# BLOQUE 2. OPERADORES MECÁNICOS

## 1. INTRODUCCIÓN

Hay muchas maneras de definir una máquina. Nosotros vamos a usar la siguiente definición:

**Máquina:** es el conjunto de mecanismos (operadores mecánicos) capaz de transformar un tipo de energía en otro, como por ejemplo la eléctrica en mecánica en una batidora. Algunas máquinas, como las tijeras o unos alicates, son sencillas. Pero la gran mayoría están compuestas de muchos operadores básicos, como ocurre con los motores.

**Operador:** Es cada uno de los elementos que cumple una función dentro de una máquina. Por ejemplo un eje tiene como misión girar y al hacerlo, hace girar también todo lo que esté unido a él. En la batidora, al girar el eje del motor, hace girar las cuchillas que están unidas a él y puede así batir los alimentos.

**Mecanismo u operador mecánico:** es un dispositivo que transforma un movimiento y una fuerza de entrada en un movimiento y una fuerza de salida. Por ejemplo, la palanca de primer género, como veremos, es un mecanismo que cambia el sentido del movimiento y amplifica la fuerza que aplicamos de forma que se obtiene un gran esfuerzo con uno pequeño.

## 2. TIPOS DE MOVIMIENTOS

Muchas máquinas contienen uno o varios componentes que realizan movimientos. Dichos movimientos pueden ser básicamente de cuatro tipos:

1) **Movimiento lineal:** se produce en una línea recta y en un solo sentido. Es el que se produce por ejemplo en el cerrojo de una puerta pues cada vez que funciona va en un solo sentido.

2) **Movimiento alternativo:** es un movimiento de avance y retroceso en una línea recta. Por ejemplo el que se produce en la aguja de una máquina de coser o en el pistón de un motor.

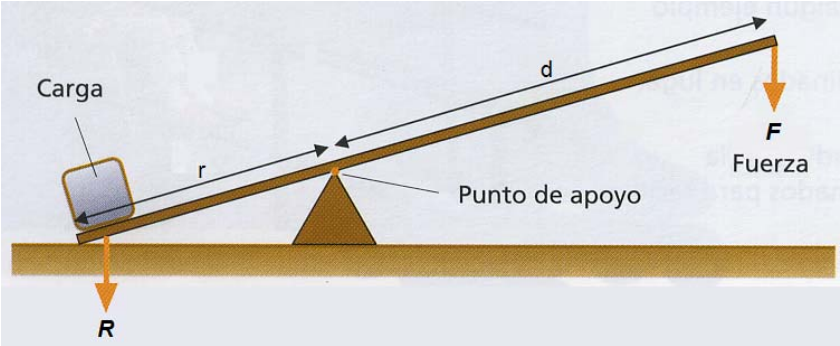
3) **Movimiento circular:** es un movimiento en un círculo y en un solo sentido. Por ejemplo el producido en las ruedas de un vehículo o en los ejes de los motores.

4) **Movimiento oscilante:** es un movimiento de avance y retroceso en un arco de circunferencia. Por ejemplo el que se produce en un péndulo o en un columpio.

## 3. LA PALANCA

Es el más simple de los mecanismos. La más simple consiste en una barra rígida que oscila sobre un **punto de apoyo o fulcro**.

Se emplea normalmente para vencer resistencias con una cierta fuerza, como por ejemplo levantar un peso. Vamos a definir cinco partes en la palanca que puedes distinguir en la figura:




**a)** **A** o **punto de apoyo**. Dependiendo de donde se coloque en la barra haremos más o menos esfuerzo.

**b)** **F**: fuerza que aplicamos para vencer la resistencia, es decir, la fuerza que hacemos nosotros. También se la llama potencia aplicada. La vamos a medir en kg.

**c)** **R**: la resistencia a vencer. Puede ser un peso a levantar o un esfuerzo como cuando destapamos un bote de pintura con un destornillador haciendo de palanca. También la mediremos en kg.

**d)** **d**: brazo de fuerza o de potencia. Es la distancia desde el punto de apoyo A al punto de fuerza F, como ves en la figura. Se mide en metros.

**e)** **r**: brazo de resistencia. Es la distancia desde el punto de apoyo A al punto de resistencia R, como ves en la figura. También se mide en metros.

De la figura se deduce que la longitud total de la barra **L**, es igual a la suma del brazo de fuerza más el brazo de resistencia:

$$L = d + r$$

Se mide en metros al ser la suma de dos distancias.

## LA LEY DE LA PALANCA

En la palanca se cumple **la ley de la palanca**, que corresponde a la relación:

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

Esta ley nos permite calcular, por ejemplo, el esfuerzo que debemos hacer al levantar un peso con una barra, o cualquier otro que requiera una palanca.

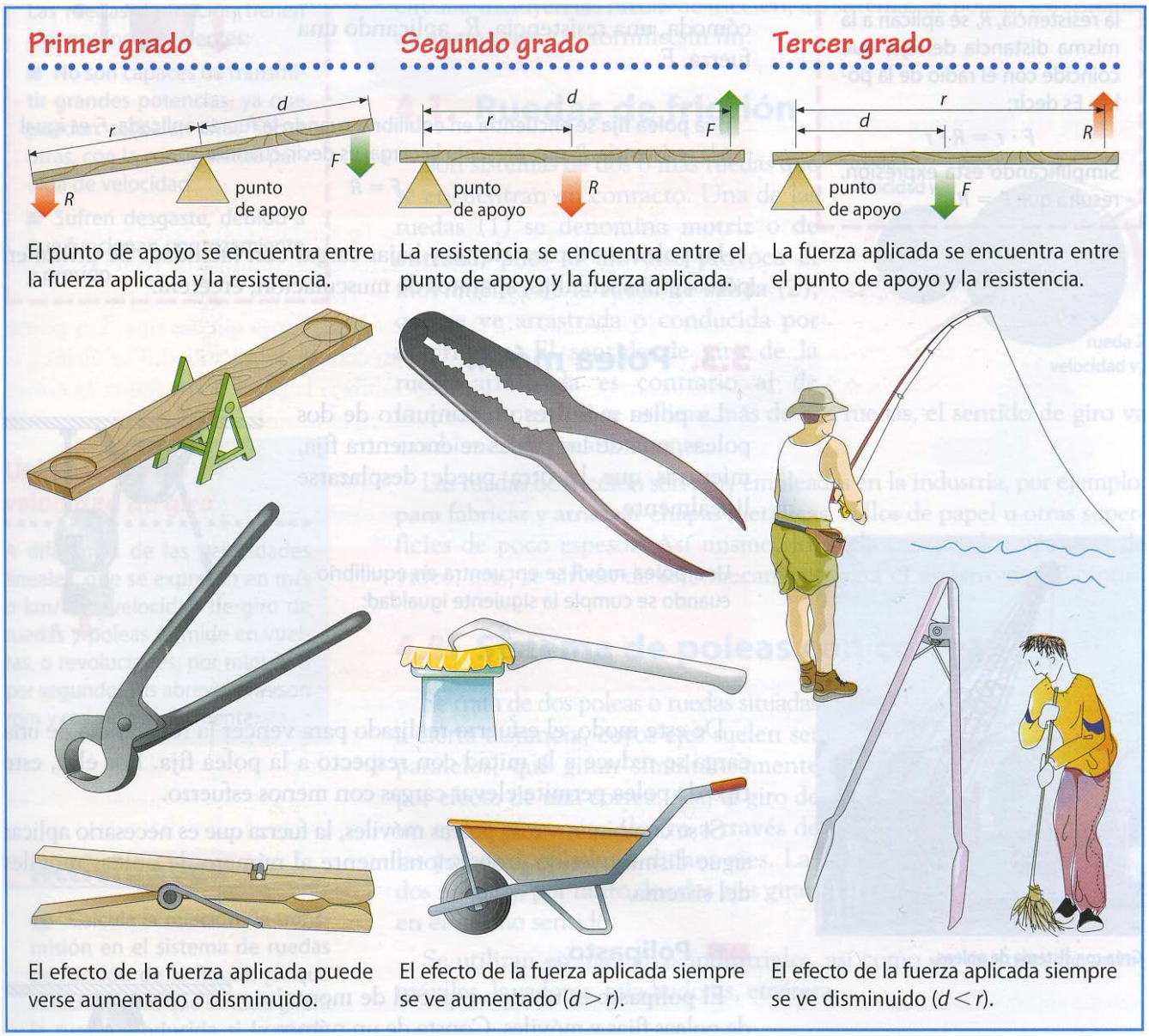
## TIPOS DE PALANCAS

Dependiendo de cómo estén colocados la fuerza **F**, el punto de apoyo **A** y la resistencia **R**, hay tres tipos de palancas, que también puedes ver en la figura:

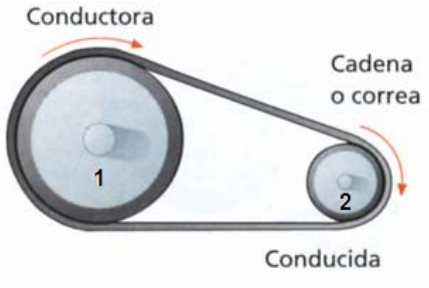
**1) Palanca de primer género:** El punto de apoyo esta situado entre la fuerza y la resistencia: **FAR**. Con este tipo de palanca hacemos menos esfuerzo que la resistencia a vencer.

**2) Palanca de segundo género:** La resistencia está colocada entre la fuerza y el punto de apoyo: **FRA**. Esta palanca también reduce nuestro esfuerzo.

**3) Palanca de tercer género:** La fuerza está entre la resistencia y el punto de apoyo: **RFA**. En este caso se hace más fuerza que la resistencia a vencer.



## 4. SISTEMAS DE POLEAS




Es un sistema que usa al menos dos poleas y una correa para unirlas. Eso es lo que se denomina sistema de poleas simple o sistema de poleas, como ves en la figura. En todo sistema de poleas, una de ellas esta unida al eje del motor y, por lo tanto, es la que se mueve arrastrando a la otra a moverse. A la polea unida al motor se la llama **polea motriz m o conductora**. A la otra se la llama **polea conducida c** o arrastrada porque se deja llevar por la motriz. Podrás ver que en algunos libros, a la motriz se la denomina 1 y a la conducida 2.

En un sistema de poleas, ambas giran en el mismo sentido. Para cambiar ese sentido, debemos cruzar la correa y entonces girarán en sentidos opuestos.

En todo sistema compuesto de operadores existe una relación que los une denominada **relación de transmisión, i**. También se la llama *relación de velocidades*. Esta relación da cuenta de las veces que gira una polea respecto a la otra, es decir, de la velocidad de giro de una respecto a la otra. No tiene unidad. La relación de transmisión siempre se lee *como el número de veces que gira la motriz respecto a la conducida*, independientemente de la forma en que se calcule la relación de transmisión.

En cada sistema hay una forma propia de calcular esa relación que se corresponde siempre con la relación de velocidades:

**Relación de transmisión (i) = velocidad de la motriz ($v_m$) / velocidad de la conducida($v_c$)**
**Relación de transmisión (i) = diámetro de la conducida ($d_c$) /diámetro de la motriz ($d_m$)**

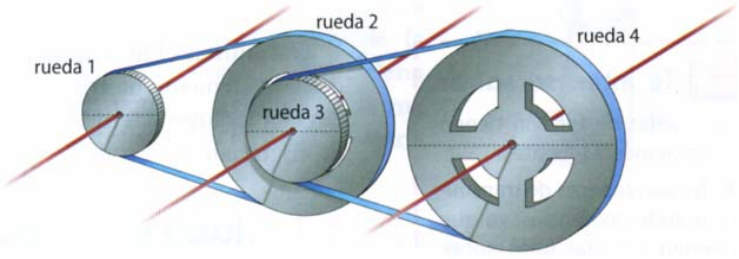
Es decir:

$$i = v_m / v_c = d_c / d_m$$

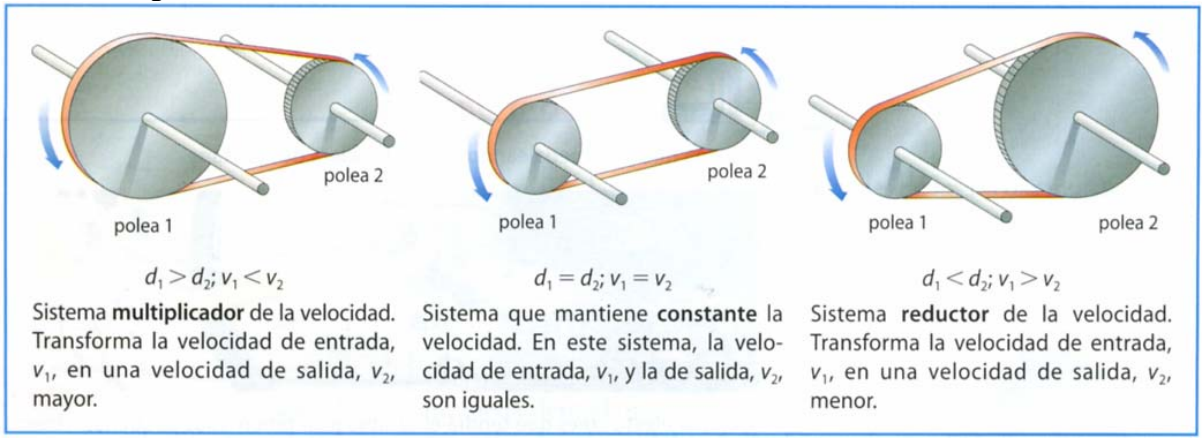
*Recuerda que el diámetro es igual a dos veces el radio de la circunferencia. La velocidad, en este caso se mide en revoluciones por minuto (**rpm**) que es el número de vueltas que da en un minuto un operador.*

También hay **sistemas compuestos de poleas** que consisten en unir dos o más sistemas simples, como ves en la figura.

Los sistemas compuestos dan mayor fuerza que los simples y aumentan o reducen mucho más la velocidad del motor.



Recuerda que una polea pequeña girará más deprisa que una grande en un sistema de poleas. Dependiendo del tamaño de las poleas tenemos tres tipos de sistemas simples, como se ve en la figura:




1) Si la polea motriz es mayor que la conducida, entonces la motriz girará más despacio que la conducida y la velocidad de salida (la de la conducida) del sistema será mayor que la de entrada, que es la del motor. Entonces tenemos un sistema **multiplicador** de la velocidad.

2) Si las dos poleas son del mismo tamaño, ambas velocidades son iguales y lo que se hace es trasmitir la velocidad de giro del motor a otro eje. Tenemos entonces un sistema **constante**.

3) Si la polea motriz es menor que la conducida, entonces girará más la motriz, es decir, el motor que la salida del sistema, es decir, la conducida. A este tipo de sistema se lo denomina **reductor** de la velocidad. Es por ejemplo lo que ocurre en una noria donde el motor gira muy rápido y la noria despacio.

## 5. TREN DE ENGRANAJES.



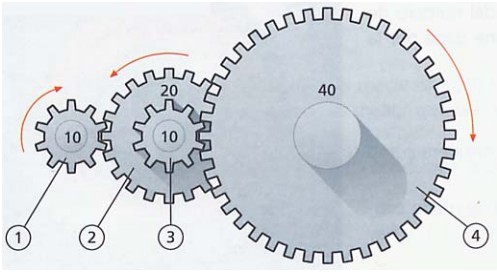
Engranajes cilíndricos.

Los **engranajes** son ruedas dentadas. Un **tren de engranajes** son dos engranajes o piñones que engarzan entre sí, como se ve en la figura; de manera que si uno de ellos gira, el otro lo hace en el sentido contrario. Al igual que los sistemas de poleas, se emplean para aumentar o disminuir esfuerzos a la vez que se trasmite el giro de un eje a otro.

Al igual que en el sistema de poleas, habrá un engranaje **motriz** que será el que al moverse haga girar al **conducido**. También existe una relación entre lo que gira un engranaje y lo que gira el otro denominada **relación de transmisión (i)**.

Esta relación se puede calcular de dos maneras: con la relación entre las velocidades de motriz y conducida, que es igual que en los sistemas de poleas, o también, si fuera un dato conocido, utilizando el **número de dientes de la conducida ($n_c$)** y el **número de dientes de la motriz ($n_m$)**:

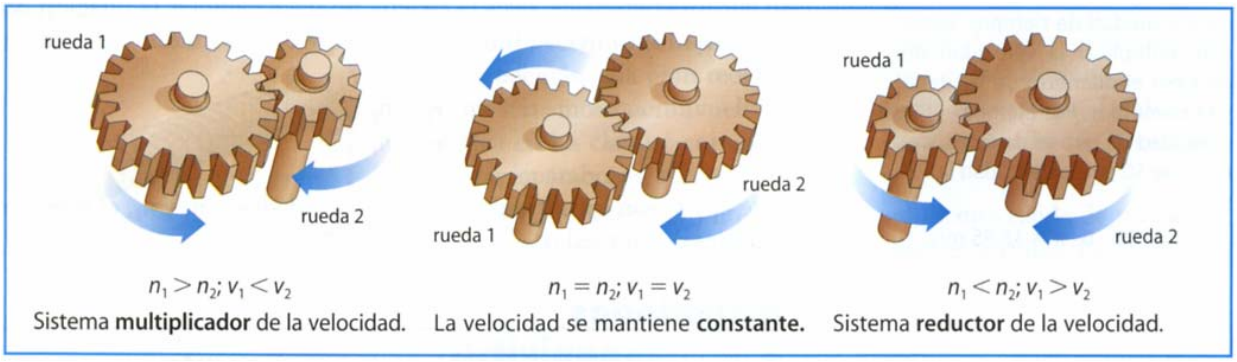
$$i = v_m / v_c = n_c / n_m$$




También hay **trenes compuestos** de engranajes que consisten en unir dos o más trenes simples, como ves en la figura.

Los trenes compuestos dan mayor fuerza que los simples y aumentan o reducen mucho más la velocidad del motor.

Recuerda que un engranaje pequeño girará más deprisa que uno grande en un tren de engranajes. Dependiendo del tamaño los engranajes tenemos tres tipos de trenes simples, como se ve en la figura:

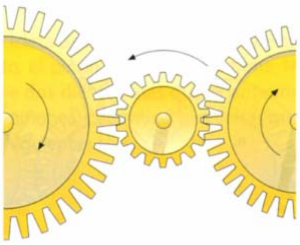



1) Tren **multiplicador** de la velocidad, donde el engranaje motriz es mayor que el conducido.

2) Tren **constante**, donde ambos engranajes son iguales.

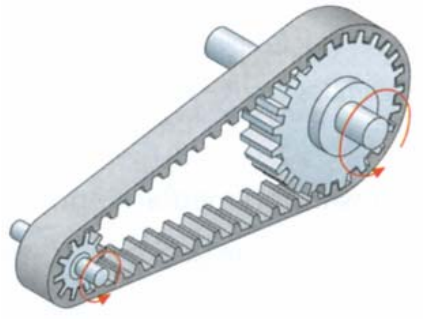
3) Tren **reductor** de la velocidad, donde el engranaje motriz es menor que el conducido.

**ENGRANAJE O PIÑÓN LOCO:** en un tren de engranajes, el motriz y el conducido *giran en sentidos opuestos*. Pero, a veces, es necesario que ambos giren en el mismo sentido.


Engranaje loco.

En ese caso, entre el engranaje motriz y el conducido se coloca un tercer piñón, como se ve en la figura. Con eso se consigue que tanto el motriz como el conducido giren en el mismo sentido. A ese tercer engranaje así colocado se lo llama **engranaje o piñón loco**.

## 6. SISTEMA DE PIÑONES Y CADENA.

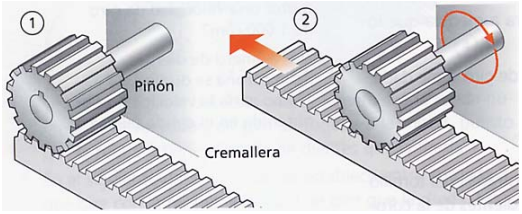


Estos mecanismos, que puedes ver en una bicicleta, están formados por dos piñones y una cadena que los une de forma que ambos giran en el mismo sentido, como puedes ver en la figura.
Funcionarían como un sistema de poleas pero la diferencia está en que son más resistentes a los esfuerzos. Los hay también multiplicadores de la velocidad, reductores y constantes. Su relación de transmisión se calcularía como en el caso de los trenes de engranaje:

$$i = v_m / v_c = n_c / n_m$$

## 7. SISTEMA PIÑÓN-CREMALLERA.

Hasta ahora, los tres tipos de sistemas que hemos visto (sistema de poleas, tren de engranajes y sistema de piñones y cadena) trasmitían un movimiento circular del motriz al conducido.



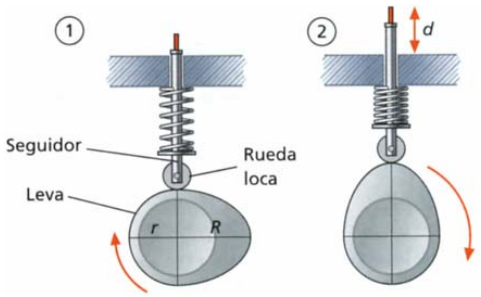

En un sistema de piñón-cremallera, como el de la figura, *se transforma el movimiento circular del piñón en uno lineal en la cremallera*. Es lo que ocurre por ejemplo con algunas puertas de garaje que lo emplean.

La **cremallera** es una pieza alargada con dientes en los que pueden encajar los dientes del **piñón**.

La gran importancia de este sistema y los que veremos a continuación es que son capaces de transformar el movimiento de giro del eje de un motor en un movimiento que ya no será circular.

## 8. MECANISMO LEVA-SEGUIDOR

Este mecanismo transforma un movimiento circular en uno alternativo, como el que se da en la aguja de una máquina de cocer.



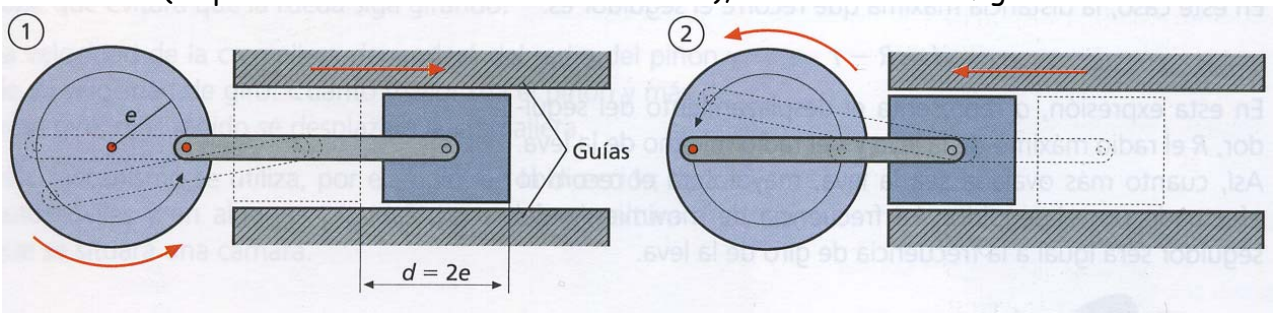

La **leva** es una pieza normalmente en forma de ovoide, como se ve en la figura, que gira alrededor de un eje. El **seguidor** puede ser una simple varilla que se sitúa junto a la leva de forma que al girar empuja la varilla o la deja bajar, según la parte del ovoide que esté en contacto con el seguidor. Eso se aprecia en la figura.

Las levas se emplean cuando los esfuerzos no son elevados como ocurre en la máquina de cocer, en el árbol de levas de un motor que permite abrir y cerrar las válvulas de los cilindros del motor de un coche, como ya veremos en un tema posterior, etc.

## 9. MECANISMO BIELA-MANIVELA

Este mecanismo transforma un movimiento circular en uno alternativo, como el que se ve en las ruedas de los trenes antiguos.

En ese caso, la **biela** consiste en una barra rígida que se fija a un punto excéntrico de la rueda (un punto distinto del centro de la rueda), como se ve en la figura:



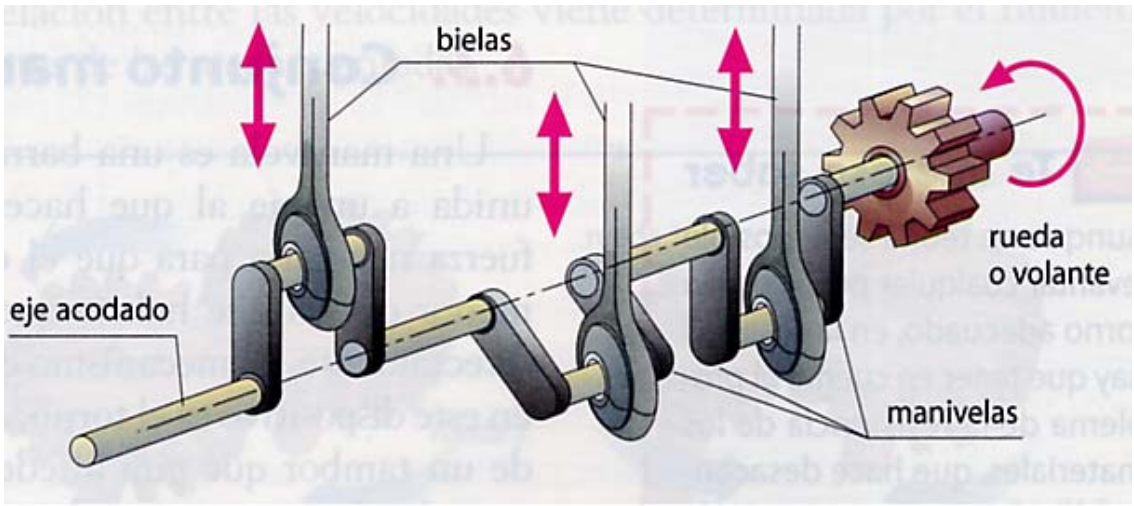

También puede transformar un movimiento alternativo en uno circular.

Normalmente las bielas se emplean cuando los esfuerzos son grandes porque lo soportan mejor que las levas.

La **manivela** en este caso es la rueda aunque lo habitual es que sea de la siguiente forma: ⅂, que es la que hemos visto alguna vez en una película usada para arrancar el motor de un coche antiguo. La manivela sirve para transmitir un movimiento de giro a un eje o para transmitir el movimiento de giro de un eje a otro mecanismo, como por ejemplo la biela.

## 10. EL CIGÜEÑAL

Es un sistema en el que acoplan varias manivelas de forma que se multiplica mucho el esfuerzo del motor. Es decir, la unión de varios mecanismos biela-manivela, nos de un cigüeñal como el que se ve en la figura:




Se emplea por ejemplo en los motores de los vehículos para hacer funcionar los pistones.

# EJERCICIOS SOBRE OPERADORES MECÁNICOS.

1 – Define los tipos de movimientos que hemos estudiado.

2 – a) ¿Qué es una palanca?

b) Dibuja una y coloca cada una de sus partes definiéndolas después.

c) Indica los tres tipos de palancas que hay, poniendo un ejemplo de cada una y las diferencias que existen entre cada una.

3 – Queremos levantar un peso de 100kg con una barra de 1m. El punto de apoyo lo situamos a 20cm del peso. ¿Qué fuerza debemos aplicar en el otro extremo?

4 – Para destapar un bote de pintura hacemos un esfuerzo de 2kg. Si usamos un destornillador de 20cm cuyo punto de apoyo se sitúa a 1cm de la resistencia. ¿Cuál es la resistencia que ofrece el bote a ser destapado?

5 - Define: a) sistema de poleas; b) polea motriz; c) polea conducida; d) tren de engranajes.

6 - Define y haz un dibujo de: a) un sistema de poleas multiplicador; b) un sistema de poleas reductor; c) un tren de engranajes con un engranaje loco.

7 – ¿Qué es un operador y cuál es su utilidad?

8 – ¿Qué es un operador mecánico?

9 – Una polea es una palanca de primer género. Dibuja una sola polea y explica cómo es posible que sea una palanca de primer género.

10 – a) Tenemos dos poleas de radios 8cm y 24cm, respectivamente. Si la polea grande tira de la pequeña, ¿cuál será la relación de transmisión del sistema? ¿Será multiplicador de la velocidad o reductor?

b) ¿Cuál sería la relación de transmisión si la polea pequeña tira de la grande? ¿Será reductor o multiplicador?

c) Si el eje del motor gira a 300rpm, ¿cuál será la velocidad de salida en cada caso?

11 – a) Tenemos un sistema de poleas en el que la motriz tiene un diámetro de 40cm y la conducida un radio de 30cm. ¿Cuál será la relación de transmisión?

b) Si la polea conducida gira a 80rpm, ¿cuál será la velocidad de la polea motriz?

c) ¿Qué polea gira más deprisa y por qué?

12 – Queremos montar un tren de engranajes que gire a 100rpm (velocidad de salida). ¿Cuántos dientes deberá tener el engranaje conducido si el motriz tiene 25 dientes y el eje del motor gira a 1000rpm?

13 – a) Una bicicleta de corredor utiliza un sistema de cadena y piñones en la que el piñón motriz tiene 50 dientes y el conducido, 20 dientes. ¿Cuál es la relación de transmisión del sistema?

b) Si el ciclista pedalea a 30rpm, ¿cuál es la velocidad de la bicicleta?

14 – Si en un tren de engranajes el motriz tiene 15 dientes y el conducido 60 dientes, ¿cuál es la relación de transmisión?

15 – En un tren de engranajes el motriz tiene 20 dientes. Cuando este engranaje gira 20 veces el engranaje conducido gira 5 veces.

a) ¿Cuál es la relación de transmisión del sistema?

b) ¿Cuántos dientes tiene el engranaje conducido?

c) Si el engranaje conducido gira en el sentido de las agujas del reloj, ¿en qué sentido girará el motriz?

16 – a) Si en un tren de engranajes el motriz tiene 20 dientes y la relación de transmisión es de de 2/3, ¿Cuántos dientes tiene el conducido?

b) Si la velocidad del motor es de 600rpm, ¿cuál es la de salida del sistema?

17 – Define: a) sistema de cadena-piñones; b) sistema de piñón-cremallera; c) sistema leva-seguidor; d) sistema biela-manivela.

18 – a) Dibuja un sistema piñón-cremallera, uno leva-seguidor y otro biela-manivela.

b) ¿Qué tienen en común los sistemas piñón-cremallera, leva-seguidor y biela-manivela?

c) Di cinco ejemplos en los que creas que es necesario usar este tipo de sistemas.

19 – Dibuja:

a) Un sistema de poleas en el que las dos giren en sentidos opuestos.

b) Un tren de engranajes en el que ambos giren en el mismo sentido.

c) Un sistema de poleas multiplicador de la velocidad.

d) Un tren de engranajes reductor de la velocidad.