

Elementos mecánicos transformadores del movimiento

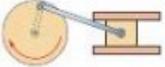
Índice de contenido

Mecanismos de transformación del movimiento.....	2
Mecanismos que transforman movimientos de rotación en movimientos rectilíneos.....	3
Piñón-cremallera.....	3
Velocidad lineal de la cremallera.....	1
Tornillo y tuerca.....	1
Velocidad lineal de la tuerca.....	1
Fuerza ejercida por el tornillo.....	1
Mecanismos que transforman movimientos de rotación en movimientos alternativos.....	1
Leva y excéntrica.....	1
Características del movimiento:.....	1
Diagrama de desplazamiento del seguidor.....	1
Carrera del seguidor.....	2
Velocidad del seguidor.....	2
Mecanismo biela-manivela.....	2
Cigüeñal y biela.....	2
Otros elementos de máquinas.....	4
A. Embragues.....	4
I. Embrague de dientes.....	4
II. Embragues de fricción.....	4
III. Embrague hidráulico.....	5
B. Frenos.....	5
I. Frenos de disco.....	5
II. Frenos de tambor.....	5
C. Elementos de fricción.....	6
I. Cojinetes.....	6
II. Rodamientos.....	6

Mecanismos de transformación del movimiento

Los mecanismos que hemos considerado hasta ahora no modifican el tipo de movimiento; es decir, “transforman” movimientos rectilíneos en movimientos rectilíneos, o movimientos de rotación en otros movimientos de rotación.

Sin embargo, en los mecanismos que vamos a describir en este apartado el movimiento de entrada es diferente al movimiento de salida.

Transforma este movimiento...	... en este tipo de movimiento	Elemento o mecanismo	Aplicaciones/ características	
Elementos transformadores del movimiento	Circular continuo en...	... rectilíneo continuo	Piñón-cremallera 	Apertura y cierre de puertas automáticas.
		... rectilíneo alternativo	Tornillo-tuerca 	Prensas para vino, aceite, manzanas, etc.
			Excéntrica 	Apertura y cierre de válvulas de motores.
			Leva 	Igual que el anterior.
		Biela-manivela 	Sierras mecánicas de vaivén.	
	Rectilíneo continuo en...	... circular continuo	Trinquete 	Impide el giro de un eje en un sentido y lo permite en otro.
		Rueda libre 	Permite la transmisión desde el eje motriz al resistente; no a la inversa.	
		... circular alternativo	Articulaciones	Limpiaparabrisas de coches.
		... circular continuo	Cremallera-piñón 	Se emplea poco.
		... circular alternativo	Automatismos	No tiene aplicaciones industriales, sino lúdicas. Se suele utilizar en decoración de fuentes.
Rectilíneo alternativo en...	... circular continuo	Pistón-biela-cigüeñal 	Motores de combustión interna y locomotoras de vapor.	

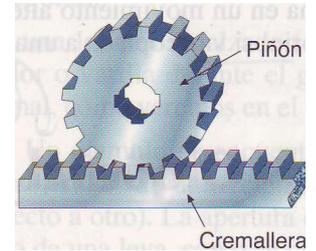
Mecanismos que transforman movimientos de rotación en movimientos rectilíneos.

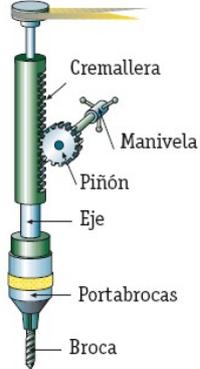
Piñón-cremallera

Este sistema transforma el movimiento circular en rectilíneo por medio de dos elementos dentados: Un piñón que gira sobre su propio eje y una barra dentada denominada cremallera. Los dientes pueden ser rectos o helicoidales.

Para que engranen el módulo tienen que ser el mismo.

Tiene diferentes aplicaciones:



<i>Taladradora de columna</i>	<i>Dirección de vehículos</i>	<i>Puertas de garaje automáticas</i>
	<p>El piñón está fijo a la barra de dirección y al volante. Al girarlo, desplaza la cremallera e inclina o alinea las ruedas.</p> 	

Taladradora de columna:

El conjunto piñón-cremallera lo componen la manivela de mando, que lleva en un extremo un piñón, y el eje portabrocas, que lleva tallada la cremallera. Al girar la manivela, el eje portabrocas avanza en sentido rectilíneo.

Caja de dirección de un automóvil:

El piñón está solidario a la barra de dirección y al volante, y los extremos de la cremallera se encargan de orientar las ruedas.

Velocidad lineal de la cremallera

La velocidad lineal será el número de vueltas que recorre en cada segundo multiplicado por la distancia que recorre en cada vuelta.

$$V = n \cdot \pi \cdot D_p$$

La distancia que recorre en cada vuelta será igual al número de dientes multiplicado por el paso de la rueda dentada. (paso, $p = m \cdot \pi$; siendo m =módulo)

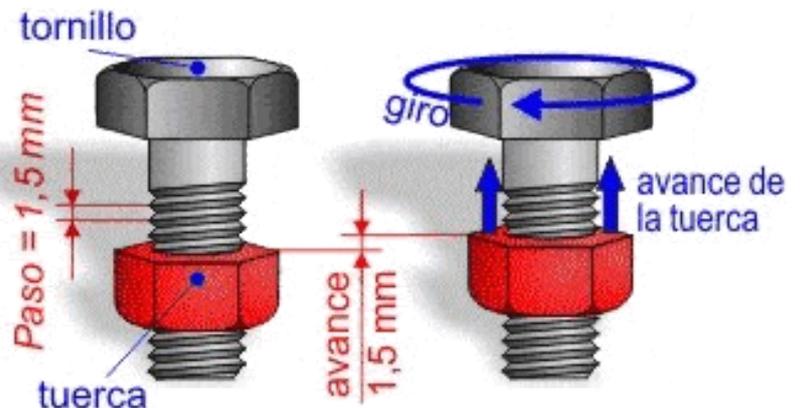
$$\text{distancia} = Z \cdot p = Z \cdot m \cdot \pi$$

Calcular el paso de las cremalleras del taller, partiendo del desplazamiento conseguido.

Tornillo y tuerca

Este sistema sirve como elemento de unión entre dos o más piezas. Pero, además posee unas características que le permiten que se pueda utilizar para transmitir el movimiento.

Se compone de una varilla roscada y una pieza con un agujero roscado. Al girar la varilla, permaneciendo fija la tuerca, hace que esta última se desplace en sentido longitudinal del eje, con lo que se consigue transformar un movimiento circular uniforme en otro lineal. Es un **movimiento irreversible**: no podemos utilizarlo para transformar un movimiento lineal en circular.



La distancia lineal que recorre el tornillo en cada vuelta se denomina **paso**.

Velocidad lineal de la tuerca

La velocidad lineal vendrá dada por el producto del número de vueltas que da el tornillo por unidad de tiempo por el avance (paso) en cada vuelta.

$$v = n \cdot p$$

Fuerza ejercida por el tornillo

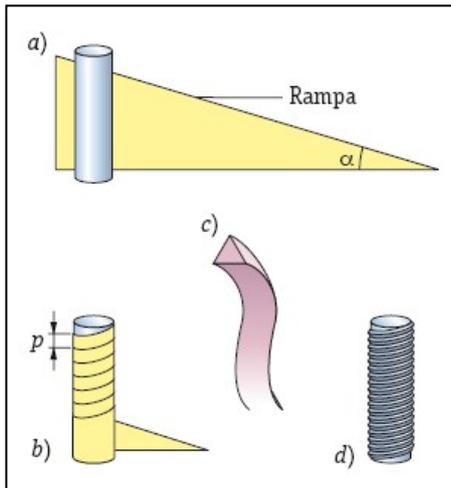
Puesto que la energía se conserva, para calcular la Fuerza que ejerce el tornillo tenemos en cuenta la fuerza que nosotros ejercemos en una vuelta

$$W_{\text{tornillo}} = F \cdot p$$

$$W_{\text{persona}} = F \cdot d_{\text{de una vuelta}}$$

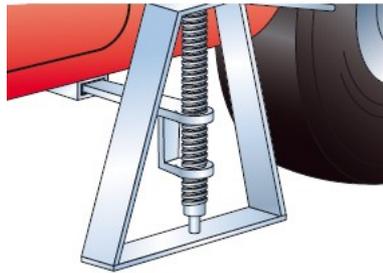
El recorrido que daremos en una vuelta depende del radio.

Concepto de hélice:



Aplicaciones:

Gato para automóvil



Tornillo de banco

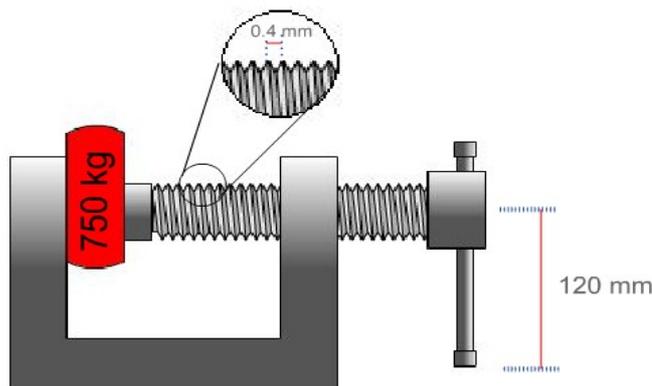


Mecanismo de ajuste mediante tuerca- tornillo de unos prismáticos



Ejemplo:

Averigua la fuerza que hay que ejercer sobre una manivela de 120 mm de radio y 0.4 mm de paso de rosca para vencer una resistencia de 750 kg.



$$F_m \cdot 2\pi R = F_p \cdot P$$

F_m = Fuerza sobre la manivela

R = Radio de la manivela

F_p = Fuerza resistente

p = paso de rosca

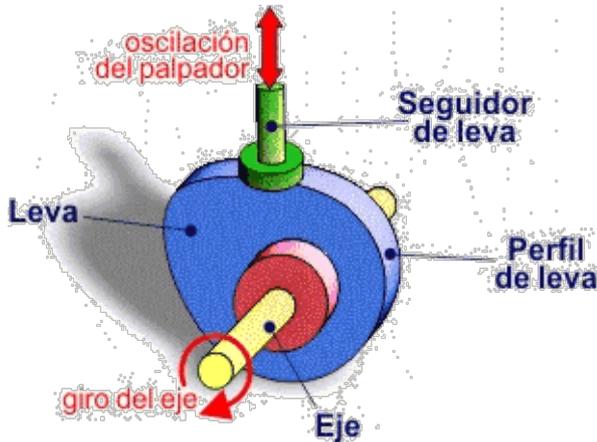
$$F_m = F_p \cdot p / 2 \cdot \pi \cdot R$$

$$F_m = (750 \text{ kg} \cdot 0,4 \text{ mm}) / (2 \cdot \pi \cdot 120\text{mm}) = 0,39 \text{ kg}$$

Mecanismos que transforman movimientos de rotación en movimientos alternativos.

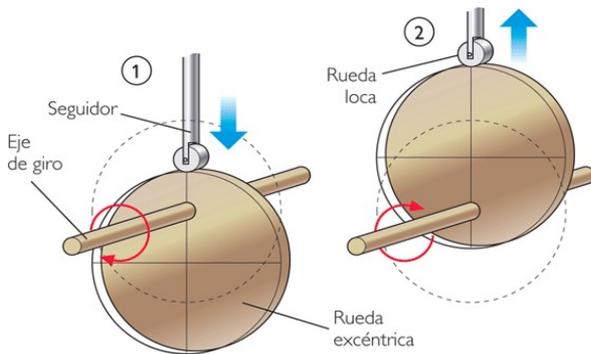
Leva y excéntrica

La **leva** es un disco de forma irregular sobre el que se apoya un elemento móvil denominado varilla, seguidor o vástago. Ambos elementos deben estar permanentemente en contacto.



Cuando el disco gira, su movimiento circular se transforma en movimiento alternativo de la varilla, el que se intercalan períodos de reposo. La diferencia entre el punto más alto del recorrido del vástago y el más bajo recibe el nombre de carrera de la leva. El perfil del disco determina el tipo de movimiento de la leva.

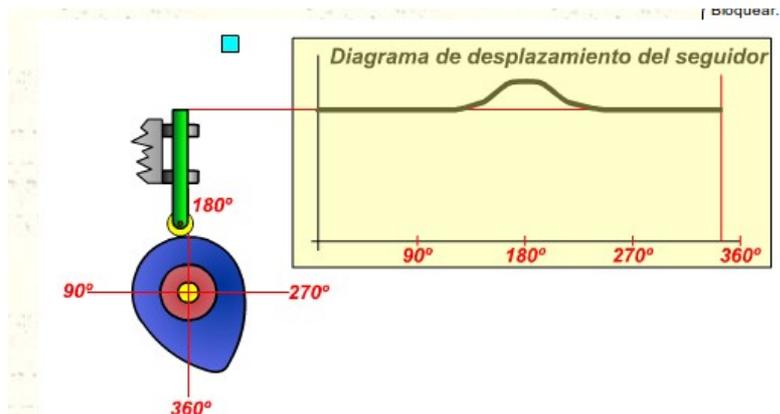
La **excéntrica** consiste básicamente en una pieza de forma geométrica diversa en la que el eje de giro no coincide con su eje geométrico. La distancia entre ambos ejes se denomina excentricidad. Cuando se sitúa una pieza rectilínea llamada vástago en contacto con la excéntrica, el movimiento circular de ésta se convierte en movimiento alternativo del vástago. La excéntrica más sencilla que se puede encontrar tiene forma de disco circular.



Características del movimiento:

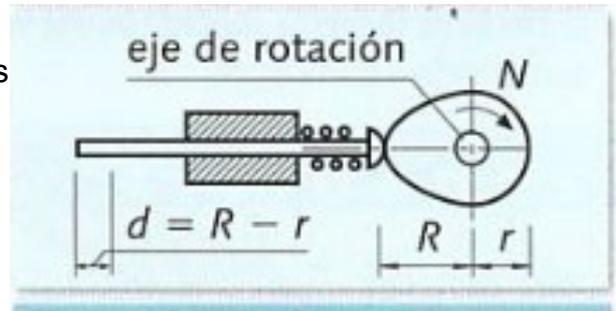
Diagrama de desplazamiento del seguidor

Es la representación gráfica del movimiento del seguidor. En el eje x indicamos el grado de giro de la leva y en el eje y indicamos el avance del seguidor



Carrera del seguidor

Es la distancia (d) entre el desplazamiento más bajo y el más alto.



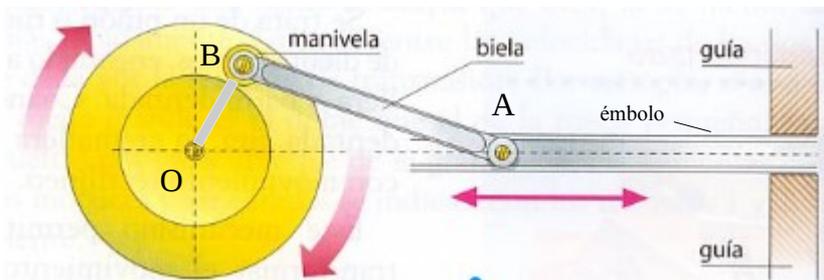
Velocidad del seguidor

Es el número de vueltas que da el seguidor por unidad de tiempo.

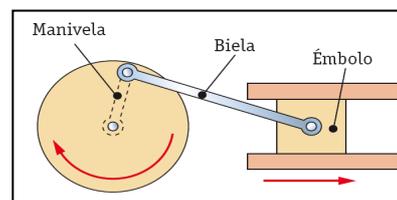
Mecanismo biela-manivela

Este mecanismo consta de dos piezas básicas articuladas entre sí y de las que recibe el nombre: la manivela y la biela

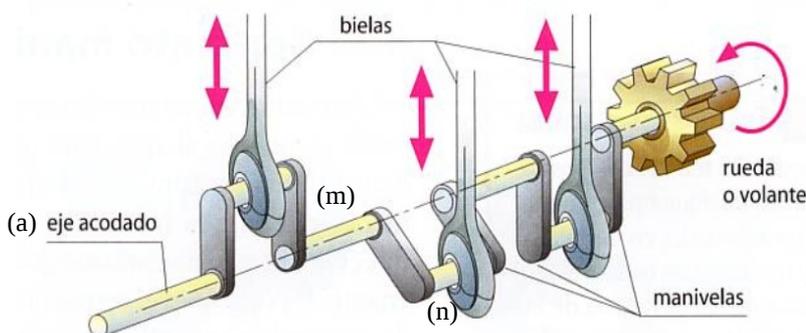
- La manivela (o rueda, en muchos casos es una rueda) OB es una pieza que gira alrededor de un punto O y describe un movimiento circular.
- La biela AB es una pieza rígida acoplada a la manivela en el punto B. este extremo, denominado cabeza de la biela, sigue el mismo movimiento circular que la manivela, mientras el otro extremo A, denominado pie de biela, describe un movimiento alternativo o de vaivén. Las bielas constan de tres partes: *manivela*, *biela* y *émbolo*.



Habitualmente, la manivela actúa como elemento motriz y la biela, como elemento conducido. De este modo podemos transformar movimientos circulares en movimientos alternativos.



Cigüeñal y biela



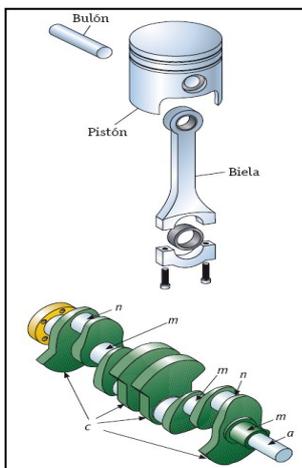
El cigüeñal es un elemento que, junto a la biela, transforma el movimiento circular en alternativo o viceversa. Consiste en un árbol acodado (a) con unos muñones (m) y unas muñequillas (n) donde se colocan las bielas. Sobre cada una de las muñequillas se inserta la cabeza de una de las bielas por medio de una pieza llamada sombrerete.

En este caso, la biela actúa como elemento motriz y el cigüeñal como elemento conducido. El otro extremo de la biela, denominado pie de biela, está unido al llamado émbolo, que realiza un movimiento alternativo. El émbolo y el pie de la biela están unido por una pieza denominada bulón.

Émbolo

El émbolo o pistón es un elemento móvil de forma cilíndrica que se desplaza en el interior de un cilindro.

El conjunto émbolo-biela-cigüeñal son básicos en los motores de combustión interna y en otras máquinas.



Esquema del montaje del pistón-biela-cigüeñal en un motor.

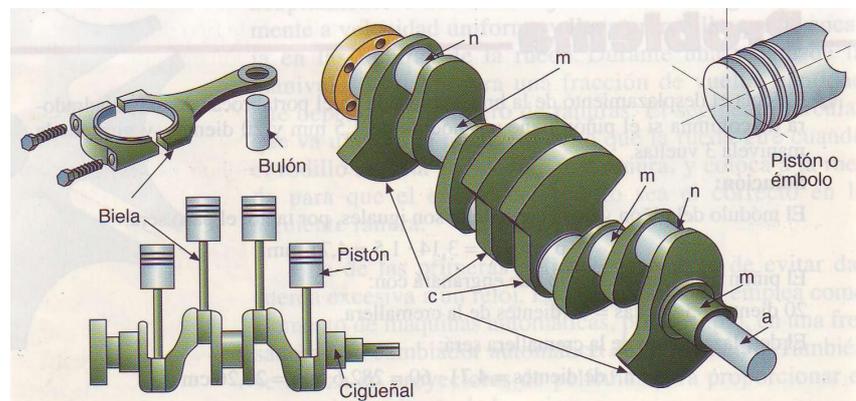
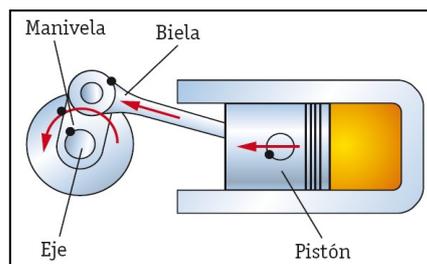


Figura 13.19. *Cigüeñal y su forma de trabajo en un motor de combustión interna.*



Momento de la explosión en el interior de un cilindro.

Otros elementos de máquinas

A. Embragues

Es un elemento de máquinas que se encarga de transmitir, a voluntad del operario, el movimiento entre dos ejes alineados. Uno de ellos recibe el movimiento del motor (eje motriz), y el otro acoplado al eje de salida (eje conducido o resistente), que transmite el movimiento a los demás órganos. Cuando el embrague produce la transmisión entre ambos ejes, se dice que esta en la posición de embragado. Por el contrario, si no se transmite el movimiento entre los ejes (cada eje puede girar a distinta velocidad), se dice que está en la posición desembragado.

Los embragues pueden ser de tres tipos:

- Embrague de dientes
- Embrague de fricción
- Embrague hidráulico

I. Embrague de dientes

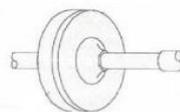
En este tipo de engranajes, los árboles que se van a acoplar llevan en sus extremos dos piezas dentadas que encajan una en la otra.

Para poder embragar y desembragar, es necesario que ambos árboles estén parados, ya que, si se intentan acoplar en movimiento, puede producirse la rotura de los dientes.

II. Embragues de fricción



Desembragado



Embragado

Consta de dos discos cuyas superficies son lisas y tienen un alto poder de fricción cuando se ponen en contacto. Este rozamiento acopla ambos ejes, igualando sus velocidades. La fricción puede ser metal con metal o de metal con ferodo (un tipo de caucho). Tienen la particularidad de que el embragado y el desembragado con los árboles de transmisión pueden realizarse en movimiento, siendo el arranque suave y continuo.

Un caso particular es el embrague de fricción de disco, cuya aplicación más característica es en automoción. Se utiliza para transmitir el movimiento del motor a las ruedas a voluntad del conductor. Para ello se dispone de un pedal (pedal del embrague) que al accionarlo mueve un mecanismo que se para los discos (posición de desembragado). Al soltar el pedal (progresivamente), el movimiento del motor se transmite a las ruedas (posición de embragado), porque los discos se acoplan.

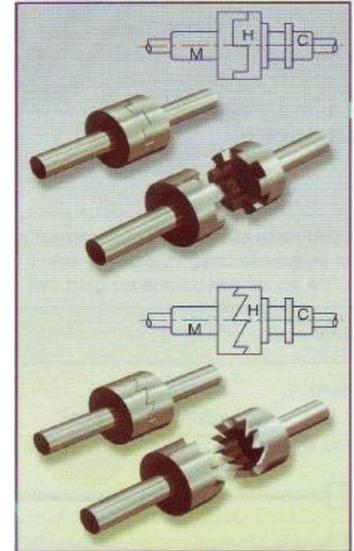


Fig. 4. Distintos modelos de embrague de dientes.

III. Embrague hidráulico

Utilizan un fluido para transmitir el movimiento entre árboles conductores. Un símil de este tipo de embrague podría ser el efecto que produce un ventilador eléctrico conectado delante de otro: la corriente de aire que provoca el primero hace girar al segundo. Estos embragues constan de dos turbinas, solidarias cada una a un eje, sumergidas en un fluido dentro de una caja. Al girar el eje conductor, éste hace mover la turbina, impulsada el fluido hacia la otra turbina y le transmite el movimiento.

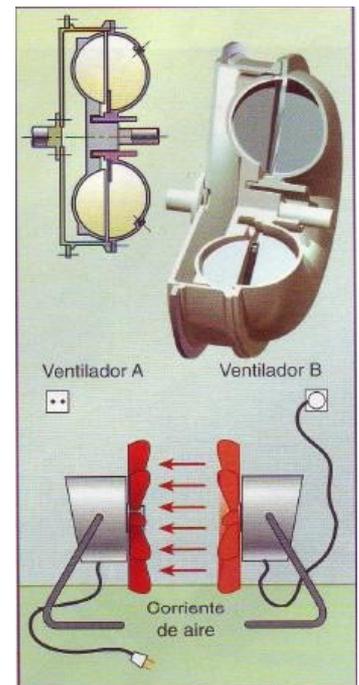


Fig. 5. Embrague hidráulico y principio de funcionamiento

B. Frenos

Reducen o para el movimiento de uno o varios elementos de una máquina cuando es necesario. La energía mecánica se convierte en calorífica mediante la fricción entre dos piezas llamadas frenos. Los frenos más utilizados son los de disco y los de tambor.

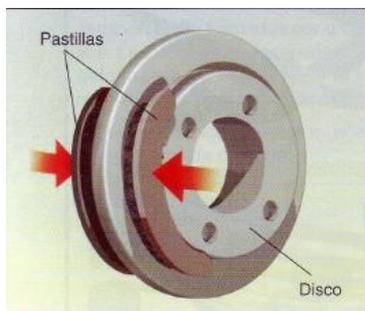


Fig. 6. Disposición de los elementos de un freno de disco.

I. Frenos de disco

Se componen básicamente de un disco, colocado en el eje de giro, y dos piezas o pastillas fijas que aplican sobre ambas caras del disco para reducir su movimiento. Actualmente son el tipo de frenos más utilizado en los automóviles. Las pastillas están hechas de un material de fricción llamado ferodo y están fijas al chasis.

II. Frenos de tambor

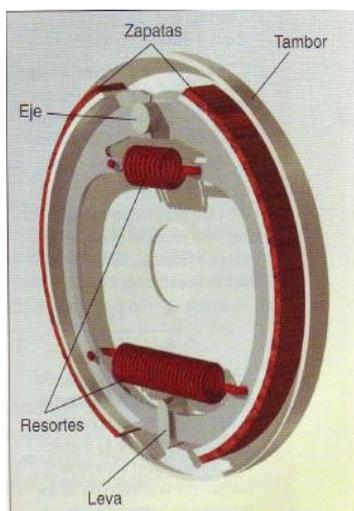


Fig. 7. Accionamiento mecánico de un freno de tambor.

Constan de una pieza metálica cilíndrica que gira, denominada tambor, solidaria al árbol (en la rueda del vehículo), y un conjunto de dos zapatas que actúan sobre el tambor para que roce con él y producir su frenado. Las zapatas están fijas al chasis.

C. Elementos de fricción

Las partes de una máquina que poseen movimiento de rotación necesitan apoyarse en una superficie para girar. Entre unas y otras se intercalan unos elementos especiales llamados elementos de fricción.

En definitiva, los elementos de fricción son elementos de máquinas que se sitúan entre una parte móvil y su soporte con el fin de soportar el rozamiento y el desgaste y evitar que éste se produzca en otros elementos (de mayor coste).

Hay dos tipos: Cojinetes y rodamientos.

I. Cojinetes

Es una pieza o conjunto de piezas donde se apoya y gira el eje de una máquina. Los cojinetes son piezas fácilmente desmontables que se adaptan entre el eje y el soporte. Los cojinetes se emplean porque si una pieza se mueve respecto a otra, se produce rozamiento y, por lo tanto, desgaste de las mismas.

Los cojinetes permanecen fijos al soporte y, durante el giro del eje, rozan con éste. Son piezas de revolución, de manera que el diámetro interior donde se aloja el eje es superior al del propio eje, para facilitar su giro.

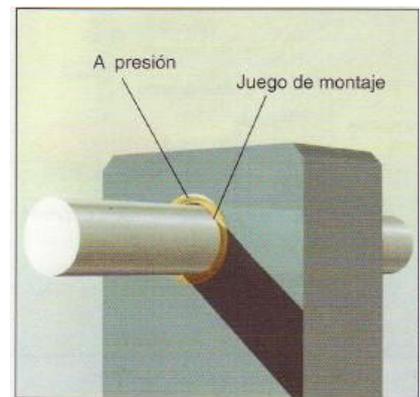


Fig. 10. Función del cojinete.

Los cojinetes se fabrican de diferentes materiales, generalmente más blandos que el que constituye el árbol o eje. De este modo, el rozamiento provoca el desgaste del cojinete

II. Rodamientos

Los rodamientos son elementos de fricción formados por dos cilindros concéntricos, uno fijo al soporte y otro fijo al eje o árbol, entre los que se intercala una corona de bolas o rodillos, que pueden girar entre ambos, lo cual proporciona una menor pérdida de energía.

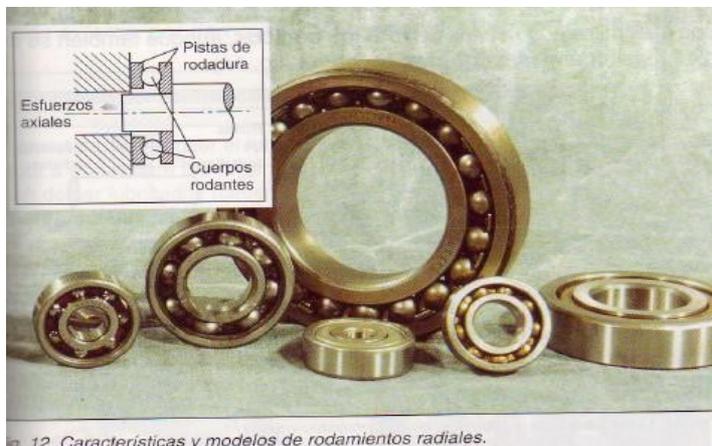
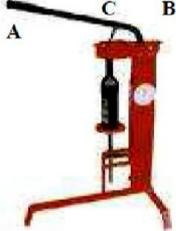


Fig. 12. Características y modelos de rodamientos radiales.

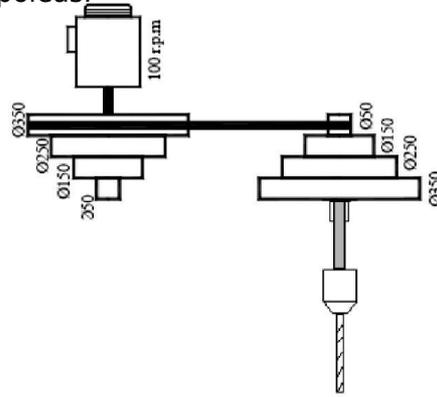
Ejercicios:

1. Con un remo de 3 m de longitud se quiere vencer la resistencia de 400 kg que ofrece una barca mediante una potencia de 300 kg. ¿A qué distancia del extremo donde se aplica la potencia habrá que apoyar el remo sobre la barca?
(Sol: 1,71m).
 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.
 - a) la fuerza que se ha tenido que aplicar.
 - b) la distancia recorrida por la mano al tirar hacia abajo.(Solución: 15 N, 6 m)
 5. Un polipasto exponencial con cuatro poleas móviles y una fija se utiliza para levantar una carga de 400 kg. ¿Que fuerza tengo que realizar para levantarla?. ¿Cuanta cuerda tendré que desplazar para levantarla 3 metros?.
(Solución: 250 N, 48 m).
 6. Un polipasto potencial de tres poleas móviles y tres fijas se utiliza para levantar una carga de 400 kg. ¿Que fuerza tengo que realizar para levantarla?. ¿Cuanta cuerda tendré que desplazar para levantarla 3 metros?.
(Solución: 500 N, 24 m).
 7. 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:
 - a) la relación de transmisión.
 - b) la velocidad de la conducida.(Sol: $i=1/10$; $N_2=140\text{rpm}$).
 8. 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:
 - a) el diámetro de la rueda conducida.
 - b) la velocidad de la conducida.(Sol: $D_2=16,66\text{mm}$; $N_2=300\text{rpm}$).
 9. 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:
 - a) Cuando se colocaban discos LP que giraban a 33rpm.
 - b) Cuando se colocaban discos sencillos que giraban a 45rpm.(Sol: $N_1=1650\text{rpm}$; $N_1=2250\text{rpm}$).

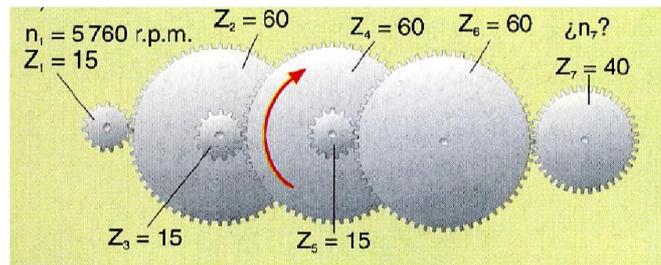
10. Una máquina dispone de dos ruedas de fricción troncocónicas para transmitir el movimiento desde un motor (que gira a 1200rpm y se acopla directamente al piñón), hasta un eje final cuya velocidad debe ser 1000rpm. Calcular el diámetro de la rueda conducida si el del piñón es de 50mm. (Sol: $D_2=60\text{mm}$)
11. Determina la relación de transmisión entre dos árboles y 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.(Sol: $n_2= 3000\text{ rpm}$, $i = 2$)
12. *Determina el módulo y el paso de una rueda dentada de 60 mm de diámetro primitivo y provista de 48 dientes.
(Sol: $m= 1,25\text{ mm}$, $p = 3,925\text{ mm}$).*
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.
(Sol: $i= 4$, $n_2= 6400\text{ rpm}$)
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. *Un piñón cuyo módulo es 2mm y su diámetro primitivo de 90mm, 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 1000rpm.
(Sol: $Z_1=45\text{ dientes}$; $D_2=120\text{mm}$; $N_2=720\text{rpm}$)*
17. 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.
(Sol: $N_4 = 250\text{ rpm}$)
18. 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 este?
(Sol: $D_2 = D_4 = 141,42\text{ mm}$).
19. 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 40mm. Sabiendo que el diámetro de las ruedas conducidas es de 40, 40 y 80 mm, calcular la velocidad del último árbol.
(Sol: $N_6= 500\text{ rpm}$)
20. 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. Sistema de engranajes simple unido al eje de salida del anterior. El engranaje conducido gira a 30rpm y tiene 45 dientes.
Se pide:

- a) Dibujo simbólico del mecanismo.
 - b) Nº de dientes del engranaje que falta.
 - c) Relación de transmisión del sistema y de cada mecanismo simple.
 - d) Sentido de giro de cada eje, si el eje de salida gira en el sentido de las agujas del reloj.
- (Sol: $Z_3=15$ dientes, $i_{12}=0,25$; $i_{34}= 0,33$; $i_{14}=0,083$)

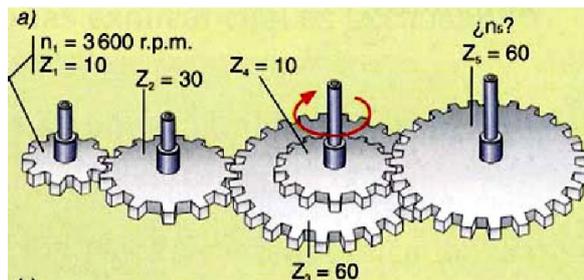
21. Calcula las velocidades de salida que proporciona en el taladro el siguiente mecanismo de cono escalonado de poleas.



22. Dado el sistema de engranajes de la figura calcula:
- a) Velocidad de giro de cada uno de los engranajes.
 - b) Relaciones de transmisiones parciales y total del sistema.



23. Dado el sistema de engranajes de la figura calcula:
- a) Velocidad de giro de cada uno de los engranajes.
 - b) Relaciones de transmisiones parciales y total del sistema.



EJERCICIOS SISTEMAS DE TRANSMISIÓN CIRCULAR A LINEAL

1. 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 N·m.

Calcula además el momento que hay que aplicar para obtener 275 N·m.

(Sol: $M_2 = 40 \text{ N}\cdot\text{m}$; $M_1 = 687,5 \text{ N}\cdot\text{m}$).

2. Calcular la velocidad de una puerta corredera que funciona con un sistema de piñón cremallera, cuyo piñón gira a 60 r.p.m. y es de módulo 10 y de 15 dientes.

(Sol: $v = 28274,4 \text{ mm/min}$)

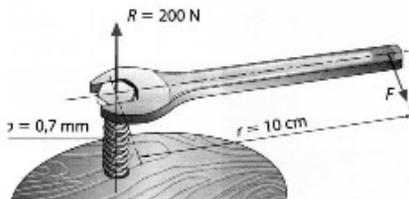
3. Calcula la velocidad de avance que proporciona un tornillo de 6 mm de paso que gira a 35 rpm. (Sol: $v = 210 \text{ mm/min}$)

4. Calcula el avance de una cremallera de 2 mm de paso cuando su piñón, que tiene 24 dientes, gira 12 vueltas. (Sol: 576 mm)

5. Calcula con que velocidad se desplazará una plataforma accionada por una cremallera de 3 mm de paso impulsada por un piñón de 60 dientes que gira a 100 rpm. (Sol: 18000 mm/min)

6. Calcular la fuerza que hay que hacer para apretar un tornillo cuyo paso es $p = 0,7 \text{ mm}$. y el material opone una resistencia de 200 N, en los siguientes casos:

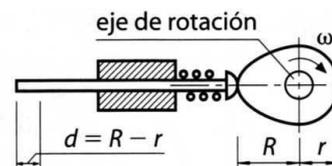
a) La fuerza se aplica directamente sobre el tornillo, de radio $r = 3 \text{ mm}$. (Sol: $F = 2,47 \text{ N}$)



b) La fuerza se aplica sobre el extremo de una llave fija cuyo brazo mide 10 cm. (Sol: $F_m = 0,074 \text{ N}$)

7. ¿Qué desplazamiento realizará el seguidor en un mecanismo que dispone de una leva cuyos radios son el menor de 15 mm y el mayor de 3 cm?

(Sol: 1,5 cm)



8. Calcular para la cadena cinemática siguiente la velocidad de avance de la cremallera cuando el motor gira a 1800 r.p.m. (Sol: 37,5 mm/s)

