

Transmisión de movimiento: Elementos mecánicos transformadores de movimiento



Siempre que se diseña una nueva máquina para realizar una actividad concreta es preciso considerar todos y cada uno de los mecanismos que constituirán el sistema mecánico de transmisión, transformación y regulación del movimiento de la misma.

El objetivo final deberá ser diseñar y fabricar una máquina, en la que todos sus componentes realicen sincronizadamente la tarea que tienen encomendada, que el conjunto sea rentable, seguro, eficaz y que cumpla con los requisitos y normativas medioambientales.



Imagen 1. [gadgetopia](#). Copyright

En un gran número de ocasiones será necesario transformar el movimiento rotativo del motor que alimenta el equipo en un movimiento de otro tipo, por ejemplo lineal o alternativo. Es pues necesario desarrollar múltiples mecanismos transformadores de movimiento. Estos mecanismos pueden llegar a ser muy variados y complejos, pero todos ellos estarán basados en los distintos principios de transmisión que vamos a estudiar a lo largo de este tema.

1. Piñón-Cremallera



Importante

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.

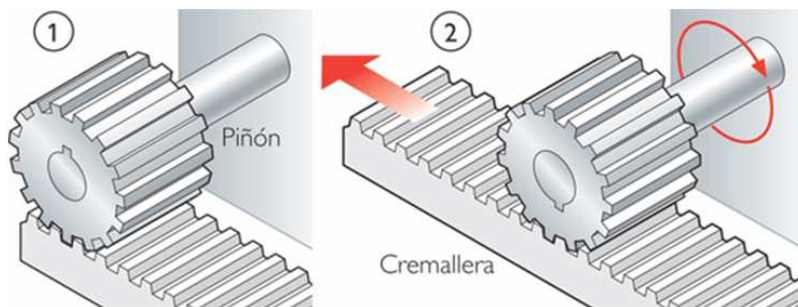


Imagen 2. isftic. Creative Commons

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.

Este tipo de mecanismo es reversible. Es decir puede funcionar aplicando un movimiento de giro al piñón que es transmitido a la cremallera desplazándolos de forma lineal, o viceversa, si se administran movimientos lineales alternativos a la cremallera, éstos se convierten en movimientos rotativos en el piñón.

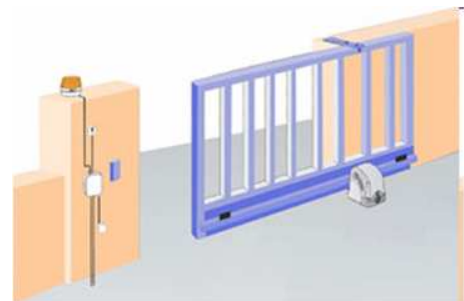


Imagen 3. isftic. Creative Commons

Se utiliza en la apertura y cierre de puertas sobre guías, y en las direcciones de los automóviles.



Imagen 4. wikipedia. Creative Commons

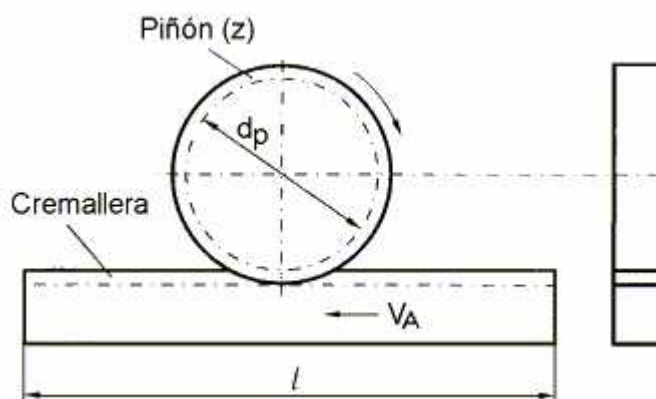


Imagen 5. Recursos propios. Creative Commons

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:

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

Donde:

- **dp** 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.

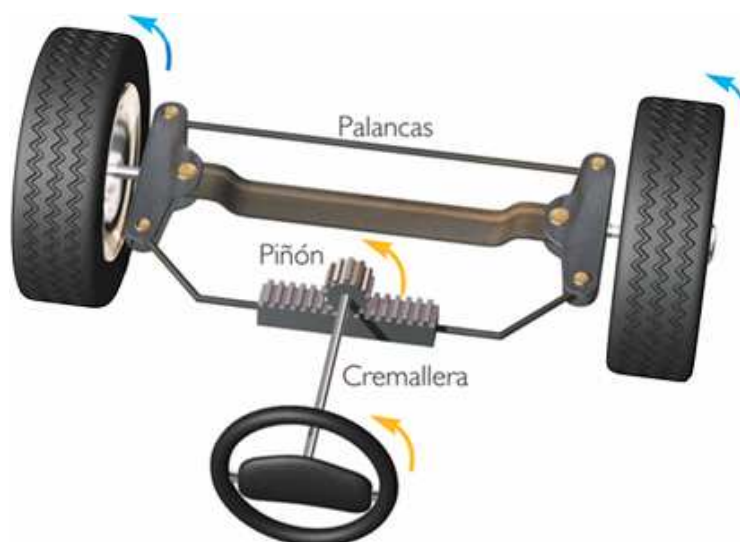


Imagen 6. Texto Ed. Oxford. Copyright

Por otro lado la velocidad de avance (**Va**) de la cremallera expresada en m/s. Se calculará según la fórmula:

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

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

- El paso **p** representa la distancia en metros entre dos dientes,
- Su inversa representará por lo tanto los dientes que hay en un metro de avance, por lo tanto en un metro de cremallera, se designará por **N**.

$$N = \frac{1}{p} = \frac{Z}{A}$$

Por lo tanto la velocidad de avance (**Va**) se puede expresar por:

$$V_a = \frac{p \cdot Z \cdot n}{60} = \frac{Z \cdot n}{60 \cdot N}$$



Ejercicio resuelto

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:

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

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

Necesitarás utilizar las fórmulas vistas en el capítulo actual.



Curiosidad

En este vídeo de Youtube podrás comprobar el funcionamiento de un sistema cardan cremallera.

2. Tornillo sinfín-Corona



Importante

En este mecanismo un **tornillo sinfín** (1) va montado en el eje motor, haciendo girar la **corona** que es el eje de salida (2). 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.

Mientras los tornillos de fuerza son generalmente de rosca simple, los tornillos sinfín tienen usualmente roscas múltiples. Al número de roscas de un tornillo sinfín se le llama **número de entradas**. Este valor determina la velocidad de giro de la corona de salida.

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

En el esquema de la figura superior el sinfín es de dos entradas, por lo que cada vuelta de éste, la corona avanza dos dientes.

La velocidad de giro de ambos ejes dependerá del número de dientes de la corona (Z_2) como del número de entradas (e_1) del tornillo sinfín y viene dada por:

$$n_1 \cdot e_1 = n_2 \cdot Z_2$$

Por lo tanto la relación de transmisión del sistema es:

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{e_1}{Z_2}$$

La relación de transmisión de velocidad siempre será menor que la unidad, es decir el mecanismo producirá reducción de velocidad. Debido a que es el mecanismo que consigue valores elevados de reducción de velocidad se emplea en tacómetros, carros de máquinas herramientas, cremalleras de dirección para automóviles, contadores de agua y eléctricos, juguetería,...

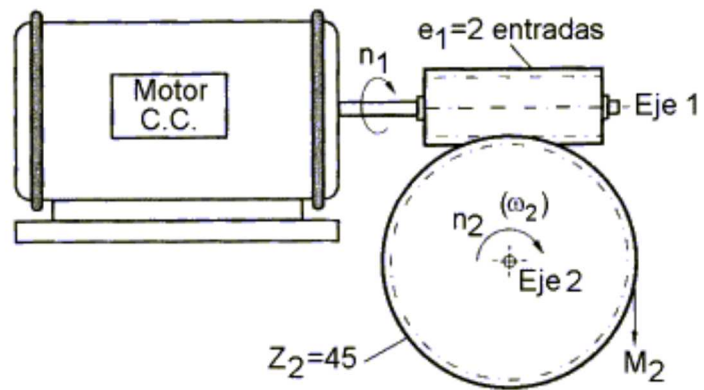


Imagen 7. monografías. Copyright



Imagen 8. wikipedia. Creative Commons



Imagen 9. monografías. Copyright

Ejercicio resuelto

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:

- a) Velocidad del eje de salida.
- b) Número de dientes de la corona.

3. Biela-Manivela



Importante

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.

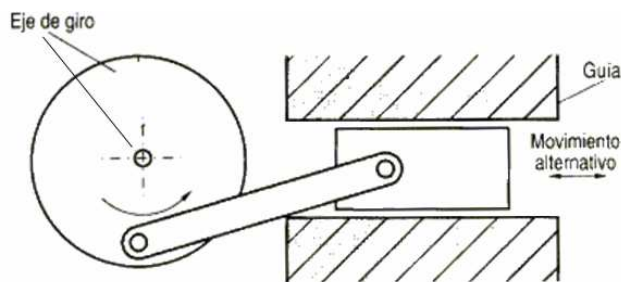


Imagen 10. Todomonografías. Creative Commons

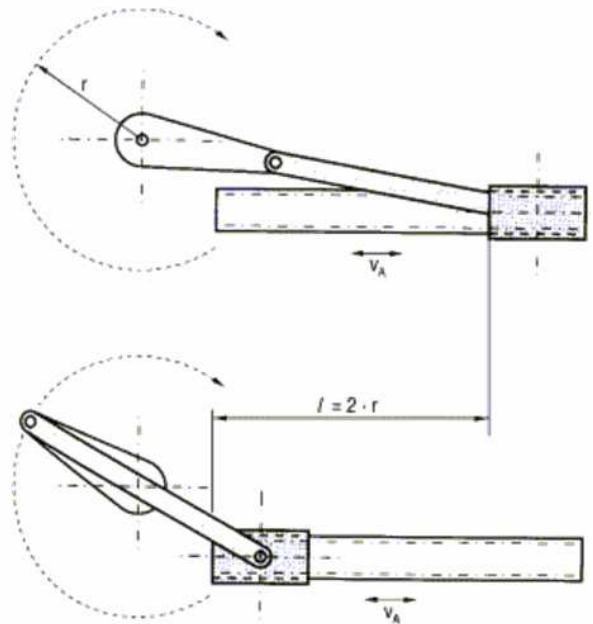


Imagen 11. Todomonografías. Copyright

Se consigue así un movimiento alternativo de vaivén en la biela. A la longitud de desplazamiento recibe el nombre de **carrera**, y su valor depende de la longitud de la manivela (radio de giro). Cuando la manivela da una vuelta completa, la biela se desplaza una distancia igual al doble de la longitud de la manivela.

Las posiciones extremas del recorrido se llaman puntos muertos, siendo el punto muerto superior (pms) el que está a mayor distancia del eje de la manivela, y punto muerto inferior (pmi) el que está más próximo.

La distancia entre el pms y el pmi se llama carrera y coincide con el doble de la longitud de la manivela.

Entre sus numerosas aplicaciones destacan sobre todo las utilizadas en el mundo del automóvil. Así por ejemplo el movimiento alternativo producido en los pistones de los cilindros es transformado en giro por medio de sistemas biela manivela.

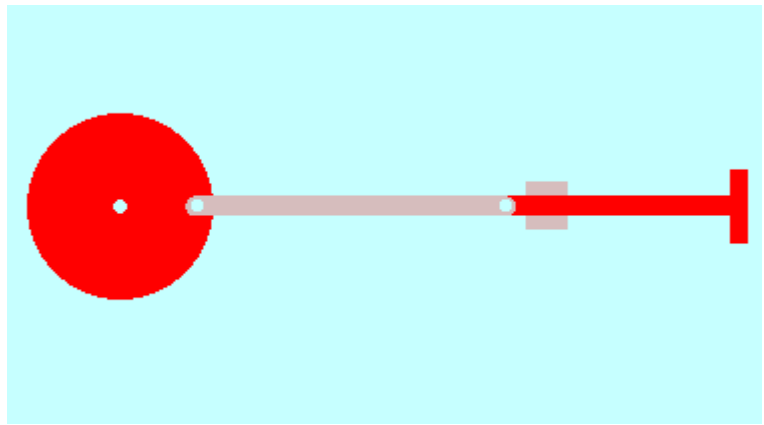


Imagen 12. [atikoestudio](#). Copyright



Curiosidad

Mira el siguiente vídeo que muestra de forma gráfica el funcionamiento de un sistema biela manivela.

4. Tornillo-Tuerca



Importante

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**.

Los perfiles de rosca redondos y trapezoidales son reversibles, es decir, puede girar el tornillo y desplazarse la tuerca (o viceversa), girar la tuerca y desplazarse longitudinalmente el tornillo.

El movimiento circular no tiene por qué ser suministrado por un motor, sino que se puede producir manualmente mediante una manivela como sucede en el tornillo de banco, o en la tajadera del cauce de un riego o en un gato a manivela.

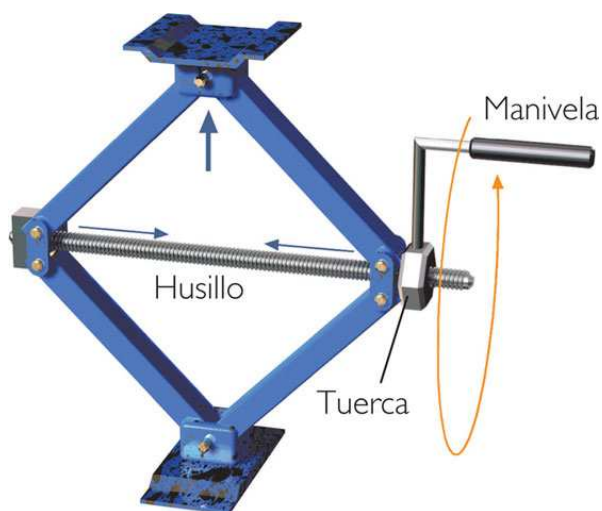


Imagen 13. [kalipedia](#). Creative Commons



Imagen 14. [almacenesarenal](#). Copyright

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

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:

$$A = p \cdot e$$

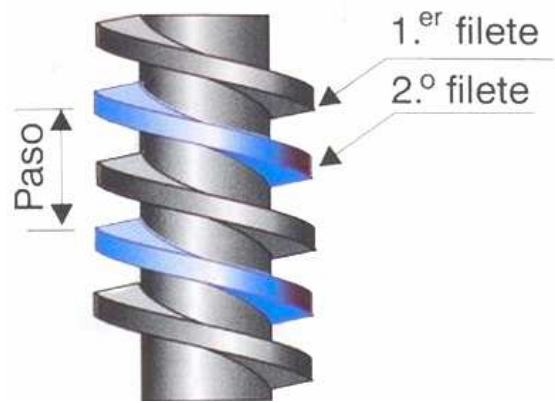


Imagen 15. monografias. Copyright

La velocidad de avance del tornillo es:

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

► Donde **n** es la velocidad de giro en rpm.

Por último el tiempo que tarda la tuerca en recorrer una distancia L vendrá expresado por:

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



Ejercicio resuelto

Calcula la velocidad de avance de una tajadera que controla la apertura y cierre de un cauce de riego, si el mecanismo de control es un tornillo-tuerca de triple entrada y 5mm de paso, y la tuerca gira con una velocidad uniforme de 100 rpm.



Autoevaluación

Calcula el tiempo que tarda en completarse la maniobra del ejercicio anterior, si la tajadera tiene una longitud de 80 cm.

5. Leva. Excéntrica



Importante

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.

Este tipo de transformación de movimiento es **irreversible**. Es decir el movimiento alternativo del seguidor no es capaz de producir el giro del elemento rotatorio.

El palpador puede accionar una válvula, un pulsador,...

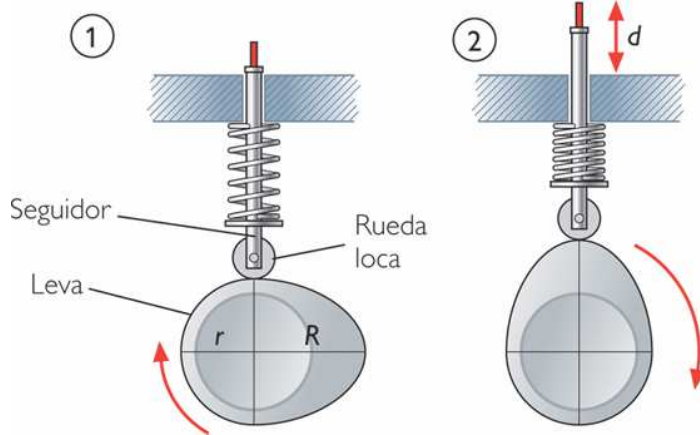


Imagen 17. [Kalipedia](#). Creative Commons

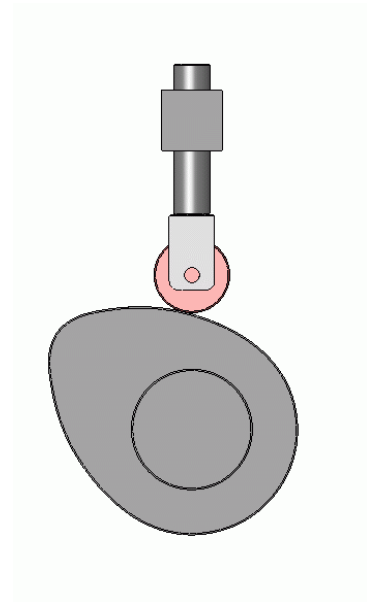


Imagen 16. [Wikipedia](#). Creative Commons

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**.

El **palpador** en todo momento debe permanecer en contacto con el contorno de la leva. Esto se consigue por medio de la utilización de muelles, resortes o a la propia fuerza de la gravedad.

- El recorrido vertical máximo que efectúa el palpador se llama carrera del palpador.
- Los puntos extremos del recorrido corresponden a los puntos del perfil de la leva con distancia máxima (radio mayor) o mínima (radio menor) respecto al eje de giro.
- El valor numérico de la carrera se obtiene restando, del radio mayor, el radio menor.

Existen perfiles de leva muy diversos siempre determinados por el movimiento que se requiera en el seguidor, pudiendo adoptar formas realmente complejas.

Su función principal es la **automatización de máquinas** (programadores de lavadora, control de máquinas de vapor, apertura y cierre de contactos eléctricos, de las válvulas de los motores de explosión...).

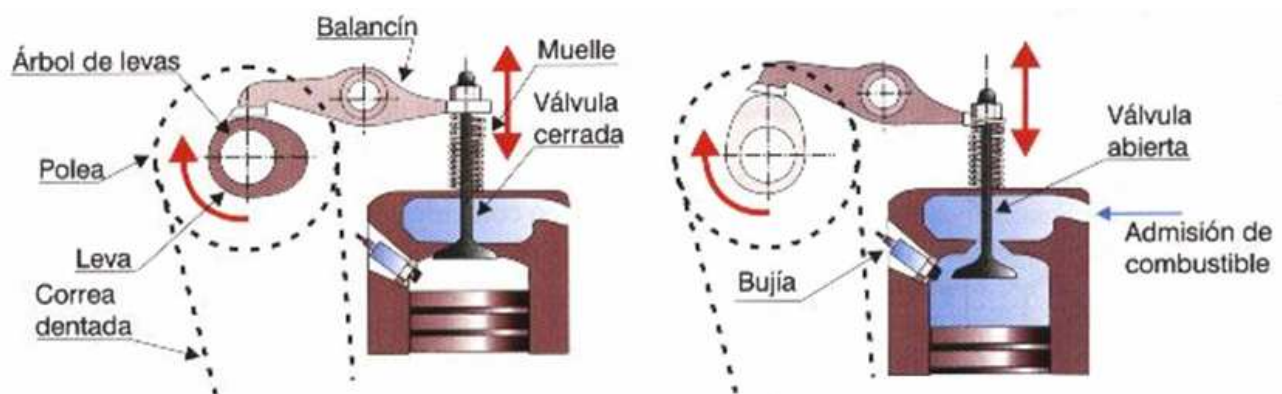


Imagen 18. Monografias. Copyright



Importante

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**.

Es como una leva particular, cuyo contorno es una circunferencia en la que el eje de giro no coincide con el eje de la circunferencia, siendo la carrera del seguidor el doble de la distancia que existe entre el centro de la circunferencia y el eje de giro.

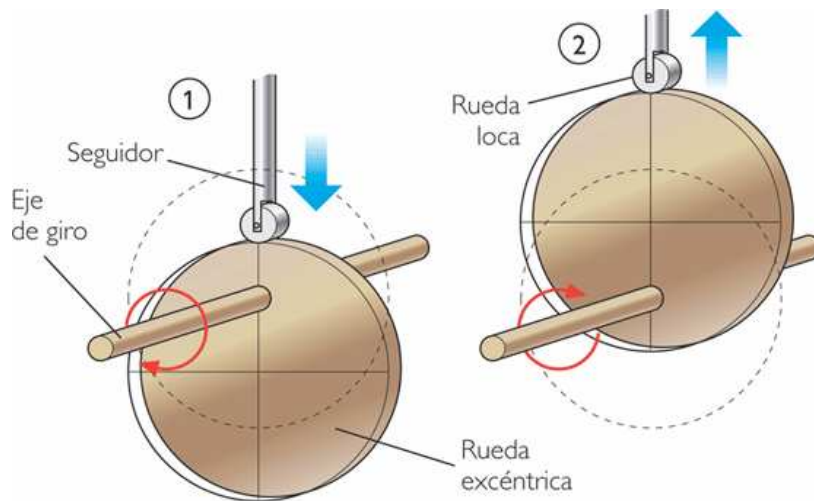


Imagen 19. kalipedia. Creative Commons



Autoevaluación

una Leva es un mecanismo que permite:

- Transformar un movimiento alternativo en lineal rotatorio
- transformar un movimiento rotatorio en lineal alternativo.
- transformar un movimiento lineal en rotatorio alternativo.
- transformar un movimiento rotatorio alternativo en lineal.



Autoevaluación

Lee el siguiente párrafo y completa los huecos.

El movimiento rotatorio de la leva produce un movimiento oscilante en una pieza llamada . La secuenciación sincronizada de este movimiento permite crear una secuencia de apertura/cierre en las de admisión y escape de los del motor de un automóvil. Se utilizan tantas levas como sean necesarias sobre un solo eje constituyendo un .

Comprobar

6. Cigüeñal



Importante

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 profusamente 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.



Imagen 20. Riobamba. Copyright

Para que un cigüeñal funcione de forma correcta, es necesario que presente un **equilibrio estático** distribuyendo su masa uniformemente alrededor del eje, y un **equilibrio dinámico**, para tratar de evitar las posibles vibraciones generadas durante el giro, causadas por la fuerza transmitida por las bielas. Por este motivo llevan contrapesos, con ellos se consigue que la fuerza centrífuga al girar sea completamente uniforme.

En un cigüeñal se distinguen tres partes:

- 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.

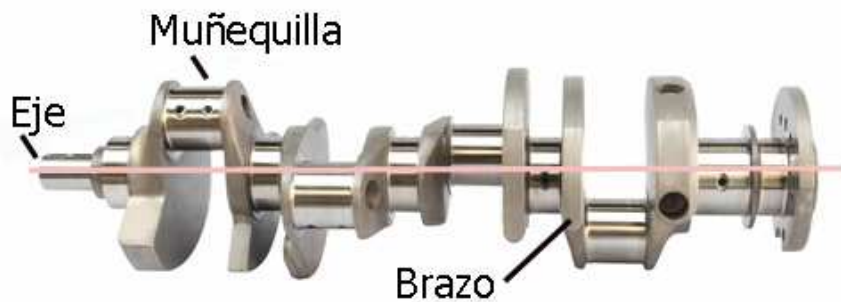


Imagen 21. Shinesea. Copyright

Cuando el cigüeñal consta de varias muñequillas dispuestas en planos y sentidos diferentes, el movimiento alternativo de las diversas bielas estará sincronizado y la distancia recorrida por el pie de biela dependerá de la longitud del brazo de cada manivela.

Los cigüeñales se utilizan en todo tipo de mecanismos que precisen movimientos alternativos sincronizados. Se pueden encontrar mecanismos de este tipo desde máquinas tan grandes como los motores de coches, como en juguetes en los que piernas y manos van sincronizados.

El número de muñequillas y la disposición de los brazos puede variar mucho en función de las necesidades y el diseño de la máquina. En las figuras adjuntas se pueden observar un cigüeñal con ocho cilindros en "V", un cigüeñal con seis cilindros en línea y un cigüeñal con cuatro cilindros en oposición.

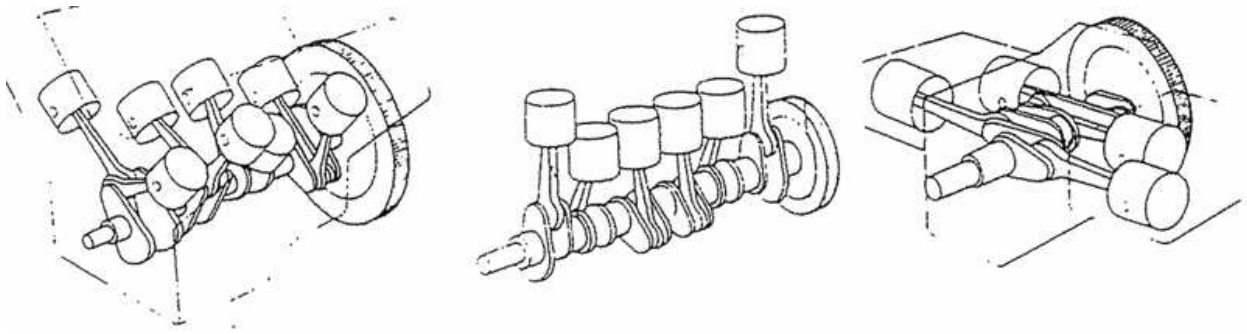


Imagen 22. Recursos propios

Al final del cigüeñal se sitúa una pieza circular llamada volante de inercia, solidaria al embrague y cuya función principal es arrastrar el cigüeñal cuando éste no tiene el empuje necesario en los pistones debido a los intervalos entre las explosiones.



Ejercicio resuelto

Un motor de explosión de cuatro cilindros y 1600 cm^3 tiene el diámetro de los pistones de 90 mm. Calcula la excentricidad que debe tener el cigüeñal, es decir, la longitud de la manivela del cigüeñal.

7. Cruz de Malta



Importante

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

Consiste en un mecanismo en el que un motor hace girar un volante (luna). Este dispone de una leva, con un vástago (**gorrón**). Cuando el gorrón en su giro conecta con una pieza en forma de cruz, esta última girará.

Si observas la figura de la derecha te darás cuenta de que la cruz permanece durante la mayor parte del recorrido del volante bloqueada. Tan solo cuando la leva engarza el pivote con la hendidura de la cruz ésta se encuentra libre y puede girar.

El avance del pivote en la ranura de la cruz, la arrastra, provocando que ésta gire hasta que vuelve a desengarzarse el pivote de la leva, de la hendidura de la cruz.

Hasta casi el final de la nueva revolución el volante bloquea de nuevo a la cruz, hasta engarzar en la siguiente hendidura de la cruz; de forma que por cada vuelta que gira el árbol motor, la cruz avanza el ángulo formado por los ejes de dos hendiduras consecutivas de la cruz.

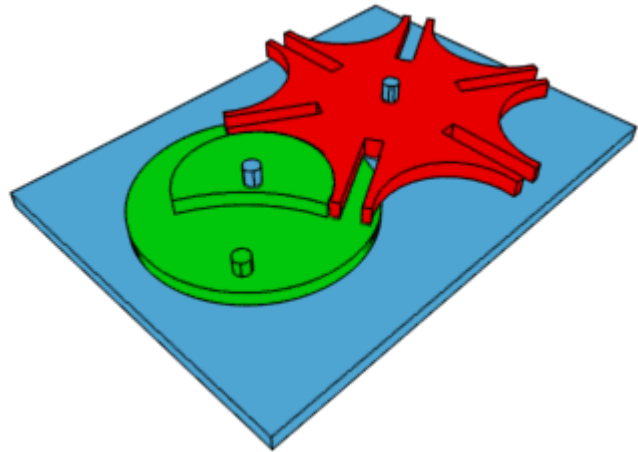


Imagen 23. [Wikipedia](#).Creative Commons

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). También se usa para el cambio de herramienta en las fresadoras automáticas provista de varios útiles.

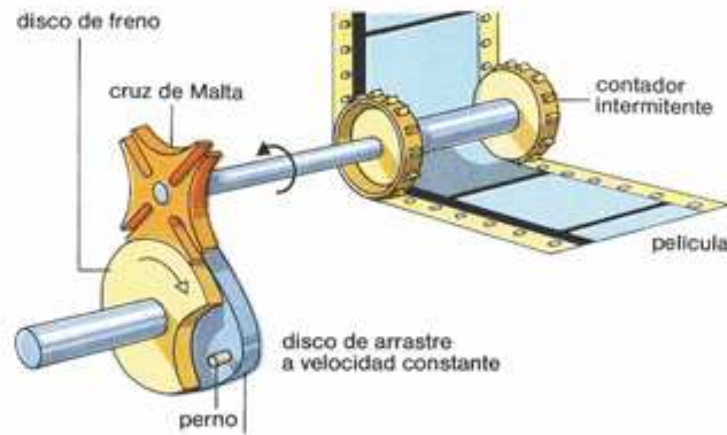


Imagen 24. Aratecno. Copyright