p - 2,50 \cdot M$

Pie del diente: $1,25 \cdot M$

Cabeza del diente: M

Altura del diente: $(2,25 \cdot M)$

Distancia entre centros: $\frac{(D_p + d_p)}{2}$

Ecuación general de transmisión:

$$N \cdot Z = n \cdot z$$

Engranajes Helicoidales de ejes paralelos

Se emplea para transmitir movimiento o fuerzas entre ejes paralelos, pueden ser considerados como compuesto por un numero infinito de engranajes rectos de pequeño espesor escalonado, el resultado será que cada diente está inclinado a lo largo de la cara como una hélice cilíndrica.

Los engranajes helicoidales acoplados deben tener el mismo ángulo de la hélice, pero el uno en sentido contrario al otro (Un piñón derecho engrana con una rueda izquierda y viceversa). Como resultado del ángulo de la hélice existe un empuje axial además de la carga, transmitiéndose ambas fuerzas a los apoyos del engrane helicoidal.

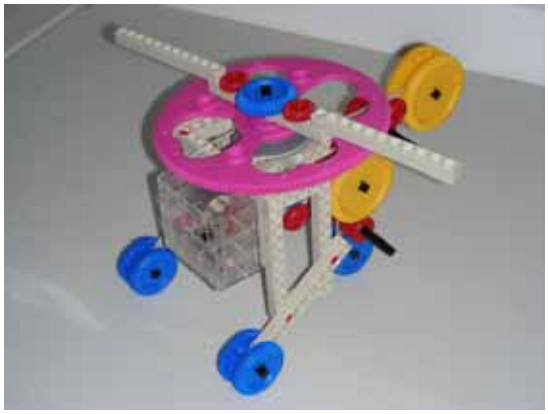
Para una operación suave un extremo del diente debe estar adelantado a una distancia mayor del paso circular, con respecto al a otro extremo. Un traslape recomendable es 2, pero 1.1 es un mínimo razonable (relación de contacto). Como resultado tenemos que los engranajes helicoidales operan mucho más suave y silenciosamente que los engranajes rectos.

Engranajes Helicoidales de ejes cruzados

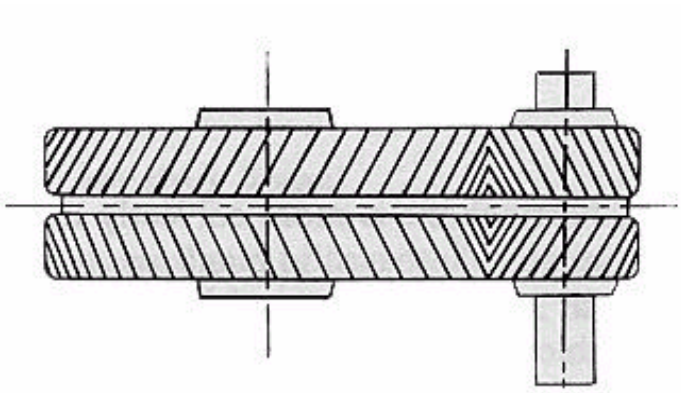
Son la forma más simple de los engranajes cuyas flechas no se interceptan teniendo una acción conjugada (puede considerárseles como engranajes sinfín no envolventes), la acción consiste primordialmente en una acción de tornillo o de cuña, resultando un alto grado de deslizamiento en los flancos del diente.

El contacto en un punto entre diente acoplado limita la capacidad de transmisión de carga para este tipo de engranes.

Leves cambios en el ángulo de las flechas y la distancia entre centro no afectan al a acción conjugada, por lo tanto el montaje se simplifica grandemente. Estos pueden ser fabricados por cualquier máquina que fabrique engranajes helicoidales.



Engranajes helicoidales dobles



Los engranajes "espina de pescado" son una combinación de hélice derecha e izquierda. El empuje axial que absorben los apoyos o cojinetes de los engranajes helicoidales es una desventaja de ellos y ésta se elimina por la reacción del empuje igual y opuesto de una rama simétrica de un engrane helicoidal doble.

Un miembro del juego de engranes "espina de pescado" debe ser apto para absorber la carga axial de tal forma que impida las carga excesivas en el diente provocadas por la disparidad de las dos mitades del engranaje.

Un engrane de doble hélice sufre únicamente la mitad del error de deslizamiento que el de una sola hélice o del engranaje recto. Toda discusión relacionada a los engranes helicoidales sencillos (de ejes paralelos) es aplicable a loso engranajes de helicoidal doble, exceptuando que el ángulo de la hélice es generalmente mayor para los helicoidales dobles, puesto que no hay empuje axial.

Fórmulas constructivas de los engranajes helicoidales cilíndricos

Como consecuencia de la hélice que tienen los engranajes helicoidales su proceso de tallado es diferente al de un engranaje recto, porque se necesita de una transmisión cinemática que haga posible conseguir la hélice requerida. Algunos datos dimensionales de estos engranajes son diferentes de los rectos.

Diámetro exterior :

$$D_e = M_n \cdot \frac{Z}{cos\beta} + 2 \cdot M_n = D_p + 2 \cdot M_n$$

Diámetro primitivo :

$$D_p = M_n \cdot \frac{Z}{cos\beta} = P_c \cdot \frac{Z}{\pi} = M_c \cdot Z$$

Módulo normal o real:

$$M_n = D_p \cdot por la inversa de la place \frac{cos\beta}{Z} = \frac{P_n}{\pi} = D_p \cdot \frac{cos\beta}{Z}$$

Paso normal o real:

$$P_n = \pi \cdot M_n = P_c \cdot cos\beta$$

Angulo de la hélice:

$$tg\beta = \pi \cdot \frac{D_p}{H} \cdot cos\beta = \frac{M_n}{M_a}$$

Paso de la hélice: $H = \pi \cdot D_p \cdot cotg\beta$

Módulo circular o aparente:

$$M_c = \frac{D_p}{Z} = \frac{M_n}{cos\beta} = \frac{P_c}{\pi}$$

Paso circular aparente:

$$P_c = \pi \cdot \frac{D_p}{Z} = M_c \cdot \pi = \frac{P_c}{cos\beta}$$

Paso axial:

$$P_x = \frac{H}{Z} = \frac{P_n}{sen\beta} = \frac{P_c}{tg\beta}$$

Número de dientes:

$$Z = \frac{D_p}{M_c} = D_p \cdot \frac{cos\beta}{M_n}$$

Los demás datos tales como adendum, dedendum y distancia entre centros, son los mismos valores que los engranajes rectos.

Engranajes cónicos

Se fabrican a partir de un tronco 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. Los datos de cálculos de estos engranajes están en prontuarios específicos de mecanizado.

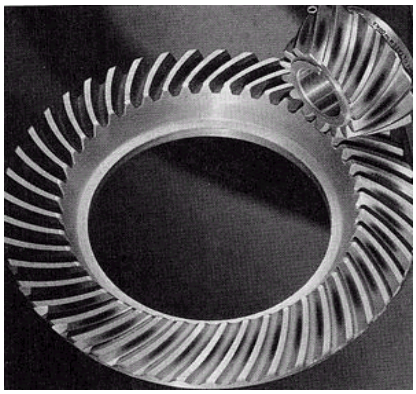
Engranajes cónicos de dientes rectos

Efectúan la transmisión de movimiento de ejes que se cortan en un mismo plano, generalmente en ángulo recto, por medio de superficies cónicas dentadas. Los dientes convergen en el punto de intersección de los ejes. Son utilizados para efectuar reducción de velocidad con ejes en 90°. Estos engranajes generan más ruido que los engranajes cónicos helicoidales. Se utilizan en transmisiones antiguas y lentas. En la actualidad se usan muy poco.

Engranaje cónico helicoidal

Se utilizan para reducir la velocidad en un eje de 90°. La diferencia con el cónico recto es que posee una mayor superficie de contacto. Es de un funcionamiento relativamente silencioso. Además pueden transmitir el movimiento de ejes que se corten. Los datos constructivos de estos engranajes se encuentran en prontuarios técnicos de mecanizado. Se mecanizan en fresadoras especiales.

Engranaje cónico hipoide



Un engranaje hipoide es un grupo de engranajes cónicos helicoidales formados por un piñón reductor de pocos dientes y una rueda de muchos dientes, que se instala principalmente en los vehículos industriales que tienen la tracción en los ejes traseros. Tiene la ventaja de ser muy adecuado para las carrocerías de tipo bajo, ganando así mucha estabilidad el vehículo. Por otra parte la disposición helicoidal del dentado permite un mayor contacto de los dientes del piñón con los de la corona, obteniéndose mayor robustez en la transmisión. Su mecanizado es muy complicado y se utilizan para ello máquinas talladoras especiales (Gleason)

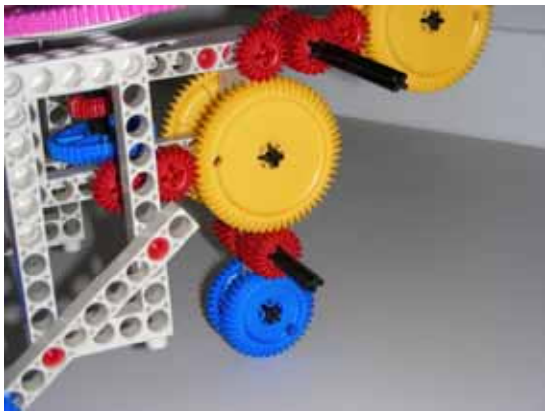
Tornillo sin fin y corona

Es un mecanismo diseñado para transmitir grandes esfuerzos, y como reductores de velocidad aumentando la potencia de transmisión. Generalmente trabajan en ejes que se cortan a 90º. Tiene la desventaja de no ser reversible el sentido de giro, sobre todo en grandes relaciones de transmisión y de consumir en rozamiento una parte importante de la potencia. En las construcciones de mayor calidad la corona está fabricada de bronce y el tornillo sin fin, de acero templado con el fin de reducir el rozamiento. Este mecanismo si transmite grandes esfuerzos es necesario que esté muy bien lubricado para matizar los desgastes por fricción.

Mecanizado de coronas y tornillos sin fin

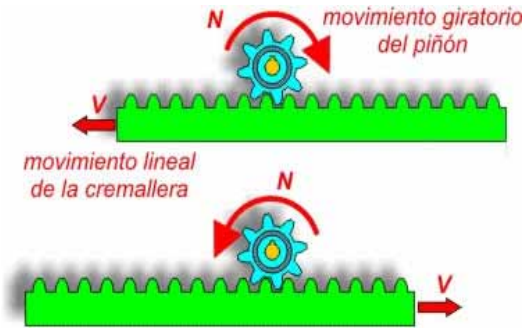
El mecanizado de las coronas de engranaje de tornillo sin fin se puede realizar por medio de fresas normales o por fresas madre. El diámetro de la fresa debe coincidir con el diámetro primitivo del tornillo sin fin con la que engrane si se desea que el contacto sea lineal. El mecanizado del tornillo sin fin se puede hacer por medio de fresas biocónicas o fresas frontales. También se pueden mecanizar en el torno de forma similar al roscado de un tornillo. Para el mecanizado de tornillos sin fin glóbicos se utiliza el procedimiento de generación que tienen las máquinas Fellows.

Engranajes interiores



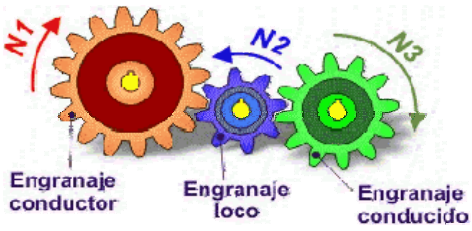
Los engranajes interiores o anulares son variaciones del engranaje recto en los que los dientes están tallados en la parte interior de un anillo o de una rueda con reborde, en vez de en el exterior. Los engranajes interiores suelen ser impulsados por un piñón, un engranaje pequeño con pocos dientes. Este tipo de engrane mantiene el sentido de la velocidad angular. El tallado de estos engranajes se realiza mediante talladoras mortajadoras de generación.

Mecanismo de cremallera



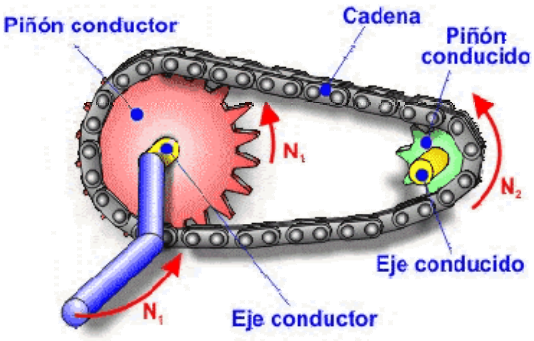
El mecanismo de cremallera aplicado a los engranajes lo constituyen una barra con dientes la cual es considerada como un engranaje de diámetro infinito y un engranaje de diente recto de menor diámetro, y sirve para transformar un movimiento de rotación del piñón en un movimiento lineal de la cremallera. Quizás la cremallera más conocida sea la que equipan los tornos para el desplazamiento del carro longitudinal.

Engranaje loco o intermedio



En un engrane simple de un par de ruedas dentadas, el eje impulsor que se llama eje motor tiene un sentido de giro contrario al que tiene el eje conducido. Esto muchas veces en las máquinas no es conveniente que sea así, porque es necesario que los dos ejes giren en el mismo sentido. Para conseguir este objetivo se intercalan entre los dos engranajes un tercer engranaje que gira libre en un eje, y que lo único que hace es invertir el sentido de giro del eje conducido, porque la relación de transmisión no se altera en absoluto. Esta rueda intermedia hace las veces de motora y conducida y por lo tanto no altera la relación de transmisión. Un ejemplo de rueda o piñón intermedio lo constituye el mecanismo de marcha atrás de los vehículos impulsados por motores de combustión interna, también montan engranajes locos los trenes de laminación de acero. Los piñones planetarios de los mecanismos diferenciales también actúan como engranajes locos intermedios.

Mecanismo piñón cadena



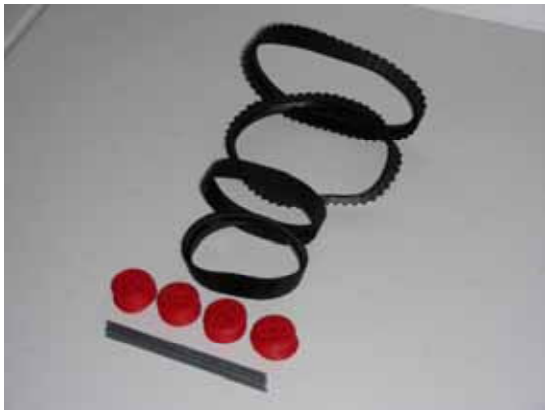
Este mecanismo es un método de transmisión muy utilizado porque permite transmitir un movimiento giratorio entre dos ejes paralelos, que estén bastante separados. Es el mecanismo de transmisión que utilizan las bicicletas, motos, y en muchas máquinas

e instalaciones industriales. También se emplea en sustitución de los reductores de velocidad por poleas cuando lo importante sea evitar el deslizamiento entre la rueda conductora y el mecanismo de transmisión (en este caso una cadena).

El mecanismo consta de una cadena sin fin (cerrada) cuyos eslabones engranan con ruedas dentadas (piñones) que están unidas a los ejes de los mecanismos conductor y conducido.

Las cadenas empleadas en esta transmisión suelen tener libertad de movimiento solo en una dirección y tienen que engranar de manera muy precisa con los dientes de los piñones. Las partes básicas de las cadenas son: placa lateral, rodillo y pasador. Las ruedas dentadas suelen ser una placa de acero sin cubo (aunque también las hay de materiales plásticos).

Poleas dentadas



Para la transmisión entre dos ejes que estén separados a una distancia donde no sea económico o técnicamente imposible montar una transmisión por engranajes se recurre a un montaje con poleas dentadas que mantienen las mismas propiedades que los engranajes es decir, que evitan el patinamiento y mantienen exactitud en la relación de transmisión.

Los datos más importantes de las poleas dentadas son:

Número de dientes, paso, y ancho de la polea

El paso es la distancia entre los centros de las ranuras y se mide en el círculo de paso de la polea. El círculo de paso de la polea dentada coincide con la línea de paso de la banda correspondiente.

Las poleas dentadas se fabrican en diversos materiales tales como aluminio, acero y fundición.

Las poleas dentadas normalizadas se fabrican en los siguientes pasos en pulgadas: MXL: Mini Extra Ligero (0.080"), XL: Extra Ligero (0.200"), L: Ligero (0.375"), H: Pesado (0.500"), XH: Extra Pesado (0.875") y XXH: Doble Extra Pesado (1.250").

Los pasos métricos son los siguientes: T2,5 (Paso 2,5 mm), T5 (Paso 5 mm), T10 (Paso 10mm) y T20 (Paso 20 mm).

Bibliografía:

http://es.wikipedia.org/wiki/Engranajes

http://www.monografias.com/trabajos30/engranajes/engranajes.shtml

http://html.rincondelvago.com/engranajes_1.html