

# Tema 19. Transformación y transmisión de movimiento

## 1. Transmisión de movimiento

En muchas ocasiones es preciso transmitir el movimiento de unos elementos a otros para poder conseguir una finalidad.

Esto se observa sobre todo en máquinas en las cuales se emplea una fuerza inicial para transformarla en movimiento y transmitir ese movimiento a otros elementos consiguiendo el efecto deseado. Ejemplos muy habituales de máquinas en las que se emplean diferentes elementos son la bicicleta, el automóvil, los ascensores, etc...

**Los principales elementos de transmisión del movimiento se denominan operadores mecánicos y son los siguientes:**

### 1.1. Rueda

**La rueda es un disco con un orificio central por el que penetra un eje que le guía en el movimiento y le sirve de sustento.**

La parte operativa de la rueda es la periferia del disco, que se recubre con materiales o terminaciones de diversos tipos con el fin de adaptarla a la utilidad correspondiente. Algunas de las ruedas más empleadas son:

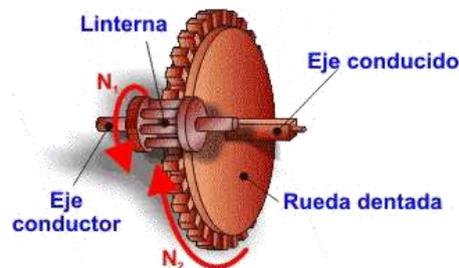
- **Rueda dentada**, empleada principalmente para la transmisión del movimiento giratorio entre ejes.
- **Rueda de transporte**, empleada para reducir el rozamiento con el suelo. Unas muy empleadas son las de cámara de aire.

- **Polea**, muy empleada tanto para la transmisión de movimientos como para la reducción del esfuerzo al elevar o mover pesos.
- **Turbinas** (rueda de palas), empleadas para la obtención de un movimiento giratorio a partir del movimiento de un fluido (agua, aire, aceite...)



De izquierda a derecha, ruedas dentadas, rueda de transporte, poleas y turbina

De las ruedas anteriores, las más empleadas para transmitir movimiento son las ruedas dentadas y las poleas. En ambas se establece la denominada **relación de transmisión (i)** del sistema, que es una proporción entre el número de dientes (ruedas dentadas) o el diámetro (en el caso de las poleas) que nos facilita el cálculo del número de vueltas que dará el elemento arrastrado en función de las que dé el elemento motor.



En el caso de las ruedas dentadas:

$$i = \frac{N_1}{N_2}$$

donde N1 es el número de dientes la rueda motor y N2 el número de dientes de la rueda arrastrada.

Además, el número de dientes de una rueda multiplicado por su velocidad de giro es equivalente al número de dientes de la otra rueda por la velocidad de esta segunda rueda.

$$Z_m \cdot N_m = Z_s \cdot N_s$$

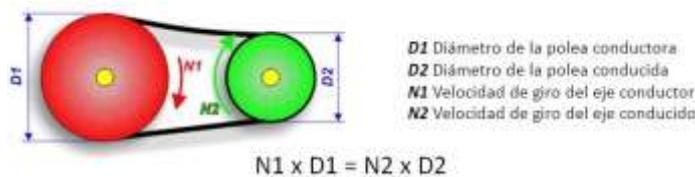
Diagram showing the relationship between gear teeth and speed. The equation is enclosed in a red box. Below it, four labels with arrows point to the terms: 'Número de dientes del engranaje motor' (points to Z<sub>m</sub>), 'Velocidad del engranaje motor (en rpm)' (points to N<sub>m</sub>), 'Número de dientes del engranaje de salida' (points to Z<sub>s</sub>), and 'Velocidad del engranaje de salida (en rpm)' (points to N<sub>s</sub>).

En el caso de las poleas:

$$i = \frac{D1}{D2}$$

donde D1 es el diámetro de la polea motor y D2 el diámetro de la polea arrastrada

Además, el diámetro de una polea multiplicado por su velocidad de giro es equivalente al diámetro de la otra polea por la velocidad de esta segunda polea.



**Ejemplo:** Tenemos un conjunto de dos poleas, teniendo la polea motor 25 cm. de diámetro y la arrastrada 12'5 cm. Si la polea motor da 140 rpm (vueltas o revoluciones por minuto), ¿Cuántas dará la arrastrada?

$$i = D1 / D2 = 25 / 12'5 = 2$$

$$140 \text{ rpm} \times 2 = \mathbf{280 \text{ rpm}}$$

**Ejemplo:** Una rueda dentada de 120 dientes arrastra a otra teniendo entre ellas una relación de transmisión de 0'75. ¿Cuántos dientes tendrá la rueda arrastrada?

$$0'75 = 120 / D2$$

$$D2 = 120 / 0'75 = \mathbf{160 \text{ dientes}}$$

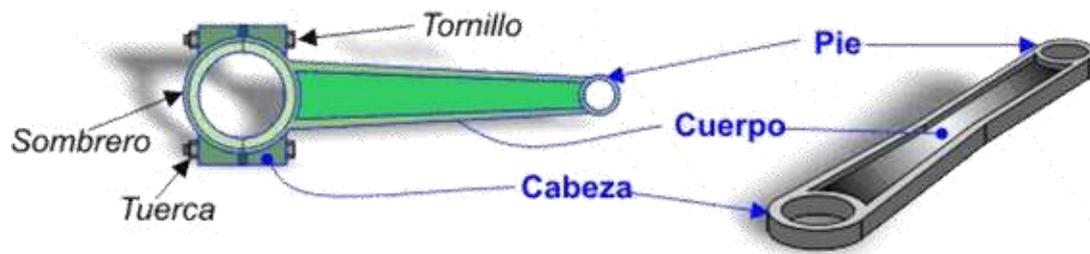
**Ejemplo:** Si la rueda motor lleva una velocidad de 200 rpm ¿Cuántas rpm dará la arrastrada?

$$200 \times 0'75 = \mathbf{150 \text{ rpm}}$$

## 2. Transformación de movimiento

### 2.1. Biela

Consiste en una barra rígida diseñada para establecer uniones articuladas en sus extremos. Permite la unión de dos operadores transformando el movimiento rotativo de uno (manivela, excéntrica, cigüeñal ...) en el lineal alternativo del otro (émbolo ...), o viceversa.



Desde el punto de vista técnico se distinguen tres partes básicas: cabeza, pie y cuerpo.

- **La cabeza de biela** es el extremo que realiza el movimiento rotativo. Está unida mediante una articulación a un operador excéntrico (excéntrica, manivela, cigüeñal ...) dotado de movimiento giratorio.
- **El pie de biela** es el extremo que realiza el movimiento alternativo. El hecho de que suele estar unida a otros elementos (normalmente un émbolo) hace que también necesite de un sistema de unión articulado.
- **El cuerpo de biela** es la parte que une la cabeza con el pie. Está sometida a esfuerzos de tracción y compresión y su forma depende de las características de la máquina a la que pertenezca.

Un ejemplo muy sencillo de una biela es el movimiento que realizan las piernas de un ciclista. El movimiento lineal de las piernas al subir y bajar se transforma en giratorio en la manivela que forma el pedal de la bicicleta.



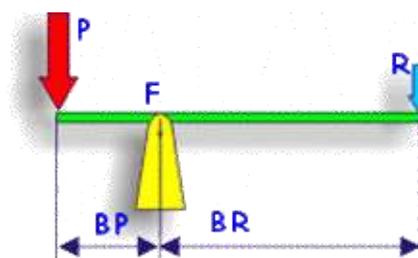
## 2.2 Palancas

Desde el punto de vista técnico, la palanca es una barra rígida que oscila sobre un punto de apoyo (fulcro) debido a la acción de dos fuerzas contrapuestas (potencia y resistencia).



Desde el punto de vista tecnológico, cuando empleamos la palanca para vencer fuerzas podemos considerar en ella 4 elementos importantes:

- **Potencia (P)**, fuerza que tenemos que aplicar.
- **Resistencia (R)**, fuerza que tenemos que vencer; es la que hace la palanca como consecuencia de haber aplicado nosotros la potencia.
- **Brazo de potencia (BP)**, distancia entre el punto en el que aplicamos la potencia y el punto de apoyo (fulcro).
- **Brazo de resistencia (BR)**, distancia entre el punto en el que aplicamos la resistencia y el punto de apoyo (fulcro).



La ecuación que nos permite calcular la fuerza que necesitaremos para mover una resistencia en concreto se basa en que el producto de la potencia y la resistencia por la longitud (en metros) de sus brazos correspondientes deben ser iguales.

$$P \cdot Bp = R \cdot Br$$

**Ejemplo: Que fuerza deberemos realizar para levantar un objeto de 5 kg si el BP mide 50 cm y el BR mide 20 cm.**

$$P = m \cdot g = 5 \cdot 9,8 = 49 \text{ N}$$

$$50 \text{ cm} = 0'5 \text{ m};$$

$$20 \text{ cm} = 0'2 \text{ m}$$

$$P \times 0'5 = 49 \times 0'2 \quad P = 49 \times 0'2 / 0'5 = \mathbf{19'6 \text{ N}}$$

### 2.2.1. Tipos de palancas

Según la combinación de los puntos de aplicación de potencia y resistencia y la posición del fulcro se pueden obtener tres tipos de palancas:

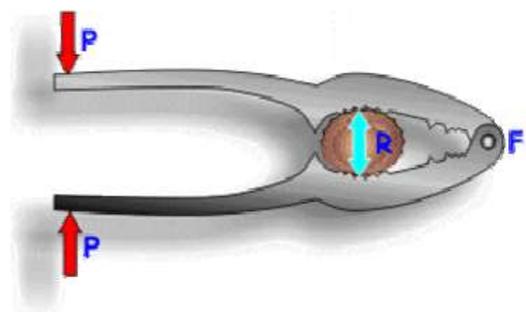
#### Palanca de primer grado

Se obtiene cuando colocamos el fulcro entre la potencia y la resistencia. Como ejemplos clásicos podemos citar la pata de cabra, el balancín, los alicates o la balanza romana.



#### Palanca de segundo grado

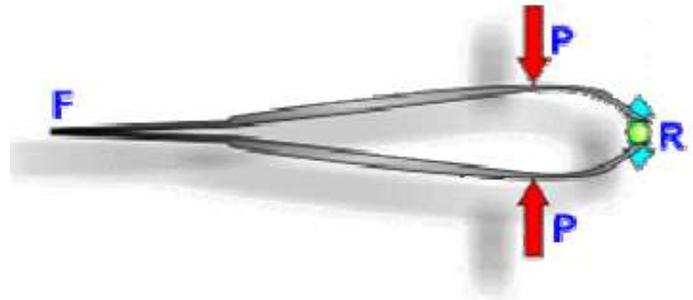
Se obtiene cuando colocamos la resistencia entre la potencia y el fulcro. Según esto el brazo de resistencia siempre será menor que el de potencia, por lo que el esfuerzo (potencia) será menor que la carga (resistencia). Como ejemplos se puede citar el cascanueces o la carretilla.



### Palanca de tercer grado

Se obtiene cuando ejercemos la potencia entre el fulcro y la resistencia. Esto tras consigo que el brazo de resistencia siempre sea mayor que el de potencia, por lo que el esfuerzo siempre será mayor que la carga (caso contrario al caso de la palanca de segundo grado).

Ejemplos típicos de este tipo de palanca son las pinzas de depilar, las paletas y la caña de pescar.



## Ejercicios

1. Relaciona cada máquina simple con el tipo de palanca al que pertenece.

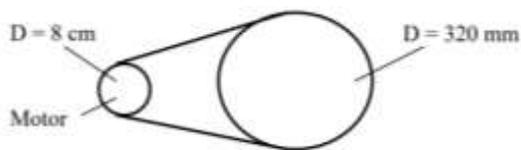
- a) Carretilla
- b) Perforadora de papel
- c) Tijeras
- d) Caña de pescar
- e) Pinzas de hielo
- f) Balancín

2. Clasifica las siguientes palancas



- 3. Calcula la fuerza que tenemos que hacer para mover una carga de 100 kg con una palanca de primer grado. Sabemos que la distancia de la carga al punto de apoyo es 50 cm, la distancia de la potencia al punto de apoyo es 150 cm. (Sol: 326,7 N)
- 4. Calcula la fuerza que tiene que hacer un operario para levantar un armario de 150 kg con una palanca de longitud 1 2 m, si la distancia entre el punto de apoyo y el peso es de 200 mm. (Sol: 294 N)
- 5. Calcula la fuerza que tiene que hacer un operario para levantar un armario de 100 kg con una palanca de longitud 1 25 metros de longitud, si la distancia entre el punto de apoyo y el punto de aplicación de la fuerza es de 95 cm. (Sol: 309,5 N)
- 6. Calcula la distancia del punto de apoyo al punto de aplicación de la fuerza en una palanca de longitud total de 100 cm, si con dicha palanca levantamos una caja de peso de 120 kg con una fuerza de 30 kg. Datos: BR= 20 cm. (Sol: 0 8 m)

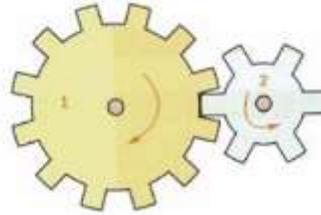
7. El brazo horizontal de una grúa mide en 12 m. Si el brazo del contrapeso mide 4 m, indica cual debe ser la masa del mismo si la carga que debe soportar la pluma en su extremo es de 200 kg. (Sol: 600 kg)
8. Calcula el peso que puede levantar un operario con una palanca de segundo grado de longitud 110 cm, si la distancia entre el punto de apoyo y el peso es de 0 15 m. Datos: Fuerza aplicada por el operario 60 kg. (Sol: 4312 N)
9. En el sistema de poleas de la figura, el motor gira a 300 rpm. Calcula: a) Velocidad de giro del eje de salida. b) Relación de transmisión.



10. En un sistema de poleas simple, la polea conectada al eje del motor tiene un diámetro de 8 mm y la conducida un diámetro de 12 cm. Cuando se pone en marcha el motor se cuenta media vuelta por segundo en la polea conducida. Calcula el número de revoluciones por minuto del motor.
11. Calcula la velocidad de la polea conducida de un sistema de poleas en el que el diámetro de la polea motriz es 12 cm y su velocidad 400 rpm, siendo el diámetro de la polea conducida 4 cm. Calcula la relación de transmisión del sistema.
12. Se quiere obtener una rueda dentada receptora de 400 rpm mediante un motor que tiene un engranaje en su eje de 80 dientes y que gira a 100 rpm. Calcula el número de dientes de la receptora.
13. Dados los siguientes mecanismos, calcula en cada caso: a) Calcula la relación de transmisión. b) Si la rueda conducida gira a 1000 rpm, ¿a cuántas rpm gira la rueda motriz?



14. Dado el siguiente sistema de engranajes, calcula la velocidad de giro del engranaje 2 si el 1 gira a 10 revoluciones por segundo



15. Calcula la fuerza que hay que ejercer sobre una palanca de primer grado para levantar un cuerpo de 20kg, sabiendo que el brazo de potencia mide 3 metros y que el brazo de resistencia mide 2 metros.
16. Calcula la fuerza que hay que ejercer para levantar un cuerpo de 25 kg, sabiendo que el brazo de resistencia mide 4 metros y que la longitud total de la palanca es de 7'5 metros.
17. Calcula la velocidad de una polea conducida de diámetro 3 cm conectada a una polea motriz de diámetro 4 cm que gira a una velocidad de 7 rpm. Calcula la relación de transmisión.
18. Calcula el número de dientes de una rueda dentada conducida que gira a 10 rpm, si está conectada a una rueda dentada motriz que gira a 60 rpm que tiene 4 dientes.