

TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO

Introducción

Un **mecanismo** es un conjunto de elementos, conectados entre sí por medio de articulaciones móviles y cuya misión es:

- transformar una velocidad en otra velocidad
- transformar una fuerza en otra fuerza
- transformar una trayectoria en otra diferente
- transformar un tipo de energía en otro tipo distinto.

Según el número de elementos, los mecanismos se pueden clasificar como:

- **Simple**s: si tienen dos elementos de enlace.
- **Complejos**: si tienen más de dos elementos de enlace.

A partir de aquí, definimos **sistema mecánico**

- Un sistema mecánico o máquina es una combinación de mecanismos que transforma velocidades, trayectorias, fuerzas o energías mediante una serie de transformaciones intermedias.

Los movimientos que puede describir un elemento de un mecanismo son:

- Movimiento **rectilíneo**: en un único sentido y en una dirección. Por ejemplo, en una pestillera o en una cerradura.
- Movimiento **alternativo**: en los dos sentidos en la misma dirección. Por ejemplo en una máquina de coser (la aguja) o en la sierra de sierra.
- Movimiento **circular** o de rotación: en un solo sentido pero en una circunferencia. Por ejemplo en la rueda de un coche o en el giro del eje de un motor
- Movimiento **pendular**: en un arco de circunferencia y en los dos sentidos.

Los mecanismos (y por extensión los sistemas mecánicos) constan de los siguientes elementos básicos:

1. **Sistema motor o sistema de entrada**: recibe la energía de entrada, la cual será transformada o transmitida. En un automóvil sería el motor.
2. **Sistema transmisor**: medio que permite modificar la energía o el movimiento proporcionado por el sistema motor. En un automóvil este sistema estaría compuesto por ejes de transmisión, embragues, caja de cambios...
3. **Sistema receptor o sistema de salida**: realiza el trabajo con la salida que le proporciona el sistema transmisor, y es el objetivo del sistema mecánico. En un automóvil este sistema estaría compuesto por las ruedas motrices.

Los mecanismos se pueden clasificar en dos grandes grupos diferenciados:

- a) **Sistemas de transmisión del movimiento**: En este caso el sistema motor y el sistema receptor tienen el mismo tipo de movimiento. En base a esto, podemos encontrar dos tipos de sistemas de transmisión:
 - Mecanismos de **transmisión lineal**: movimiento rectilíneos en movimientos rectilíneos (poleas, palancas, etc.)
 - Mecanismos de **transmisión circular**: movimientos de rotación en otra rotación (transmisión por correas, con cadenas, engranajes, ...)
- b) **Sistemas de transformación del movimiento**: En este caso el sistema motor y el sistema receptor tienen distinto tipo de movimiento. En base a esto, podemos encontrar dos tipos de sistemas de transformación:
 - Mecanismos que transforman el **movimiento circular en rectilíneo**
 - Mecanismos que transforman el **movimiento circular en alternativo**

Mecanismos de transmisión del movimiento.

1. Mecanismos de transmisión lineal.

Estos mecanismos “transforman” movimientos rectilíneos en movimientos rectilíneos.

La aplicación fundamental de estos mecanismos reside en la transformación de fuerzas, de manera que la fuerza necesaria para realizar una determinada acción sea menor que la sería precisa si no se utilizase el mecanismo. Destacan la **palanca** y la **polea**.

1.1. Lapalanca

Consiste en una barra rígida que se articula en el denominado punto de apoyo (o fulcro), que hace posible que la barra gire.

La fuerza que se debe vencer con la palanca se denomina **Resistencia (R)**, mientras que la fuerza motriz aplicada recibe el nombre de **Potencia (F)**. Las distancias de las líneas de acción de estas dos fuerzas al punto de apoyo se conocen como **brazo de resistencia (b_R)** y **brazo de potencia (b_F)**, respectivamente.

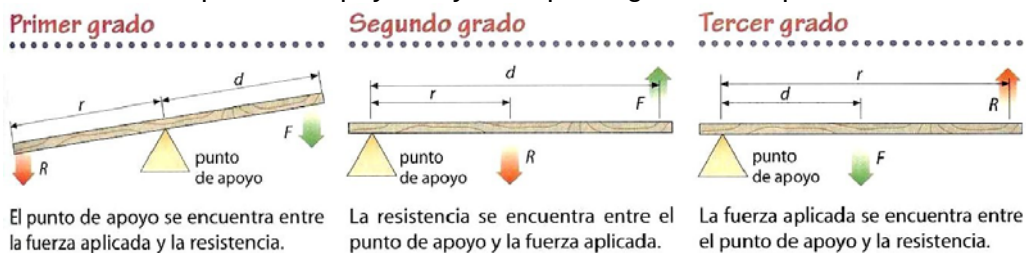
Cuando la palanca está en equilibrio, la expresión que define su comportamiento se denomina **Ley de la Palanca**, que se puede enunciar así:

La potencia por su brazo es igual a la resistencia por el suyo

$$F \cdot b_F = R \cdot b_R$$

Así, si aumentamos la longitud del brazo de la potencia, la potencia que debemos aplicar para vencer una resistencia será menor (el esfuerzo no será tan grande). Lo mismo sucede si disminuimos la longitud del brazo de la resistencia.

Según la colocación del punto de apoyo, hay tres tipos o géneros de palanca.



NOTA: Hemos catalogado la palanca dentro de los mecanismos que transforman movimientos rectilíneos en otros también rectilíneos (transmisión lineal), aunque en realidad los movimientos de las palancas son curvilíneos. Esto se hace así porque en

general el ángulo girado por la palanca es pequeño y en estos casos se puede considerar que el desplazamiento es aproximadamente rectilíneo.

1.2. Lapolea

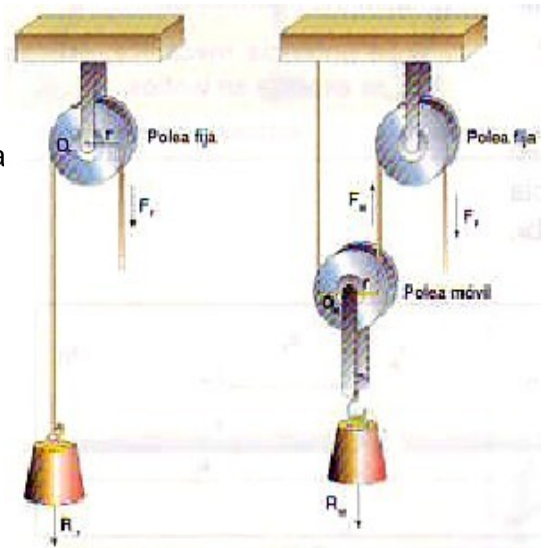
La polea es un disco que puede girar alrededor de su eje y que dispone en el borde de una acanaladura por la que se hace pasar una cuerda, un cable o una correa.

La función que desempeña una polea fija es modificar la dirección de la fuerza aplicada.

Las poleas pueden ser:

- **Fijas:** si su eje de rotación permanece fijo.
- **Móviles:** si su eje de rotación se puede desplazar de forma lineal.
- **Polea fija:** En este caso, los valores de la potencia y la resistencia son iguales.

$$F_f = R_M$$



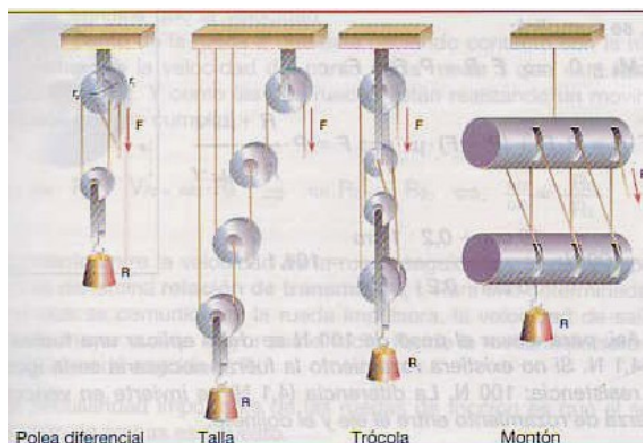
- **Polea móvil:** En este caso la potencia que es necesario aplicar es igual a la mitad de la resistencia que se trata de vencer.

$$F = \frac{R_M}{2}$$

En el caso general de un mecanismo constituido por n poleas móviles y una fija, la potencia F necesaria para vencer una resistencia R viene dada por la expresión:

$$F = \frac{R_M}{2^n}$$

Además, en este caso, la distancia recorrida por la resistencia es 2^n veces menor que la que recorre la potencia.



Diferentes modelos de poleas móviles múltiples.

2. Mecanismos de transmisión circular

Estos mecanismos “transforman” movimientos de rotación en otros movimientos de rotación.

La principal utilidad de este tipo de mecanismos radica en poder aumentar o reducir la velocidad de giro de un eje tanto cuanto se desee. Por ejemplo: el motor de una lavadora gira a alta velocidad, pero la velocidad del tambor que contiene la ropa, gira a menor velocidad. Es necesario, pues, este tipo de mecanismo.

Para desempeñar su misión, las máquinas disponen de partes móviles encargadas de transmitir la energía y el movimiento de las máquinas motrices a otros elementos. Estas partes móviles son **los elementos transmisores**, que pueden ser **directos** e **indirectos**.

Elementos transmisores directos:

- Árboles ejes
- Ruedas de fricción
- Engranajes
- Tornillos sin fin

Elementos transmisores indirectos:

- Poleas con correa
- Cadenas

2.1. Árboles ejes

Un **eje** es un elemento, normalmente cilíndrico, que gira sobre sí mismo y sirve para sostener diferentes piezas.

Atendiendo a la forma de trabajo, los ejes pueden ser:

- **Ejes fijos**: Permiten el giro de los elementos mecánicos situados sobre ellos, pero no giran solidariamente con ellos, es decir, los elementos mecánicos giran libremente sobre ellos.
- **Ejes giratorios**: pueden girar solidariamente con algunos de los elementos situados sobre ellos.

Un **árbol** es un elemento de una máquina, cilíndrico o no, sobre el que se montan diferentes piezas mecánicas, por ejemplo, un conjunto de engranajes o poleas, a los que se transmite potencia. Pueden adoptar diferentes formas (rectos, acodados, flexibles,...). Los árboles (también llamados **árboles de transmisión**) giran siempre junto con los órganos soportados.

Como consecuencia de su función, están sometidos fundamentalmente a esfuerzos de torsión y flexión.

La diferencia esencial entre los ejes y los árboles es la siguiente: los **primeros** son elementos que **sustentan** (sostienen o soportan) los órganos giratorios de las máquinas y no transmiten potencia (se dice que no están sometidos a esfuerzos de torsión), mientras que los **árboles** son elementos que transmiten potencia y si están sometidos a esfuerzos de torsión.



Fig. 2. Tipos de ejes: a) fijo; b) giratorio.



Aparentemente, los ejes tienen un diámetro menor que los arboles, pues estos están sometidos a esfuerzos mayores.

2.2. Ruedas defricción

Son elementos de maquinas que *transmiten un movimiento circular entre dos árboles de transmisión gracias a la fuerza de rozamiento entre dos ruedas que se encuentran en contacto directo*. A este tipo de transmisión también se le conoce como **transmisión por fricción**.

Estas ruedas presentan una serie de características:

- Los materiales que se utilizan tienen un alto coeficiente de rozamiento para evitar que las ruedas resbalen entresi.
- Normalmente estas ruedas de fricción se emplean en árboles de transmisión muy cercanos y cuando la potencia que hay que transmitir es pequeña.
- Este tipo de transmisión tiene la ventaja de que es muy fácil de fabricar, no necesita apenas mantenimiento y no producen ruidos

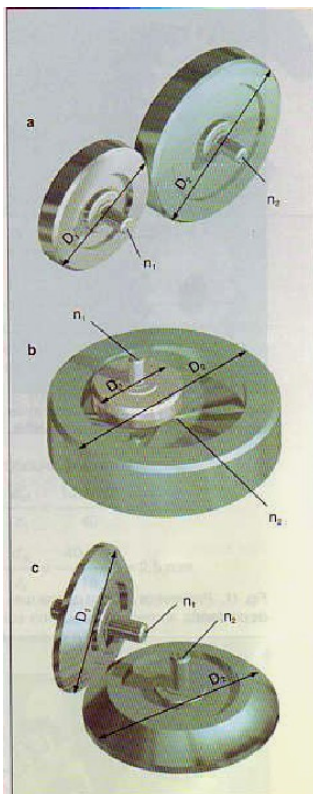


Fig. 9. Ruedas de fricción: a) exteriores; b) interiores; c) troncocónicas.

Clasificación:

- Ruedas de **fricción exteriores**: Tienen forma cilíndrica. En ellas, el contacto se produce entre sus superficies exteriores. Estas ruedas giran en sentido inverso una de la otra.
- Ruedas de **fricción interiores**: también de forma cilíndrica, el contacto se produce entre la superficie interior de la rueda mayor y la exterior de la rueda menor. Ambas giran en el mismo sentido.
- Ruedas de **fricción troncocónicas**: Tienen forma de tronco de cono y el contacto se produce entre sus superficies laterales. Se utilizan cuando los árboles de transmisión no son paralelos. Como en el caso de las ruedas exteriores, también producen la inversión de giro. Relación de transmisión

Es la relación de velocidades entre la rueda conducida (o **receptora**) y la rueda conductora (o **motriz**), o lo que es lo mismo, entre la rueda de salida y la rueda de entrada.

$$i = \frac{n_2}{n_1}$$

Donde

n_1 : es la velocidad de la rueda motriz o piñón

n_2 : es la velocidad de la rueda conducida o rueda i : es la relación de transmisión.

Veamos cómo se halla la relación de transmisión para cada uno de los tipos de ruedas de fricción.

Ruedas de fricción exteriores La relación de transmisión es:

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

Siendo

D_1 : el diámetro de la rueda motriz

D_2 : el diámetro de la rueda conducida

Ruedas de fricción interiores

La relación de transmisión es igual al caso anterior

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

Ruedas de fricción troncocónicas La relación de transmisión es

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1 \cdot \sin \beta}{D_2 \cdot \sin \alpha}$$

Siendo:

β el ángulo que forma eje de la rueda motriz la línea PA (ver figura) α el ángulo que forma el eje de la rueda conducida con la línea PA (ver figura).

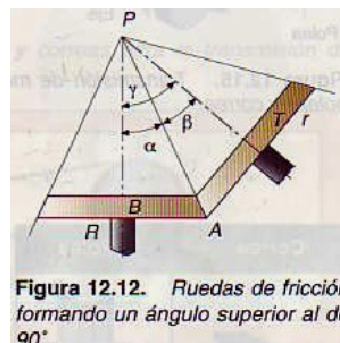


Figura 12.12. Ruedas de fricción troncocónicas formando un ángulo superior al de 90°.

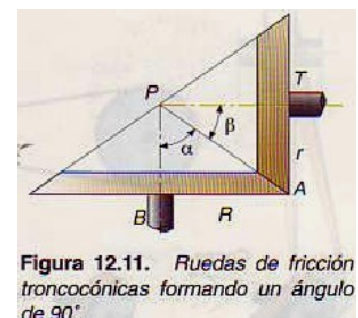


Figura 12.11. Ruedas de fricción troncocónicas formando un ángulo de 90°.

2.3. Engranajes

Se conoce con el nombre de tren de engranajes al *conjunto de dos o más ruedas dentadas que tienen en contacto sus dientes de forma que, cuando gira una, giran las demás*. Es un sistema de transmisión circular directo.

Son el medio de transmisión de potencia más utilizado.

Tienen las siguientes ventajas:

- Las ruedas no pueden resbalar una con respecto a la otra.
- Transmiten grandes esfuerzos
- La relación de transmisión se conserva siempre constante.

Al engranaje que transmite el movimiento se le denomina **piñón**, y al que lo recibe, **rueda**.

Usando engranajes se puede transmitir el movimiento de dos modos, según como se dispongan los ejes:

Entre **ejes paralelos**, que pueden ser:

- _ Engranajes entre dientes rectos.

- _ Engranajes entre dientes helicoidales.
- _ Engranajes entre dientes en V

Entre **ejes perpendiculares**, que pueden ser

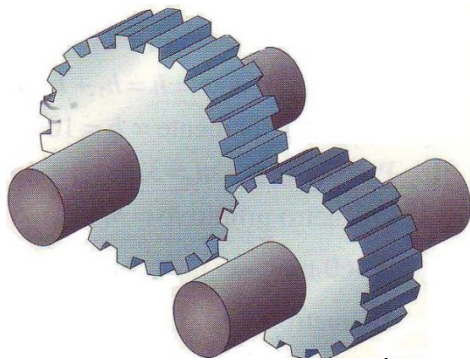
- _ Transmisión entre ejes que se cortan.
- _ Transmisión entre ejes que se cruzan

Transmisión entre ejes paralelos

Se utiliza para la *transmisión entre ejes (o árboles) con poca separación*, siendo la forma de los piñones o ruedas dentadas, cilíndrica.

Normalmente el tallado de los dientes es sobre la superficie exterior de la rueda, aunque también puede ser interior. Veamos los subtipos:

2.3.1. Dientes Rectos



Son los más *sencillos de fabricar* y se utilizan en maquinas para *transmitir pequeños esfuerzos*. Se emplea en maquinaria que utilice ejes cuya *velocidad no es muy elevada*, ya que es un sistema ruidoso y causa vibración. Además de producir mucho ruido, tiene el inconveniente de *transmitir el esfuerzo sólo sobre el diente que está engranado*.

Para caracterizar una rueda dentada con dientes rectos, es necesario definir una serie de parámetros básicos que son: espondiente a la denominada circunferencia primitiva. Dicha

relación de transmisión. Poreso, cuando dos ruedas dentadas engranan, sus

circunferencias primitivas son tangentes entre sí.

· Diámetro exterior (d_e): es el correspondiente a la circunferencia que limita exteriormente los dientes.

· Diámetro interior (d_i): es el que corresponde a la circunferencia que limita interiormente los dientes.

· Modulo (m): es el cociente entre el diámetro primitivo d_p y el número de dientes que posee la rueda

$$m = \frac{d_p}{z}$$

Esta magnitud se mide en mm, normalmente.

· Paso circular (p): es el arco de la circunferencia primitiva limitado entre flancos homólogos de dos dientes consecutivos. El paso se puede obtener dividiendo la longitud de la circunferencia primitiva L_p entre el número de dientes

$$p = \frac{L_p}{z}$$

Fig. 11. Parámetros básicos de una rueda dentada.

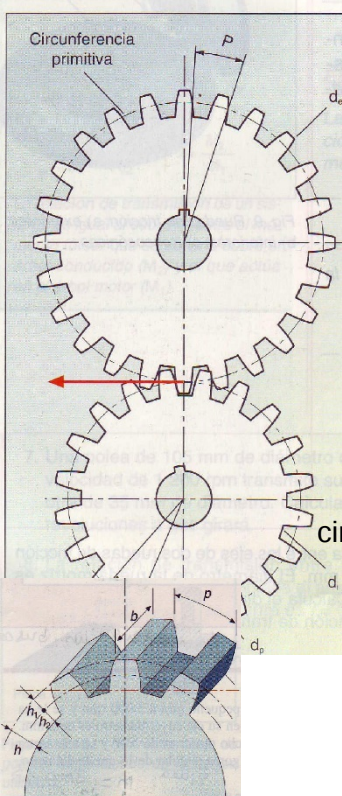


Figura 12.23. Características que definen un engranaje de dientes rectos.

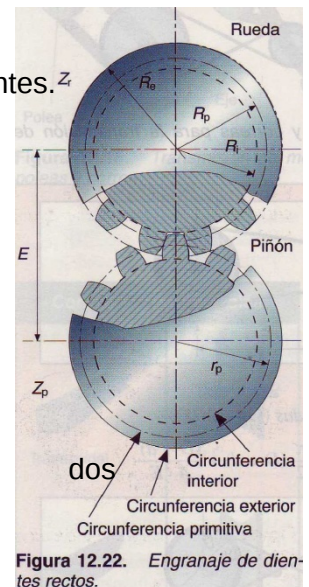


Figura 12.22. Engranaje de dientes rectos.

La relación entre el modulo m y el paso p de una rueda vendrá dado por la siguiente expresión.

$$p = \frac{L_p}{z} = \frac{\pi \cdot d_p}{z} = \pi \cdot m$$

2.3.2. Dientes helicoidales

Tienen la particularidad de que *varios dientes están engranados a la vez*. Esto da lugar a que el esfuerzo de flexión se reparta entre ellos durante la transmisión, lo que hace que las *posibilidades de rotura sean menores*. Además, así se disminuye el ruido durante el funcionamiento.

El único inconveniente es que *al estar inclinados los dientes se produce una fuerza axial* (en el sentido de los ejes) sobre los cojinetes de apoyo del eje.



2.3.3. Dientes en V

Estos engranajes conservan las ventajas de los anteriores con un diseño que contrarresta las fuerzas axiales.



Figura 12.28. Engranaje de dientes en V.

Transmisión entre ejes perpendiculares

2.2.4. Transmisión entre ejes que se cortan

Los engranajes suelen ser:

- De dientes rectos: engranajes cónicos.
- De dientes helicoidales: engranajes cónicos helicoidales.

Ambos tipos tienen las superficies primitivas troncocónicas. Esta transmisión *permite transferir esfuerzos importantes pero, al mismo tiempo, se generan grandes fuerzas axiales*.

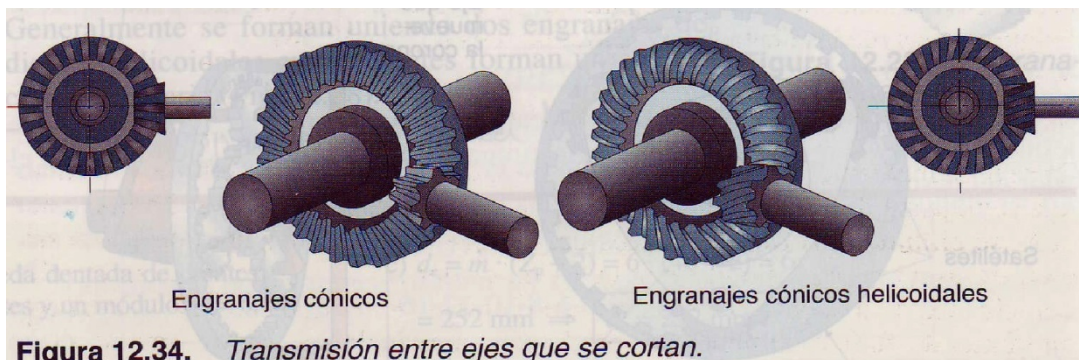


Figura 12.34. Transmisión entre ejes que se cortan.

2.3.5. Transmisión entre ejes que se cruzan

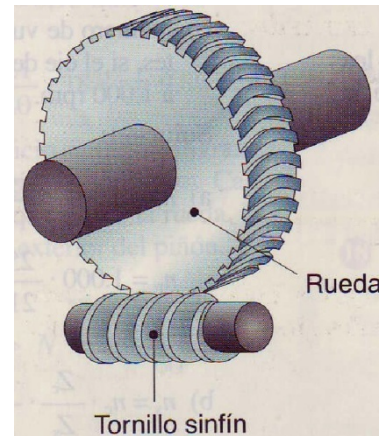
Existen dos formas básicas Tornillo sinfín y rueda cóncava: Tiene la ventaja de que *solamente se puede transmitir el movimiento del tornillo a la rueda cóncava (corona) y nunca al revés*, lo que permite que se pueda utilizar en aplicaciones en las que una vez que el motor se ha parado, no sea arrastrado por el propio peso.

Permite la *transmisión de esfuerzos muy grandes* y a la vez tiene una relación de transmisión muy baja.

El mecanismo consta de una rueda conducida dentada, y un tornillo, que es la rueda motriz.

Ejemplo de ello pueden ser los tornos para sacar agua o subir materiales, ascensores, etc.

La relación de transmisión es



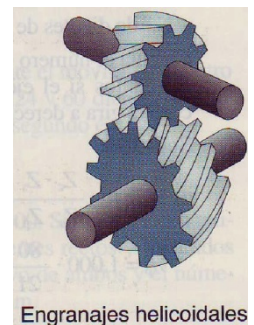
$$i = \frac{1}{Z}$$

Donde Z es el número de dientes de la rueda conducida.

Engranajes helicoidales

Relación de transmisión: Llamamos Z_1 al número de dientes del engranaje de entrada o engranaje motriz, Z_2 al número de dientes del engranaje de salida o engranaje conducido. La relación de transmisión será...

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_1}{Z_2}$$



En definitiva, la relación de transmisión es igual al cociente entre el número de primitivo de la ruedas. Llamamos d_{p1} al diámetro primitivo de la rueda de entrada y d_{p2} al diámetro primitivo de la rueda de salida.

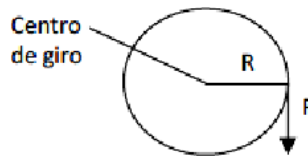
$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{d_{p1}}{d_{p2}}$$

O dicho de otro modo, la relación de transmisión es igual al cociente entre el diámetro primitivo de la rueda conducida y el diámetro primitivo de la rueda motriz.

NOTA: Para que dos engranajes puedan engranar entre sí es necesario que tengan el mismo módulo.

Momentos torsores

Cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo capaz de girar sobre un eje, produce un movimiento de rotación o giro. La magnitud que mide la intensidad del giro se denomina **momento torsor** (es algo así como la intensidad o potencia del empuje que hace girar el cuerpo):



Si la fuerza F que actúa es perpendicular al radio de giro R en el punto donde se ejerce, el **momento torsor**, M , se calcula como el producto de ambas magnitudes.

$$M = F \cdot R$$

Cuanto mayor sea la fuerza ejercida o la distancia al eje de giro, mayor será el momento torsor transmitido.

NOTA: Al momento torsor también se le denomina *par de fuerzas* o **par motor**.

La relación de transmisión es igual al cociente entre el momento torsor que resulta en la rueda motriz (M_1) y el que se aplica en la rueda conducida (M_2).

En consecuencia, la relación de transmisión se puede poner también como:

$$i = \frac{M_1}{M_2}$$

y una vez más, ocurre lo mismo que en los otros sistemas de transmisión...

- si deseamos mayor momento torsor, utilizaremos un sistema reductor.
- si queremos desarrollar mayor velocidad, utilizaremos un sistema multiplicador, pero desarrolla un momento torsor menor.

2.3.6. Tren compuesto de engranajes

Si disponemos dos o más árboles provistos de diversas ruedas dentadas de modo que al menos dos de ellas giran solidariamente sobre el mismo árbol, obtenemos un tren compuesto de engranajes.

El tren compuesto que aparece en la figura está formado por dos engranajes simples, el formado por las ruedas 1 y 2, y el que forman las ruedas 3 y 4.

Suponiendo el árbol M como el árbol motriz. Sobre él va montada la rueda 1, que actúa como conductora de la rueda 2.

El árbol I es un árbol intermedio. Sobre él se monta la rueda 2 –conducida–, que recibe el movimiento de la 1, y la rueda 3, que actúa de conductora y transmite el movimiento a la rueda 4.

El árbol R es el árbol resistente.

La rueda 4 –conducida– recibe el movimiento que transmite la rueda 3.

El cálculo de la relación de transmisión es idéntico al del sistema de poleas compuesto.

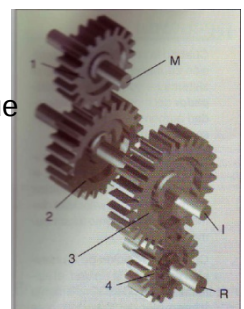


Fig. 14. Tren compuesto de engranajes.

$$i_T = i_{1-2} \cdot i_{3-4} = \frac{Z_1 \cdot Z_3}{Z_2 \cdot Z_4} = \frac{n_4}{n_1}, \text{ donde } i_T, \text{ es la relación de transmisión total.}$$

Es decir:

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \dots$$

Cuando las ruedas dentadas pueden desplazarse a lo largo de los ejes para formar diferentes engranajes simples, se consigue que varíe la velocidad final en el árbol de salida manteniendo constante la velocidad del árbol motor. Este dispositivo se conoce con el nombre de caja de velocidades y se utiliza en vehículos y maquinas de herramientas.

2.4. Tornillo sin fin

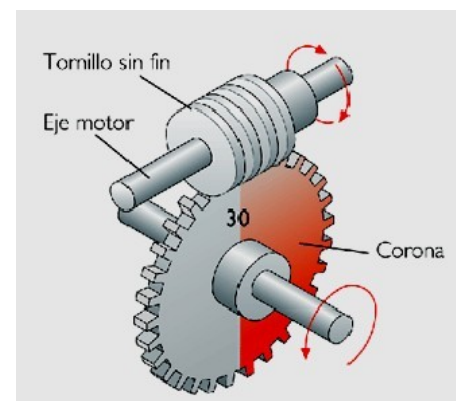
Es una pieza cilíndrica que dispone de uno o varios filetes arrollados de forma helicoidal.

Se suele utilizar dentro el conjunto tornillo sin fin – corona.

La corona es una rueda dentada de dientes helicoidales cuyo ángulo de inclinación coincide con el de los filetes del tornillo sin fin.

Transmite el movimiento de rotación entre dos ejes perpendiculares, de manera que el tornillo sin fin actúa siempre como elemento motor y la corona, como elemento conducido.

Se consigue una drástica reducción del movimiento y como consecuencia un notable aumento del momento resultante.



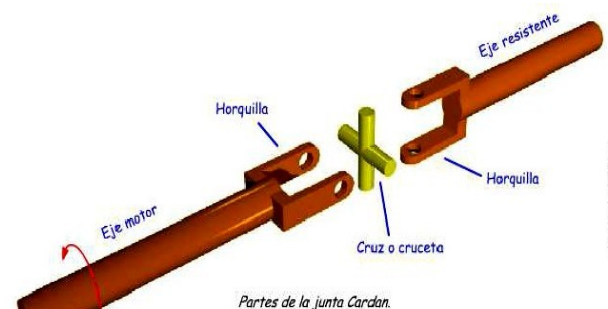
2.5. Junta Cardan

Se usa para transmitir un movimiento de rotación entre dos ejes que pueden estar alineados o formando un ángulo entre ellos.

Permite transmitir el giro entre dos ejes que no son paralelos y cuya orientación relativa puede cambiar a lo largo del movimiento.

Si se pretende comunicar el giro entre dos ejes que formen un ángulo relativamente grande (mayor que 20°), se utilizan dos juntas en serie. Consta de una cruz formada por dos brazos perpendiculares. En cada uno de los brazos se articula una horquilla fija en los extremos de cada eje. La cruz puede moverse en las uniones con las horquillas.

La velocidad de giro de ambos ejes es la misma, por lo que la relación de transmisión es 1.



2.6. Poleas con correa

Este tipo de transmisión está basado en la polea, y se utiliza cuando la distancia entre los dos ejes de rotación es grande. El mecanismo consiste en dos poleas que

están unidas por una misma correa o por un mismo cable, y su objetivo es transmitir el movimiento del eje de una de las poleas al de la otra.

Ambas poleas giran solidarias al eje y arrastran a la correa por adherencia entre ambas. La correa, a su vez, arrastra y hace girar la otra polea (polea conducida o de salida), transmitiéndose así el movimiento.

Al igual que en el caso de las ruedas de fricción, el número de revoluciones (o vueltas) de cada eje vendrá dado por el tamaño de las poleas,

de modo que, **la polea mayor girará a una velocidad más baja que la polea menor.**

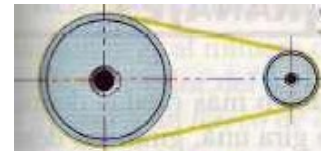
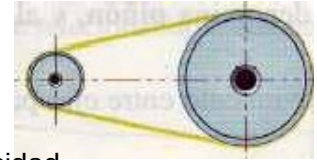
Basándonos en esta idea, podemos encontrar dos casos básicos:

- La polea de salida(conducida)gira a menor velocidad que la polea de entrada (motriz). Este es un sistema de poleas reductor de velocidad.

- La polea de salida gira a mayor velocidad que la polea de entrada.

Este es un sistema de poleas multiplicador de velocidad.

La relación de transmisión entre ambas poleas se define de modo similar al sistema de ruedas de fricción.



$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

n_2 es la velocidad de la rueda conducida n_1 es

la velocidad de la rueda motriz

D_1 : el diámetro de la rueda motriz

D_2 : el diámetro de la rueda conducida

NOTA: Fíjate que si el sistema de poleas es reductor, la cifra del numerador es más pequeña que la cifra del denominador y si el sistema es multiplicador, la cifra del numerador es mayor que la del denominador.

Ejemplo:

$$i = \frac{1}{10}$$

Si esta es la relación de transmisión del sistema de poleas, nos encontramos ante un **reductor** de velocidad. En este caso, por cada vuelta que gire la polea conducida, la polea motriz girará diez vueltas. En este caso $i < 1$

$$i = \frac{10}{1}$$

Si esta es la relación de transmisión del sistema de poleas, nos encontramos ante un **multiplicador** de velocidad. En este caso, por cada diez vueltas que gire la polea conducida, la polea motriz girará una vuelta. En este caso $i > 1$

NOTA: Todos estos conceptos se aplican también para las ruedas de fricción.

El momento torsor y la velocidad transmitidos por un sistema de poleas están estrechamente relacionados con el valor de la relación de transmisión del sistema.

En este caso:

$$I = \frac{M_1}{M_2}$$

Siendo:

M_1 el momento torsor de la polea motriz o polea de entrada

M_2 el momento torsor de la polea conducida o polea de salida Se puede observar que:

1. Si $i < 1$ (reductor), $M_2 > M_1$. En este caso, la velocidad de la rueda conducida es menor que la de la polea motriz, pero el momento torsor resultante es mayor.
2. Si $i > 1$ (multiplicador), $M_2 < M_1$. En este caso, la velocidad de la rueda conducida es mayor que la de la polea motriz, pero el momento torsor resultante es menor.

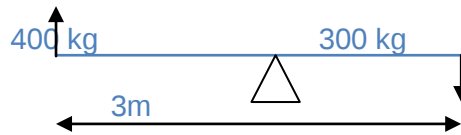
Por lo tanto,

- Si deseamos **mayor momento torsor**, utilizaremos un sistema **reductor**.
- Si deseamos desarrollar **mayor velocidad**, utilizaremos un sistema **multiplicador**, pero desarrolla un **momento torsor menor**.

ACTIVIDADES

1 – Con un remo de 3 m de longitud se quiere vencer la resistencia de 400 kg que ofrece una barca una potencia de 300 kg. ¿A qué distancia del extremo donde se aplica la potencia habrá que apoyar el remo sobre la barca?

SOL. $Y=1,28\text{ m}$



2 - En el extremo de un balancín está sentado un niño que pesa 400N a 2,5m del punto de apoyo.

¿A qué distancia se debe sentar otro niño que pesa 500N para mantener el balancín en equilibrio?. ¿Qué fuerza está soportando el apoyo? (Sol: 2m, 900N)

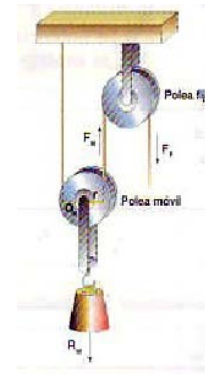
3 - Un mecanismo para poner tapones manualmente a las botellas es como se muestra en la figura. Si la fuerza necesaria para introducir un tapón es de 50N, ¿qué fuerza es preciso ejercer sobre el mango?.

¿Qué tipo de palanca es? Datos: $d_{AC}=30\text{cm}$, $d_{CB}=20\text{cm}$. (Sol: 20N)



4 – Mediante una polea móvil se eleva un bloque de 30 kg a 3 m de altura.

- la fuerza que se ha tenido que aplicar. (sol. 15 kg)
- la distancia recorrida por la mano al tirar hacia abajo. (Sol. 6m)



5 – El piñón de un par de ruedas de fricción tiene un diámetro de 50mm y arrastra a una rueda cuyo diámetro es de 500mm. Si dicho piñón gira a 1400 rpm, calcular:

- la relación de transmisión. (sol 0,1)
- la velocidad de la conducida. (sol 140 rpm)

Recuerda (La relación de transmisión es $i=d_1/d_2$ o bien n_2/n_1 , d_1 y n_1 es la rueda motora y d_2 y n_2 la conducida)

6 – La relación de transmisión entre dos ruedas de fricción es de 1/3. El diámetro del piñón es de 50mm y gira a 900rpm. Calcular:

- el diámetro de la rueda conducida. (sol 150 mm)
- la velocidad de la conducida. (sol 300 rpm)

7 – Un tocadiscos disponía de unas ruedas de fricción para mover el plato sobre el cual se colocan los discos. La rueda del plato tenía 20cm de diámetro mientras que el diámetro del piñón es de 4mm. Calcular la velocidad del motor en los dos casos siguientes:

- Cuando se colocaban discos LP giraban a 33rpm.
- Cuando se colocaban discos sencillos que giraban a 45rpm.

8 – Una máquina dispone de dos ruedas de fricción troncocónicas para transmitir el movimiento desde un motor (que gira a 1200rpm y se acopla directamente al piñón), hasta un eje final cuya velocidad debe ser 1000rpm. Calcular el diámetro de la rueda conducida si el del piñón es de 50mm.

9 – Se desea efectuar una relación de transmisión troncocónica mediante ruedas de fricción, cuyo valor va a ser de $1/5$. Sabiendo que el piñón gira a 900rpm, calcular:

- a) el ángulo que forman los ejes con las prolongaciones de rodadura
- b) la velocidad de la rueda.

10 – Determina la relación de transmisión entre dos árboles la velocidad del segundo si están unidos por una correa de transmisión. Los diámetros de las poleas son, respectivamente, $d_1 = 60\text{cm}$ y $d_2 = 30\text{ cm}$, sabiendo que el primer árbol gira a 1500 rpm. R: $n_2 = 3000\text{ rpm}$, $i = \frac{1}{2}$

11 – Un sistema de poleas está formado por una polea motriz de 150 mm de diámetro y una conducida de 60 mm. Calcula el momento resultante cuando se aplica sobre la motriz un momento de 100 Nm
(sol. 40Nm)

12 – Determina el módulo y el paso de una rueda dentada de 60 mm de diámetro primitivo y provista de 48 dientes. (Sol $m = 1,25 \text{ mm}$, $p = 3,925 \text{ mm}$)

Fórmulas a emplear. $D_p = Z \times m$; $P = \pi \times m$

13 – Averigua si una rueda dentada de 100 mm de diámetro primitivo y provista de 40 dientes puede engranar con otra de 40 mm de diámetro provista de 16 dientes.

14 – En un engranaje simple, la rueda conductora tiene un diámetro primitivo de 240 mm y gira a 1600 rpm. Calcula la relación de transmisión y la velocidad de giro de la rueda conducida sabiendo que ésta tiene un diámetro primitivo de 60 mm, $i = \frac{1}{4}$, $n_2 = 6400 \text{ rpm}$

15 – Determina el módulo y el paso de una rueda dentada de 140 mm de diámetro primitivo y provista de 28 dientes rectos. Sol: 5 mm, 15,70 mm

16 – Calcular la relación de transmisión de un tren de engranajes cuyo elemento motriz tiene 50 dientes y el conducido 30. Explica por qué el conducido gira más deprisa o despacio que el motriz.

17 – Un piñón cuyo módulo es 2 mm y su diámetro primitivo de 90 mm, engrana con otro piñón de 60 dientes. Calcular el número de dientes del primer piñón, el diámetro primitivo del segundo y la velocidad de este último si el primero gira a 1000 rpm.

18 – El motor de un tractor suministra una potencia de 90 CV a 2000 rpm. Este movimiento se transmite íntegramente a las ruedas, las cuales giran 150 rpm. Calcular:

- a) par motor disponible ($C = P/\omega$).
- b) potencia disponible en las ruedas ($P_r = P$).
- c) par disponible en las ruedas ($C_r = P_r/\omega_r$).

19 – Un piñón cuyo módulo es de 2 mm y su diámetro primitivo de 90 mm, engrana con otro piñón de 60 dientes. Calcula el número de dientes del primer piñón, el diámetro primitivo del segundo piñón y la velocidad de este último si el primero gira a 1000 rpm. sol: 45 dientes, 120 mm, 750 mm

20 - Se dispone de un tren de poleas con cuatro escalonamientos, en el que el diámetro de las poleas motrices es de 100 mm y el de las conducidas de 200 mm; el motor funciona a un régimen de 2000 rpm. Calcular la velocidad del último árbol. $N_4 = 250 \text{ rpm}$

21 – En un tren de dos escalonamientos se dispone de un motor que gira a 2000 rpm y las poleas motrices son de 100 mm de radio. Se desea obtener una velocidad de salida de 1000 rpm con poleas conducidas del mismo diámetro ¿Cuál será éste? $R_2 = 70,71 \text{ mm}$

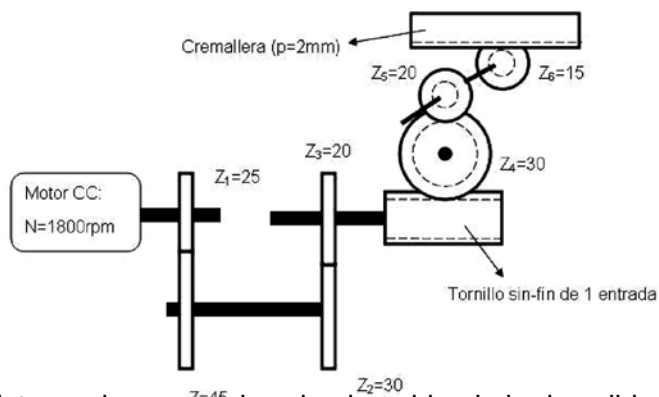
22 – Un tren de poleas de tres escalonamientos está accionado por un motor que gira a 4000 rpm y los diámetros de las ruedas motrices son 20, 20 y 40 mm. Sabiendo que el diámetro de las ruedas conducidas es de 40, 40 y 80 mm, calcular la velocidad del último árbol. $R = 500 \text{ rpm}$

23 – Justifica si una rueda de 60 mm de diámetro primitivo y 30 dientes puede engranar con otra de 40 mm de diámetro y 32 dientes.

24 - Calcula la velocidad de rotación del porta brocas del taladro según el esquema de transmisión de la figura:

(SOL: 470,3rpm)

25 - Para la cadena cinemática de la figura de abajo, calcular la velocidad de avance de la cremallera cuando el motor gira a 1.800rpm. (SOL: 37,5mm/s)



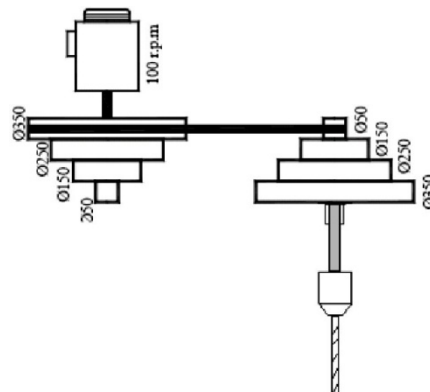
Sistema de engranajes simple unido al eje de salida del anterior. El engranaje conducido gira a 30rpm y tiene 45 dientes.

Se pide:

- Dibujo simbólico del mecanismo.
- Nº de dientes del engranaje que falta.
- Relación de transmisión del sistema y de cada mecanismo simple.
- Sentido de giro de cada eje, si el eje de salida gira en el sentido de las agujas del reloj.
- Par en cada eje sabiendo que la potencia del motor es 1.350W (SOL:

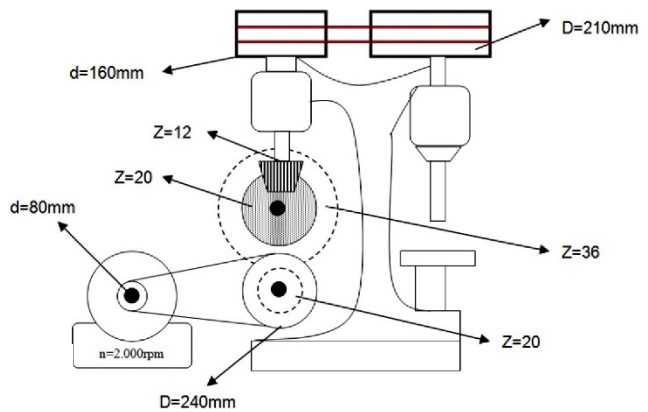
15dientes, 1/12, 35,81Nm, 143,24Nm, 143,24Nm, 429,72Nm).

27 - Calcula las velocidades de salida que proporciona en el taladro el siguiente mecanismo de cono escalonado de poleas.

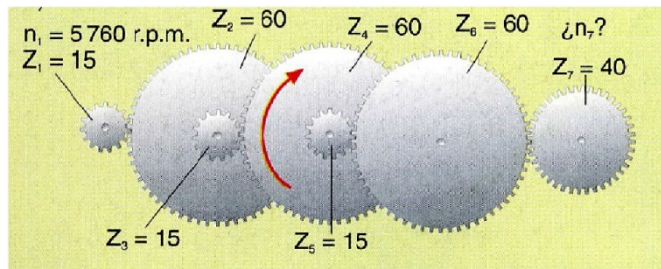


28 - Dado el sistema de engranajes de la figura calcula:

- Velocidad de giro de cada uno de los engranajes.
- Relaciones de transmisiones parciales y total del sistema.

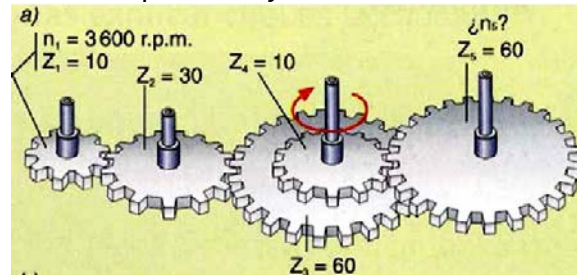


26 - El mecanismo de arrastre de un coche de juguete está formado por los siguientes elementos: Sistema de poleas simple. La polea unida al motor tiene un diámetro de 18cm y gira a 360rpm. La polea conducida tiene un diámetro de 720mm.



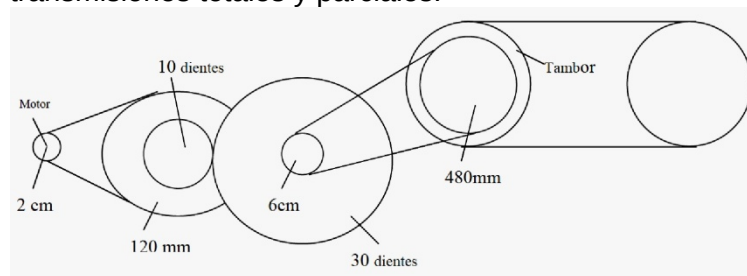
29 - Dado el sistema de engranajes de la figura calcula:

- Velocidad de giro de cada uno de los engranajes.
- Relaciones de transmisiones parciales y total del sistema.

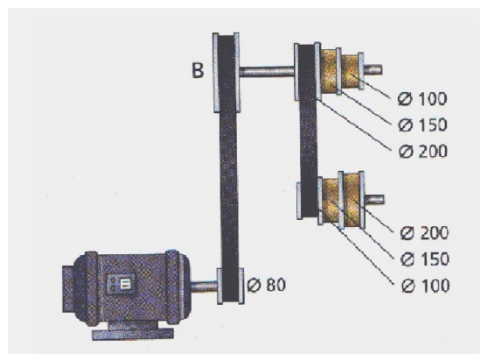


30 - El sistema de arrastre de una cinta transportadora está formado por el mecanismo de la figura. Si el tambor de la cinta gira a 5 rpm. Sepide:

- Identifica cada mecanismo.
- Velocidad de giro de cada eje y del motor.
- Relaciones de transmisiones totales y parciales.



31 - Calcula el diámetro de la polea B del siguiente esquema para obtener una velocidad mínima de 50 rpm en el eje del cono de poleas conducido. La velocidad del motor es de 3750rpm.



32 - En el extremo de un balancín está sentado un niño que pesa 400N a 2,5m del punto de apoyo.

- ¿A qué distancia se debe sentar otro niño que pesa 500N para mantener el balancín en equilibrio?

b) ¿Qué fuerza está soportando el apoyo? (SOL: 2m, 900N).

33 - La proyección en planta de la figura inferior representa la cadena cinemática de un sistema de transmisión de movimiento constituido por ruedas de fricción. Las dimensiones de sus diámetros se expresan en cm. Se pide:

- La relación de transmisión del sistema.
- La velocidad en el eje de salida.
- Si se hace funcionar al sistema en orden inverso y se alimenta al eje de la rueda de fricción 8 con una velocidad de giro de 1300 r.p.m., hallar el valor de la velocidad de salida en el eje de la rueda 1.

