

# UNIDAD TEMÁTICA 4

## Máquinas y Mecanismos



(2º ESO)

# I. INTRODUCCIÓN

## 1. CONCEPTO DE FUERZA

A pesar de haber hablado de la fuerza en temas anteriores, conviene volver a repasar y profundizar un poco más en el concepto de fuerza.

Una **fuerza** es todo aquello capaz de deformar un cuerpo o de alterar su estado de movimiento o reposo.

Así por ejemplo, el **peso** de un objeto es la fuerza con que es atraído cualquier objeto debido a la gravedad que actúa sobre la masa (cantidad de materia) de un objeto. Otros ejemplos de fuerza son la fuerza del viento, las fuerzas mecánicas (las que mueven las máquinas), las que desarrollan nuestros músculos...

Para definir perfectamente una fuerza es necesario especificar:

- su **dirección**: el ángulo que forma con respecto al punto donde se ejerce la fuerza.
- su **sentido**: hacia donde se ejerce la fuerza
- su **magnitud**: es decir, su intensidad. La unidad en el Sistema Internacional de medidas es el Newton. La magnitud o intensidad de una fuerza es igual al producto de la masa del objeto por la aceleración (cambio en la velocidad).

Por ejemplo, para la fuerza de la gravedad, la dirección será la línea que une el objeto con el centro de la Tierra, su sentido hacia el centro de la tierra, y su intensidad viene dada por la ley de Newton:



$$F = m \cdot g$$

donde **F** es la fuerza, **m** la masa del objeto y **g** la aceleración de la gravedad, que en la superficie terrestre es aproximadamente  $9.81 \text{ m/s}^2$ .

Según esta fórmula:

$$1 \text{ Newton} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



# DIFERENCIA ENTRE PESO Y MASA

Peso y masa son dos conceptos y magnitudes físicas bien diferenciadas. Sin embargo, en el habla cotidiana el término *peso* se utiliza a menudo erróneamente como sinónimo de masa. Así, cuando determinamos la masa de un cuerpo decimos erróneamente que lo pesamos, y que su peso es de tantos kilogramos.

La **masa** de un cuerpo es una propiedad intrínseca (propia del mismo). Es la cantidad de materia que lo compone (independiente del campo gravitatorio). Por ejemplo 1 Kg de naranjas seguirá siendo un Kg de naranjas independientemente de si se encuentra en la Tierra o si se encuentra en la Luna.

Por otro lado el **peso** es la fuerza con la que se ve atraído un cuerpo por un campo gravitatorio. Por tanto, el peso de un cuerpo no es una propiedad intrínseca del mismo, ya que depende del campo gravitatorio del lugar donde se encuentre. Así en la superficie terrestre, el peso de 1 Kg de naranjas es de 9,81 N, mientras que en la Luna será de 1,63 N; pero la cantidad de materia seguirá siendo de 1 Kg.

## 2. MÁQUINAS Y MECANISMOS. TIPOS.

El hombre a lo largo de la historia ha inventado una serie de dispositivos o artilugios llamados máquinas que le facilitan y, en muchos casos, posibilitan la realización de una tarea.

Una **máquina** es el conjunto de elementos fijos y/o móviles, utilizados por el hombre, y que permiten reducir el esfuerzo para realizar un trabajo (o hacerlo más cómodo o reducir el tiempo necesario).



**Fig 1:** Fragua hidráulica. La fuerza del agua movía el martillo, facilitando la labor para elaborar todo tipo de herramienta

Prácticamente cualquier objeto puede llegar a convertirse en una máquina, sólo hay que darle la utilidad adecuada. Por ejemplo, una cuesta natural no es, en principio, una máquina, pero se convierte en ella cuando el ser humano la usa para elevar objetos con un menor esfuerzo (es más fácil subir objetos por una cuesta que elevarlos a pulso). Lo mismo sucede con un simple palo que nos encontramos tirado en el suelo, si lo usamos para mover algún objeto a modo de

palanca ya lo hemos convertido en una máquina.

Las máquinas suelen clasificarse atendiendo a su complejidad en máquinas simples y máquinas compuestas:

◆ **Máquinas simples:** realizan su trabajo en un sólo paso o etapa. Por ejemplo las tijeras donde sólo debemos juntar nuestros dedos. Básicamente son tres: la **palanca**, la **rueda** y el **plano inclinado**. Muchas de estas máquinas son conocidas desde la antigüedad y han ido evolucionando hasta nuestros días.



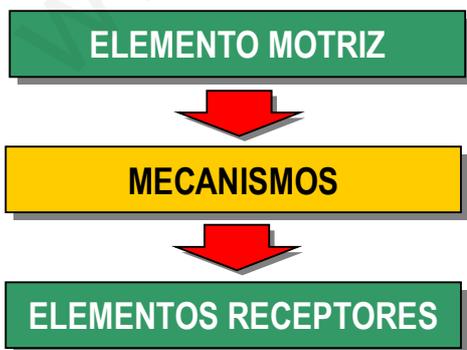
**Fig 2:** En el plano inclinado el esfuerzo será tanto menor cuanto más larga sea la rampa. Del plano inclinado se derivan muchas otras máquinas como el hacha, los tornillos, la cuña...).

◆ **Máquinas complejas:** realizan el trabajo encadenando distintos pasos o etapas. Por ejemplo, un cortauñas realiza su trabajo en dos pasos: una palanca le transmite la fuerza a otra, la cual se encarga de apretar los extremos en forma de cuña.



Mientras que las estructuras (partes fijas) de las máquinas soportan fuerzas de un modo estático (es decir, sin moverse), los mecanismos (partes móviles) permiten el movimiento de los objetos.

Los **mecanismos** son los elementos de una máquina destinados a transmitir y transformar las fuerzas y movimientos desde un elemento motriz, llamado **motor** a un elemento receptor; permitiendo al ser humano realizar trabajos con mayor comodidad y/o, menor esfuerzo (o en menor tiempo).



En todo mecanismo resulta indispensable un elemento motriz que origine el movimiento (que puede ser un muelle, una

corriente de agua, nuestros músculos, un motor eléctrico...). El movimiento originado por el motor se transforma y/o transmite a través de los mecanismos a los elementos receptores (ruedas, brazos mecánicos...) realizando, así, el trabajo para el que fueron contruidos.

## II. TIPOS DE MOVIMIENTO Y CLASIFICACIÓN MECANISMOS

Según su función los mecanismos se pueden clasificar en dos grandes grupos, según transmitan el movimiento producido por un elemento motriz a otro punto (los llamados mecanismos de transmisión), o transformen el movimiento del elemento motriz en otro tipo de movimiento. (los mecanismos de transformación). Será conveniente, por tanto conocer los tipos de movimiento que estudiaremos en este curso:

- ◆ **Lineal:** La trayectoria del movimiento tiene forma de línea recta, como por ejemplo el subir y bajar un peso con una polea, el movimiento de una puerta corredera...
- ◆ **Circular:** La trayectoria del movimiento tiene forma de circunferencia. Por ejemplo: el movimiento de una rueda o el movimiento de la broca de una taladradora.
- ◆ **Alternativo:** La trayectoria del movimiento tiene forma de línea recta pero es un movimiento de ida y vuelta. Por ejemplo, el movimiento de la hoja de una sierra de calar.

Este curso nos centraremos en el estudio de los mecanismos de transmisión del movimiento, y veremos únicamente algunos ejemplos de los mecanismos de transformación.

**Tabla 1:** Clasificación de los mecanismos.

MECANISMOS DE TRANSMISIÓN	
<b>LINEAL</b>	PALANCAS POLEAS POLIPASTOS
<b>CIRCULAR</b>	RUEDAS DE FRICCIÓN POLEAS CON CORREAS ENGRANAJES ENGRANAJES CON CADENA TORNILLO SIN FIN
MECANISMOS DE TRANSFORMACIÓN	
<b>CIRCULAR A RECTILÍNEO</b>	TORNILLO- TUERCA MANIVELA-TORNO PIÑÓN CREMALLERA
<b>CIRCULAR A RECTILÍNEO ALTERNATIVO</b>	LEVA EXCÉNTRICA BIELA-MANIVELA CIGÜEÑAL

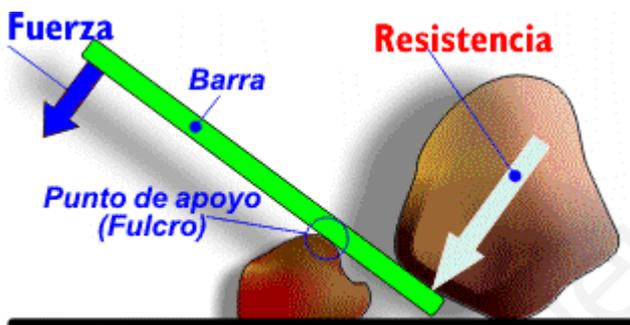
### III. MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DEL MOVIMIENTO

Estos mecanismos se encargan de transmitir el movimiento, la fuerza y la potencia producidos por un elemento motriz (motor) a otro punto, sin transformarlo. Para su estudio distinguimos según transmitan un movimiento lineal o circular:

#### 1. MECANISMOS DE TRANSMISIÓN LINEAL

##### 1.1. PALANCAS

Las palancas son objetos rígidos que giran entorno un **punto de apoyo o fulcro**. En un punto de la barra se aplica una **fuerza o potencia (F)** con el fin de vencer una **resistencia (R)**. Al realizar un movimiento lineal de bajada en un extremo de la palanca, el otro extremo experimenta un movimiento lineal de subida. Por tanto, la palanca nos sirve para transmitir fuerza o movimiento lineal.



La palanca se encuentra en equilibrio cuando el producto de la fuerza (F), por su distancia al punto de apoyo (d) es igual al producto de la resistencia (R) por su distancia al punto de apoyo (r). Esta es la denominada **ley de la palanca**, que matemáticamente se expresa como:

$$F \cdot d = R \cdot r$$

Donde :

**F:** Fuerza o potencia.

**d:** Brazo de la fuerza, es la distancia desde el punto donde se ejerce la fuerza al punto de apoyo.

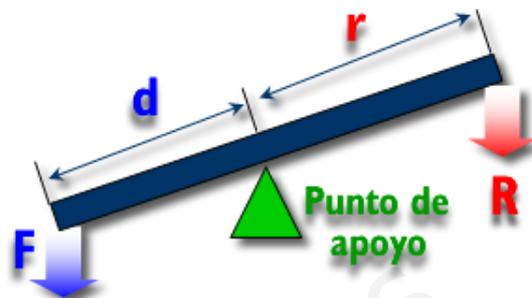
**R:** Resistencia

**r:** Brazo de la resistencia, es la distancia desde el punto donde se encuentra la resistencia a vencer al punto de apoyo.

Hay tres tipos (géneros o grados) de palanca según se sitúen la fuerza, la resistencia y el punto de apoyo:

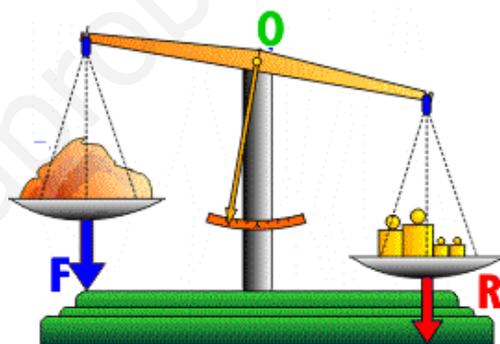
#### PRIMER GRADO O GÉNERO

El punto de apoyo (O) se encuentra entre la fuerza aplicada (F) y la resistencia (R).



Dependiendo de la colocación del punto de apoyo, la fuerza a aplicar puede ser menor (si  $d < r$ ) o mayor (si  $r < d$ ) que la resistencia.

**Ejemplos:** Balancín, balanza, tijeras, alicate, martillo (al sacar un clavo), remo de una barca, pinzas de colgar ropa...



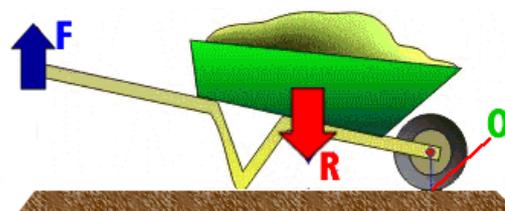
#### SEGUNDO GRADO O GÉNERO

La resistencia (R) se encuentra entre la fuerza aplicada (F) y el punto de apoyo (O)



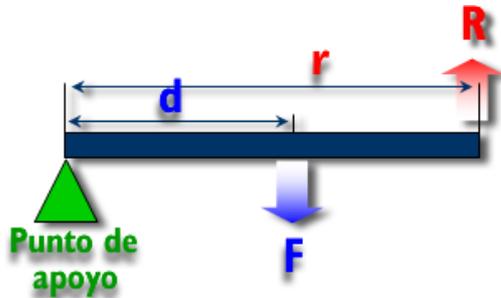
La fuerza a aplicar siempre es menor que la resistencia, ya que  $d > r$ .

**Ejemplos:** Carretilla, cascanueces, fuelle, abridor de botellas...



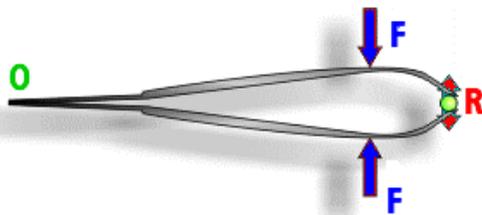
### TERCER GRADO O GÉNERO

La fuerza a aplicar (F) se encuentra entre la resistencia a vencer (R) y el punto de apoyo (O)



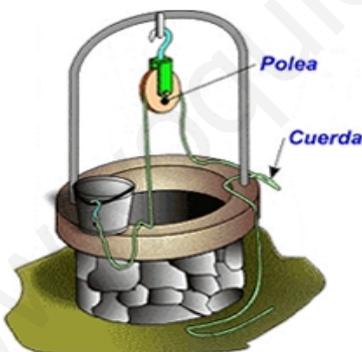
La fuerza a aplicar es siempre mayor que la resistencia, ya que  $d < r$ .

**Ejemplos:** caña de pescar, pinzas de depilar, pinzas de hielo, escoba (al barrer), remo de una canoa, banderas, pala de arena



### 1.2. POLEAS Y POLIPASTOS

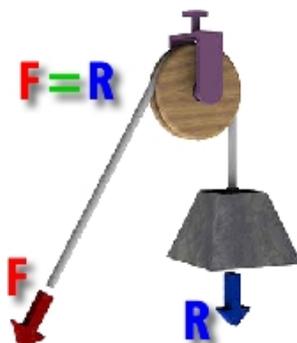
Una **polea** es una rueda ranurada que gira alrededor de un eje. Este se encuentra sujeto a una superficie fija. Por la ranura de la polea se hace pasar una cuerda o cable que permite vencer de forma cómoda una **resistencia** (R) aplicando una **fuerza** (F).



#### POLEA FIJA

Se encuentra en equilibrio cuando la fuerza a aplicar (F) es igual a la resistencia (R) que presenta la carga; es decir cuando  $F = R$ .

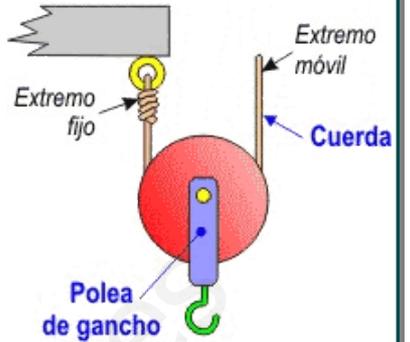
El realizar un trabajo con una polea fija no supone un esfuerzo menor, aunque sí más cómodo, cambiando la dirección de la fuerza..



### POLEA MÓVIL

Polea conectada a una cuerda que tiene uno de sus extremos fijo y el otro móvil, de modo que puede moverse linealmente.

La polea móvil se encuentra en equilibrio cuando  $F = R/2$ ; por lo que mediante este sistema la fuerza a realizar para vencer una resistencia se reduce a la mitad. En contrapartida, se necesita tirar del doble de cuerda de la que habría sido necesaria con una polea fija.

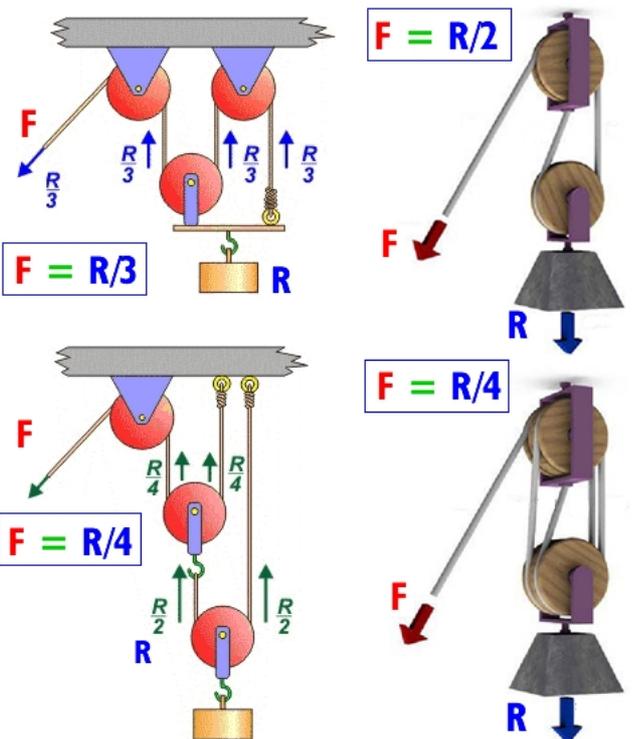


### POLIPASTOS O POLEAS COMPUESTAS

Montaje compuesto de varias poleas fijas y móviles. Las poleas fijas se emplean para modificar la dirección de la fuerza que ejercemos sobre la fuerza, mientras que las poleas móviles reducen el esfuerzo a aplicar.

Este tipo de sistema se encuentra en grúas, montacargas, ascensores....

La fuerza necesaria para equilibrar el sistema vendrá dado por el número de poleas, y como estén configuradas. Vemos a continuación algunos ejemplos:



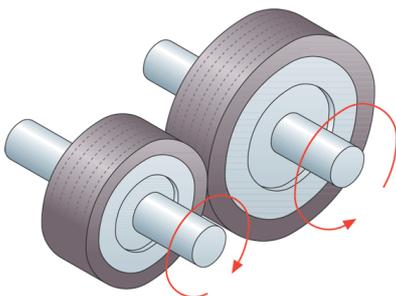
## 2. MECANISMOS DE TRANSMISIÓN CIRCULAR

### 2.1. SISTEMAS DE RUEDAS O POLEAS

Estos consisten en sistemas de dos o mas ruedas que se encuentran en contacto directo o a través de unas correas.

#### ◆ Ruedas de fricción

Son sistemas de dos o más ruedas que se encuentran en contacto directo. Una de las ruedas se denomina **rueda motriz** (o de entrada), púes al moverse provoca el movimiento de la **rueda conducida** (o de salida) que se ve arrastrada por la primera. El sentido de giro de la rueda conducida es contrario a la de la rueda motriz.



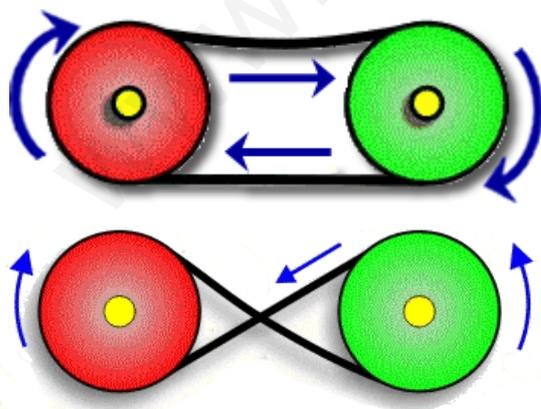
Usos: para prensar o arrastrar papel, chapas metálicas, de madera, en impresoras, videos (para mover la cinta),

#### ◆ Sistemas de poleas con correa

Son conjuntos de poleas o ruedas situadas a cierta distancia que giran al mismo tiempo por efecto de una **correa**.



En este caso las dos poleas giran en el mismo sentido o en el contrario, según esté colocada la correa.



**Fig 3:** Sistemas de poleas con correa. Sólo si la correa se cruza, el sentido de giro de las poleas se invierte.

Los sistemas de poleas con correa se utilizan en innumerables: máquinas industriales, coches, lavadoras, taladros, juguetes...

#### ◆ Relación de transmisión

Se define la **relación de transmisión** como el cociente entre la velocidad de giro de la rueda conducida y la velocidad de giro de la rueda motriz. Dicha relación depende del tamaño relativo de las ruedas y se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Relación de transmisión} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Donde:

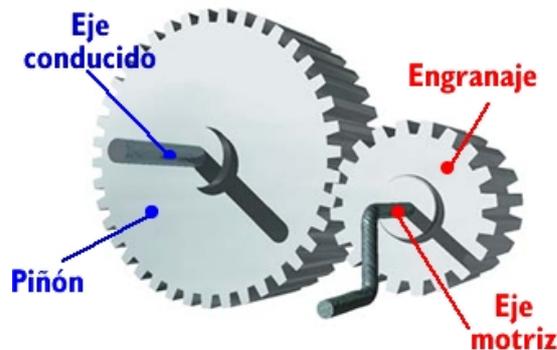
**D<sub>1</sub>** y **D<sub>2</sub>** son los diámetros de las ruedas 1 y 2

**n<sub>1</sub>** y **n<sub>2</sub>** son las velocidades de las ruedas motriz y conducida, respectivamente; expresadas en **revoluciones por minuto** (rpm).

Así podemos tener sistemas reductores (cuando la velocidad de la rueda conducida es menor que la de la motriz), sistemas multiplicadores (cuando la velocidad de la rueda conducida es mayor que la de la motriz), o sistemas en los que la velocidad no se modifica.

### 2.2. ENGRANAJES Y SISTEMAS DE ENGRANAJES

Son sistemas de ruedas que poseen salientes denominados dientes que encajan entre sí. De ese modo, unas ruedas arrastran a las otras. Por tanto, los engranajes transmiten el movimiento circular entre dos ejes próximos (paralelos, perpendiculares u oblicuos).



Los engranajes adoptan distintas formas, pudiendo ser cilíndricos (de dientes rectos o helicoidales), o cónicos. Todos los dientes de los engranajes en contacto han de tener la misma forma y tamaño (para que encajen).

- ✓ **Engranajes rectos:** son los más simples, y sirven para transmitir el movimiento entre ejes paralelos.
- ✓ **Engranajes helicoidales:** Tienen los dientes inclinados en forma de hélice; y transmiten movimiento entre ejes paralelos o que se cruzan. Suelen ser muy silenciosos.
- ✓ **Engranajes cónicos o troncocónicos:** con dientes rectos o helicoidales, transmiten el movimiento entre ejes perpendiculares (formando 90°).

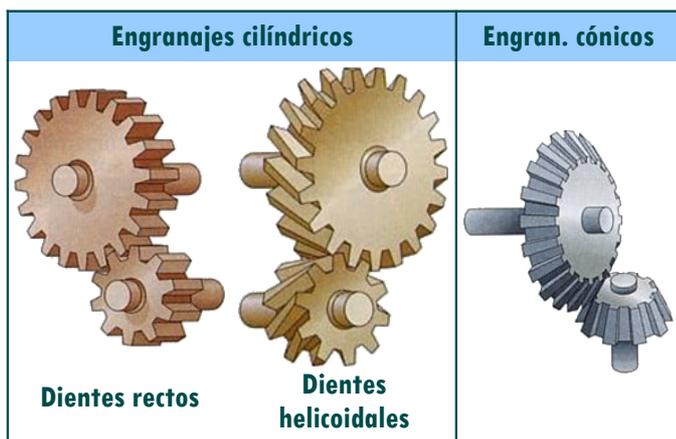


Fig 4: Tipos de engranajes según su forma



Muchas veces los engranajes forman sistemas de dos o más engranajes, llamados **trenes de engranajes**; o, formando sistemas

de engranajes unidos por una cadena (sistemas engranaje-cadena).

Las aplicaciones de los engranajes son múltiples y muy variadas, incluyendo relojes, bicicletas, coches, motocicletas, batidoras, juguetes....

La **relación de transmisión** entre las velocidades de giro depende en este caso del tamaño relativo de los engranajes; y por tanto, de la relación entre el número de dientes.

$$\text{Relación de transmisión} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Donde:

**Z<sub>1</sub>** y **Z<sub>2</sub>** son los nº de dientes de la rueda 1 (motriz) y 2 (conducida o piñón), respectivamente.

**n<sub>1</sub>** y **n<sub>2</sub>** son las velocidades de los engranajes motriz y conducido (piñón), respectivamente.. Las velocidades se expresan en **revoluciones por minuto (rpm)**.

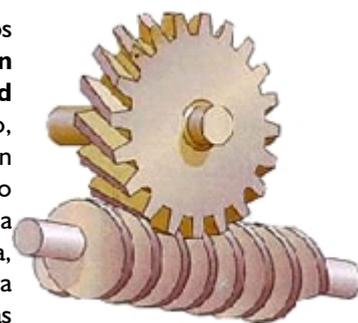
Al igual que ocurría en el casos de sistemas con ruedas, en los sistemas de engranajes podremos tener sistemas reductores (cuando la velocidad del piñón es menor que la de la motriz), sistemas multiplicadores (cuando la velocidad del piñón es mayor que la de la motriz), o sistemas en los que la velocidad no se modifica.

### 2.3. TORNILLO SINFIN-CORONA

El tornillo sinfín es un mecanismo de transmisión compuesto por 2 elementos: el **tornillo (sinfín)**, que actúa como elemento motriz y la **rueda dentada**, que actúa como elemento de salida y que algunos autores llaman **corona**. La rosca del tornillo engrana con los dientes de la rueda de modo

que los ejes de transmisión de ambos son perpendiculares entre sí.

Se emplea en mecanismos que necesiten una **gran reducción de velocidad** (por cada vuelta del tornillo, la rueda dentada avanza un diente) y un aumento importante de la ganancia mecánica: clavijas de guitarra, reductores de velocidad para motores eléctricos, manivelas para andamios, cuentakilómetros....



## IV. MECAN. DE TRANSFORMACIÓN DEL MOVIMIENTO

Los **mecanismos de transformación del movimiento** son aquellos que cambian el tipo de movimiento, de lineal a circular (o a la inversa), o de alternativo a circular (o a la inversa) o de circular a circular alternativo.

### 1. MECANISMOS DE TRANSFORMACIÓN LINEAL/CIRCULAR

Puede pasar de un movimiento lineal del conductor a un movimiento circular en el conducido, o al revés, de un movimiento circular del conductor a un movimiento lineal en el conducido.

#### 1.1. CONJUNTO MANIVELA-TORNO

Una **manivela** es una barra unida a un eje al que hace girar. La fuerza que se necesita para girar este eje es menor que el que haría falta aplicar directamente.

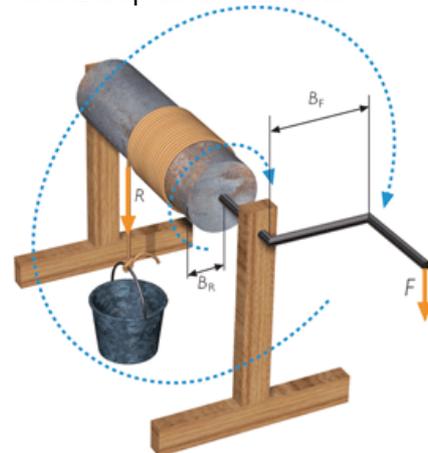


Fig 5: Sistema manivela-torno para elevación de cargas.

El mecanismo **manivela-torno** consiste en un cilindro horizontal (**tambor**) sobre el que se enrolla (o desenrolla) una cuerda o cable cuando le comunicamos un movimiento giratorio a su eje.

Este mecanismo se emplea para :

- **Obtención de un movimiento lineal a partir de uno giratorio:** en grúas (accionado por un motor eléctrico en vez de una manivela), barcos (para recoger las redes de

pesca, izar o arriar velas, levar anclas...), pozos de agua (elear el cubo desde el fondo) ...

- **Obtención de un movimiento giratorio a partir de uno lineal:** en peonzas (trompos), arranque de motores fuera-borda, accionamiento de juguetes sonoros para bebés...

### 1.2. PIÑÓN-CREMALLERA

Este mecanismo está formado por una rueda dentada (**piñón**) que engrana con una barra también dentada llamada **cremallera**.

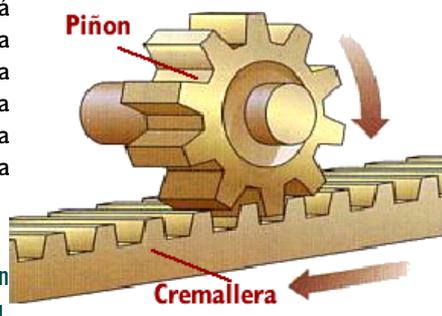


Fig 6: Sistema piñón cremallera.

Este mecanismo permite transformar el movimiento circular del piñón en movimiento rectilíneo en la cremallera (o viceversa). Dicho de otro modo, cuando el **piñón** gira, sus dientes empujan los de la **cremallera**, provocando el desplazamiento lineal de ésta. Si lo que se mueve es la cremallera, sus dientes empujan a los del piñón consiguiendo que éste gire sobre su eje. Es por tanto, un mecanismo **reversible**.

Este mecanismo se emplea en el sistema de dirección de los automóviles, columnas de taladradoras, trípodes, sacacorchos, puertas de garajes....

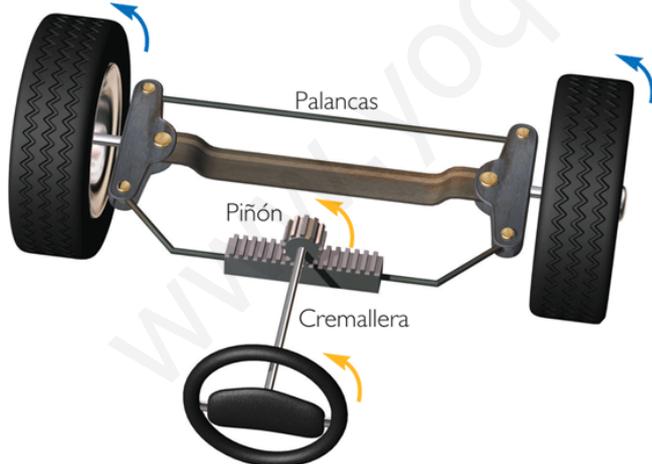


Fig 7: Sistema de dirección de un automóvil a través de un mecanismo piñón-cremallera.

### 1.3. TORNILLO-TUERCA

Mecanismo compuesto por un **eje roscado (husillo)** y una **tuerca** con la misma rosca que el eje. Si se gira la tuerca, ésta se desplaza linealmente sobre el husillo (y viceversa).

Así por ejemplo en el gato de los coches, podemos conseguir

un movimiento lineal (perpendicular al suelo) a partir de un movimiento circular (al girar la manivela). Otras aplicaciones son las uniones, grifos, compases de rosca, tapones de rosca....

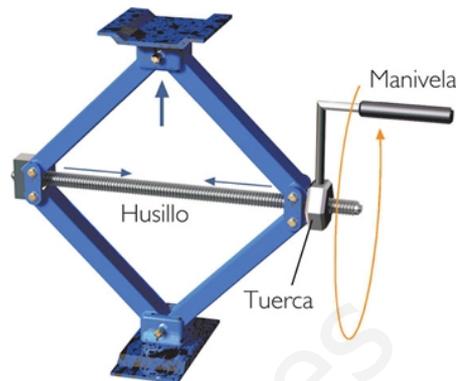


Fig 8: El gato de un coche es un ejemplo del mecanismo husillo-tuerca.

## 2. MECANISMOS DE TRANSFORMACIÓN CIRCULAR/LINEAL ALTERNATIVO

Pueden pasar de un movimiento circular del conductor a un movimiento lineal alternativo en el conducido; o al revés, de un movimiento lineal alternativo del conductor a un movimiento circular en el conducido.

### 2.1. EXCÉNTRICA Y LEVA

Una rueda **excéntrica** es una rueda que gira sobre un eje que no pasa por su centro.

Estos sistemas se componen de una pieza de contorno especial (**leva**) o de una rueda excéntrica que recibe el movimiento rotativo a través del eje motriz y de un elemento seguidor que está permanentemente en contacto con la leva por la acción de un muelle.

Ambos son mecanismos que permiten convertir un movimiento rotativo en un movimiento lineal; pero no al contrario, por lo que **no es reversible**. De este modo, el giro del eje hace que el contorno de la leva o excéntrica mueva o empuje al seguidor que realizará un recorrido ascendente y descendente (movimiento lineal alternativo).

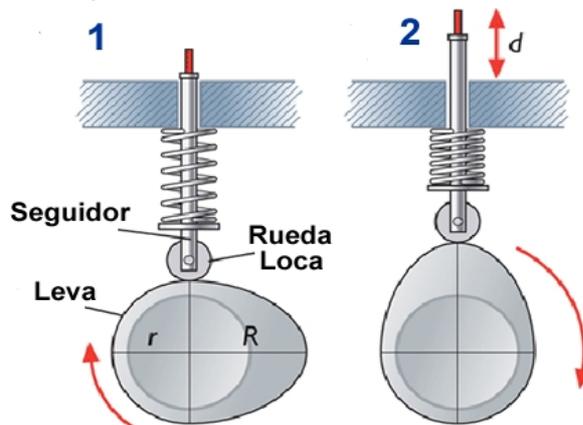


Fig 9: Leva.

Este tipo de mecanismos se emplea en cerraduras, carretes de pesca, cortapelos, depiladoras, motores de automóviles, juguetes... etc.

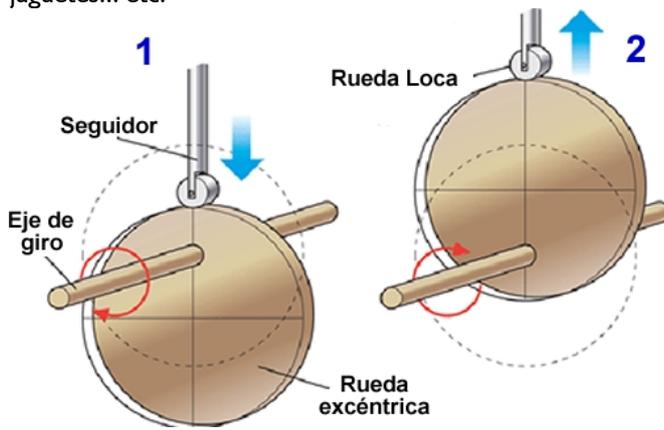


Fig 10: Excéntrica.

## 2.2. BIELA-MANIVELA

Este mecanismo está formado por una **manivela** que tiene un movimiento circular y una barra llamada **biela**. La **biela** está unida con articulaciones por un extremo a la manivela, y por el otro a un **sistema de guiado** (un pistón o émbolo encerrado en unas guías) que describe un movimiento rectilíneo alternativo en ambos sentidos.

Este mecanismo sirve para transformar un movimiento circular en uno lineal o viceversa, ya que **es reversible**.

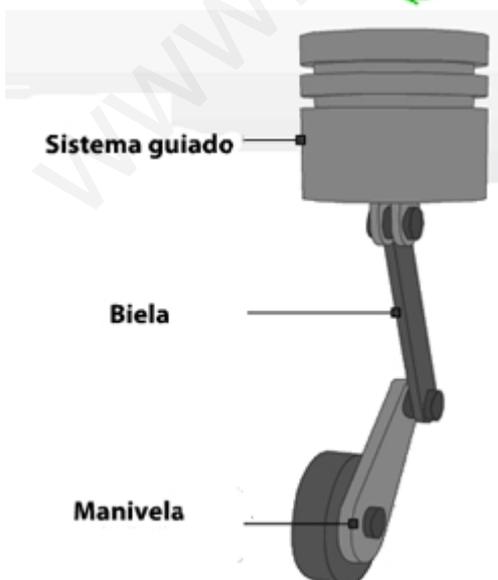
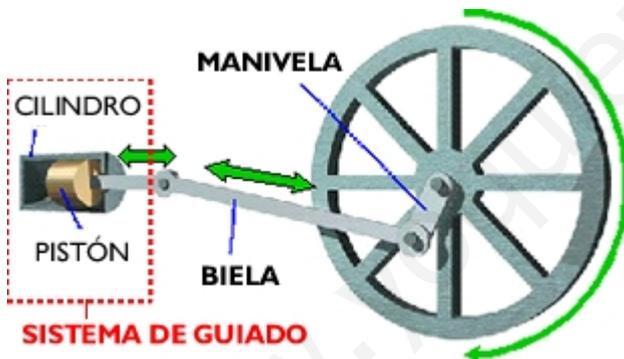


Fig 11: Sistemas biela-manivela.

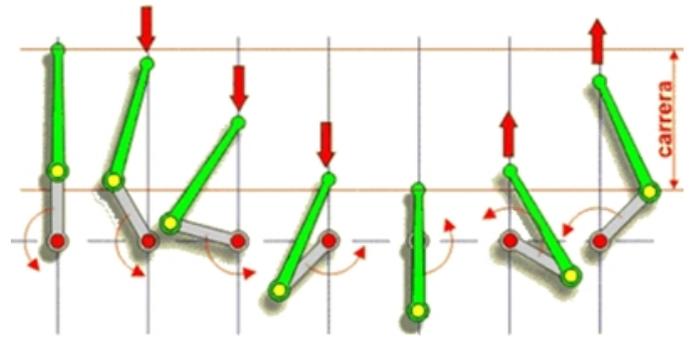


Fig 12: Funcionamiento del sistema biela-manivela: al girar la rueda, la manivela transmite el movimiento circular a la biela, que experimenta un movimiento de vaivén provocando el movimiento del pistón en ambos sentidos.

Este mecanismo se empleó en la locomotora de vapor, empleándose en motores de combustión interna, herramientas mecánicas, máquinas de coser...

## 2.3. CIGÜEÑAL

Se denomina **cigüeñal** al conjunto manivelas asociadas sobre un mismo eje.

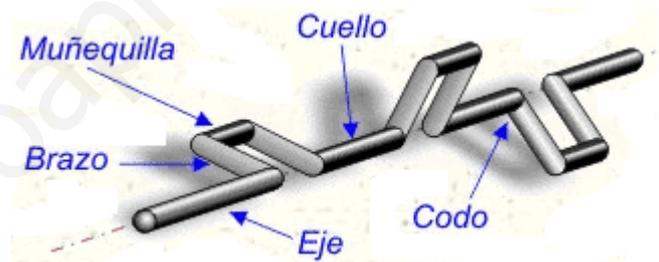


Fig 12: Partes de un cigüeñal.

La utilidad práctica del **cigüeñal** es la **conversión** de un movimiento rotativo continuo en uno lineal alternativo, o viceversa. Para ello se ayuda de bielas (sistema biela-manivela sobre un **cigüeñal**). Así, en el caso de los motores se colocan una serie de bielas en un mismo eje acodado, donde cada uno de los codos del eje hace las veces de manivela.

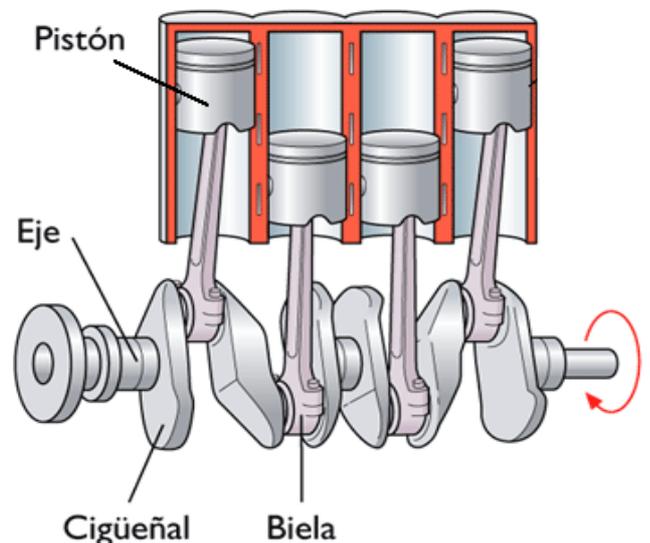


Fig 13: Cigüeñal en un motor de cuatro cilindros.