



# MÁQUINAS Y MECANISMOS

PARTE III:  
MECANISMOS PARA TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTOS

---

# ÍNDICE

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| 1.- TRANSFORMACIÓN DE GIRATORIO EN GIRATORIO .....          | 1  |
| 1.1.- RUEDAS DE FRICCIÓN .....                              | 1  |
| 1.1.1.- DESCRIPCIÓN .....                                   | 1  |
| 1.1.2.- CARACTERÍSTICAS .....                               | 1  |
| 1.2.- SISTEMA POLEA-CORREA .....                            | 2  |
| 1.2.1.- DESCRIPCIÓN.....                                    | 2  |
| 1.2.2.- CARACTERÍSTICAS .....                               | 2  |
| 1.2.3.- RELACIÓN DE VELOCIDADES.....                        | 2  |
| 1.2.4.- MULTIPLICADORES DE VELOCIDAD .....                  | 4  |
| 1.2.5.- TREN DE POLEAS.....                                 | 4  |
| 1.3.- SISTEMA CADENA-PIÑÓN .....                            | 5  |
| 1.3.1.- DESCRIPCIÓN.....                                    | 5  |
| 1.3.2.- CARACTERÍSTICAS .....                               | 5  |
| 1.4.- SISTEMA DE ENGRANAJES .....                           | 6  |
| 1.4.1.- DESCRIPCIÓN.....                                    | 6  |
| 1.4.2.- CARACTERÍSTICAS .....                               | 7  |
| 1.5.- Sistema rueda dentada-linterna .....                  | 7  |
| 1.5.1.- DESCRIPCIÓN.....                                    | 7  |
| 1.5.2.- CARACTERÍSTICAS .....                               | 8  |
| 2.- TRANSFORMACIÓN DE GIRATORIO EN LINEAL ALTERNATIVO ..... | 8  |
| 2.1.- SISTEMA EXCÉNTRICA-BIELA .....                        | 8  |
| 2.1.1.- DESCRIPCIÓN.....                                    | 9  |
| 2.1.2.- CARACTERÍSTICAS .....                               | 9  |
| 2.2.- SISTEMA CIGÜEÑAL-BIELA .....                          | 9  |
| 2.2.1.- DESCRIPCIÓN.....                                    | 9  |
| 2.2.2.- CARACTERÍSTICAS.....                                | 10 |
| 2.3.- SISTEMA BIELA-MANIVELA-ÉMBOLO .....                   | 11 |
| 2.3.1.- DESCRIPCIÓN.....                                    | 11 |
| 2.3.2.- CARACTERÍSTICAS.....                                | 11 |
| 3.- TRANSFORMACIÓN DE GIRATORIO EN OSCILANTE.....           | 11 |
| 3.1.- SISTEMA EXCÉNTRICA-BIELA-PALANCA (pedal).....         | 11 |
| 3.1.1.- DESCRIPCIÓN.....                                    | 12 |
| 3.2.- CARACTERÍSTICAS .....                                 | 12 |
| 3.3.- SISTEMA DE LEVAS.....                                 | 13 |
| 3.3.1.- DESCRIPCIÓN.....                                    | 13 |
| 3.3.2.- CARACTERÍSTICAS.....                                | 13 |
| 4.- TRANSFORMACIÓN DE GIRATORIO EN LINEAL CONTINUO .....    | 13 |
| 4.1.- CREMALLERA-PIÑÓN.....                                 | 13 |
| 4.1.1.- DESCRIPCIÓN.....                                    | 13 |
| 4.1.2.- CARACTERÍSTICAS .....                               | 13 |
| 4.2.- TORNILLO-TUERCA .....                                 | 14 |
| 4.2.1.- DESCRIPCIÓN.....                                    | 14 |
| 4.2.2.- CARACTERÍSTICAS.....                                | 14 |
| 4.3.- CABESTRANTE (torno).....                              | 14 |
| 4.3.1.- DESCRIPCIÓN.....                                    | 14 |
| 4.3.2.- CARACTERÍSTICAS.....                                | 15 |
| 5.- TRANSFORMACIÓN DE LINEAL EN LINEAL.....                 | 15 |
| 5.1.- APAREJOS DE POLEAS.....                               | 15 |
| 5.1.1.- DESCRIPCIÓN.....                                    | 15 |
| 5.1.2.- CARACTERÍSTICAS .....                               | 16 |
| 6.- ÍNDICE DE TÉRMINOS.....                                 | 16 |

---

## 1.- TRANSFORMACIÓN DE GIRATORIO EN GIRATORIO

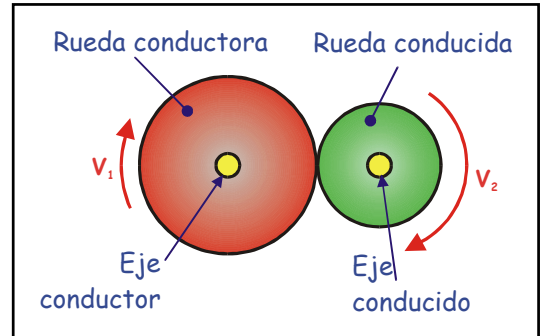
### 1.1.- RUEDAS DE FRICCIÓN

Permite transmitir un movimiento giratorio entre dos ejes paralelos.

#### 1.1.1.- DESCRIPCIÓN

Este sistema consiste, básicamente, en dos **ruedas** solidarias con sus **ejes**, cuyos perímetros se encuentran en contacto directo, pudiendo transmitirse el movimiento de una a otra mediante fricción.

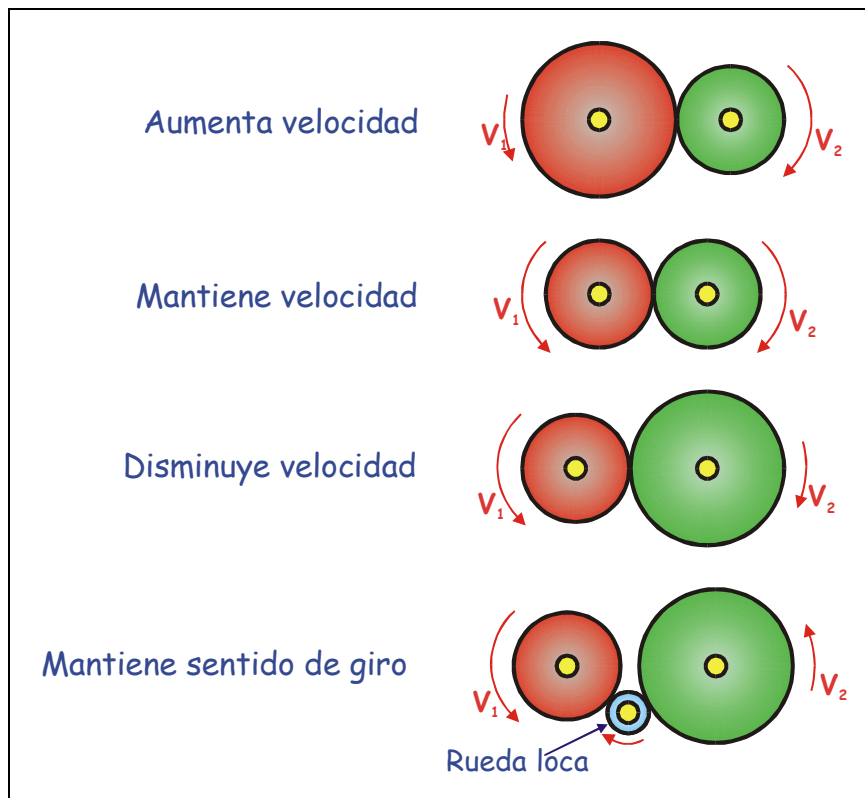
Su utilidad se centra en transmitir un movimiento giratorio entre dos ejes pudiendo modificar las características de velocidad y sentido de giro.



#### 1.1.2.- CARACTERÍSTICAS

Debido a que el único medio de unión entre ambas ruedas es la fricción que se produce entre sus perímetros, no pueden ser empleadas para la transmisión de grandes esfuerzos. Se suelen encontrar en aparatos electrodomésticos de audio y vídeo, así como en algunas atracciones de feria (norias, vaivenes...) en las que un neumático acciona una pista de rodadura.

Debido a las características del acoplamiento entre las ruedas, el sentido de giro de ambos ejes es contrario, siendo necesario recurrir a una rueda loca para conseguir que ambos giren en el mismo sentido.



## 1.2.- SISTEMA POLEA-CORREA

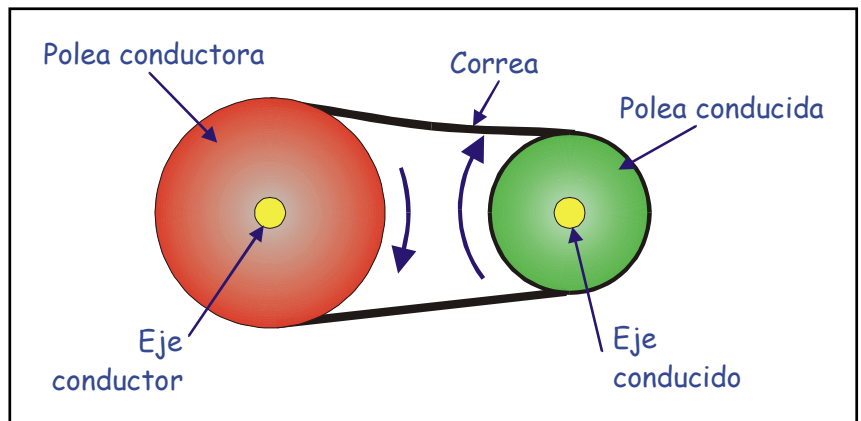
Transmite un movimiento giratorio de un eje a otro, pudiendo modificar sus características de velocidad y sentido. Normalmente los ejes tienen que ser paralelos, pero el sistema también puede emplearse con ejes que se cruzan a  $90^\circ$

### 1.2.1.- DESCRIPCIÓN

El sistema se compone, básicamente, de dos **ejes** (conductor y conducido), dos **poleas** (conductora y conducida) y una **correa**; a los que se les puede añadir otros operadores como **poleas locas** o **tensores** cuya finalidad es mejorar el comportamiento del sistema.

La finalidad de cada operador es la siguiente:

- El **Eje conductor** es el eje motriz, el que dispone del movimiento que tenemos que transmitir al otro eje.
- El **Eje conducido** es el eje que tenemos que mover.
- **Polea conductora** es la que está unida al eje conductor.
- **Polea conducida** es la que está unida al eje conducido.
- La **Correa** es un aro flexible que abraza ambas poleas y transmite el movimiento de una a otra.



Puede resultar interesante observar que los dos tramos de la correa no se encuentran soportando el mismo esfuerzo de tensión: uno de ellos se encuentra bombeado (flojo) mientras que el otro está totalmente tenso dependiendo del sentido de giro de la polea conductora (en la figura anterior el tramo superior estaría flojo mientras el inferior estaría tenso).

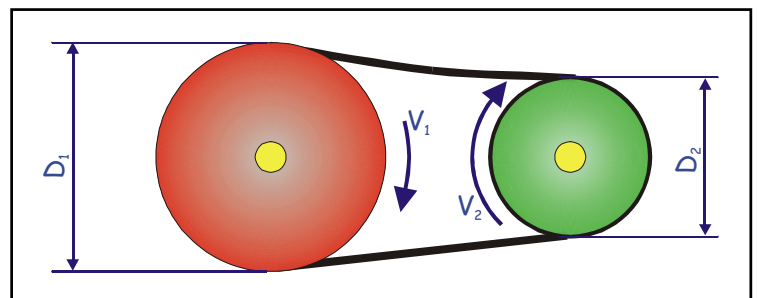
### 1.2.2.- CARACTERÍSTICAS

Este sistema de transmisión de movimientos tiene muchas ventajas: mucha fiabilidad, bajo coste, funcionamiento silencioso, no precisa lubricación, tiene una cierta elasticidad... Por estas razones es tan usado en aparatos **electrodomésticos** (neveras, lavadoras, lavavajillas...), electrónicos (aparatos de vídeo y audio, disqueteras...) y en algunos mecanismos de los **motores térmicos** (ventilador, distribución, alternador, bomba de agua...).

Su principal desventaja consiste en que cuando la tensión es muy alta la correa puede llegar a salirse de la polea, lo que en algunos casos puede llegar a provocar alguna avería más seria.

### 1.2.3.- RELACIÓN DE VELOCIDADES

La transmisión de movimientos entre los dos ejes está en función de los diámetros de las dos poleas,



cumpléndose en todo momento:

$$D_1 \times N_1 = D_2 \times N_2$$

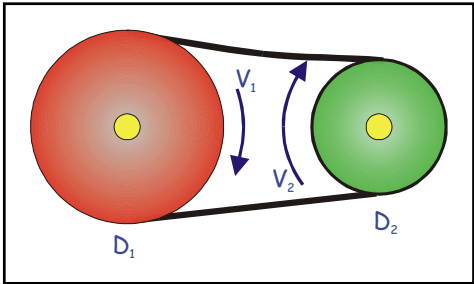
Definiendo la **relación de velocidades** como:

$$i = \frac{\text{Velocidad eje conductor}}{\text{Velocidad eje conducido}} = \frac{\text{Diámetro polea conducida}}{\text{Diámetro polea conductora}}$$

$$I = \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

Donde:

- $D_1$  Diámetro Polea conductora
- $D_2$  Diámetro Polea conducida.
- $N_1$  Velocidad de giro Polea conductora
- $N_2$  Velocidad de giro Polea conducida.

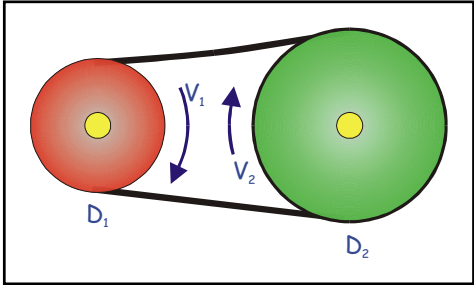


**1.2.3.a.- Aumento de la velocidad de giro.**

Si la *Polea conductora* tiene mayor diámetro que la *conducida*, la velocidad de giro aumenta.

$$D_1 > D_2$$

$$V_1 < V_2$$

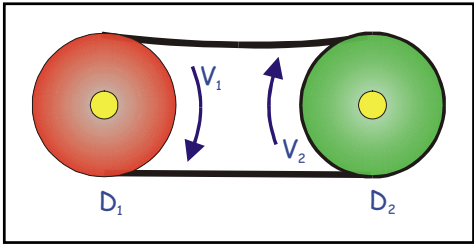


**1.2.3.b.- Disminución de la velocidad de giro.**

Si la *Polea conductora* es menor que la *conducida*, la velocidad de giro del *eje conducido* será mayor que la del *eje conductor*.

$$D_1 < D_2$$

$$V_1 > V_2$$



**1.2.3.c.- Mantenimiento de la velocidad de giro.**

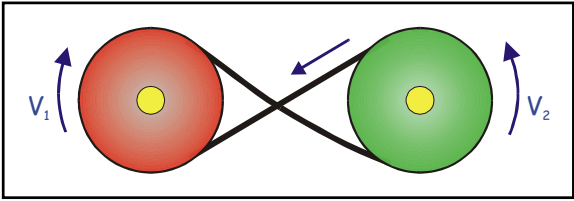
Si ambas poleas tienen igual diámetro, la velocidad de giro de los dos ejes es idéntica.

$$D_1 = D_2$$

$$V_1 = V_2$$

**1.2.3.d.- Inversión del sentido de giro.**

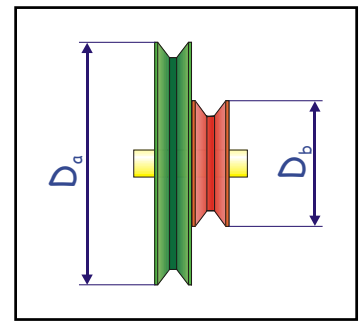
Empleando poleas y correas también es posible invertir el sentido de giro de los dos ejes sin más que cruzar las correas.



Con una adecuada *relación de diámetros* se podrá también aumentar ( $D_1 > D_2$ ), disminuir ( $D_1 < D_2$ ) o mantener ( $D_1 = D_2$ ) la velocidad de giro del eje conducido.

### 1.2.4.- MULTIPLICADORES DE VELOCIDAD

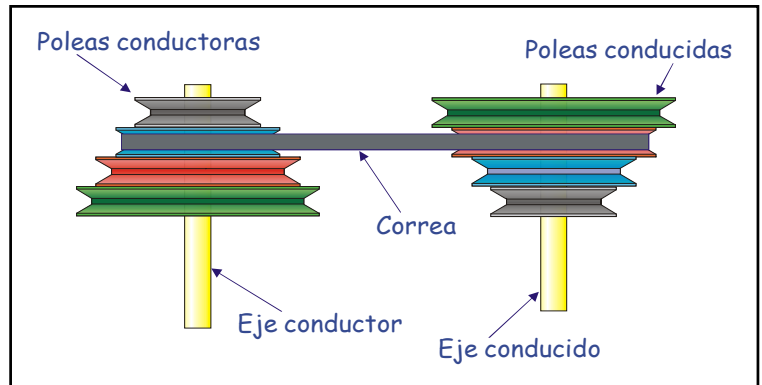
La mejor forma de conseguir que una máquina disponga de cierta variedad de velocidades empleando el sistema polea-correa consiste en el empleo de polea múltiples colocadas según se muestra en la figura. Para un correcto funcionamiento del sistema es necesario disponer de un sistema que permita modificar la tensión de la correa para facilitar el emparejamiento de las poleas.



Este sistema es muy empleado en taladros sensitivos.

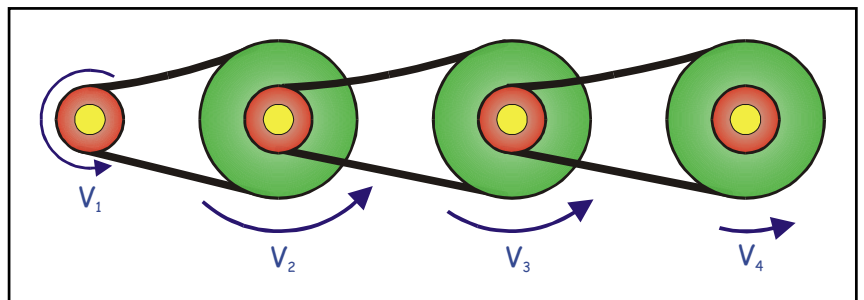
### 1.2.5.- TREN DE POLEAS

Para conseguir una gran *reducción* o *aumento* de la velocidad de giro sin tener que recurrir a diámetros excesivamente grandes o pequeños, se puede hacer uso de poleas dobles con diámetros diferentes ( $D_a$  y  $D_b$ ) montadas sobre un mismo eje.



Una de las poleas hace de conducida de la anterior mientras que la otra hace de conductora de la siguiente. Según cual se elija como conductora o como conducida tendremos un *reductor* o un *amplificador* de velocidad.

En este caso se cumple que el *eje conductor* gira a la velocidad  $V_1$ , y por cada grupo que montemos se producirá una reducción de velocidad que estará en la misma proporción que los diámetros de las poleas ( $D_b/D_a$ ), cumpliéndose que:



$$V_2 = V_1 \times (D_b/D_a)$$

$$V_3 = V_2 \times (D_b/D_a)$$

$$V_4 = V_3 \times (D_b/D_a)$$

Por tanto, en este caso tendremos que:

$$V_4 = V_1 \times (D_b/D_a) \times (D_b/D_a) \times (D_b/D_a)$$

Luego:

$$V_4 = V_1 \times (D_b/D_a)^3$$

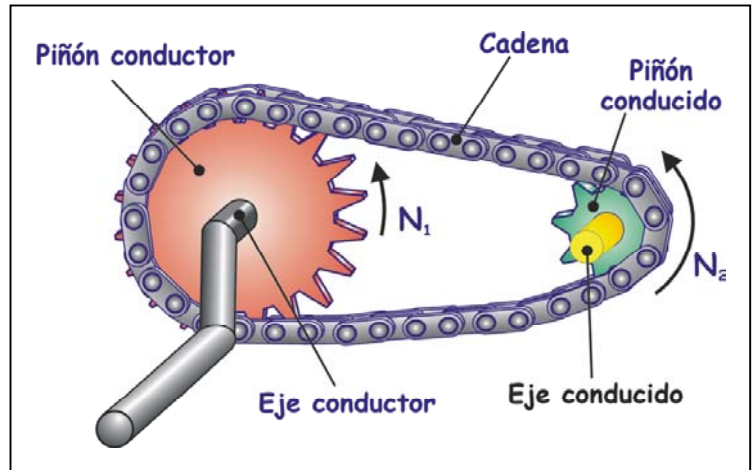
### 1.3.- SISTEMA CADENA-PIÑÓN

Transmite un movimiento giratorio entre ejes paralelos, pudiendo modificar la velocidad, pero no el sentido de giro.

#### 1.3.1.- DESCRIPCIÓN

Este sistema consta de una **cadena sin fin** (cerrada) cuyos eslabones engranan con ruedas dentadas (**piñones**) que están unidas a los ejes de los mecanismos *conductor* y *conducido*.

- Las **cadena**s empleadas en esta transmisión suelen tener libertad de movimiento solo en una dirección y tienen que *engranar* de manera muy precisa con los dientes de los piñones. Las partes básicas de las cadenas son: placa lateral, rodillo y pasador.
- Las **ruedas dentadas** suelen ser una placa de acero (aunque también las hay de materiales plásticos) *sin cubo*.



#### 1.3.1.a.- Relación de velocidades

Para la relación de transmisión valen todas las ecuaciones deducidas para las poleas, sin más que sustituir el diámetro de las poleas por el número de dientes de los piñones, así se cumple:

$$\text{Relación de velocidades} = \frac{\text{Número de dientes de la rueda conducida}}{\text{Número de dientes de la rueda conductora}} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

#### 1.3.2.- CARACTERÍSTICAS

Este sistema aporta beneficios sustanciales respecto al sistema correa-polea, pues al emplear *cadena que acoplan en los dientes de los piñones* se evita el deslizamiento que se producía entre la *correa y la polea*.

Otras ventajas e inconvenientes de este sistema pueden ser:

- Presenta la gran ventaja de mantener la **relación de transmisión constante** (pues no existe deslizamiento) incluso transmitiendo grandes potencias entre los ejes (caso de motos y bicicletas), lo que se traduce en **mayor eficiencia** mecánica (mejor rendimiento). Además, **no necesita estar tan tensa** como las correas, lo que se traduce en menores averías en los rodamientos.
- Presenta el inconveniente de ser más **costoso**, más **ruidoso** y de funcionamiento **menos flexible** (en caso de que el eje conducido cese de girar por cualquier causa, el conductor también lo hará, lo que puede producir averías en el mecanismo motor o la ruptura de la cadena), así como el **no permitir la inversión del sentido de giro ni la transmisión entre ejes cruzados**; además necesita una **lubricación** (engrase) adecuada.

## 1.4.- SISTEMA DE ENGRANAJES

Permite transmitir un movimiento giratorio de un eje a otro, pudiendo modificar las características de velocidad y sentido de giro. Estos ejes pueden ser paralelos, coincidentes o cruzados.

### 1.4.1.- DESCRIPCIÓN

El sistema de engranajes es similar al de ruedas de fricción. La diferencia estriba en que la **transmisión simple de engranajes** consta de una rueda motriz con dientes en su periferia exterior, que engrana sobre otra similar, lo que evita el deslizamiento entre las ruedas. Al engranaje de mayor tamaño se le denomina **rueda** y al de menor **piñón**.

A diferencia de los sistemas de *correa-polea* y *cadena-piñón*, este no necesita ningún operador (cadena o correa) que sirva de enlace entre las dos ruedas.

Los dientes de los engranajes son diseñados para permitir la rotación uniforme (sin saltos) del eje conducido.

#### 1.4.1.a.- Sentido de giro

Este sistema de transmisión (como el de *ruedas de fricción*) invierte el sentido de giro de dos ejes contiguos, cosa que podemos solucionar fácilmente introduciendo una *rueda loca* o *engranaje loco* que gira en un eje intermedio.

#### 1.4.1.b.- Relación de transmisión

Para el cálculo de la relación de transmisión entre engranajes se tiene en cuenta el número de dientes de cada rueda en vez de su diámetro (igual que en la transmisión cadena-piñón) cumpliéndose:

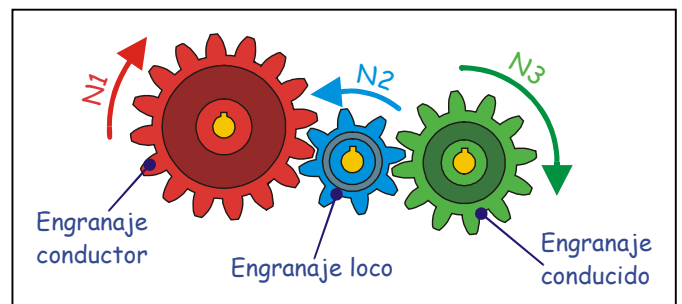
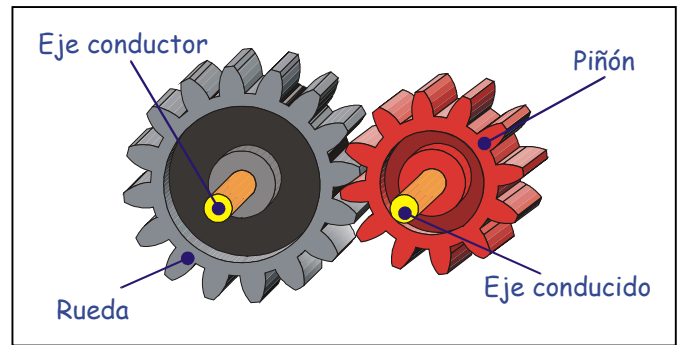
$$\text{Relación de transmisión} = \frac{\text{Número de dientes de la rueda conducida}}{\text{Número de dientes de la rueda conductora.}} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

#### 1.4.1.c.- Tren de engranajes.

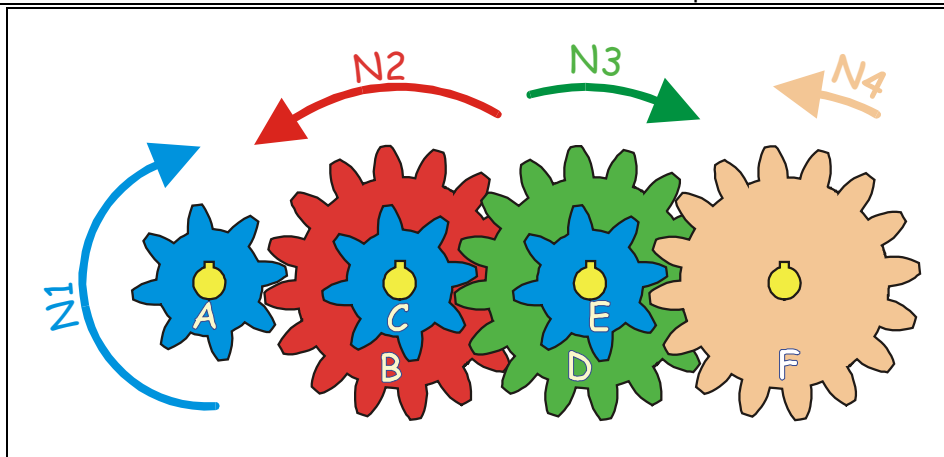
Con engranajes también se pueden conseguir disminuciones o aumentos significativos de la velocidad de giro de los ejes sin más que montar un **tren de engranajes**. En el dibujo siguiente puede verse que las velocidades de giro de los ejes ( $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$  y  $N_4$ ) se van reduciendo a medida que se engrana una rueda de menor número de dientes a una de mayor número. Recordar que, al igual que en los *trenes de poleas*, las ruedas B y C tienen que girar solidarias entre sí (conectadas al mismo eje), y lo mismo sucede con D y E.

En este caso la relación de transmisión se calcula multiplicando entre sí las diferentes relaciones que la forman:

$$\text{Relación de transmisión} = \frac{\text{Nº dientes B}}{\text{Nº dientes A}} \times \frac{\text{Nº dientes D}}{\text{Nº dientes C}} \times \frac{\text{Nº dientes F}}{\text{Nº dientes E}} = \frac{Z_B \times Z_D \times Z_F}{Z_A \times Z_C \times Z_E}$$







### 1.4.2.- CARACTERÍSTICAS

Este tipo de transmisiones se usa mucho como reductor de velocidad en la industria (máquinas herramientas, robótica, grúas...), en la mayoría de los electrodomésticos (vídeos, cassetes, tocadiscos, programadores de lavadora, máquinas de coser, batidoras, exprimidores...), en automoción (para las cajas de cambio de marchas)..

Respecto a los otros sistemas estudiados presenta una serie de ventajas e inconvenientes:

- Las principales ventajas son: mantener la **relación de transmisión constante** incluso transmitiendo grandes potencias entre los ejes (caso de automóviles, camiones, grúas...), lo que se traduce en **mayor eficiencia mecánica** (mejor rendimiento). Además, permite conectar ejes que se cruzan (mediante tornillo sinfín), o que se cortan (mediante engranajes cónicos) y su funcionamiento puede ser muy silencioso.
- Los principales inconvenientes son: su alto coste y poca flexibilidad (en caso de que el eje conducido cese de girar por cualquier causa, el conductor también lo hará, lo que puede producir averías en el mecanismo motor o la ruptura de los dientes de los engranajes). Otro inconveniente importante es que necesita **lubricación** (engrase) adecuada para evitar el desgaste prematuro de los dientes y reducir el ruido de funcionamiento.

### 1.5.- SISTEMA RUEDA DENTADA-LINTERNA

Permite transmitir un movimiento gíatorio entre ejes, modificando las características de velocidad y sentido de giro. Los ejes conductor y conducido pueden ser paralelos o perpendiculares.

Este sistema fue muy empleado en los molinos medievales para llevar el movimiento producido por el motor hidráulico (o eólico) hasta la muela corredera (la única muela que giraba de las dos) y puede considerarse como el predecesor de los sistemas de engranajes. En la actualidad está en desuso.

#### 1.5.1.- DESCRIPCIÓN

El sistema se construía en madera y estaba formado por dos operadores diferenciados: la rueda dentada y la linterna.

- La **rueda dentada** consiste en un disco dotado de dientes, normalmente cilíndricos, que según la disposición del eje que portaba la linterna, iban situados en posición radial o paralela al propio eje.

- La linterna es un tambor de barras, diseñado especialmente para que los dientes de la rueda dentada penetren en su interior y puedan arrastrarlo en su movimiento.

El funcionamiento es similar al de una transmisión por engranajes, pudiendo transferir el movimiento giratorio entre dos ejes paralelos o entre dos perpendiculares.

Normalmente la rueda dentada estaba acoplada al eje conductor, que era el mismo que el de la rueda hidráulica (o eólica en el caso de los molinos de viento) mientras que la linterna se colocaba en el eje conducido.

### 1.5.1.a.- Sentido de giro

Puesto que no hay posibilidad de colocar una *rueda loca*, el sentido de giro de los ejes se invertirá siempre.

### 1.5.1.b.- Relación de transmisión

Para el cálculo de la relación de transmisión se tiene en cuenta el número de dientes de la rueda y el de barras de la linterna, estableciéndose una relación similar a la empleada para un sistema de engranajes.

- Cuando el eje motor está unido a la rueda dentada:

$$\text{Relación de transmisión} = \frac{\text{Número de barras de la linterna}}{\text{Número de dientes de la rueda dentada.}} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

- Cuando el eje motor está unido a la linterna:

$$\text{Relación de transmisión} = \frac{\text{Número de dientes de la rueda dentada}}{\text{Número de barras de la linterna.}} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

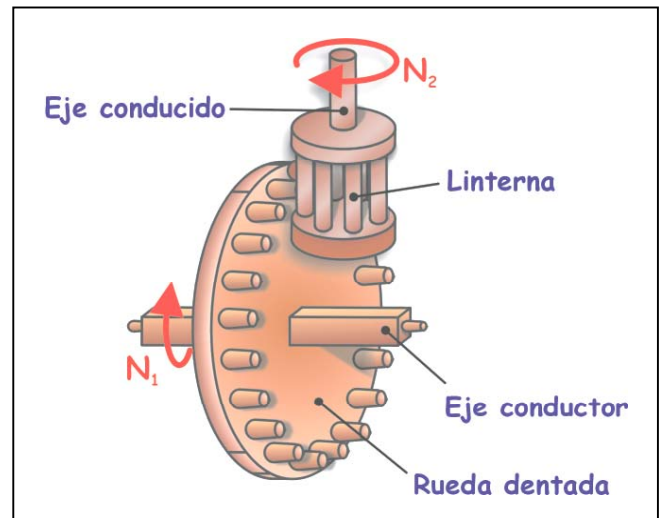
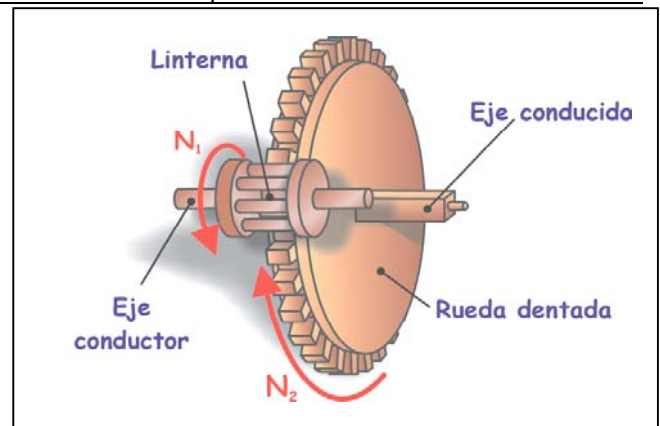
### 1.5.2.- CARACTERÍSTICAS

Este tipo de transmisión tuvo gran importancia en su época, pero en la actualidad está totalmente en desuso debido a que presenta muchísimos inconvenientes (grandes pérdidas energéticas, transmisión discontinua del movimiento (a saltos), materiales poco duraderos, gran tamaño...) respecto a los otros sistemas estudiados hasta ahora (polea-correa, cadena-piñón y sistema de engranajes).

## 2.- TRANSFORMACIÓN DE GIRATORIO EN LINEAL ALTERNATIVO

### 2.1.- SISTEMA EXCÉNTRICA-BIELA

Permite convertir el movimiento **giratorio continuo** de un eje en uno **lineal alternativo** en el pie de la biela. También permite el proceso contrario: transformar un movimiento **lineal alternativo en giratorio** (aunque para esto tienen que introducirse ligeras modificaciones que permitan aumentar la inercia de giro).

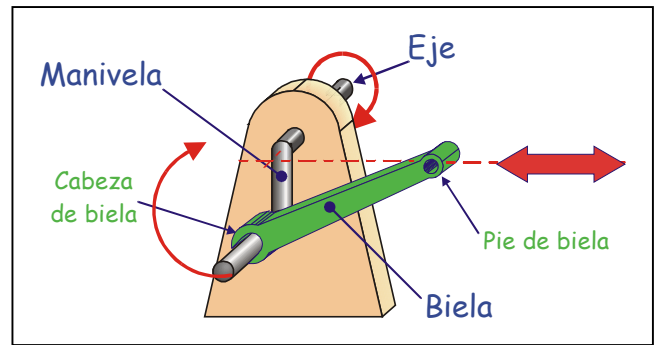


### 2.1.1.- DESCRIPCIÓN

Básicamente consiste en una manivela (o **excéntrica**) unida a una barra (**biela**) mediante una articulación.

El sistema funciona de la siguiente forma:

- El **eje** dispone de un movimiento giratorio que transmite a la manivela (o excéntrica).
- La **manivela** (o la excéntrica) convierte el movimiento giratorio del eje en uno circular en su empuñadura (**eje excéntrico**).
- La **cabeza de la biela** está unida a la empuñadura (eje excéntrico) y, por tanto, está dotado de un movimiento circular, mientras que el **pie de biela** sigue una trayectoria lineal alternativa.

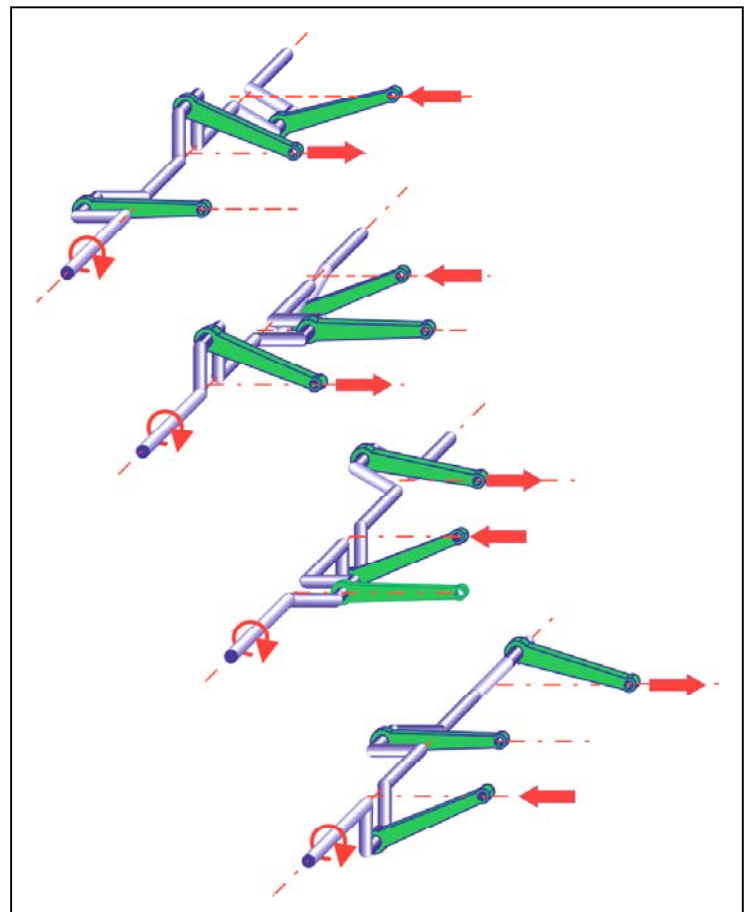
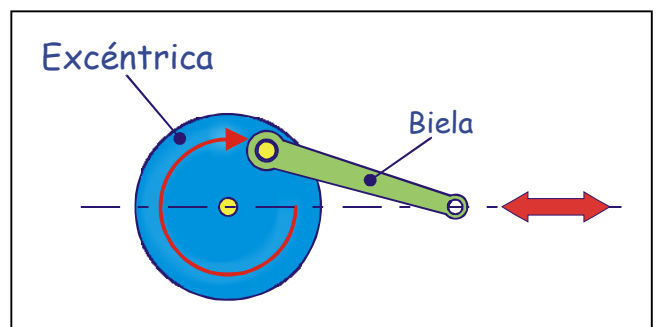


La trayectoria seguida por el pie de biela es lineal alternativa, pero la orientación del cuerpo de la biela cambia en todo momento.

### 2.1.2.- CARACTERÍSTICAS

Este mecanismo es el punto de partida de los sistemas que aprovechan el movimiento giratorio de un eje para obtener movimientos lineales alternativos o angulares; pero también es imprescindible para lo contrario: producir giros a partir de movimientos lineales alternativos u oscilantes.

En la realidad no se usan mecanismos que empleen solamente la manivela y la biela, pues la utilidad práctica exige añadirle algún operador más como la palanca o el émbolo, siendo estas añadiduras las que permiten funcionar correctamente a máquinas tan cotidianas como: motor de automóvil, limpiaparabrisas, rueda de afilar, máquina de coser, compresor de pistón...



## 2.2.- SISTEMA CIGÜEÑAL-BIELA

Es un mecanismo derivado del biela-manivela. Permite conseguir que varias bielas se muevan de forma sincronizada con movimiento **lineal alternativo** a partir del **giratorio** que se imprime al eje del cigüeñal, o viceversa.

### 2.2.1.- DESCRIPCIÓN

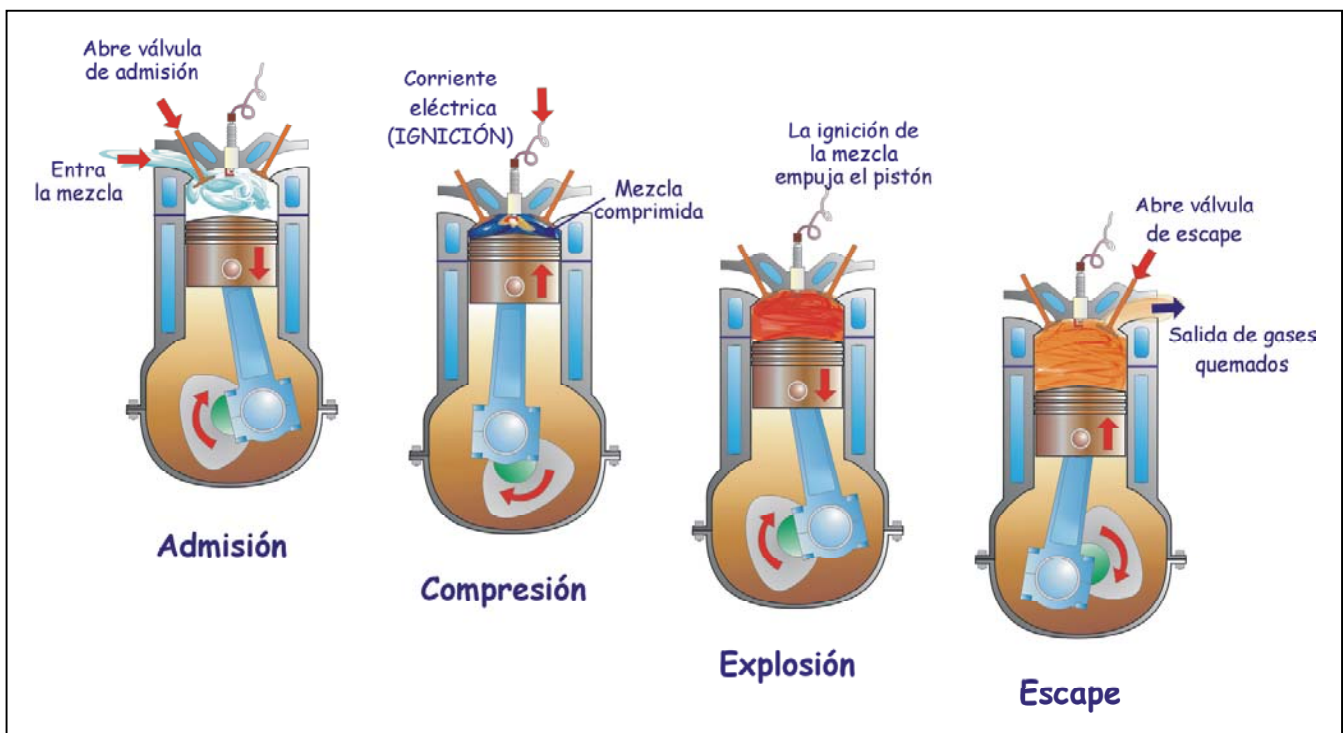
Este mecanismo está formado por un **cigüeñal** sobre cuyas **muñequillas** se han conectado sendas **bielas**.

La longitud de los brazos de las diferentes manivelas que componen el cigüeñal determina la **carrera**, mientras que su posición determina la secuencia.

### 2.2.2.- CARACTERÍSTICAS

#### 2.2.2.a.- Aplicación a motores de combustión interna

Este mecanismo se emplea en los **motores de combustión interna** para generar el movimiento giratorio a partir del alternativo de los pistones. Esto exige que en los *pies de las bielas* se conecten sendos **émbolos (pistones)** que se mueven en el interior de **guías (cilindros)**.



#### 2.2.2.b.- Diseño de mecanismos

A la hora de diseñar estos mecanismos tenemos que tener en cuenta:

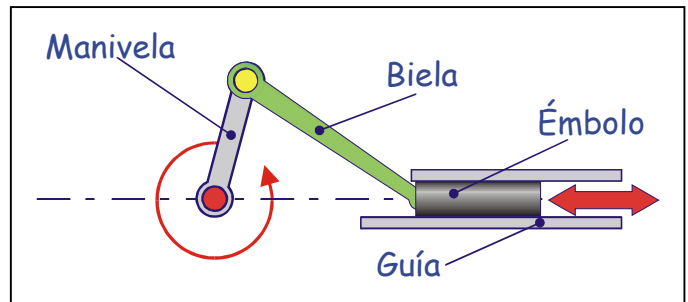
- Para que el sistema funcione correctamente se deben emplear bielas cuya longitud sea, al menos, 4 veces el radio de giro de la manivela a la que está acoplada.
- Como el mecanismo está formado por varias manivelas acopladas en serie, es necesario que los cuellos del cigüeñal (partes de eje que quedan entre las manivelas) descansen sobre soportes adecuados, esto evita que el cigüeñal entre en flexión y deje de funcionar correctamente.
- Las *cabezas de las bielas* deben de estar centradas en la muñequilla sobre la que giran, por lo que puede ser necesario aumentar su anchura (colocación de un casquillo).

## 2.3.- SISTEMA BIELA-MANIVELA-ÉMBOLO

Permite obtener un **movimiento lineal alternativo** perfecto a partir de uno **giratorio continuo**, o viceversa.

### 2.3.1.- DESCRIPCIÓN

Básicamente consiste en conectar la *cabeza de una biela* con el *mango de una manivela* (o con la *muñequilla de un cigüeñal* o el *eje excéntrico de una excéntrica*) y el *pie de biela* con un *émbolo*.

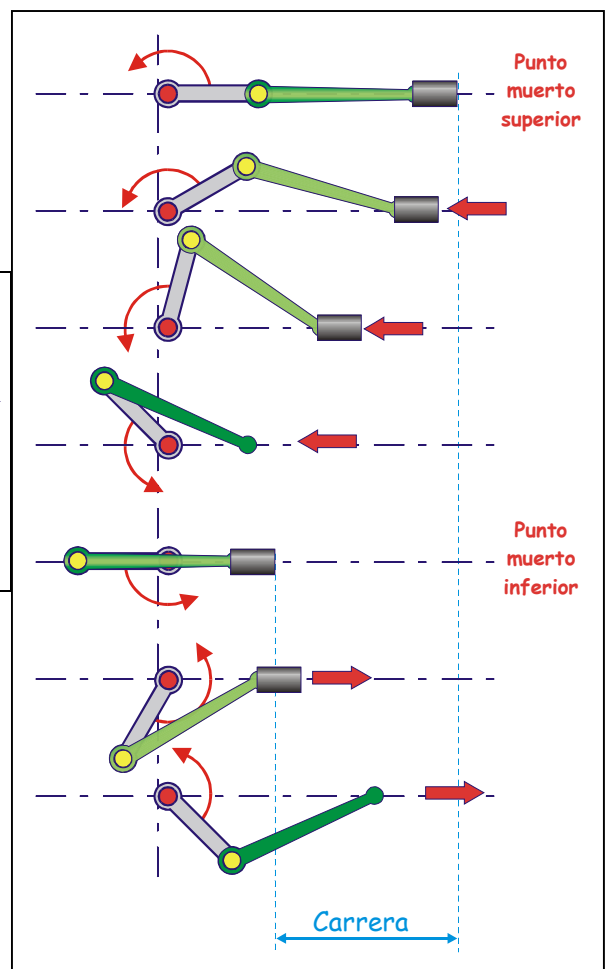
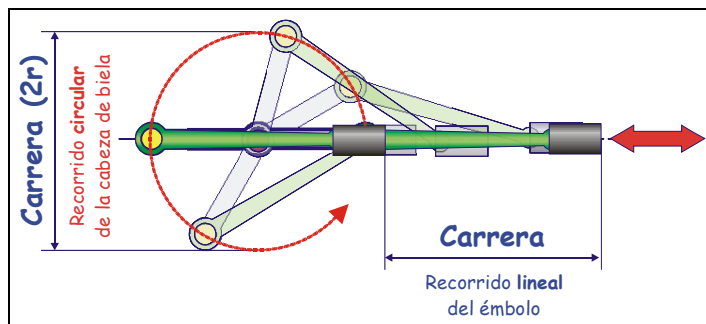


El **giro** de la manivela provoca el movimiento de la biela y, consecuentemente, el **desplazamiento lineal alternativo** del émbolo.

### 2.3.2.- CARACTERÍSTICAS

#### 2.3.2.a.- Carrera del pistón.

La amplitud del movimiento del pistón se denomina *Carrera* y viene determinado por el diámetro de giro del eje excéntrico al que está conectada la cabeza de la biela.



#### 2.3.2.b.- Puntos muertos.

El pistón está dotado de un movimiento *lineal de vaivén* cuyo ciclo es: retroceso, paro, avance, paro, nuevo retroceso, paro...

En este *movimiento lineal alternativo* existen dos puntos en los que el émbolo se queda completamente parado para poder invertir el sentido de la marcha; a esos puntos se les denomina **puntos muertos**. Al que se produce al final del retroceso se le denomina **punto muerto inferior** y al que se produce al final del avance **punto muerto superior**.

## 3.- TRANSFORMACIÓN DE GIRATORIO EN OSCILANTE

### 3.1.- SISTEMA EXCÉNTRICA-BIELA-PALANCA (PEDAL)

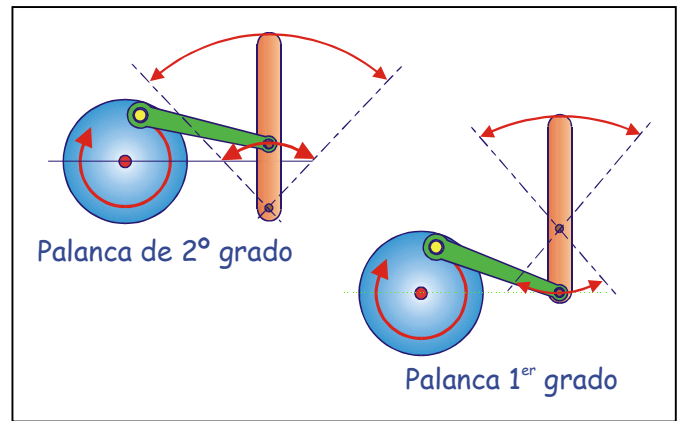
Permite obtener un movimiento giratorio continuo a partir de uno oscilante, o también, obtener un movimiento oscilante a partir de uno giratorio continuo.

### 3.1.1.- DESCRIPCIÓN

Este mecanismo está formado por una excéntrica (o manivela), una biela y una palanca.

Desde el punto de vista de la palanca se nos pueden presentar dos casos:

- Cuando transformamos giratorio en oscilante, la potencia es suministrada por la biela a la palanca (el pie de biela será el punto de aplicación de la potencia).
- Cuando transformamos oscilante en giratorio, el mecanismo biela-manivela es la resistencia y el pie de biela es el punto de aplicación de la resistencia.

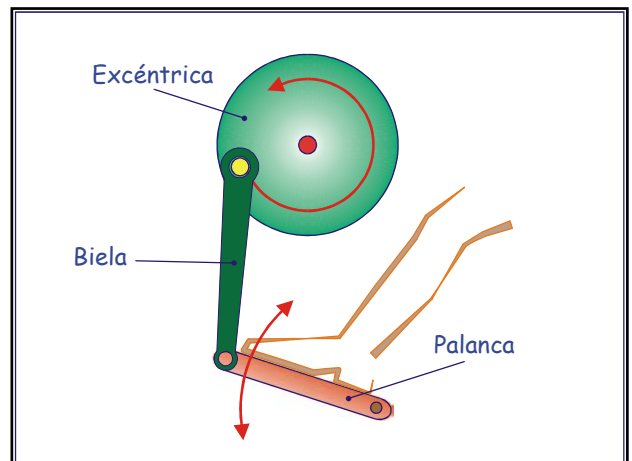


## 3.2.- CARACTERÍSTICAS

### 3.2.1.a.- Elección de la palanca adecuada.

La palanca puede ser de cualquier orden (1º, 2º ó 3º) y su elección estará en función de la utilidad que le queramos dar a la máquina.

- Cuando la máquina produce *movimiento giratorio a partir de uno oscilante* es frecuente emplear una palanca de *tercer grado*, así el movimiento de la potencia (normalmente el pie) es pequeño en relación al de la resistencia (pie de biela) y se pueden alcanzar mayores velocidades de giro.
- Cuando se emplea para producir un movimiento oscilante a partir de uno giratorio, la elección de la palanca dependerá de factores tales como sentido del movimiento, fuerza que tiene que crear y amplitud de la oscilación (ver el apartado referido a *palancas* para analizar cuál sería la elección más adecuada)



### 3.2.1.b.- Un poco de historia.

El empleo de la *manivela* (eje acodado que se accionaba con las manos) para obtener un movimiento giratorio continuo en pequeñas máquinas tenía el inconveniente de dejar una sola mano libre para realizar el trabajo (hacer hilos, afilar, coser...), por lo que fue necesario inventar un sistema que liberase esa mano y permitiera emplear las dos de forma útil.

La solución llegó hacia 1530 cuando apareció la rueda de pedal (Johan Jürgens), lo que permitió mantener libres las dos manos para atender la fabricación de los hilos (más adelante este mismo sistema se aplicó a piedras de afilar y mucho más tarde a máquinas de coser). La rueda de pedal introdujo el sistema **palanca-biela-excéntrica** que sustituyó a sistemas anteriores, siendo posiblemente la primera aplicación práctica del sistema biela-manivela.

### 3.2.1.c.- Aplicaciones actuales.

En la actualidad este mecanismo se emplea en los limpiaparabrisas de los automóviles, las máquinas de coser manuales (aunque ahora todas suelen funcionar con motor eléctrico)...

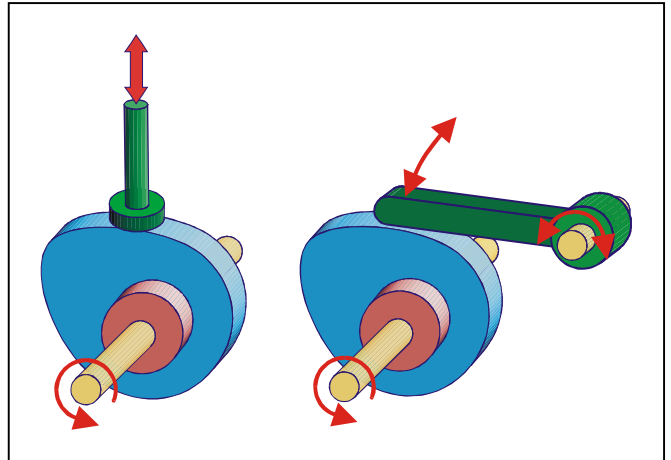
## 3.3.- SISTEMA DE LEVAS

Permite obtener un movimiento lineal alternativo, o uno oscilante, a partir de uno giratorio; pero no nos permite obtener el giratorio a partir de uno lineal alternativo (o de uno oscilante). Es un mecanismo no reversible.

### 3.3.1.- DESCRIPCIÓN

Básicamente el sistema está formado por una leva y un seguidor de leva que puede ser:

- **Émbolo.** Si queremos que el movimiento de salida sea lineal alternativo.
- **Palanca,** si queremos que el movimiento de salida sea oscilante.



### 3.3.2.- CARACTERÍSTICAS

En los mecanismos de levas, el diseño del **perfil de leva** siempre estará en función del movimiento que queramos que realice el **seguidor de leva**; por tanto, antes de construir la leva tenemos que saber cuál es el movimiento que queremos realizar.

Este mecanismo se emplea en: motores de automóviles (para la apertura y cierre de las válvulas); programadores de lavadoras (para la apertura y cierre de los circuitos que gobiernan su funcionamiento); cerraduras...

## 4.- TRANSFORMACIÓN DE GIRATORIO EN LINEAL CONTINUO

### 4.1.- CREMALLERA-PIÑÓN

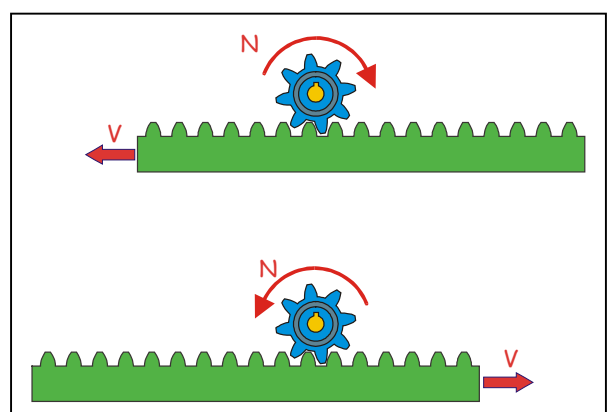
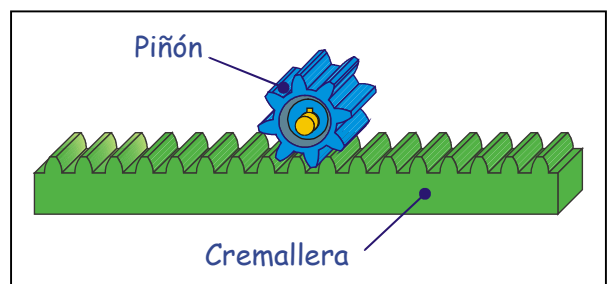
Permite convertir un movimiento giratorio en uno lineal continuo, o viceversa.

#### 4.1.1.- DESCRIPCIÓN

El sistema está formado por un **piñón** (rueda dentada) que engrana perfectamente en una **cremallera**. Cuando el piñón gira, sus dientes empujan los de la cremallera, provocando el desplazamiento lineal de estos. Si lo que se mueve es la cremallera, sus dientes empujan a los del piñón consiguiendo que este gire.

#### 4.1.2.- CARACTERÍSTICAS

Aunque el sistema es perfectamente reversible, su utilidad práctica suele centrarse solamente en la *conversión de giratorio en lineal*



*continuo*, siendo muy apreciado para conseguir movimientos lineales de precisión (caso de microscopios u otros instrumentos ópticos como retroproyectores).

Algunas aplicaciones muy usuales son: movimiento de puertas automáticas de garaje; desplazamiento del cabezal de los taladros sensitivos, movimiento de archivadores móviles empleados en farmacias o bibliotecas, cerraduras...

## 4.2.- TORNILLO-TUERCA

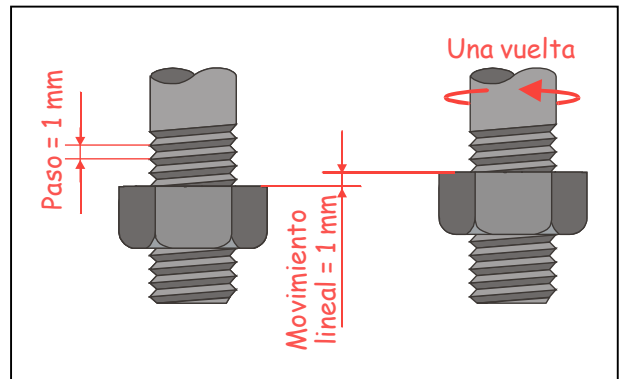
Permite convertir un movimiento giratorio en uno lineal continuo.

### 4.2.1.- DESCRIPCIÓN

El sistema consiste en un **tornillo** que gira en el interior de una **tuerca**.

Este mecanismo se puede plantear de dos formas básicas:

- Un tornillo de posición fija (no puede desplazarse longitudinalmente) que al girar provoca el desplazamiento de la tuerca.
- Una tuerca fija (no puede girar ni desplazarse longitudinalmente) que produce el desplazamiento del tornillo cuando este gira.



### 4.2.2.- CARACTERÍSTICAS

Además de permitir la conversión de un movimiento rotativo en uno lineal, tiene la tremenda ventaja de que en cada vuelta solo avanza la distancia que tiene de separación entre filetes (**paso de rosca**) por lo que la fuerza de apriete (longitudinal) es muy grande. Esta utilidad es especialmente apreciada en dos aplicaciones prácticas:

- **Unión desmontable** de objetos. Para lo que se recurre a roscas con surcos en "V" debido a que su rozamiento impide que se aflojen fácilmente. Se encuentra en casi todo tipo de objetos, bien en forma de **tirafondos** (tornillo afilado que emplea al propio objeto como tuerca) o de **tornillo-tuerca**.
  - El **tirafondo** se suele emplear para sujetar objetos sobre madera, colgar cuadros en paredes, unir elementos de pequeños electrodomésticos, sujetar partes de juguetes...
  - El **tornillo-tuerca** se usa en: estructuras metálicas, unión de chapas finas, como eje en objetos articulados (cama de hospital, compás, gafas...), etc.
- **Mecanismo de desplazamiento**. Para lo que suelen emplearse roscas cuadradas (de uno o varios hilos) debido a su bajo rozamiento. Se encuentra en multitud de objetos de uso cotidiano: tapones de botellas y frascos, lápices de labios, barras de pegamento, elevadores de talleres, gatos de coche, tornillos de banco, presillas, máquinas herramientas, sacacorchos...

## 4.3.- CABESTRANTE (TORNO)

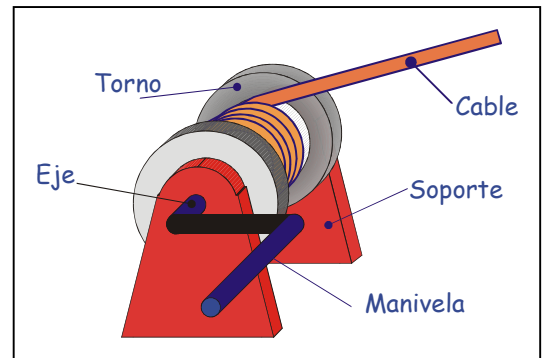
Permite convertir un movimiento giratorio en uno lineal continuo, o viceversa.

### 4.3.1.- DESCRIPCIÓN



Sistema básico formado por un **torno (cilindro)** sobre el que se encuentra enrollado un **cable** con un extremo libre; a estos operadores suelen añadirse una **manivela** solidaria con el *torno* y unos **soportes**.

El funcionamiento consiste en que, cuando giramos la *manivela*, gira con ella el *cilindro*, lo que hace que el cable se enrolle a su alrededor (o se desenrolle, según el sentido de giro del torno) y ello provoca que el desplazamiento lineal de su extremo libre.



#### 4.3.2.- CARACTERÍSTICAS

Este sistema es perfectamente reversible, empleándose tanto para la producción de movimientos lineales a partir de giratorios, como para la producción de giratorios a partir de lineales.

Ejemplos de uso podrían ser:

- Obtención de **lineal a partir de giratorio** en: grúas (accionado por un motor eléctrico en vez de una manivela), barcos (para recoger las redes de pesca, *izar* o *arriar* velas, llevar anclas...), pozos de agua (elear el cubo desde el fondo), elevadoras de los automóviles...
- Obtención de **giratorio a partir de lineal** en: peonzas (trompos), arranque de motores fuera-borda, accionamiento de juguetes sonoros para bebés...

## 5.- TRANSFORMACIÓN DE LINEAL EN LINEAL

### 5.1.- APAREJOS DE POLEAS

Permite transformar un movimiento lineal continuo en otro de igual tipo, o también, obtener un movimiento giratorio a partir de uno lineal continuo.

Con el empleo de poleas móviles también se puede multiplicar el esfuerzo realizado.

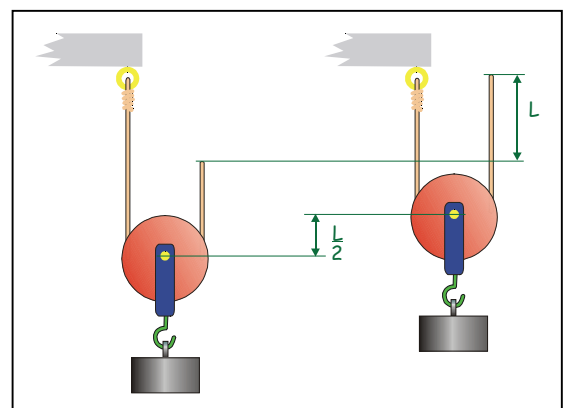
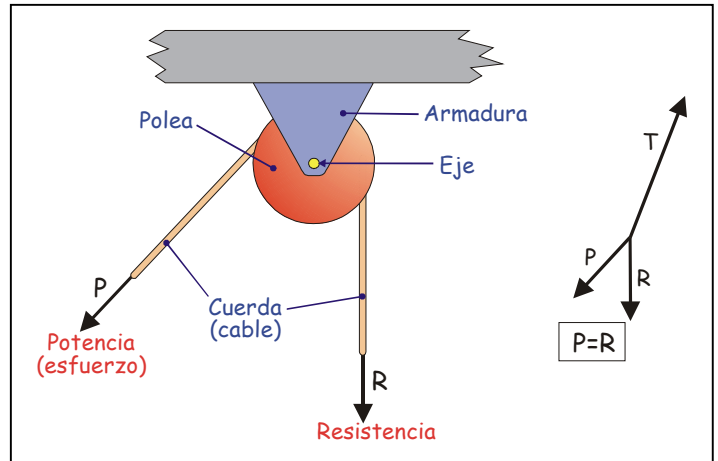
#### 5.1.1.- DESCRIPCIÓN

El sistema básico consiste en un **cable (cuerda)** que pasa a través de una o varias **poleas**.

Las poleas empleadas pueden ser fijas o móviles.

- La **polea fija** solo cambia el sentido del movimiento sin modificar la velocidad de desplazamiento.
- La **polea móvil** permite modificar el sentido del movimiento y la velocidad de desplazamiento.

Para facilitar el funcionamiento del mecanismo se puede recurrir a la combinación de poleas fijas



con móviles, dando lugar al denominado **polipasto**.

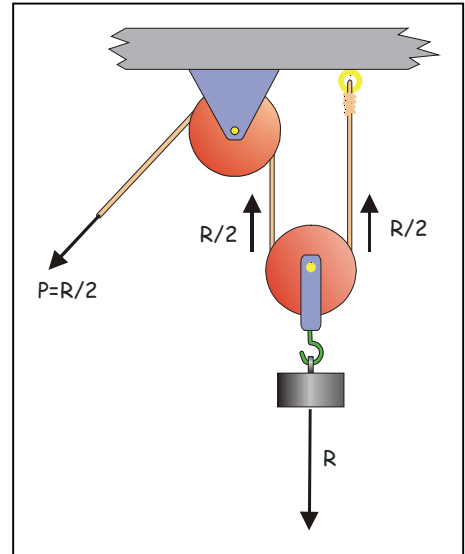
### 5.1.2.- CARACTERÍSTICAS

#### 5.1.2.a.- Polea fija

En la más usada cuando solo es necesario modificar la dirección de la fuerza aplicada. Ejemplos básicos de uso son los sistemas empleados para correr cortinas, las roldanas de los pozos de agua, las puertas de elevación de los garajes...

#### 5.1.2.b.- Polea móvil

Se emplea cuando lo importante es aumentar el esfuerzo realizado. Su máxima utilidad aparece en los sistemas de elevación de cargas (grúas) bajo la forma de polipasto (combinación de poleas fijas con móviles).



## 6.- ÍNDICE DE TÉRMINOS

|                                        |                  |                                                    |                      |
|----------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------|----------------------|
| biela.....                             | 8, 9, 10, 11, 12 | sistemas de engranajes .....                       | 2, 6                 |
| cabeza de la biela.....                | 9                | excéntrica .....                                   | 9, 11, 12            |
| cuerpo de biela .....                  | 9                | excéntrica-biela .....                             | 8                    |
| pie de biela .....                     | 9, 11, 12        | excéntrica-biela-palanca .....                     | 11                   |
| cabestrantes.....                      | 2, 15            | inversión del sentido de giro .....                | 4                    |
| cable.....                             | 15               | leva.....                                          | 2, 13                |
| cadena.....                            | 5                | linterna .....                                     | 2, 7, 8              |
| cadena-piñón.....                      | 5, 6             | seguidor de leva.....                              | 13                   |
| carrera .....                          | 9                | perfil de leva.....                                | 13                   |
| carrera del pistón.....                | 11               | manivela.....                                      | 9, 10, 11, 12, 15    |
| cigüeñal.....                          | 9, 10, 11        | movimiento                                         |                      |
| cilindro .....                         | 10               | oscilante .....                                    | 11, 12               |
| correa .....                           | 2, 4, 5, 6       | giratorio 1, 2, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 |                      |
| cremallera.....                        | 13               | giratorio continuo .....                           | 8, 11, 12            |
| cremallera-piñón.....                  | 13               | lineal .....                                       | 8, 9, 11, 13, 14, 15 |
| eje.....                               | 1-15             | lineal alternativo.....                            | 8, 9, 11, 13         |
| eje conducido.....                     | 2                | lineal continuo .....                              | 13, 14, 15           |
| eje conductor .....                    | 2, 3, 4          | muñequilla.....                                    | 10                   |
| émbolo.....                            | 9, 10, 11, 13    | palanca.....                                       | 9, 12, 13            |
| engranaje .....                        | 2, 6, 7,         | paso de rosca .....                                | 14                   |
| engranaje loco .....                   | 6                | piñón .....                                        | 5, 6, 13             |
| tren de engranajes.....                | 6                | pistón.....                                        | 10                   |
| transmisión simple de engranajes ..... | 6                | polea .....                                        | 2, 3, 4, 5, 15, 16   |

|                             |        |                                               |
|-----------------------------|--------|-----------------------------------------------|
|                             |        | Mecanismos para transformación de movimientos |
| aparejo de poleas.....      | 2, 15  | relación de transmisión.....                  |
| polea conducida.....        | 2, 3   | relación de velocidades.....                  |
| polea conductora.....       | 2, 3   | rueda .....                                   |
| polea fija .....            | 15, 16 | rueda loca .....                              |
| polea móvil.....            | 15, 16 | rueda de fricción.....                        |
| polea-correa .....          | 2      | rueda dentada .....                           |
| polea loca.....             | 2      | tornillo.....                                 |
| polipasto .....             | 15, 16 | tornillo-tuerca .....                         |
| tren de poleas.....         | 4, 7   | tuerca.....                                   |
| puntos muertos.....         | 11     | torno .....                                   |
| punto muerto inferior ..... | 11     |                                               |
| punto muerto superior ..... | 11     |                                               |