MECANISMOS

En internet podemos encontrar la siguiente definición:

> *Conjunto de piezas o elementos que ajustados entre sí y empleando energía mecánica hacen un trabajo o cumplen una función.*

Sus funciones son:

- Transmitir y transformar fuerzas y movimientos.
- Realizan distintos trabajos y funciones con mayor comodidad y menor esfuerzo.

Las máquinas tienen mecanismos para funcionar. Algunos ejemplos de máquinas con mecanismos:

- De **vapor**: turbina, máquina de tren...
- **Eléctrica**: generador, alternador, motor, electroimán...
- **Nuclear**: reactor nuclear...
- **Hidráulica, neumática**: elevador de volquete, noria, turbina, ventilador...

Conservación de la energía

Conoces por las clases de ciencias de cursos anteriores que la energía ni se crea ni se destruye, sino que únicamente se transforma. Esta ley se cumple en los mecanismos:

> En la transmisión y transformación se conserva la energía: la energía que hace funcionar al mecanismo es la misma que se obtiene a la salida menos el calor que produce el mecanismo por rozamiento.

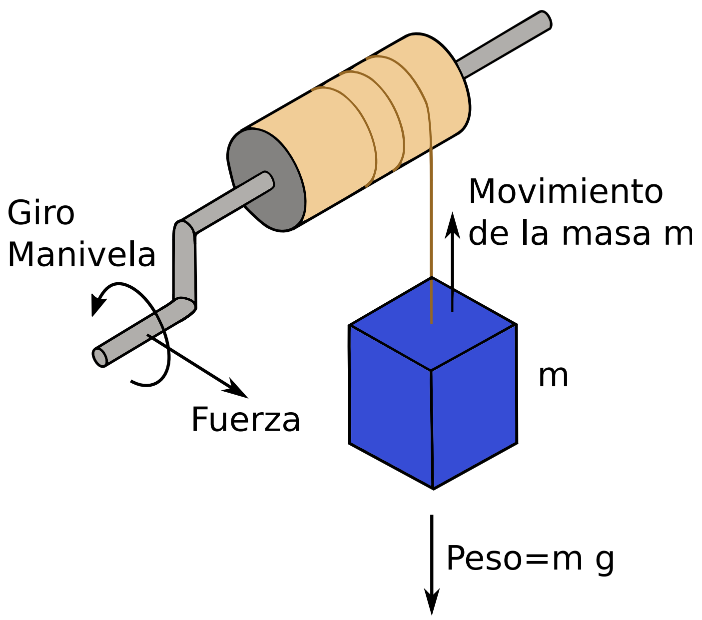


Figura 1: El trabajo que hace la fuerza para hacer girar el torno hace subir el peso

CLASIFICACIÓN DE LOS MECANISMOS

TIPOS DE MECANISMOS SEGÚN SU FUNCIÓN	
Transmisión de movimiento Lineal Palanca Polea Polipasto De giro Ruedas de fricción Correa Cadena Engranajes **Transformación de movimiento** Circular-lineal Rueda Piñón-cremallera Tornillo-tuerca Manivela-torno Circular-lineal alternativo Biela-manivela Cigüeñal Leva **Transmisión de movimiento** Lineal Palanca Polea Polipasto De giro Ruedas de fricción Por correa Engranajes Por cadena	**Transformación de movimiento** Circular-lineal Rueda Piñón-cremallera Tornillo-tuerca Manivela-torno Circular-lineal alternativo Biela-manivela Cigüeñal Leva **Control de movimientos** Trinquete Rueda libre Frenos **Acumulación de energía** Muelles Volante de inercia **Unión** Embragues Cojinetes

MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO

Transmisión lineal

Palancas

Una palanca elemental consiste en una barra que gira alrededor de punto de apoyo denominado fulcro. Sobre ella actúan varias fuerzas que *tienden* a hacer girar la barra alrededor de su apoyo.

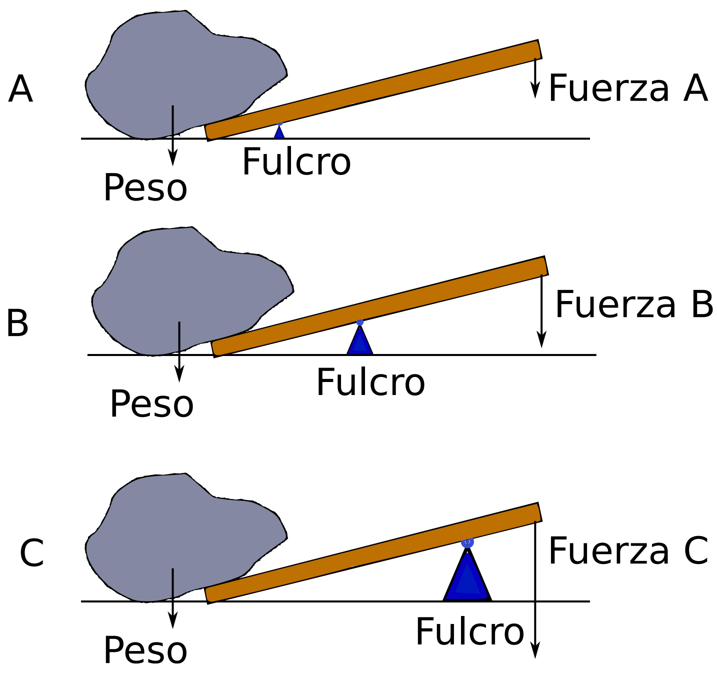
Momento

A esa tendencia que provoca la fuerza a hacer girar la barra se denomina **momento** de giro.

Ejemplos de palancas:

- Los balancines de para niños de los parques
- Una balanza romana
- La maneta de un freno de bicicleta
- Los alicates y tijeras
- Sacacorchos

Piensa como levantarías una piedra pesada por medio de una barra.



Las tres piedras son iguales (mismo peso), pero las fuerzas necesarias para levantarlas son distintas y también son distintos los desplazamientos que se producen en las piedras cuando los tres extremos de las barras donde aplicamos la fuerza se desplazan lo mismo.

- En A la fuerza es pequeña, pero el desplazamiento de la piedra también es pequeño.
- En C la fuerza es la mayor, pero el desplazamiento de la piedra es también el mayor.

El efecto de giro (momento) depende, por tanto, de la fuerza y de la distancia al eje de giro. Fíjate que las fuerzas anteriores tienden a hacer girar la palanca en el sentido de las agujas del reloj, mientras que la fuerza del peso tiende a hacer girar la palanca en el contrario.

El momento se calcula:

$$Momento = Fuerza \cdot distancia\ al\ eje\ de\ giro$$

La unidad de medida del momento es el $Newton \cdot metro\,(Nm)$

Ley de la palanca

> Cuando una palanca está en **equilibrio** los momentos que hacen girar la palanca en un sentido son los mismos que los que hacen girar la palanca en el contrario.

Se tiene que cumplir:

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

TIPOS DE PALANCA

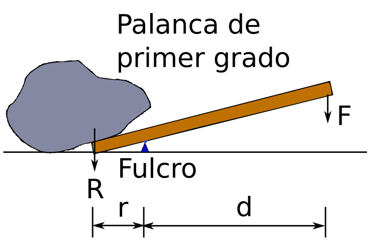


Figura 4: El fulcro está entre la Fuerza y la Resistencia

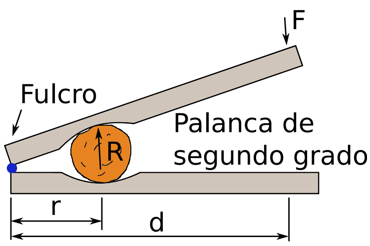


Figura 3: Resistencia entre el fulcro y la Fuerza

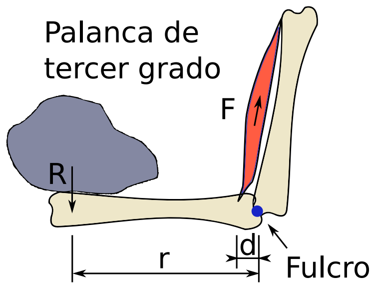
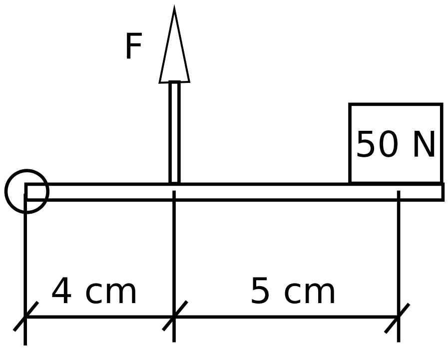


Figura 2: Fuerza entre la Resistencia y el Fulcro

Ejemplo 1

Calcula la fuerza F para que la siguiente palanca esté en equilibrio



Se trata de una palanca de tercer grado.

R= 50N

- *Dista del eje de giro (O) 5 + 4= 9 cm*
- *Hace girar la palanca hacia la derecha (↻)*

F

- *Está a 4 cm del eje de giro.*
- *Hace girar la palanca hacia la izquierda (↺)*

Para que la palanca esté en equilibrio:

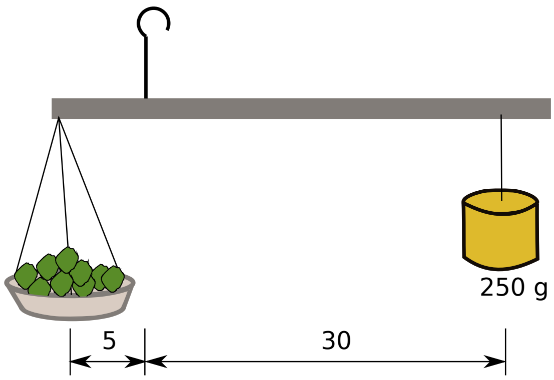
Efecto de giro hacia la derecha = efecto de giro hacia la izquierda

$$9 \times 50 = F \times 4$$
$$9 \cdot 50 = F \cdot 4 \Rightarrow F = \frac{9 \cdot 50}{4} = 112{,}5\, N$$

Si aplico una fuerza de 112,5 N la palanca está en equilibrio.

Ejemplo 2

Calcula la masa de fruta



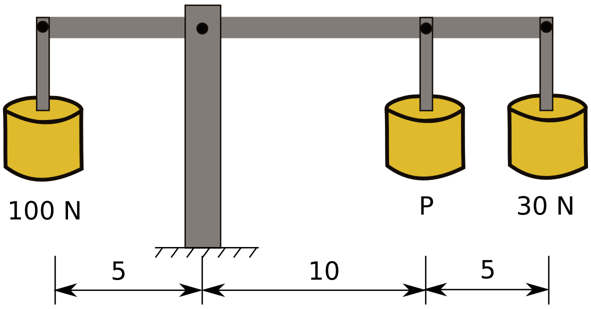
El eje de giro es el gancho de la Romana. La pesa que equilibra la masa m de fruta es de 250 gramos (0,25 kg).
(El peso de la pesa es 0,25 x g =0,25 x 9,8 = 2,45 N)

En el cálculo podemos utilizar directamente los gramos de la masa (o los kg).

$$0{,}25 \cdot 30 = m \cdot 5 \Rightarrow m = \frac{0{,}25 \cdot 30}{5} = 1{,}5\, kg$$

Ejemplo 3

Podemos tener más de dos fuerzas. Calcula el peso que mantiene la palanca en equilibrio.



Dos fuerzas P y la de 30 N hacen girar la palanca en el sentido de las agujas del reloj (↻).

La de 100 N la hace girar en el contrario (↺).

En el cálculo hemos de sumar no las fuerzas, sino los momentos:

Momento en el sentido de las agujas del reloj:

$P \cdot 10 + 30 \cdot (10+5)$

Momento en el sentido contrario a las agujas del reloj:

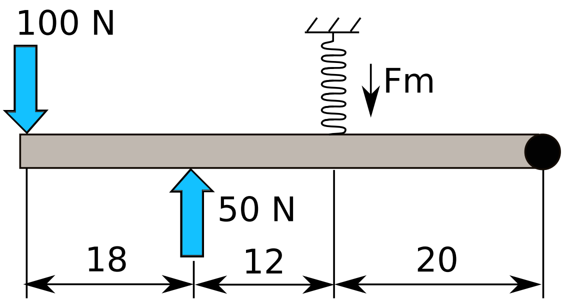
$100 \cdot 5$

Igualamos los dos momentos y despejamos:

$$P \cdot 10 + 30 \cdot (10+5) = 100 \cdot 5 \Rightarrow P = \frac{100 \cdot 5 - 30 \cdot (10+5)}{10} = 5\,N$$

Ejemplo 4

Calculad la fuerza que ejerce el muelle. ¿Está estirado o comprimido?



No conocemos si el muelle está estirado o comprimido. <u>Suponemos</u> que está comprimido, por lo que la fuerza la haría hacia abajo como hemos dibujado en el esquema.

Fuerzas que hacen girar la palanca a la derecha: solo la de 50 N

Momento que hace girar la palanca a derechas (↻): $50 \cdot (12+20)$

Fuerzas que hacen girar la palanca a izquierdas: los 100 N y Fm

Momento que hace girar la palanca a izquierdas (↺): $100 \cdot (18+12+20) + F_m \cdot 20$

Igualamos los dos momentos y despejamos F_m:

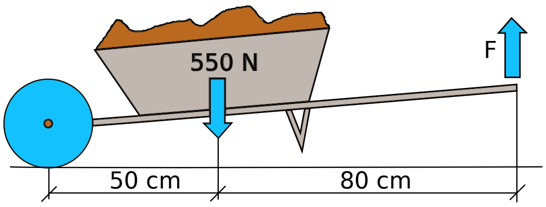
$$50 \cdot (12+20) = 100 \cdot (18+12+20) + F_m \cdot 20 \Rightarrow F_m = \frac{50 \cdot (12+20) - 100 \cdot (18+12+20)}{20} = -120\,N$$

Sale negativo, por tanto <u>el muelle no está comprimido, sino estirado, y la fuerza es hacia arriba</u>.

Ejercicios de palancas

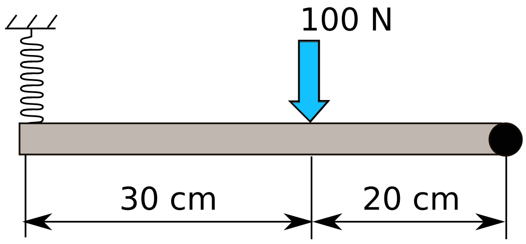
Ejercicio 1

Calcula la fuerza que hemos de ejercer para levantar la carretilla



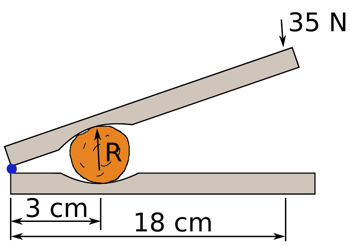
Ejercicio 2

Calcula la fuerza que ejerce el muelle para mantener la palanca en equilibrio. Tienes que calcular y dibujar la fuerza sobre el muelle.



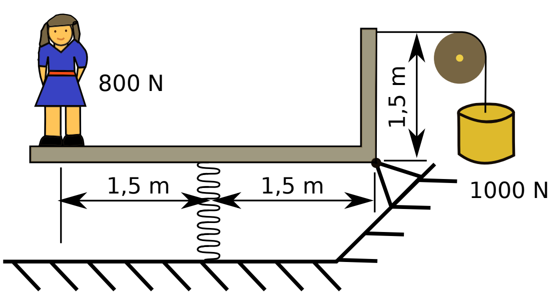
Ejercicio 3

La nuez se rompe justo cuando la fuerza es de 35 N. Calcula la resistencia máxima de la nuez.



Ejercicio 4

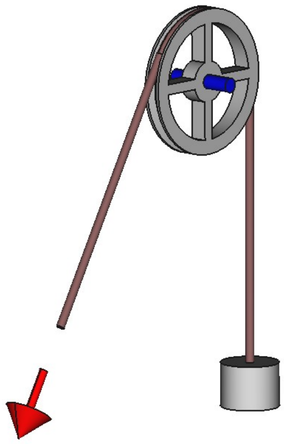
Un poco más complicado. Calcula la fuerza que ejerce el muelle (la pesa está sujeta a la palanca mediante una cuerda que pasa por una polea).



Poleas y polipastos

Poleas

Una polea consiste en una rueda con un eje de giro que conduce por su periferia una cuerda que la hace girar cuando se desplaza.
En la periferia (llanta) suele haber una garganta para guiar la cuerda.



Con este mecanismo podemos transmitir una fuerza de un lugar a otro. La fuerza necesaria no se modifica, pero permite variar la forma en que la aplicamos.

La fuerza se transmite a través de la cuerda hasta el peso: la fuerza que aplica la cuerda al peso, si este no está acelerado, coincide con el valor del peso.

Imagina que quieres extraer agua de un pozo: el mecanismo de polea no modifica la fuerza que necesitas ejercer, pero si facilita el modo de realizarla.

Podemos encontrarnos con dos tipos de poleas:

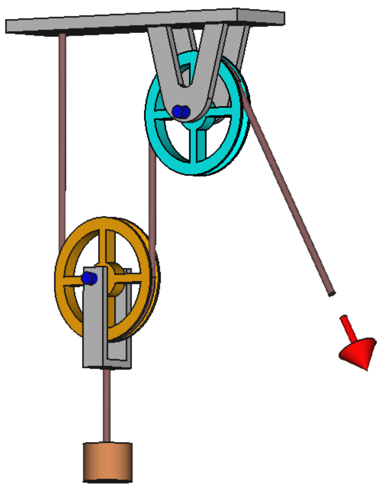
Poleas fijas

La polea dibujada se denomina **polea fija**, no porque no gire sino porque el eje de giro está fijo, no se desplaza. Es el caso de la polea de un pozo. Fíjate que el recorrido de la fuerza coincide con el desplazamiento del peso. Si recogemos 25 cm de cuerda, el peso sube 25 cm.

Coincide el peso (resistencia) con la fuerza y el desplazamiento de ambos.

Poleas móviles

Son aquellas que además de girar se desplazan. El eje de giro se desplaza, no está fijo en un lugar.



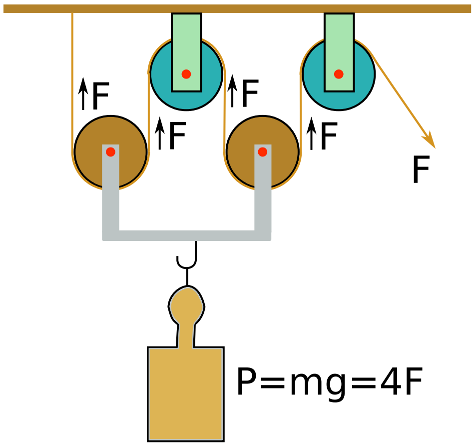
La polea superior es fija (gira en su eje, pero el eje no se desplaza). La inferior es móvil (se desplaza con el peso).

Polipastos

Date cuenta que la cuerda está sometida a la misma tensión en toda su longitud y la pesa está sujeta por *dos ramales* que tiran hacia arriba por igual, por lo que la fuerza que hemos de realizar para subir el peso es la mitad del mismo:

$$Fuerza = \frac{Peso}{2}$$ (El peso es la resistencia)

Un polipasto puede tener varias poleas móviles. Por ejemplo:



El polipasto de la izquierda tiene *dos poleas móviles* y la tensión de la cuerda es igual en toda su longitud. El peso está sostenido por cuatro tramos de cuerda, cada uno de los cuales tira hacia arriba con una fuerza F (la que aplicamos en el extremo derecho de la cuerda).

Es claro que para que exista equilibrio el *peso tiene que ser 4 veces la fuerza*.

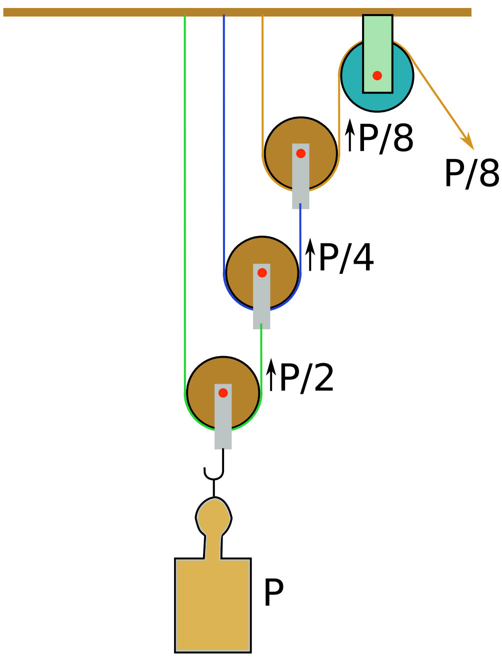
Podemos verlo de otro modo: *la fuerza que he de realizar es 4 veces menor que el peso*.

En este tipo de polipastos la ventaja mecánica conseguida es:

$F=\frac{P}{(2\cdot n)}$ donde n es el número de poleas móviles.

Es importante fijarte en que en este último polipasto para elevar el peso 25 cm es necesario recoger 4x25 = 100 cm de cuerda. Dividimos la fuerza necesaria entre cuatro, pero multiplicamos el desplazamiento de esta fuerza por cuatro.

Polipasto exponencial



En este tipo de polipastos hay más de una cuerda a tensiones diferentes. La cuerda que pasa por la polea móvil mas baja tiene dos tramos para sostener el peso y la fuerza en cada uno es $P/2$.

La polea móvil siguiente aguanta esta fuerza ($P/2$), por lo que cada tramo aguanta $P/4$.

Al final tenemos que la fuerza que debemos hacer para levantar el peso es $P/8$.

En este tipo de polipastos se cumple:

$F=\frac{P}{2^n}$ donde n es el número de poleas móviles.

Ejercicios de polipastos

Ejercicio 5

Supón que la masa elevada por los tres polipastos y la polea fija de las páginas anteriores es de 10 kg. Dibuja en cada caso un esquema del problema y calcula:

a) El peso de la masa elevada[1]
b) La fuerza F necesaria para equilibrar el peso.
c) El desplazamiento en cada caso de dicha fuerza si elevamos el peso una altura de 150 cm
d) El trabajo realizado por la fuerza y la energía potencial ganada por la masa elevada en cada caso[2].

---

1 El peso, como debéis conocer, se calcula $P=m\cdot g$ donde m es la masa, y g la aceleración de la gravedad (g=9,8 m/s^2). El resultado es en Newton (N)

2 Supongo que conocéis que el trabajo realizado por una fuerza se calcula como el producto del valor de la fuerza por la distancia recorrida. Las unidades que debemos utilizar son:

- Para la fuerza el Newton (N).
- Para el desplazamiento, el metro (m). Ojo, las unidades os las he dado en cm.
- El trabajo obtenido tiene como unidad el Julio (J).

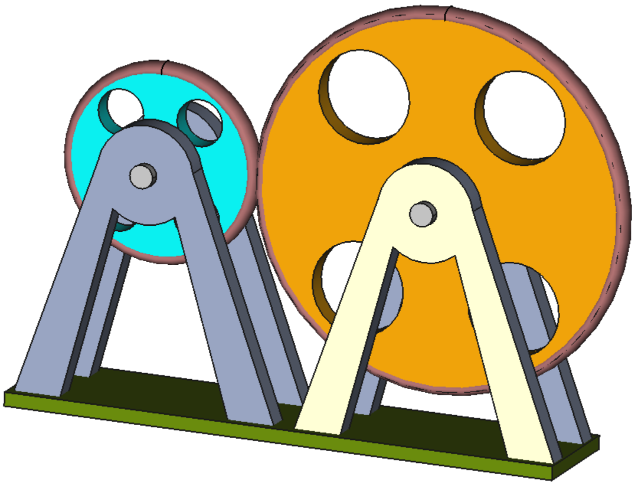
La energía potencial gravitatoria ganada por la masa elevada se calcula $E_P=m\cdot g\cdot h$ donde h es la altura ganada la masa medida en metros. La unidad de energía es la misma que la de trabajo. De hecho, la energía se puede definir como la capacidad que tiene un sistema para realizar un trabajo.

Transmisión de giro

Hasta ahora hemos visto la transmisión de desplazamientos lineales. Hay mecanismos en los que desplazamos giros entre ejes: ruedas de fricción, poleas y correas, engranajes y piñones y cadena.

Ruedas de fricción

Consiste en hacer girar una rueda en contacto con otra. El giro se transmite de una a otra debido al rozamiento.



Los diámetros de las ruedas del dibujo tienen una relación de 1 a 2 (la rueda grande tiene diámetro doble que la pequeña). Igual relación hay entre las longitudes de sus periferias:

$$\frac{D_{pequeña}}{D_{grande}}=\frac{\pi D_{pequeña}}{\pi D_{grande}}=\frac{L_{pequeña}}{L_{grande}}$$

Por tanto, *por cada vuelta que da la pequeña la grande solo da media vuelta.*

Relación de velocidades o de transmisión

Una de las ruedas en *motriz*, aquella en la que consideremos que está el motor. La otra es la *conducida*, y es arrastrada por la motriz.

Se denomina relación de velocidades o de transmisión R a la relación que existe entre la velocidad de giro de la rueda conducida y la motriz[3].

La velocidad de giro N la mediremos en revoluciones por minuto (número de vueltas que da la rueda en un minuto, RPM).

$$R=\frac{N_{conducida}}{N_{motriz}}=\frac{D_{motriz}}{D_{conducida}}$$

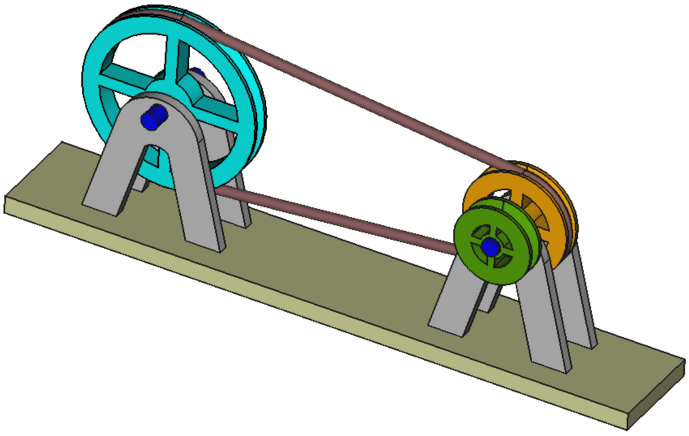
En el ejemplo que estamos viendo la rueda grande gira a la mitad de velocidad que la pequeña. Si la grande da 100 en un minuto (100 RPM), la pequeña gira a doble velocidad, 200 RPM ya que su diámetro mide la mitad.

Las ruedas giran en sentidos contrarios: una en el sentido de las agujas del reloj, y la otra en el contrario.

3 Otros la definen como la relación entre la velocidad de giro de la motriz y la conducida. Lo importante es entender cómo se transmite la velocidad entre las ruedas, y que la grande gira más lenta que la pequeña.

Poleas y correas

Si queremos transmitir un movimiento de giro a *distancias grandes* podemos unir dos poleas por medio de una correa. El movimiento se transmite a través de la correa. Antiguamente estas eran de cuero, ahora se fabrican de caucho reforzado con fibras textiles o alambre de acero.



En el sistema de polea correa del dibujo el motor, mediante otra polea y correa no dibujada, transmite el giro a la polea pequeña, *que está en el mismo eje que la mediana*. Esta última transmite el movimiento a la grande.

Tienes que fijarte en que:

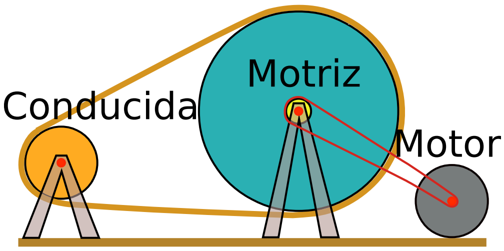
- La polea pequeña y mediana *giran a la misma velocidad*, ya que están en el mismo eje.
- Que estas dos poleas giran más rápido que la grande.

En cuanto a cálculos tenemos las mismas relaciones que en en el sistema anterior, y el cálculo es igual:

$$R=\frac{N_{conducida}}{N_{motriz}}=\frac{D_{motriz}}{D_{conducida}}$$

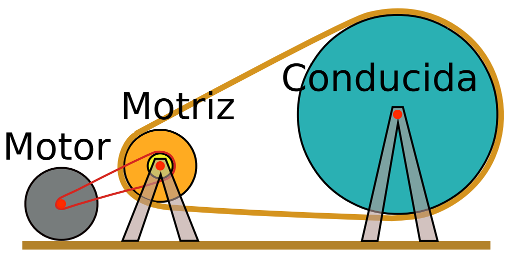
En este caso la motriz sería la mediana y la conducida la grande.

<u>Multiplicador de velocidad</u>



Es aquel en el que la velocidad de la conducida es mayor que la velocidad de la motriz. El diámetro de la motriz es mayor que el de la conducida.

<u>Reductor de velocidad</u>



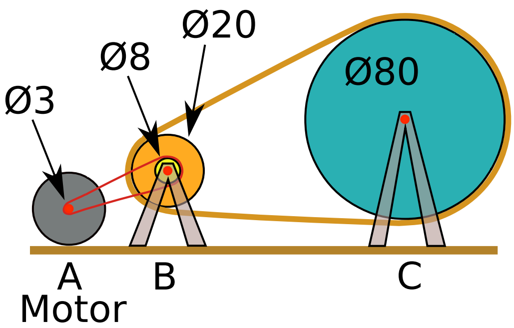
La velocidad de la conducida es menor que la velocidad de la motriz. El diámetro de la motriz es menor que el de la conducida.

En el caso de que las dos poleas sean de igual diámetro se mantiene la velocidad.

Ejemplo 5

Tenemos el siguiente *tren de poleas*. El motor A tiene una polea de 3 cm de diámetro. Hace girar la polea de 8 cm que está *en el mismo eje* de la 20 cm. Esta última transmite el movimiento a la de 80 cm de diámetro.
El motor gira a 800 RPM.

a) La velocidad de giro de cada polea.
b) ¿Se trata de una reductora o de una multiplicadora?



a) La polea del motor gira a la velocidad del motor, 800 RPM.

La polea pequeña del eje B (d_B) es la conducida de la polea del motor (A). Como es más grande gira más lenta.

$$\frac{N_B}{N_A}=\frac{D_A}{d_B}\Rightarrow N_B=\frac{N_A\cdot D_A}{d_B}=\frac{800\cdot 3}{8}=300\,RPM$$

El eje B gira a 300 RPM. La polea grande del eje B (D_B) también gira a 300 RPM.

Ahora podemos considerar como motriz la polea D_B, que arrastra a D_c.

$$\frac{N_C}{N_B}=\frac{D_B}{D_C}\Rightarrow N_C=\frac{N_B\cdot D_B}{D_C}=\frac{300\cdot 20}{80}=75\,RPM$$

El eje C, junto con su polea, giran a 75 RPM.

b) Claramente se trata de una reductora. De hecho se reduce la velocidad dos veces: de A a B y de B a C.

La reducción total podemos calcularla:

$$Relación\,de\,Transmisión=R_{AC}=\frac{N_C}{N_A}=\frac{75}{800}=\frac{3}{32}$$

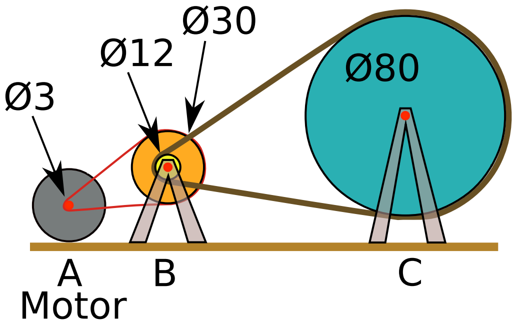
Fíjate que podríamos haber calculado esta relación como producto de las relaciones de transmisión entre AB y BC:

$$R_{AC}=\frac{N_C}{N_A}=\frac{N_B}{N_A}\cdot\frac{N_C}{N_B}=R_{AB}\cdot R_{BC}=\frac{D_A}{d_b}\cdot\frac{D_B}{D_C}$$

<u>*Ejercicios de poleas*</u>

Ejercicio 6

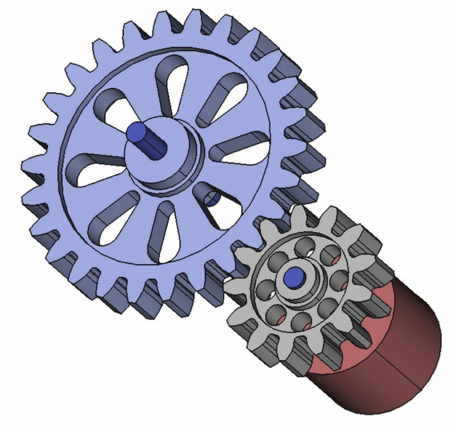
Tenemos el sistema de poleas de la figura. El motor gira a 960 RPM. Calcula:



a) Velocidad del eje B
b) Velocidad del eje C
c) ¿Se trata de un reductor o de un multiplicador?

Engranajes

Un engranaje es una *rueda dentada*. Tiene varias características, pera la única que tendremos en cuenta este año es el *número de dientes* Z.



Los dientes engranan entre si, y el engranaje motriz arrastra al conducido haciéndolo girar.

El de más dientes gira más despacio. Como tiene la mitad de dientes, gira a mitad de velocidad.

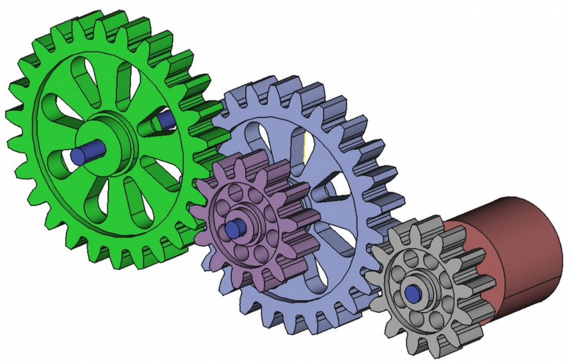
El cálculo de la relación de velocidades se realiza igual que con las poleas, pero en este caso en lugar del diámetro utilizamos el número de dientes.

$$R=\frac{N_C}{N_M}=\frac{Z_M}{Z_C}$$

Los engranajes de la figura tienen Z_M = 13 y Z_C = 26, por lo que R vale 0,5 (el engranaje conducido gira a la mitad de velocidad).

Como ocurre con las ruedas de fricción los engranajes directamente engranados giran en distinto sentido.

Se pueden montar *trenes de engranajes*. Los engranajes de la figura tienen $Z_{peq}=13\,y\,Z_{gra}=26$ por lo que:



- Los dos engranajes del eje central giran a la misma velocidad, *mitad* de la velocidad del motor.
- Y el último engranaje gira a la mitad de velocidad del eje central, 4 veces más lento que el motor.

El calculo de la relación de transmisión total puede hacerse multiplicando las relaciones de velocidad entre los pares de engranajes:

$$R_T=\frac{Z_1}{Z_2}\cdot\frac{z_2}{Z_3}=\frac{13}{26}\cdot\frac{13}{26}=\frac{1}{4}$$ (He puesto en minúscula los dientes de la rueda pequeña del eje central).

<u>Otros tipos de engranajes</u>

Engranajes cónicos

Sirven para transmitir movimiento entre ejes no paralelos.