

## **Transmisión de movimiento: Elementos mecánicos transmisores de movimiento**

### Índice

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| Introducción .....                              | 2  |
| Acoplamientos entre árboles .....               | 2  |
| Transmisión por poleas, correas o cadenas. .... | 3  |
| Transmisión por engranajes. ....                | 5  |
| Piñón cremallera.....                           | 7  |
| Tornillo sinfín corona.....                     | 7  |
| Biela manivela.....                             | 7  |
| Tornillo tuerca .....                           | 8  |
| Leva y rueda excéntrica.....                    | 9  |
| Cigüeñal .....                                  | 9  |
| Cruz de malta .....                             | 10 |
| Amortiguación de vehículos.....                 | 10 |
| Trinquetes.....                                 | 13 |
| Cojinetes y rodamientos .....                   | 13 |
| Rodamientos.....                                | 13 |
| Ejercicios:.....                                | 15 |
| Fuentes para los apuntes:.....                  | 16 |
| Direcciones de interés .....                    | 16 |

## Introducción

Desde sus orígenes, el hombre ha tratado de encontrar soluciones técnicas que satisficieran su necesidad de transmitir movimiento desde el lugar donde este se generaba hasta los puntos en que se necesitaba aplicar, o de realizar grandes trabajos desarrollando pequeños esfuerzos.

Los grandes filósofos de la antigüedad llamaban a las máquinas simples “las cinco grandes”. Estas cinco grandes máquinas simples eran: el plano inclinado, la cuña, el tornillo, la palanca y la rueda.

El primero en sistematizarlas y en exponer su funcionamiento fue Arquímedes (287-212 a.c.). A él son debidos el conocimiento de la polea compuesta, él fue quien explicó la teoría de la palanca y quien dio nombre al tornillo sinfín empleado para elevar agua de un cauce, procedimiento que aun hoy se conoce como “tornillo de Arquímedes”.

Así se fueron desarrollando diversas técnicas y mecanismos que cada vez eran más efectivos. Incluso alguno de ellos no han sufrido cambios significativos con el paso del tiempo.

En Persia se tiene noticia de la utilización de la rueda hidráulica desde hace más de 2500 años, de la rueda, que fue empleada como motor y ampliamente desarrollada por los romanos. En el libro [\*De Architectura\*, Vitrubio](#), en el siglo I a.C., describe pormenorizada y minuciosamente su funcionamiento, siendo una máquina que aprovecha eficazmente la energía del viento o la fuerza de un cauce de agua fluyente. Su utilización se ha mantenido ampliamente hasta bien entrado el siglo XIX.

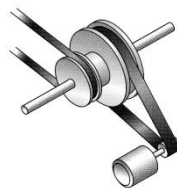
Un **mecanismo** es un conjunto de elementos conectados entre sí por medio de articulaciones móviles cuya misión es: transformar una velocidad en otra, una fuerza en otra, una energía en otra forma de energía o modificar una trayectoria.

Se define una **máquina** como una combinación de mecanismos convenientemente organizados que se alimentan con un determinado tipo de energía, la transforman en otra y producen un efecto deseado.

## Acoplamiento entre árboles

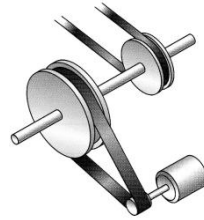
Un **eje** es un elemento de máquina que sirve para sostener diferentes piezas mecánicas que giran, pero que no transmite potencia.

Están sometidos a esfuerzos de flexión, y en ocasiones a esfuerzos de cortadura como consecuencia del rozamiento con partes móviles.



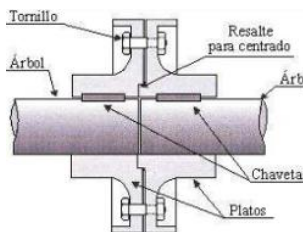
Un **árbol** es un elemento giratorio cuyo fin es **transmitir** potencia mecánica mediante su giro, por lo que está sometido a esfuerzos de flexión y de torsión. Además, a diferencia de los ejes, el árbol gira solidario con los elementos montados sobre él.

Cuando se necesita transmitir movimiento entre dos puntos separados de una máquina, es preferible, en vez de emplear un único árbol excesivamente largo, utilizar varios árboles más cortos acoplados entre sí.

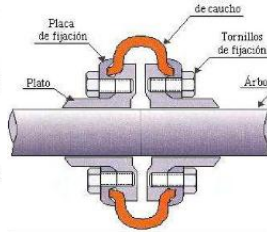


Los **acoplamientos** son mecanismos de unión de órganos giratorios de las máquinas, de forma que el movimiento se transmite de uno a otro.

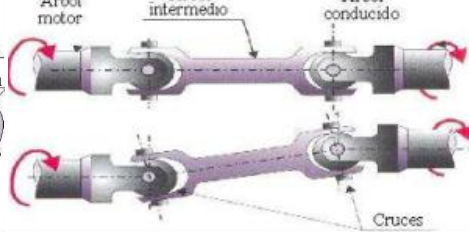
Dependiendo de las condiciones de transmisión, estos mecanismos se dividen en rígidos, elásticos y móviles.



A. Rígido



A. elástico



A. móvil

Acoplamiento rígido:

Acoplamiento flexible:

Acoplamiento móvil:

Acoplamientos múltiples:

<https://www.youtube.com/watch?v=Ai4syurjloY>

<https://www.youtube.com/watch?v=7e9C4JuZXek>

<https://www.youtube.com/watch?v=XvjsAQIjr8k>

<https://www.youtube.com/watch?v=cBDn1hjTvZA#t=173.729758>

### Transmisión por poleas, correas o cadenas.

Las poleas no son más que una rueda (llanta) con un agujero en su centro para acoplarla a un eje en torno al cual giran. Para asegurar el contacto entre polea y correa se talla en la polea un canal o garganta que "soporta" a la correa.

En un sistema de transmisión de poleas son necesarias dos de ellas:

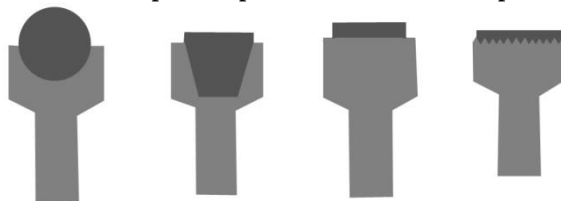
- Una **conductora**, de entrada o motora, que va solidaria a un eje movido por un motor.
- Otra **conducida**, de salida o arrastrada, también acoplada a un eje y que es donde encontraremos la resistencia que hay que vencer.

El **movimiento** que se transmite a la rueda **conducida** tiene el **mismo sentido** que el movimiento de la rueda **conductora**, mientras que su módulo, como veremos más adelante, depende de los diámetros de las poleas.

Si nos interesa que el sentido de **giro transmitido se invierta**, deberemos **cruzar la correa**.



La fuerza que transmiten las poleas es debida al rozamiento que ejerce la correa sobre la polea. Las correas pueden ser de distintos tipos: trapezoidales, redondas, planas y dentadas.



Un sistema de transmisión por correa es un conjunto de dos poleas acopladas por medio de una correa con el fin de transmitir fuerzas y velocidades angulares entre arboles paralelos que se encuentran a una cierta distancia.

La fuerza se transmite por efecto del rozamiento que ejerce la correa sobre la polea.

La ecuación fundamental de velocidades para transmisiones por correa es:

$$n_1 \cdot D_1 = n_2 \cdot D_2$$

$n_1$  = velocidad de giro de la polea 1.

$D_1$  = diámetro de la polea 1.

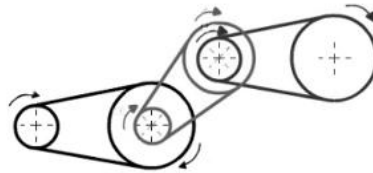
$n_2$  = velocidad de giro de la polea 2.

$D_2$  = diámetro de la polea 2.

La relación de transmisión:

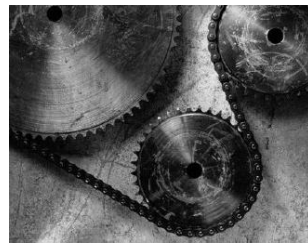
$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

Cuando se necesitan grandes relaciones de transmisión se recurre a montar trenes de poleas, que son una sucesión de transmisiones, es decir, pares de poleas enlazadas sucesivamente.



La **transmisión por cadena** es similar a la transmisión por correa. Se efectúa también entre **árboles paralelos**, pero en este caso, engarzando los dientes de un piñón con los eslabones de una cadena; el acoplamiento entre cadena y dientes se efectúa sin deslizamiento y engranan uno a uno.

Se emplea cuando se tienen que transmitir grandes potencias con relaciones de transmisión reducidas.



Ecuación fundamental de velocidades y relación de transmisión para transmisiones por cadena:

$$n_1 \cdot z_1 = n_2 \cdot z_2$$

$n_1$  = es la velocidad de la rueda motora.

$z_1$  = es el número de dientes de la rueda motora.

$n_2$  = es la velocidad de la rueda conducida.

$z_2$  = es el número de dientes de la rueda conducida.

La relación de transmisión:

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2}$$

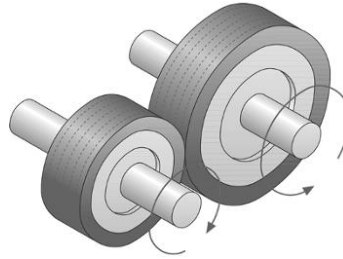
La transmisión de movimiento por ruedas de fricción consiste en hacer **resbalar dos ruedas en contacto** entre sí al ejercer una cierta **presión** la una sobre la otra.

Este tipo de transmisión se realiza sobre ejes paralelos y, al contrario que en la transmisión por correa o cadena, el **sentido de giro del eje motriz será contrario al del eje conducido**.

Se usa cuando se pretenden transmitir **pequeñas potencias**, ya que al estar en contacto una rueda con otra se produce una pérdida de velocidad.

Al funcionar por rozamiento y presión, las ruedas sufren un continuo desgaste, también pueden ser interiores estas ruedas.

Se utilizan en el campo de la electrónica y de la informática, equipos de sonido, video, impresoras...



Con las ruedas de fricción se cumplen las **mismas formulas** que para las **poleas**.

### Transmisión por engranajes.

Este sistema de transmisión de movimiento está constituido por el acoplamiento, diente a diente, de dos ruedas dentadas, una motriz y otra conducida. A la mayor se le llama **corona** y a la menor **piñón**.

Ventajas de los engranajes:

- Ocupan menor espacio que las poleas u otros mecanismos.
- Al estar unidos por dientes no deslizan.
- Por la razón anterior son capaces de transmitir mayor potencia.
- Mayor rendimiento.

Desventajas de los engranajes:

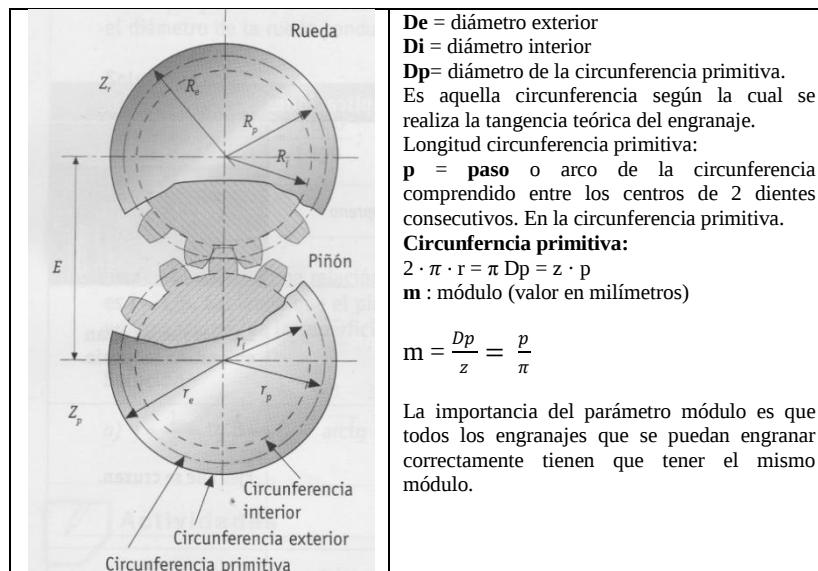
El precio.

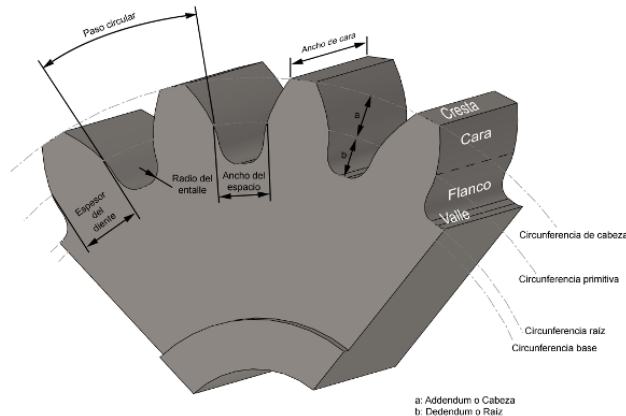
Se utilizan las mismas ecuaciones que en la transmisión por cadena:

$$n_1 \cdot z_1 = n_2 \cdot z_2$$

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2}$$

Para un engranaje de dientes rectos se da:





Altura del diente =  $h = b + a = 2,25 m$

Altura de la cabeza del diente =  $hc = b = m$

Altura del pie del diente =  $hp = a = 1,25 m$

Espesor del diente =  $e = 0,5 p$

Anchura del diente =  $B = 10 m$

Despejando:

$$Dp = m \cdot z$$

$$De = Dp + 2 hc = Dp + 2 m$$

$$Di = Dp - 2 hp = Dp - 2,5 m$$

Las ruedas se fabrican con una serie de módulos normalizados cuyos valores en mm. son:

- De 1 a 4, aumentando en 0,25 mm.: 1 - 1,25 - 1,5 - .....3,75 - 4 mm.
- De 4 a 7, aumentando en 0,5 mm.: 4 - 4,5 - 5 - .....7 mm.
- De 7 a 14, aumentando en 1 mm.: 7 - 8 - 9 - .....14 mm.
- De 14 a 20, aumentando en 2 mm.: 14 - 16 - 18 - .....20 mm.

Tipos de engranajes:

**Engranajes rectos:** Se utilizan en **transmisiones de ejes paralelos**. Son uno de los mecanismos más utilizados, y se encuentran en cualquier tipo de máquina: relojes, juguetes, máquinas herramientas, etc. Son fáciles de fabricar, pero tiene el inconveniente de ser ruidosos y producir vibraciones. No se usan en grandes revoluciones ni grandes potencias.

**Engranajes de dientes helicoidales:** tienen los dientes inclinados respecto a su eje. Se engranan varios dientes a la vez. Por esto aguanta grandes potencias y velocidades de giro. Son más caros y difíciles de fabricar. Producen esfuerzos axiales debido a la inclinación por lo que pierde potencia.

**Engranajes de dientes en V:** como los helicoidales pero dobles. Así se compensan las fuerzas axiales.



E. rectos

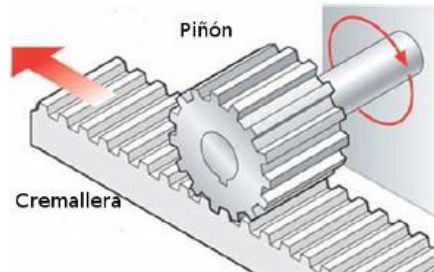
E. helicoidales

E. en V

### Piñón cremallera

Este mecanismo **transforma** el **movimiento giratorio** de un eje, en el que va montado un piñón, en **movimiento rectilíneo**, al engranar los dientes del piñón con los dientes de una barra prismática (**cremallera**) que se desplaza longitudinalmente.

La cremallera es asimilable a una rueda dentada de diámetro primitivo infinito. Para que el engrane sea posible y el piñón pueda deslizarse sobre la cremallera es preciso que tanto piñón como cremallera posean el mismo módulo.



Llamaremos **avance (A)** del piñón a la distancia que avanza la cremallera en una vuelta completa del piñón, su valor coincide con el perímetro de la circunferencia primitiva y vendrá dado por la fórmula:

$$A = \pi D_p = p \cdot Z$$

**D<sub>p</sub>**: representa el diámetro primitivo del piñón en metros.

**p** representa el paso de los dientes del piñón en metros.

**Z** representa el número de dientes del piñón.

La velocidad de avance (**V<sub>a</sub>**) de la cremallera expresada en m/s. Se calculará según la fórmula:

$$V_a = \frac{A \cdot n}{60}$$

**n** = es la velocidad de giro del piñón en rpm.

También **N** es el número de dientes que hay por metro, que es igual a:  $\frac{1}{p} = \frac{z}{A}$

### Tornillo sinfín corona

En este mecanismo un **tornillo sinfín** va montado en el eje motor, haciendo girar la **corona** que es el eje de salida. Este mecanismo no puede funcionar en sentido contrario, es decir, es irreversible.

Con este mecanismo, se consigue **transmitir fuerza y movimiento** entre dos **ejes perpendiculares**, con relaciones de transmisión muy elevadas.

La velocidad de giro de ambos ejes dependerá del número de dientes de la corona (**Z<sub>2</sub>**) como del número de entradas (**e<sub>1</sub>**) del tornillo sinfín y viene dada por:

$$n_1 \cdot e_1 = n_2 \cdot z_2$$

Si el sinfín es de una sola entrada, por cada vuelta que gira el tornillo, la corona avanza un diente. Para que la corona de una vuelta completa el tornillo sinfín ha debido girar tantas vueltas como dientes tiene la corona.

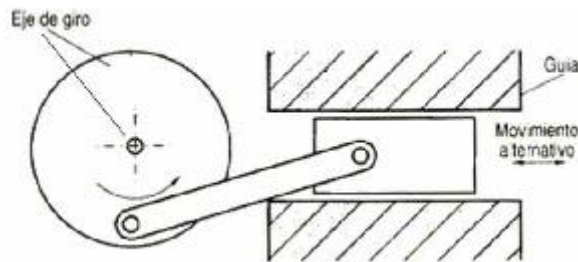


### Biela manivela.

Este mecanismo transforma el movimiento circular en movimiento rectilíneo alternativo.

El sistema está constituido por un elemento giratorio denominado **manivela**, conectado a una barra rígida llamada **biela**, de modo que cuando gira la manivela, la biela está forzada a avanzar y retroceder sucesivamente.

Es un sistema reversible, lo que quiere decir que también puede funcionar para convertir un movimiento lineal alternativo en otro de giro, como en el caso de un pistón dentro del cilindro en el motor de un automóvil, donde la manivela se ve obligada a girar.



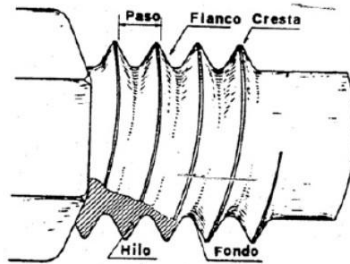
### Tornillo tuerca

Mecanismo constituido por un **tornillo** (también llamado **husillo**) y una **tuerca**. Su funcionamiento se basa en que si se mantiene fija la tuerca, el movimiento giratorio del tornillo produce el desplazamiento longitudinal del tornillo y viceversa.

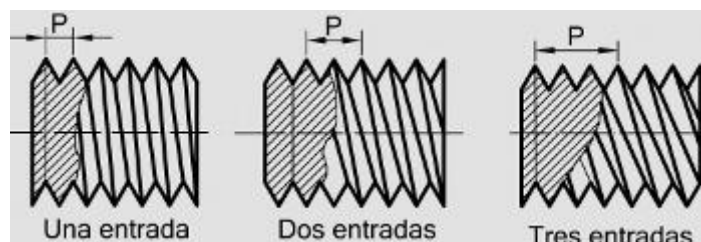
Mediante este sistema se consigue convertir el **movimiento circular** del **tornillo** en **movimiento rectilíneo** de la **tuerca**.



El husillo, al igual que cualquier otro tornillo, se caracteriza por el **número de entradas (e)** y por el **paso de la rosca (p)**.



Una rosca puede ser sencilla, es decir estar formada por un solo filete que se arrolla en espiral sobre un cilindro, o bien múltiples formadas por dos o más filetes, que se arrollan paralelamente iniciándose en puntos equidistantes de la periferia del elemento roscado. Se aplica cuando se quiere fijar un elemento con pocas vueltas.



Un tornillo de 3 mm de paso y una entrada, cuando gira una vuelta completa sobre una tuerca, produce un avance de ésta de 3 mm.

En cambio un tornillo con el mismo paso y dos entradas, produce un avance de la tuerca en el mismo tiempo de 6 mm.

En general el avance del tornillo viene dado por:  $A = p \cdot e$

La velocidad de avance del tornillo es:

$$V = \frac{p \cdot e \cdot n}{60}$$

$n$  = es la velocidad de giro en r.p.m.

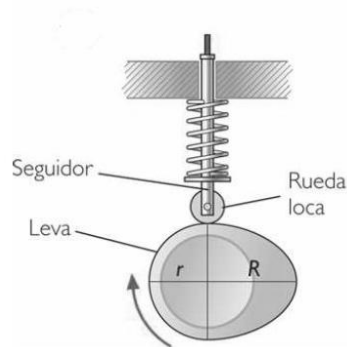
El tiempo que tarda la tuerca en recorrer una distancia  $L$  vendrá expresado por:

$$t = \frac{L}{V}$$

### Leva y rueda excéntrica.

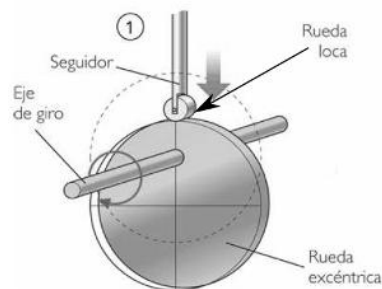
Mecanismo que permite transformar un movimiento **rotatorio** en **lineal alternativo**.

Se basa en un elemento de contorno no circular que gira sobre un punto, al girar el perfil de este elemento provoca la subida o la bajada de un **seguidor** de **leva** o un palpador.



Cuando es necesario generar una determinada secuencia sincronizada de apertura/cierre, como ocurre con las válvulas de admisión y escape de los cilindros del motor de un automóvil, se sitúan las levas necesarias sobre un solo eje constituyendo un árbol de levas.

La **excéntrica**, es una variación del mecanismo leva-seguidor. Consiste en una rueda cuyo eje de giro no coincide con el centro de la circunferencia. Transforma el **movimiento de rotación** de la **rueda** en un **movimiento lineal alternativo** del **seguidor**.



Funcionamiento de una leva:

<https://www.youtube.com/watch?v=UccBFMP1em4>

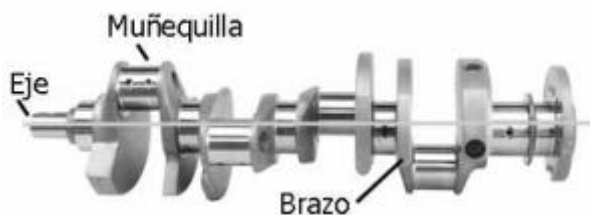
Rueda excéntrica:

<https://www.youtube.com/watch?v=vwu0OEz35rk>

### Cigüeñal

Eje con codos y contrapesos que, aplicando el principio del sistema de biela-manivela, transforma el movimiento **rectilíneo alternativo** en **giratorio o viceversa**.

Se utilizan en los motores de explosión, donde el movimiento lineal de los pistones dentro de los cilindros se transmite a las bielas y se transforma en un movimiento rotatorio del cigüeñal que, a su vez, se transmite a las ruedas y otros órganos del motor.



El **eje** sirve de guía en el giro. Por él llega o se extrae el movimiento giratorio.

La **muñequilla** sirve de asiento a las cabezas de las bielas.

El **brazo** es la pieza de unión entre el eje y la muñequilla. Su longitud determina la carrera de la biela.

Fabricación de un cigüeñal:

<https://www.youtube.com/watch?v=Euwwdz2-trY>

Cigüeñal en movimiento:

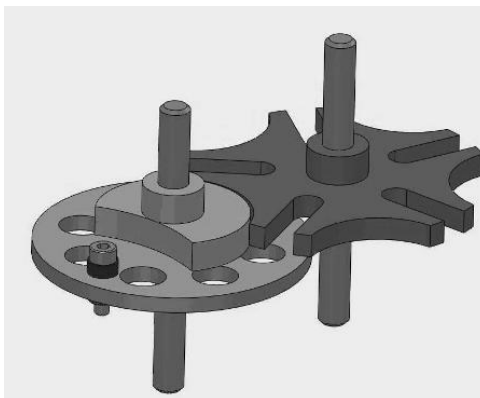
<https://www.youtube.com/watch?v=oPLYdaCy8vo>

### Cruz de malta

Mecanismo que convierte un **movimiento circular continuo** en un movimiento **circular intermitente**. También conocida como rueda de Ginebra.

Una aplicación de este mecanismo son los **proyectores de cine**. La película no discurre continuamente ante el proyector, sino que tiene que avanzar fotograma a fotograma, permaneciendo frente a éste un cierto tiempo.

Este movimiento intermitente se consigue utilizando la rueda de Ginebra. (Los proyectores modernos suelen utilizar mecanismos controlados electrónicamente o un motor paso a paso).



<https://www.youtube.com/watch?v=4psanb6m5zo>

<https://www.youtube.com/watch?v=uYH-lK8JSt4>

<https://www.youtube.com/watch?v=ZI0jwUyOlbo>

### Amortiguación de vehículos.

Se emplean elementos elásticos para **absorber picos de energía** que se producen en algunas transmisiones de movimiento y **constituyen la suspensión**. En la actualidad, se utilizan tres tipos de elementos elásticos:

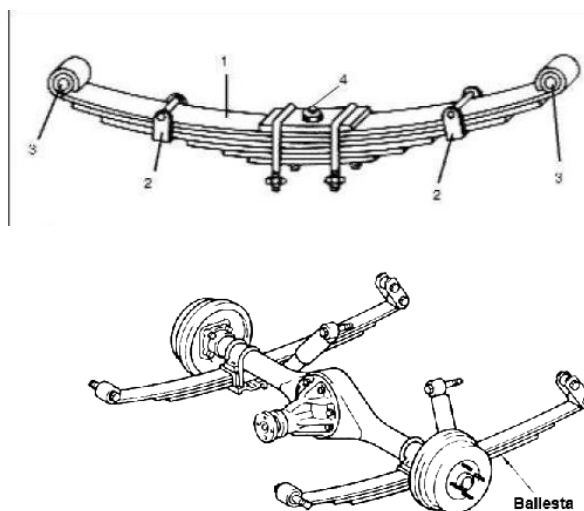
- Ballestas
- Muelles helicoidales
- Barras de torsión

### Ballestas

Están constituidas por un conjunto de hojas (1) de acero especial para muelles, unidas mediante unas abrazaderas (2) que permiten el deslizamiento entre las hojas cuando éstas se deforman por el peso que soportan.

La hoja superior, llamada maestra, va curvada en sus extremos, formando unos ojos sobre los que se montan unos casquillos (3) para su acoplamiento al soporte del bastidor, por medio de pernos o bulones.

El número de hojas y su espesor está en función del esfuerzo que esté previsto que soporten. Todas las hojas se unen en el centro mediante un tornillo pasante con tuerca, llamado capuchino (4). La suspensión por ballestas suele emplearse en vehículos dotados de puentes delantero y trasero rígidos. Para vehículos pesados.



### Muelles helicoidales.

Son de varilla de acero de diámetro entre 10 y 15 mm, enrollado en forma de hélice.

Sus espiras extremas se hacen planas para obtener un buen asiento, tanto en la zona superior como en la inferior. El diámetro del muelle varía en función de la carga que ha de soportar.

La flexibilidad del muelle depende del diámetro de la varilla utilizada, del número de espiras, del ángulo de inclinación de las mismas, del diámetro del muelle y de la calidad del acero empleado para su construcción.



### Barras de torsión.

Su funcionamiento se basa en que si a una varilla de acero elástico, sujeta por uno de sus extremos, se le aplica por el otro un esfuerzo de torsión, la varilla tenderá a retorcerse, volviendo a su forma primitiva, debido a su elasticidad, cuando cese el esfuerzo de torsión.

El objetivo principal de la barra de torsión que integra el sistema de suspensión de nuestro auto es el de mantener estable la geometría del mismo. De esta forma, la barra de la que hablamos **reduce el movimiento del chasis y aumenta su estabilidad.**



La suspensión se complementa con los amortiguadores que se encargan de absorber las oscilaciones de los muelles, evitando su transmisión a la carrocería, cuando el vehículo encuentra un bache, la rueda comprime o alarga el muelle, recogiendo éste la energía producida en la oscilación, pero, al no tener capacidad de absorción, devuelve la energía inmediatamente, rebotando sobre la carrocería, que es el único elemento móvil del sistema.

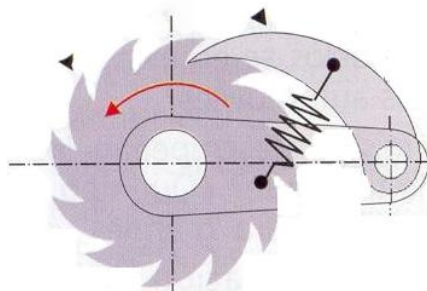
<https://www.youtube.com/watch?v=tcR4rw5JvMA>

<https://static1.diariosur.es/www/pre2017/multimedia/noticias/201406/28/media/cochedecaballos.jpg>

### Trinquetes

Es un mecanismo que permite la rotación de un eje en un sentido, pero lo imposibilita en sentido contrario, se utiliza cuando se requiere asegurar un sentido único de giro, como sucede en gatos o aparatos de elevación, impidiendo que la carga se convierta en elementos motriz cuando la fuerza de elevación cesa.

La utilización de este tipo de trinquete queda limitada a velocidades medias y bajas, para poder ser empleado con mecanismos que transmitan grandes velocidades es necesario un resorte de recuperación de fuerza lo que disminuye el rendimiento del mecanismo.



Ejemplos de videos

<https://www.youtube.com/watch?v=ghWFpvOYaq4>

<https://www.youtube.com/watch?v=x9EDZFY1144>

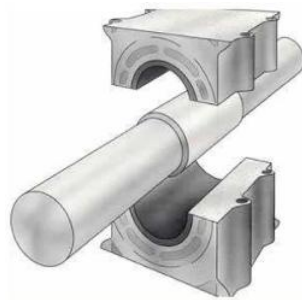
### Cojinetes y rodamientos

Los órganos móviles deben estar soportados al menos en dos puntos de apoyo que permitan el giro de los ejes teniendo la mínima oposición posible al rozamiento, a estos elementos se les llama soportes o bastidores, para facilitar el giro e impedir desplazamientos axiales se emplean unas piezas cilíndricas

#### Cojinetes de deslizamiento o de fricción

Están constituidos por un soporte perfectamente acoplado sobre un casquillo de metal duro, que es el cojinete propiamente dicho, dado que siempre se produce rozamiento.

Debe tener un coeficiente de fricción lo menor posible, debe disipar el calor producido en la fricción, superficie lisa para que arrastre el lubricante.



### Rodamientos

Están constituidos por dos anillos rodantes separados entre sí por unos cuerpos, también rodantes, interpuestos entre éstos, cuya forma varía según su uso, pueden ser de diferentes formas: bolas, rodillos, cilíndricos, agujas, etc.

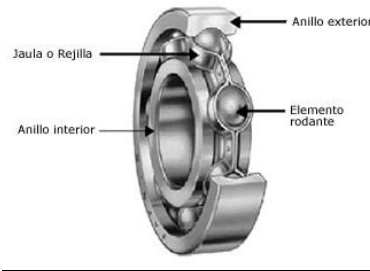
Los rodamientos poseen determinadas **ventajas** frente a los cojinetes de fricción:

- El coeficiente de rozamiento no depende de la carga que deben soportar, ni de la velocidad de giro, ni del tiempo de utilización.
- Su longitud es menor, lo que le hace idóneo en diseños más reducidos.
- Menor necesidad de lubricación.

- Debido al bajo rozamiento, su calentamiento es más reducido, por lo que la temperatura de trabajo es menor.
- Son muy versátiles, pueden ser empleados casi para todas las necesidades.

También presentan **inconvenientes**:

- En su montaje se tiene que ser muy preciso en los ajustes, si no su rotura es inmediata.
- Son más sensibles a los choques o cargas bruscas.
- La suciedad acorta su vida.
- Son más ruidosos.



Cojinetes en un coche:

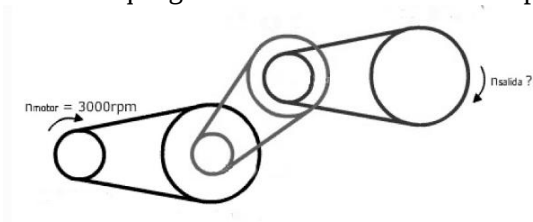
<https://www.youtube.com/watch?v=2pxPQt0Mmz8>

Cambio de rodamiento en un coche:

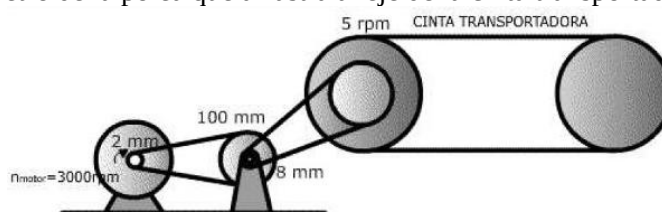
<https://www.youtube.com/watch?v=Mc1oaLz1vYo>

**Ejercicios:****Poleas**

1) Un tren de poleas está constituido por tres escalonamientos, en los que las poleas motoras tienen unos diámetros de 10, 20 y 30 mm. Y las tres poleas conducidas 40, 50 y 60 mm. Si lo arrastra un motor que gira a una velocidad de 3000 rpm, calcula:



2) La cinta transportadora representada en la figura debe girar a 5 rpm. El eje del motor, que gira a una velocidad de 3000 rpm y cuyo diámetro mide 2 mm, está conectado a una polea de 100 mm de diámetro. Sobre el eje de esta se monta una nueva polea de 8 mm de diámetro que se une, mediante una correa, a la polea que arrastra a la cinta. Calcula el diámetro de la polea que arrastra al eje de la cinta transportadora.

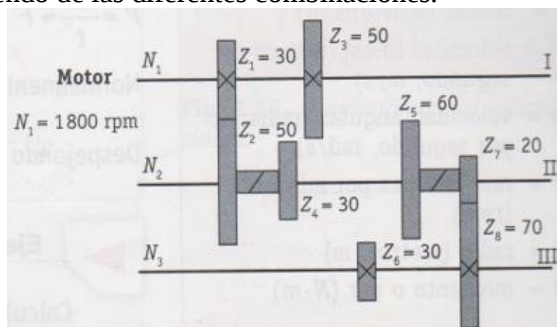


3) Un ciclista lleva montada una relación de cambio de marchas 50/20 y pedalea con una cadencia de 40 rpm. El diámetro de la rueda trasera es de 70 cm.

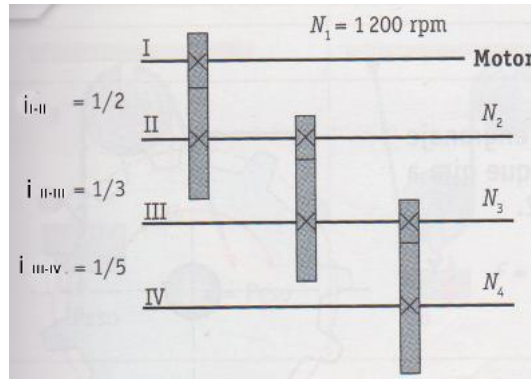
- Calcula la velocidad a la que gira la rueda.
- Calcula la velocidad a la que circula.

**Engranajes**

1) Si el número de dientes de cada uno de los engranajes es el que se muestra en la figura y el número de revoluciones es de 1800 rpm, averigua el número de revoluciones del árbol 3 dependiendo de las diferentes combinaciones.



2) Una caja de velocidades dispone de 4 árboles de transmisión y 3 pares de engranajes fijos. Sabiendo que las relaciones de transmisión entre ellos son los expresados en el dibujo, calcula las revoluciones en el cuarto árbol.



3) Dos engranajes de 5 y 10 dientes tienen un módulo de 4 mm. Calcula el diámetro primitivo de cada uno de los engranajes.

Cuestiones:

- Se pueden engranar los 2 mecanismos. ¿Por qué?
- ¿A qué distancia tendrán que situarse cada uno de ellos, respecto al eje de referencia para estar engranados?

#### Piñón-cremallera

1) El control de apertura/cierre de la puerta de un cercado de 3 m de longitud, se gobierna mediante un sistema de piñón-cremallera. Si el piñón tiene 30 dientes y un paso de 25 mm, el motor que arrastra el eje motriz gira a una velocidad de 40 rpm. Calcula:

- Velocidad de desplazamiento de la puerta.
- Tiempo que tarda en ejecutar cada maniobra.

Sol: a)  $V_a = 0,5 \text{ m/s}$  b)  $t = 6 \text{ s}$ .

#### Tornillo sinfín corona

2) Es necesario conseguir una reducción de velocidad con una relación de transmisión  $i = 1/80$ , para ello se utiliza un mecanismo tornillo sinfín-corona, si el sinfín es de dos entradas y es arrastrado por un motor que gira a 3000 rpm. Calcula:

- Velocidad del eje de salida.
- Número de dientes de la corona.

#### **Fuentes para los apuntes:**

<http://www.juntadeandalucia.es/educacion/portals/web/educacion-permanente/bachillerato/recursos>  
<http://tecno-trenesmirobriga.weebly.com/ejes-y-aacuterboles.html>  
[https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1culo\\_de\\_engranajes](https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1culo_de_engranajes)  
 Mc Graw Hill. Tecnología Industrial  
<http://polamalu.50webs.com/OF1/mecanica/engranajes.htm>

#### **Direcciones de interés**

<http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material022/index.html>  
<http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/index.htm>  
<http://www.tecnologia-informatica.es/ruedas-dentadas-y-poleas/>