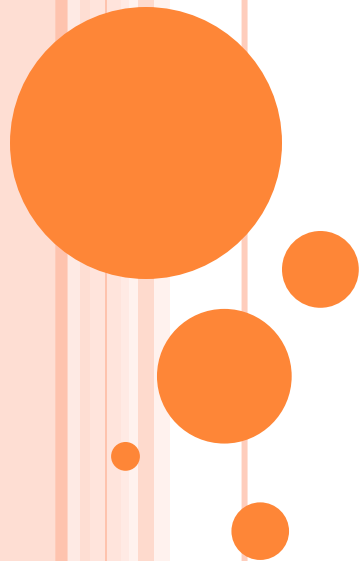




UNIDAD 4

ENGRANES

Leobardo Guerrero Gandarilla

No. C: 10320579

4.1. Terminología, clasificación y aplicaciones de los engranes.

Los engranajes son, en general, cilindros con resaltos denominados dientes, conformando ruedas dentadas, las que permiten, cuando giran, transmitir el movimiento de rotación entre sus árboles o ejes colocados a una distancia relativamente reducida entre sí. Esta transmisión se realiza mediante la presión que ejercen los dientes de una de las ruedas, denominada motora sobre los dientes de la otra rueda, denominada conducida, cuando engranan entre ambas, estando durante el movimiento en contacto varios dientes sin choques ni interferencias que lo impidan o entorpezcan. Los engranajes cilíndricos pueden ser de dientes rectos, cuando éstos son paralelos al eje de giro del cilindro, o de dientes helicoidales, cuando son parte de una hélice que envuelve a dicho eje.

- ☐ Distintos materiales se utilizan para la construcción de los engranajes pudiendo ser éstos
 - ☐ fundición de hierro, acero, bronce, aluminio, materiales sintéticos, como el teflón, por ejemplo,
 - ☐ etc.
- ☐ Debido al constante rozamiento entre las superficies en contacto, éstas están expuestas al



- desgaste, motivo por el cual son endurecidas mediante tratamientos térmicos de endurecimiento
- superficial como es el caso del cementado de los aceros. A los efectos de evitar el desgaste, el
- engrane está continuamente lubricado, lo que además lo refrigera, favoreciendo la transmisión
- del movimiento a elevada velocidad.
- Los engranajes son contruidos mediante el fresado o tallado, de acuerdo a normas específicas.
- Para el cálculo de las dimensiones, resistencia y características se debe conocer previamente:
 - a) distancia entre los ejes de las ruedas dentadas,*
 - b) número de vueltas por minuto de la rueda motora,*
 - c) relación de transmisión y*
 - d) fuerza tangencial que se debe transmitir*



CLASIFICACION DE LOS ENGRANES

Según como los engranajes interactúen entre sí, se los puede clasificar como:

- a) Engranajes de acción directa: formados por dos o más ruedas que engranan entre sí, directamente una con otra, como es el caso de la figura (Fig.4.1).
- b) Engranajes de acción indirecta: cuando accionan uno sobre otro a través de un vínculo intermedio o auxiliar, como es el caso de los engranajes a cadena que se muestra en la figura (Fig.4.2), donde z_1 es la rueda conductora o motora, la cual se encuentra montada sobre un eje motor y transmite el movimiento a la rueda conducida z_2 a través de la cadena. Caso de las bicicletas, donde la rueda de menor diámetro se denomina generalmente piñón. A su vez, los engranajes de acción directa, según sean las posiciones de sus ejes, pueden presentar los siguientes casos: 1- sus ejes son paralelos; 2- sus ejes se cortan; 3- sus ejes se cruzan; 4- engranajes de rueda y tornillo sinfín.



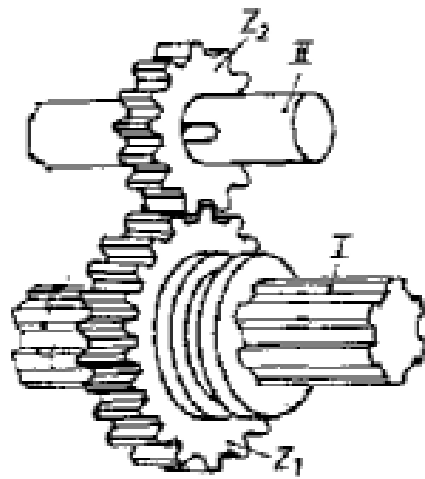


Fig.4.1

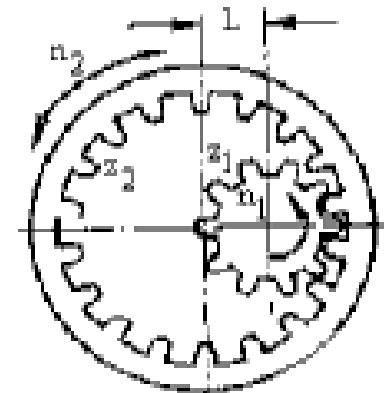


Fig.4.5

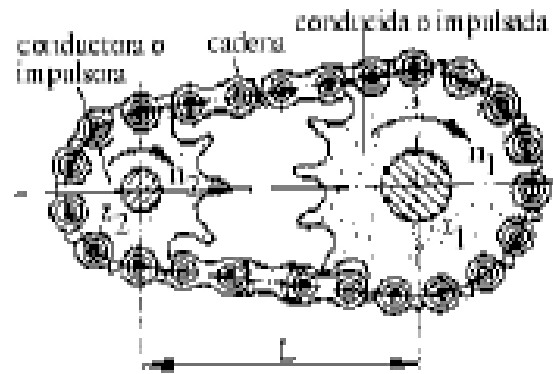


Fig.4.2

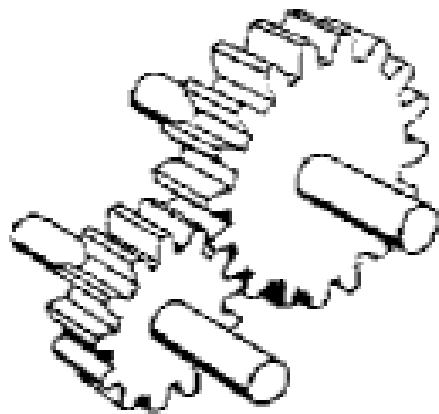


Fig.4.6

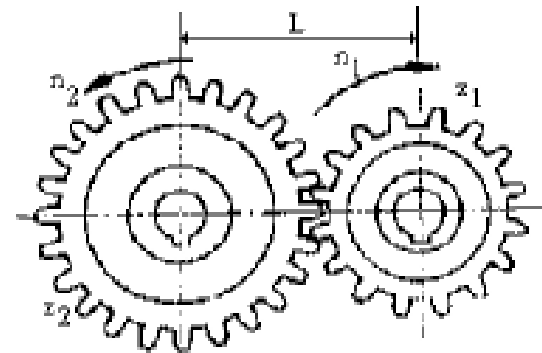


Fig.4.4



CAMPO DE APLICACIÓN DE LOS ENGRANES

Existe una gran variedad de formas y tamaños de engranajes, desde los más pequeños usados en relojería e instrumentos científicos (se alcanza el módulo 0,05) a los de grandes dimensiones, empleados, por ejemplo, en las reducciones de velocidad de las turbinas de vapor de los buques, en el accionamiento de los hornos y molinos de las fábricas de cemento, etc. El campo de aplicación de los engranajes es prácticamente ilimitado. Los encontramos en las centrales de producción de energía eléctrica, hidroeléctrica y en los elementos de transporte terrestre: locomotoras, automotores, camiones, automóviles, transporte marítimo en toques de todas clases, aviones, en la industria siderúrgica: laminadores, transportadores, etc., minas y astilleros, fábricas de cemento, grúas, montacargas, máquinas-herramientas, maquinaria textil, de alimentación, de vestir y calzar, industria química y farmacéutica, etc., hasta los más simples movimientos de accionamiento manual. Toda esta gran variedad de aplicaciones del engranaje puede decirse que tiene por única finalidad la transmisión de la rotación o giro de un eje a otro distinto, reduciendo o aumentando la velocidad del primero, constituyendo los llamados “reductores o multiplicadores de velocidad” y los “cambios de velocidades”. Una variedad muy interesante de todos estos mecanismos la constituyen los llamados “trenes epicicloidales” y los “diferenciales”.



4.1.1. Engranajes rectos.

Los engranajes son sistemas mecánicos que transmiten el movimiento de rotación desde un eje hasta otro mediante el contacto sucesivo de pequeñas levas denominadas dientes. Los dientes de una rueda dentada pueden ser cilíndricos o helicoidales.

Los engranajes cilíndricos rectos poseen dientes paralelos al eje de rotación de la rueda y pueden transmitir potencia solamente entre ejes paralelos.



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. **Diente de un engranaje: son los que realizan el**



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 20° ni por debajo de 12 dientes cuando el ángulo de presión es de 25° .*



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

Diámetro interior: diámetro 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 (20° ó 25° 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 recomendada⁶ 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:

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



Hay dos tipos de engranajes, los llamados de diente normal y los de diente corto cuya altura es más pequeña que el considerado como diente normal. En los engranajes de diente corto, la cabeza del diente vale (h_a) , y la altura del pie del diente vale (h_f) siendo el valor de la altura total del diente (h_t)

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:
$$Z = \frac{D_p}{M}$$



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

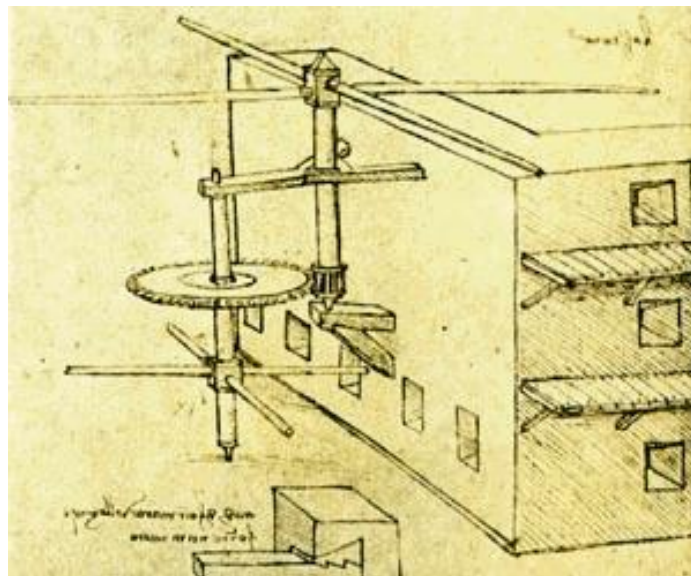
Ecuación general de transmisión: $N \cdot Z = n \cdot z$



Engranés cónicos.

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.



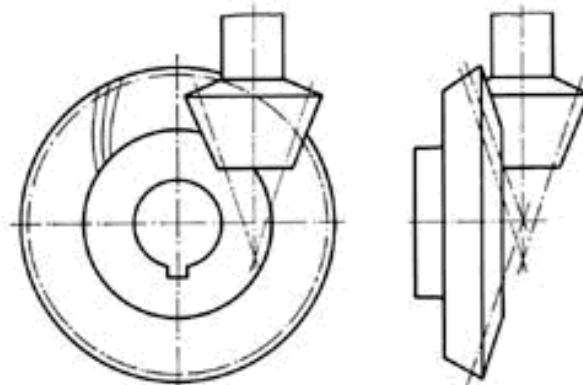
CLASIFICACIÓN

Los engranes se clasifican en tres grupos:

1. Engranajes Cilíndricos (para ejes paralelos y que se cruzan)
2. Engranajes Cónicos (para ejes que se cortan y que se cruzan)
3. Tornillo sin fin y rueda helicoidal (para ejes ortogonales)

Engranes 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. En las figuras se aprecian un par de engranes cónicos para ejes que se cortan y un par de engranes cónicos hipoidales de diente curvo para ejes que se cruzan. Se muestra también la solución de Leonardo para ejes en esta posición.



ENGRANAJES CONICOS:

Cónico-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 en forma de reparación. En la actualidad se usan escasamente.

Cónico-helicoidales: Engranajes cónicos con dientes no rectos. Al igual que el anterior 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. Se utilizan en las transmisiones posteriores de camiones y automóviles de la actualidad.

Cónico-espinales: En los cónico-espinales, la curva del diente en la rueda-plana, depende del procedimiento o máquina de dentar, aplicándose en los casos de velocidades elevadas para evitar el ruido que producirían los cónico-rectos.



Cónico-hipoides: Para ejes que se cruzan, generalmente en ángulo recto, empleados principalmente en el puente trasero del automóvil y cuya situación de ejes permite la colocación de cojinetes en ambos lados del piñón. Parecidos a los cónicos helicoidales, se diferencian en que el piñón de ataque está descentrado con respecto al eje de la corona. Esto permite que los engranajes sean más resistentes. Este efecto ayuda a reducir el ruido del funcionamiento. Se utilizan en máquinas industriales y embarcaciones, donde es necesario que los ejes no estén al mismo nivel por cuestiones de espacio



Engranajes helicoidales.

Los engranajes cilíndricos de dentado helicoidal están caracterizados por su dentado oblicuo con relación al eje de rotación.

En estos engranajes el movimiento se transmite de modo igual que en los cilíndricos de dentado recto, pero con mayores ventajas.

Los ejes de los engranajes helicoidales pueden ser paralelos o cruzarse, generalmente a 90° . Para eliminar el *empuje axial* el dentado puede hacerse *doble helicoidal*.

- Los engranajes helicoidales tienen la ventaja que transmiten más potencia que los rectos, y también pueden transmitir más velocidad, son más silenciosos y más duraderos; además, pueden transmitir el movimiento de ejes que se corten.

- De sus inconvenientes se puede decir que se desgastan más que los rectos, son más caros de fabricar y necesitan generalmente más engrase que los rectos.

Lo más característico de un engranaje cilíndrico helicoidal es la hélice que forma, siendo considerada la hélice como el avance de una vuelta completa del diámetro primitivo del engranaje.

De esta hélice deriva el ángulo β que forma el dentado con el eje axial. Este ángulo tiene que ser igual para las dos ruedas que engranan pero de orientación contraria, o sea: uno a derechas y el otro a izquierda.

Su valor se establece de acuerdo con la velocidad que tenga la transmisión, los datos que a continuación se muestran de este ángulo son los siguientes:

- ☐ Velocidad lenta: $\beta = (5^\circ - 10^\circ)$
- ☐ Velocidad normal: $\beta = (15^\circ - 25^\circ)$
- ☐ Velocidad elevada: $\beta = 30$
- ☐ *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*: $M_n = D_p \cdot \text{por la inversa de la place} \frac{\cos\beta}{Z} = \frac{P_n}{\pi} = D_p \cdot \frac{\cos\beta}{Z}$
- ☐ *Paso normal o real*: $P_n = \pi \cdot M_n = P_c \cdot \cos\beta$
- ☐ *Angulo de la hélice*: $\text{tg}\beta = \pi \cdot \frac{D_p}{H} \cdot \cos\beta = \frac{M_n}{M_a}$
- ☐ *Módulo circular o aparente*: $M_c = \frac{D_p}{Z} = \frac{M_n}{\cos\beta} = \frac{P_c}{\pi}$
- ☐ *Número de dientes*: $Z = \frac{D_p}{M_c} = D_p \cdot \frac{\cos\beta}{M_n}$



Engranajes helicoidales dobles:

Este tipo de engranajes tienen el objetivo de eliminar el empuje axial que tienen los engranajes helicoidales simples. Los dientes de los dos engranajes forman una especie de V.

Los engranajes dobles 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. Toda discusión relacionada a los engranes helicoidales sencillos (de ejes paralelos) es aplicable a los engranajes helicoidales dobles, exceptuando que el ángulo de la hélice es generalmente mayor para los helicoidales dobles, puesto que no hay empuje axial



Engranaje cónico helicoidal

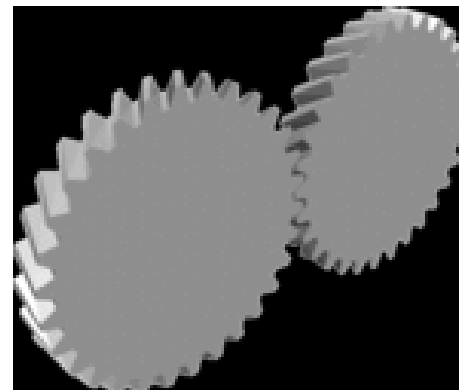
Se utilizan para reducir la velocidad en un eje de 90° . La diferencia con el cónico recto es que posee una mayor superficie de contacto. Es de un funcionamiento relativamente silencioso. Además pueden transmitir el movimiento de ejes que se corten.



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.

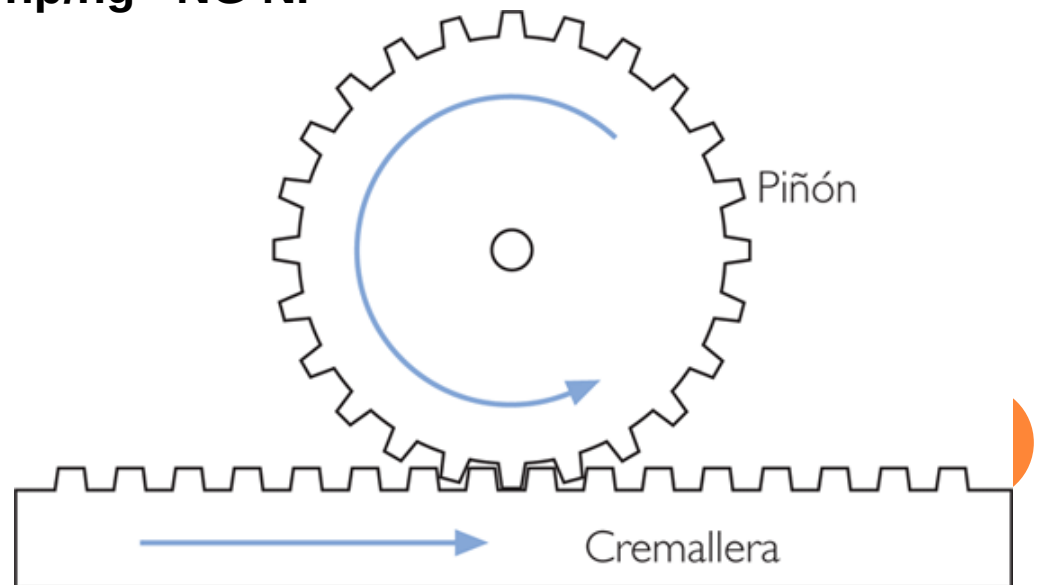
Tiene la ventaja de ser muy adecuado para las carrocerías de tipo bajo, ganando así mucha estabilidad el vehículo. Por otra parte la disposición helicoidal del dentado permite un mayor contacto de los dientes del piñón con los de la corona, obteniéndose mayor robustez en la transmisión.



Engranes de piñón y cremallera.

Los engranes son ruedas cilíndricas dentadas que se usan para transmitir movimiento y potencias desde un eje giratorio hasta otro. Los dientes de un engrane conductor encajan con precisión en los espacios entre los dientes del engrane conducido, con frecuencia se emplean engranes para producir un cambio en la velocidad angular del engrane conducido relativa a la del engrane conductor. En la figura 8-1 el engrane superior menor, llamado piñón impulsa el engrane inferior, mayor, que a veces se le llama simplemente engrane; el engrane mayor gira con más lentitud. La cantidad de reducción de velocidad depende de la relación del número de dientes en el piñón entre el número de dientes en el engranaje mayor de acuerdo con la relación siguiente:

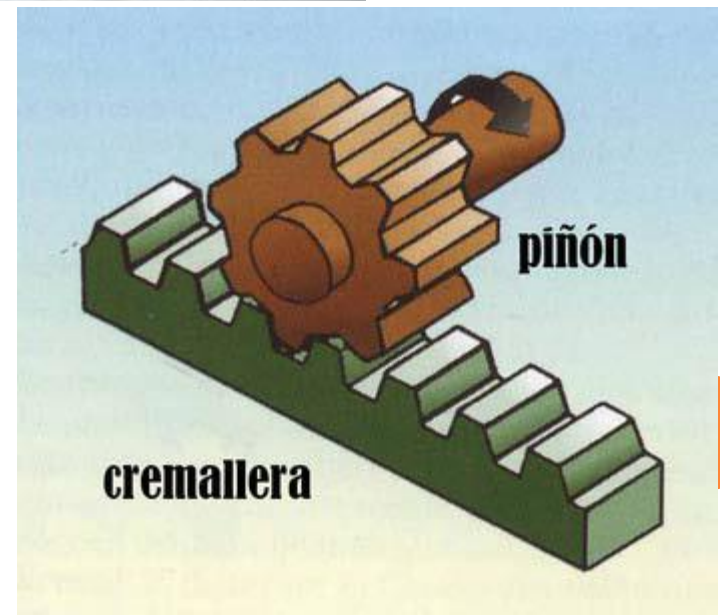
$$n_p/n_g = N_g/N_p$$



Una cremallera es un engrane en línea recta que se mueve que se mueve en línea, en vez de girar, cuando un engrane circular encaja en una cremallera, como se ve en el lado inferior derecho de la figura 8-2 a la combinación se le llama accionamiento por piñón y cremallera. en este engrane los dientes tienen lados rectos, y no la forma curva de envolvente que tienen los engranes típicos mas pequeños.



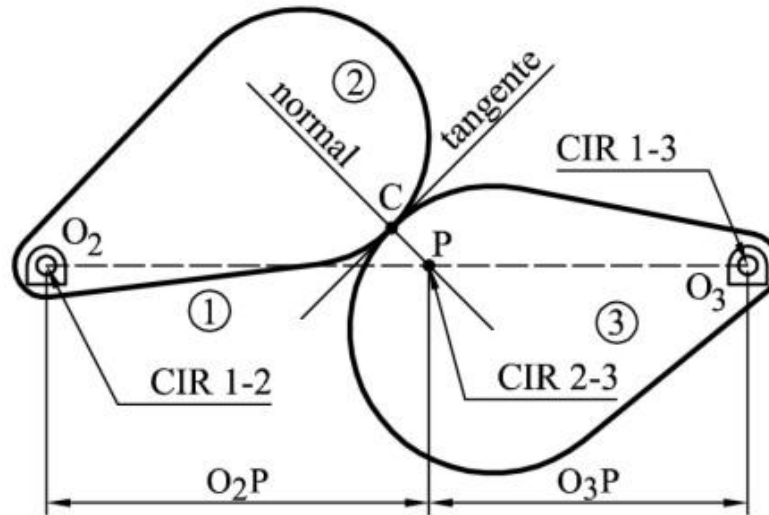
En la imagen vemos un caso particular del engranaje cilíndrico comentado que se da en el caso en que una de las ruedas dentadas sea plana (radio infinito); es el conocido como engranaje de piñón y cremallera. Esa combinación de engranaje circular (piñón) y recto (cremallera) puede dar lugar a diferentes movimientos. Es uno de ellos el que estamos buscando.



4.2. Ley fundamental del engranaje.

Los engranajes deben diseñarse para que la relación de velocidades (velocidad angular de una rueda dividido por la velocidad angular de la otra) sea constante en todo momento ya que de lo contrario aparecerían unas vibraciones enormes que acortarían drásticamente la vida útil de la transmisión. Para que se cumpla esta condición, el perfil de los dientes no puede ser cualquiera, sino que debe ser cuidadosamente diseñado. La normal común a perfil del diente en el punto de contacto debe pasar siempre por un punto fijo, llamado de tangencia, con el fin de mantener constante la razón de las velocidades angulares de los engranes. La curva envolvente satisface la ley del engranaje y es la que se usa más a menudo en el perfil de los dientes de engranajes. Frecuentemente se utiliza en el perfil de los dientes de un engranaje, una combinación de las curvas envolventes y cicloide, para evitar interferencia. En esta forma compuesta, aproximadamente el tercio central del perfil tiene forma envolvente, mientras que el resto es cicloidal. Cuando dos dientes están en contacto, el sistema es como se muestra en la figura siguiente. En ella, el eslabón 1 es la barra fija, el 2 es un diente y el 3 es el otro diente. El diente 2 posee un movimiento de rotación pura alrededor del punto O_2 , por lo que O_2 es el CIR 1-2. De la misma forma, el diente 3 posee un movimiento de rotación pura alrededor del punto O_3 , por lo que O_3 es el CIR 1-3. Según el Teorema de Kennedy (o de los tres centros) los CIR 1-2, 2-3 y 1-3 deben estar alineados; así, el CIR 2-3 está en la recta

que pasa por los centros O_2 y O_3 (línea a trazos en la figura). Además, cuando dos sólidos planos están en contacto, no importa el tipo de movimiento relativo, el CIR relativo entre ambos está siempre en la recta normal a los perfiles de ambos sólidos en el punto de contacto (C). Así se sabe que el CIR 2-3 está en la normal a ambos dientes en el punto C y, por tanto, que este CIR está en P. A este punto P se le denomina *punto de paso*.



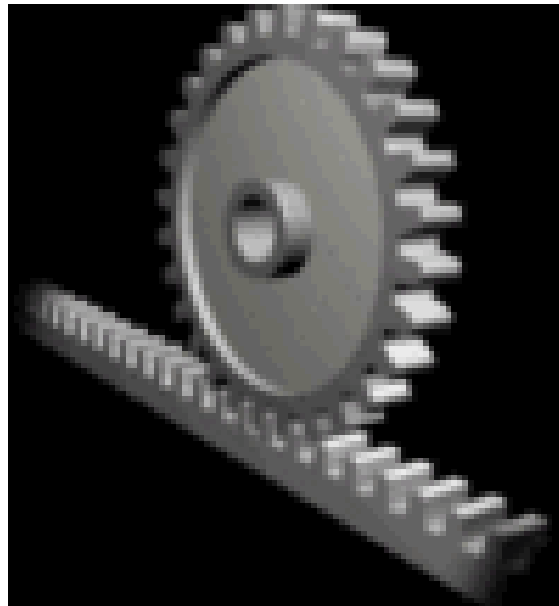
Por definición, al ser P el CIR 2-3, este punto posee la misma velocidad lineal si se considera perteneciente a 2 que si se considera perteneciente a 3. Como tanto 2 como 3 son sólidos en rotación pura, se puede escribir que la velocidad de P, en módulo, es:



4.3. Análisis cinemático de trenes de engranajes.

4.3.1. Trenes de engranajes simples.

Tren Simple: Está conformado por tres o más ruedas dentadas (engranes) que se engranan entre sí. El caso más sencillo es de tres ruedas engranadas en una línea, cada una ocupando un eje. El engrane impulsor -el que inicia el movimiento- mueve el engrane del medio –conocido como libre o loco– y éste transmite el movimiento al último engrane –llamado seguidor-. El primero y el tercero se mueven en la misma dirección. En este caso el del medio nunca influye en la relación de transmisión.



El mecanismo está formado por más de dos ruedas dentadas simples, que engranan. En el programa nos referimos al caso más sencillo, en que sólo hay tres ruedas. La rueda motriz transmite el giro a una rueda intermedia, que suele llamarse rueda loca o engranaje loco. Finalmente, el giro se transmite a la rueda solidaria al árbol resistente. Esta disposición permite que el árbol motor y el resistente giren en el mismo sentido. También permite transmitir el movimiento a árboles algo más alejados. Hay trenes de engranaje en el interior de relojes mecánicos.

La relación de transmisión viene dada por el producto de los dos engranajes que tiene el mecanismo, de manera que:

$$i = i^1 i^2$$

donde

i : relación de transmisión del mecanismo

i^1 : relación de transmisión entre las ruedas 1 y 2

i^2 : relación de transmisión entre las ruedas 2 y 3

Es inmediato comprobar, a partir de esta expresión, que el engranaje loco no tiene influencia alguna en la relación de transmisión del sistema, y que simplemente actúa como intermediario entre las ruedas extremas. Este resultado es generalizable a un número arbitrario de ruedas intermedias.



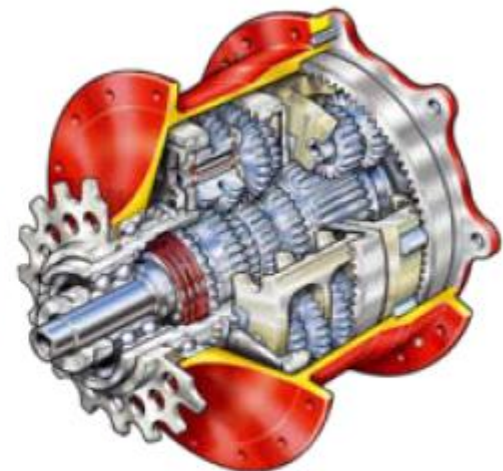
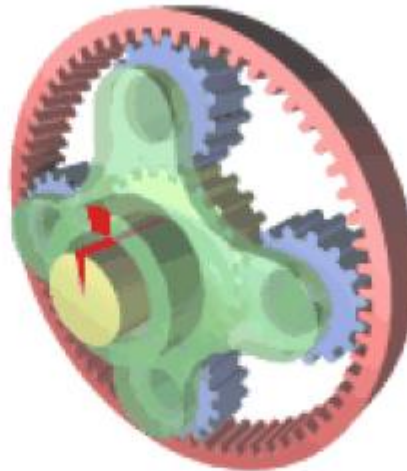
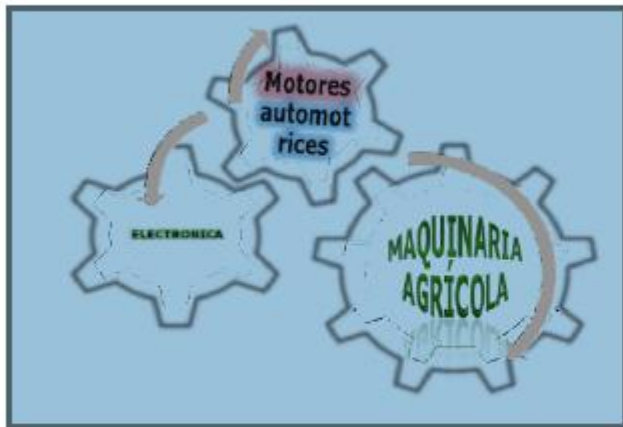
Por lo tanto, obtenemos la sencilla expresión

$i = d_{\text{conductora}} / d_{\text{resistente}}$

donde

i : relación de transmisión
 $d_{\text{conductora}}$: número de dientes de la rueda conductora
 $d_{\text{resistente}}$: número de dientes de la rueda resistente

APLICACIONES:



Trenes de engranajes planetarios.

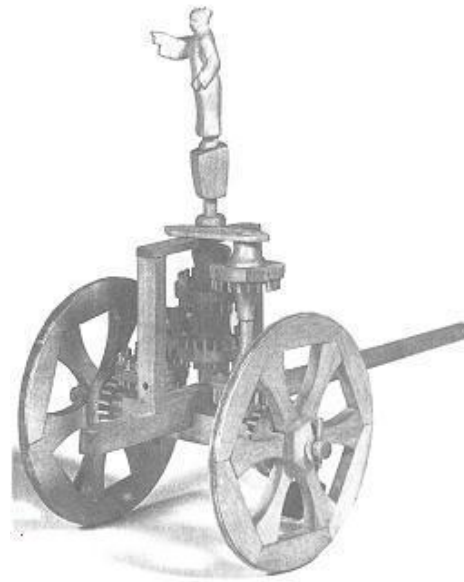
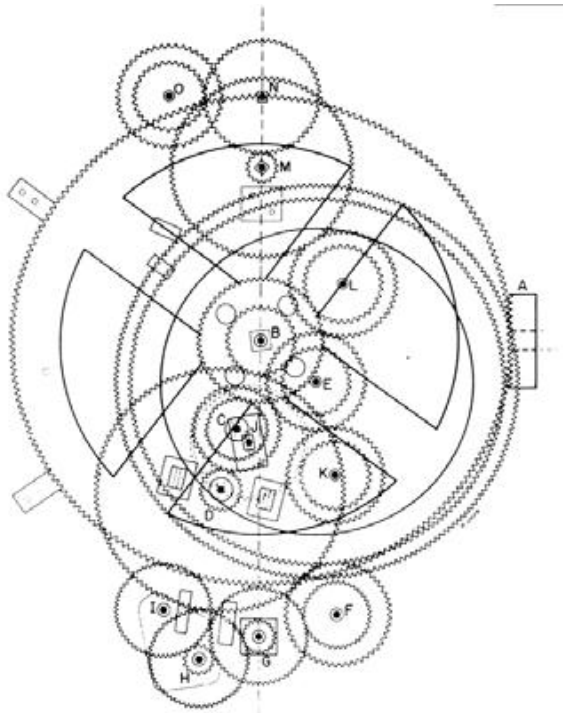
Generalidades y Nociones Históricas

Los engranajes y las transmisiones de engranajes están presentes en muchas de las máquinas que se pueden hallar tanto en el mundo industrial como en el doméstico.

Sin embargo, la tecnología asociada a los engranajes no es, en absoluto, una cuestión novedosa. Antes bien, para buscar su origen debemos de remontarnos, por lo menos hasta a la Grecia de la antigüedad. Así, hasta hace no mucho, se decía que la primera referencia a los engranajes correspondía a Aristóteles, o a los discípulos de su escuela, y aparecía en el libro "Problemas Mecánicos de Aristóteles". Tal apreciación, sin embargo, es incorrecta ya que lo que contiene dicho libro es una referencia a un mecanismo constituido por ruedas de fricción. Para una referencia más acertada deberíamos trasladarnos hacia el año 250a.C., cuando Arquímedes desarrolló un mecanismo de tornillo sin fin - engranaje, en sus diseños de máquinas de guerra.

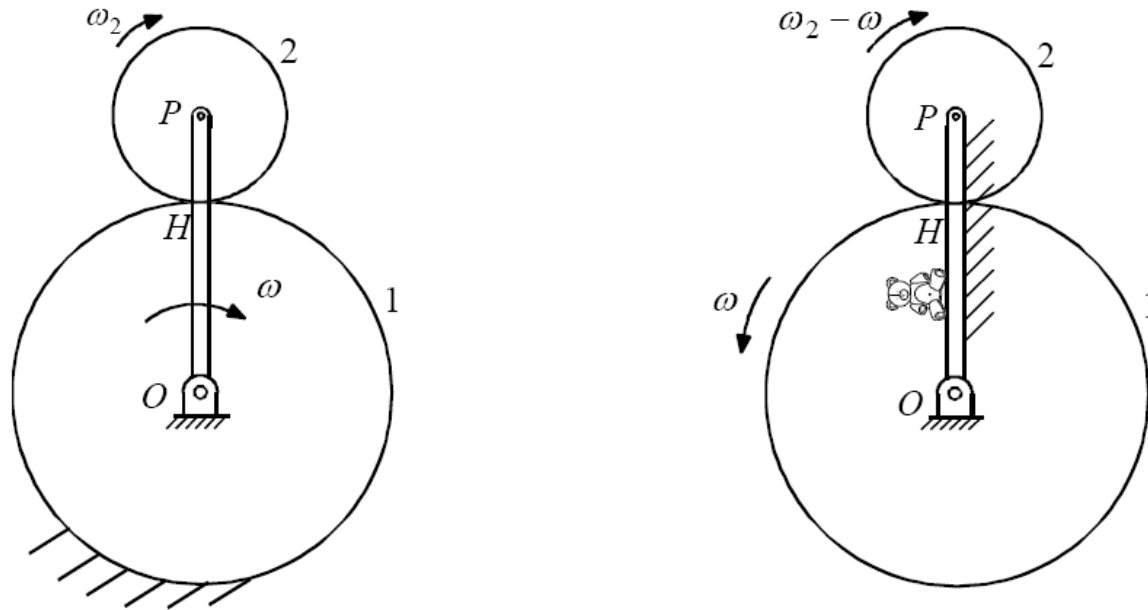
Por otro lado, el mecanismo de engranajes más antiguo que se conserva es el mecanismo de Antikythera -descubierto en 1900 en la isla griega de ese nombre en un barco hundido-. El mecanismo, datado alrededor del año 87 D.C., resultó además ser extremadamente complejo (incluía trenes de engranajes epicicloidales) y podría tratarse de una especie de calendario solar y lunar.





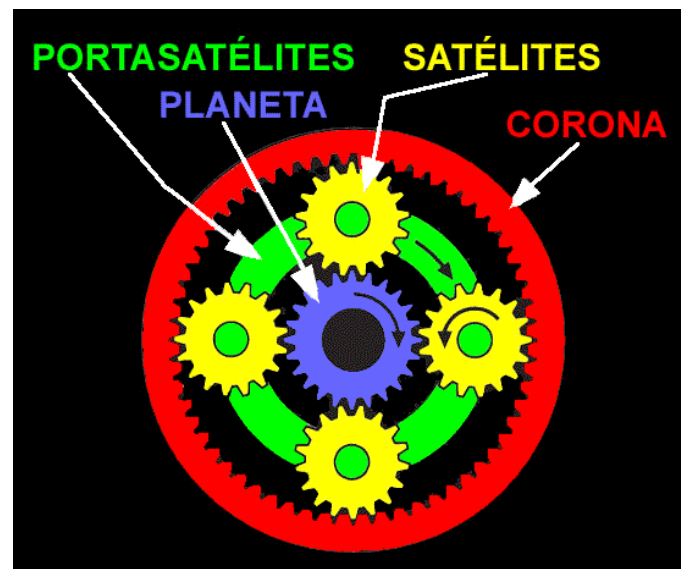
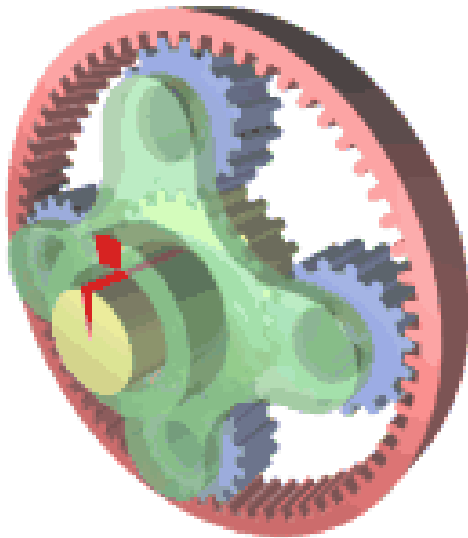
Definición

Un engranaje planetario o engranaje epicicloidal es un sistema de engranajes (o tren de engranajes) consistente en uno o más engranajes externos o satélites que rotan sobre un engranaje central o planeta. Típicamente, los satélites se montan sobre un brazo móvil o portasatélites que a su vez puede rotar en relación al planeta. Los sistemas de engranajes planetarios pueden incorporar también el uso de un engranaje anular externo o corona, que engrana con los satélites. El sistema, de esta manera, tiene dos grados de libertad que se restringen a uno haciendo girar al satélite alrededor de una rueda fija o central



Engranaje planetario o epicicloidal. Es un sistema que permite hacer varias desmultiplicaciones con un solo juego de engranajes. Se utiliza de muy diversas maneras: por ejemplo, es el diferencial de casi todos los coches de motor y cambio transversal; también es el engranaje común en las cajas de cambio automáticas con convertidor hidráulico de par. Está formado por cuatro elementos: planeta, satélites, portasatélites, y corona.





Los sistemas de engranes planetarios son un poco más complejos que los pares de engranes estándar, debido al hecho que los centros de los engranes planetas giran alrededor del engrane sol, a un ritmo llamado la frecuencia de tren. La frecuencia del engranaje se puede modular por las RPM del engrane sol, las RPM de un engrane planeta o la frecuencia de tren. Esto puede producir series complejas de bandas laterales en el espectro, y puede ser difícil de interpretar.

Funcionamiento

Este mecanismo consiste en un piñón central denominado planetario alrededor del cual y engranado con él se hallan otros tres o cuatro piñones denominados satélites los cuales giran locos con relación a los ejes montados en un soporte común a estos llamado caja o soporte de satélites y rodeando el conjunto se halla una corona dentada interiormente que engrana con los satélites.



Según la disposición del tren de engranajes complementarios existen varias posibilidades de transformación de movimientos (velocidades).

Posición # 1

Se mantiene fijo el piñón planetario y unimos la caja de satélites a un eje y la corona a otro eje, cuando se gira el eje de la caja de satélites éstas rodará sobre el planetario fijo y obligarán a ponerse en movimiento a la corona, como se muestra en la figura.

La relación entre las velocidades de giro de la caja de satélites y la corona dependerá de las dimensiones o número de dientes que se hayan tomado para los engranajes y la corona que constituyen el tren reduciendo o multiplicando la velocidad de giro de un eje con respecto al otro.

Posición # 2

Si se unen el planetario a la caja de satélites, estos no girarán en sus ejes respectivos, arrastrando así a la corona a la misma velocidad que la caja de satélites.

Se obtiene una transmisión directa de la velocidad entre los ejes de la caja de satélites y la corona.

Posición # 3

Se tiene los ejes como en el caso anterior uno unido a la caja de satélites y otro a la corona, pero dejamos en libertad de girar el engranaje planetario.

Al hacer girar uno de los ejes (caja de satélites) mientras que el otro eje (corona) tiene resistencia de giro; los satélites rodarán sobre la corona y harán girar el planetario, pero el movimiento no se transmitirá de eje a eje.

Posición # 4

Teniendo unido el piñón planetario a un eje y la caja de satélites a otro eje; el eje del planetario es el conductor y existe una cierta resistencia a moverse por parte del eje conducido (caja de satélites), mientras la corona sea libre de moverse los piñones satélites girarán locos en sus ejes y no habrá transmisión de movimiento del eje conducido.



Posición # 5

Si el eje conductor es el de la caja de satélites y el eje conducido el del piñón planetario, en este caso tampoco habrá transmisión de movimiento mientras exista bloqueo.

Posición # 6

Estando unidos el piñón planetario a un eje y la caja de satélites a otro, pero en este caso se mantiene la corona fija; y se supone que el eje conductor (planetario), al moverse hace girar la caja de satélites y así el eje conducido. Si el eje conductor fuera el de la caja de satélites, éstos rodarían también sobre la llanta haciendo rodar a su vez el piñón planetario.

En ambos casos se logra una transmisión del giro del eje conductor al conducido dependiendo la relación entre las velocidades de giro de éstos y las dimensiones y del número de dientes de los engranajes que constituyen el tren.



Ventajas Y Desventajas De La Transmisión Por Engranes

- Debido a la forma curva de los perfiles de los dientes es de evolvente o cicloidal el movimiento transmitido por un par de ruedas dentadas es de rodadura pura.
- Además la relación de rotaciones con velocidad angular de la transmisión engranajes, es uniforme. Por esta razón se aplica como reductor o multiplicador de velocidades en máquinas en las que se requiere una velocidad específica y que no tenga alteraciones o fluctuaciones de velocidad.
- Los engranes proporcionan a las máquinas una gradación utilizable de relaciones de velocidad.
- Los engranes permiten grandes transmisiones de potencia desde el eje de una fuente de energía hasta otro eje situado a cierta distancia y que ha de realizar un trabajo sin pérdidas de energía.
- Los engranes tienen como desventaja que no pueden transmitir potencia entre distancias grandes entre centros para estos casos se utiliza poleas o cadenas.
- Los engranes tienen un costo elevado comparado con los otros tipos de transmisión por cadenas y las poleas.



Aplicaciones

Son tan numerosos como variadas y las más de las veces no se limitan a un par de ruedas, sino a combinaciones más numerosas, en forma de *tren de engranajes*. *Se puede obtener así cualquier cambio de velocidad. Es posible, no obstante, transmitir el movimiento sin cambio de su sentido adoptando una rueda conducida de engranaje interno, o sea, en forma de corona que lleva tallados los dientes en la superficie interior de la llanta.*

El tren de engranajes de un reloj mecánico permite que unas pocas vueltas del barrilete motor hagan dar más de 1500 vueltas al piñón minuterio. En un automóvil, el cambio de velocidades permite combinar varias ruedas y piñones con objeto de adaptar la carga al régimen del motor, así como para invertir la marcha. El diferencial de ese mismo vehículo constituye otro ejemplo de las muchas posibilidades que ofrecen los engranajes pues, además de transmitir el movimiento del árbol motor entre ejes que forman ángulo de 90° , permite que la rueda del coche situada en el interior de los virajes ruede con menor velocidad que la rueda exterior.

Las exigencias cada vez más numerosas y estrictas impuestas por las nuevas tecnologías hacen que el cálculo y diseño de los engranajes más apropiados para cada uso y de la maquinaria necesaria para fabricarlos constituyan una de las especialidades fundamentales y más difíciles de la moderna ingeniería mecánica.

