

I.E.S. "JEREZ Y CABALLERO"
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA
CURSO 2011/2012

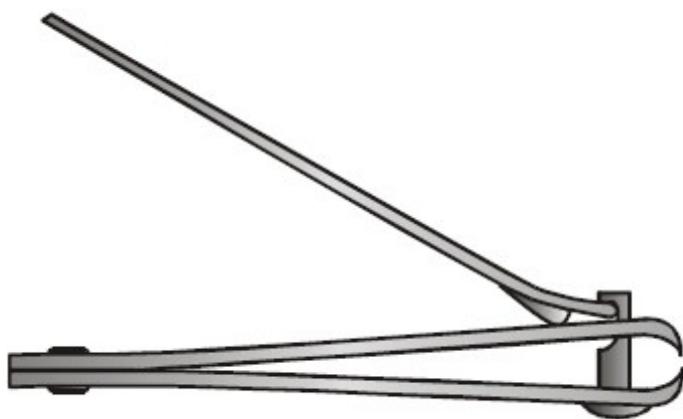
LAS MÁQUINAS SIMPLES (3º E.S.O.)

1.- TIPOS DE MÁQUINAS Y CLASIFICACIÓN.

Las máquinas inventadas por el hombre se pueden clasificar atendiendo a tres puntos de vista:

- Número de operadores (piezas) que la componen.
- Número de pasos que necesitan para realizar su trabajo.
- Tecnologías que la integran.

Analizando nuestro entorno podemos encontrarnos con máquinas **sencillas** (como las pinzas de depilar, el balancín de un parque, un cuchillo, un cortaúñas o un motor de gomas), **complejas** (como el motor de un automóvil o una excavadora) o **muy complejas** (como un cohete espacial o un motor de reacción), todo ello dependiendo del número de piezas empleadas en su construcción.



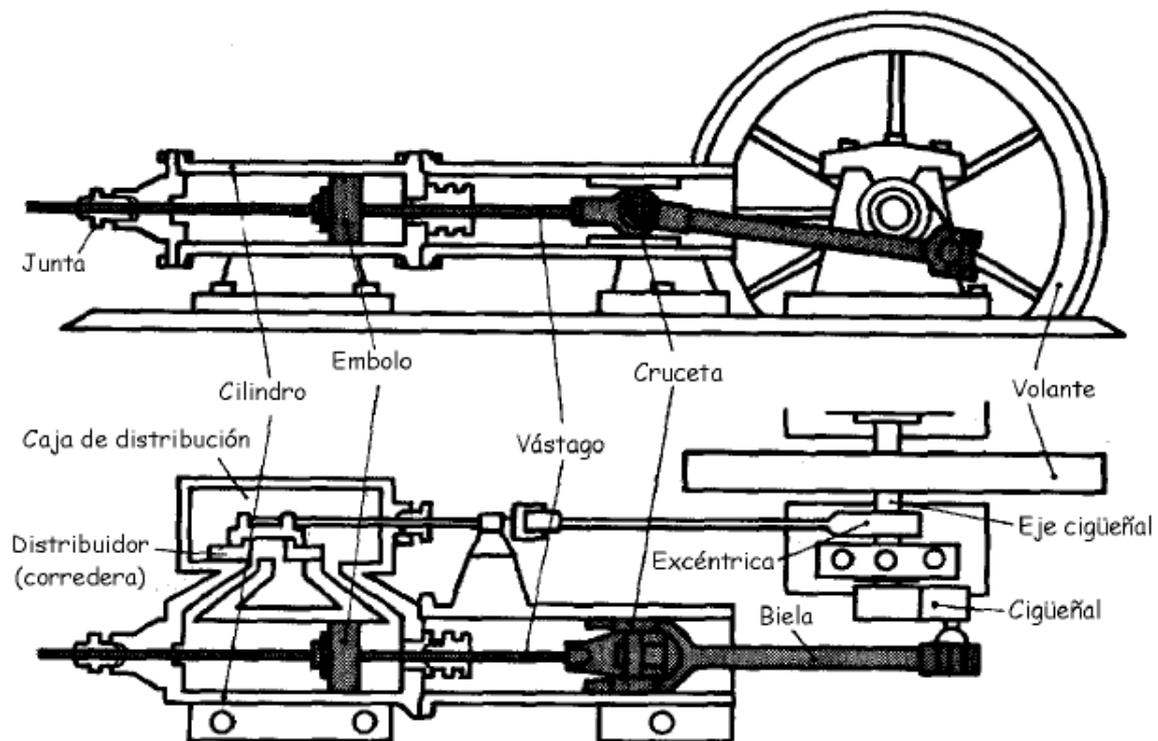
cortaúñas

También nos podemos fijar en que el funcionamiento de algunas de ellas nos resulta muy fácil de explicar, mientras que el de otras solo está al alcance de expertos. La diferencia está en que algunos de ellos solo emplean un paso para realizar su trabajo (**máquinas simples**), mientras que otros necesitan realizar gran cantidad de **trabajos encadenados** para poder funcionar correctamente (**máquinas compuestas**). La mayoría de nosotros podemos describir el funcionamiento de una escalera (solo sirve para subir o bajar por ella) o de un cortaúñas (realiza su trabajo en dos pasos: una palanca le transmite la fuerza a otra que es la encargada de apretar los extremos en forma de cuña); pero nos resulta imposible explicar el funcionamiento de un ordenador, un motor de automóvil o un satélite espacial.

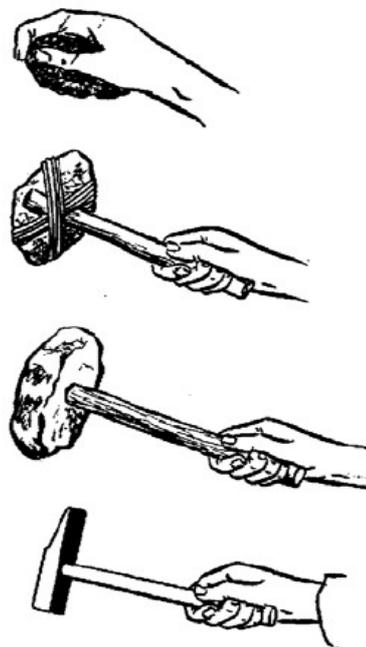
Por último podemos ver que algunas de ellas son esencialmente mecánicas (como la bicicleta) o electrónicas (como el ordenador); pero la mayoría tienen mezcladas muchas tecnologías o tipos de energías (una excavadora dispone de elementos que pertenecen a las tecnologías eléctrica, mecánica, electrónica, hidráulica, neumática, térmica, química, etc., todo para facilitar la extracción de tierras).

En resumen, vamos a tener dos grandes grupos

- Máquinas simples: Aquellas que tiene un punto de apoyo.
- Máquinas compuestas: Aquellas formadas por dos o más máquinas simples.

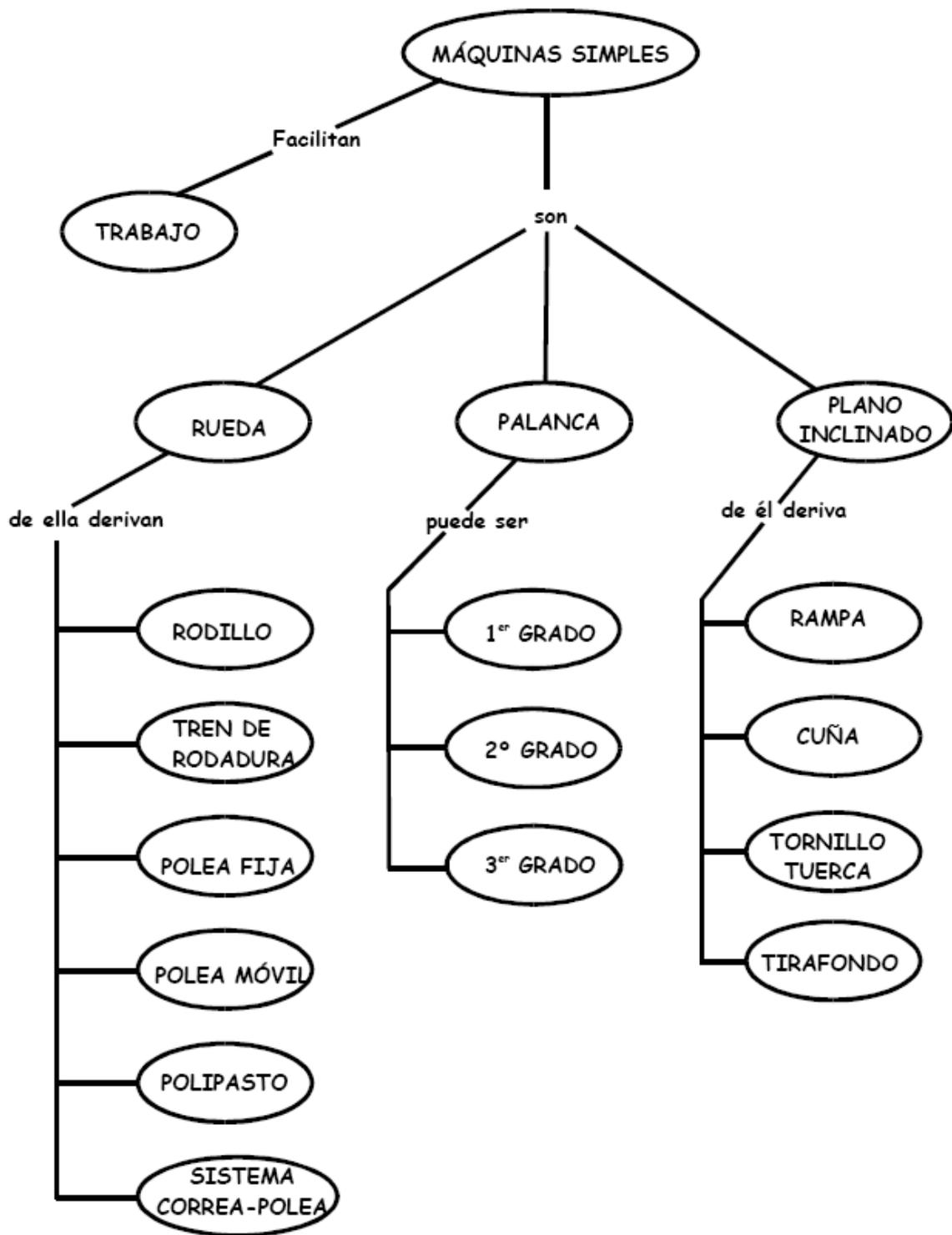


Cuando la máquina es sencilla y realiza su trabajo en un solo paso nos encontramos ante una **máquina simple**.



Algunas inventos que cumplen las condiciones anteriores son: cuchillo, pinzas, rampa, cuña, polea simple, rodillo, rueda, manivela, torno, hacha, pata de cabra, balancín, tijeras, alicates, llave fija, etc.

Las máquinas simples se pueden clasificar en tres grandes grupos que se corresponden con la principal aplicación de la que derivan: rueda, palanca y plano inclinado.



2.- LEY DE EQUILIBRIO.

Si se aplica la ley de los momentos, según el cual hay equilibrio cuando la suma de los momentos de las fuerzas que actúan se anula bajo la formulación siguiente:

$$M_p + (- M_R) = 0$$

En el caso que encontramos el giro será contrario a las agujas del reloj, por lo cual tendremos:

$$M_p - M_R = 0$$

Por esto deducimos que:

$$M_P = M_R$$

Debido a esta formulación y basándonos en la definición de momento de una fuerza, tenemos:

$$M_P = F_P \cdot b_P \text{ (Momento de la fuerza de potencia)}$$

$$M_R = F_R \cdot b_R \text{ (Momento de la fuerza de resistencia)}$$

Sustituyendo:

$$F_P \cdot b_P = F_R \cdot b_R$$

3.- PALANCAS.

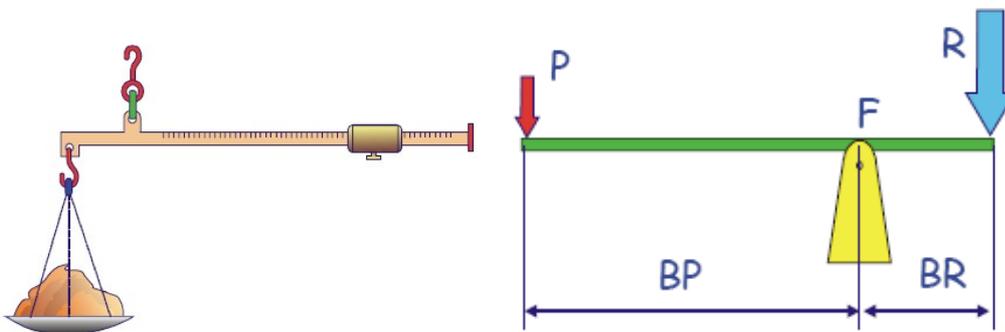
Recibe el nombre de palanca al dispositivo sencillo consistente en una barra que puede girar en torno a un punto de apoyo.

Como nos vamos a encontrar en todos los casos de máquinas simples, siempre vamos a tener que vencer una resistencia, aplicando una fuerza de menor magnitud que será la potencia.

En la palanca tendremos las siguientes partes:

- Punto de apoyo.
- Potencia (fuerza que se aplica).
- Resistencia (peso a mover).
- Brazo de potencia (distancia entre el punto de apoyo y punto donde se aplica la fuerza).
- Brazo de resistencia (distancia entre el punto de apoyo y punto donde se encuentra colocado el peso a mover).

Según los puntos en los que se aplique la potencia (fuerza que provoca el movimiento) y las posiciones relativas de eje y barra, se pueden conseguir tres tipos diferentes de palancas a los que se denominan: de **primero, segundo y tercer género** (o grado). El esqueleto humano está formado por un conjunto de palancas cuyo **punto de apoyo (fulcro)** se encuentra en las articulaciones y la **potencia** en el punto de unión de los tendones con los huesos; es por tanto un operador presente en la naturaleza. De este operador derivan multitud de máquinas muy empleadas por el ser humano como el cascanueces, alicates, tijeras, pata de cabra, carretilla, remo, pinzas, etc.



Desde el punto de vista tecnológico se pueden estudiar en ella 4 elementos importantes: **potencia, resistencia, brazo de potencia y brazo de resistencia.**

- La **resistencia** o **carga** (F_R) es la fuerza que queremos vencer.
- La **potencia** o **esfuerzo** (F_P) es la fuerza que tenemos que aplicar a la palanca para lograr equilibrar la resistencia.
- El **brazo de potencia** (B_P) es la distancia desde el fulcro hasta el **punto de aplicación de la potencia**.
- El **brazo de resistencia** (B_R) es la distancia desde el fulcro hasta el **punto de aplicación de la resistencia**.

3.1.- LEY DE LA PALANCA.

Con los elementos anteriores se elabora la denominada ley de la palanca, que dice: La potencia por su brazo es igual a la resistencia por el suyo.

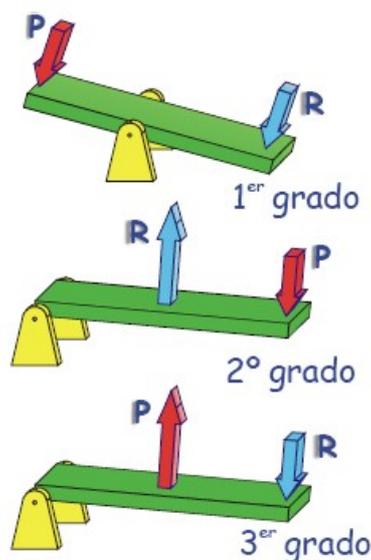
$$F_P \times B_P = F_R \times B_R$$

Matemáticamente se expresa de la siguiente manera:

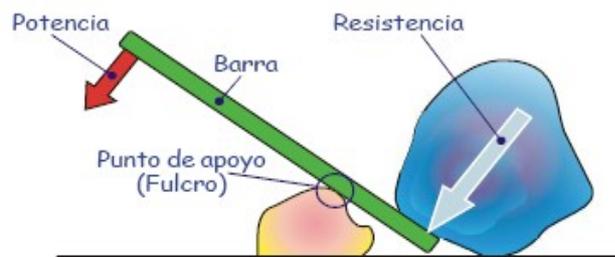
FUERZA DE POTENCIA x BRAZO DE POTENCIA = FUERZA DE RESISTENCIA x BRAZO DE RESISTENCIA

3.2.- TIPOS.

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

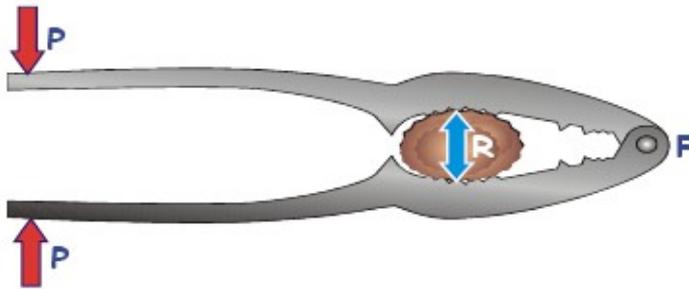


Palanca de primer género. Se obtiene cuando colocamos el fulcro entre la potencia y la resistencia.



Palanca de segundo género. 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).



Palanca de tercer género. 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).

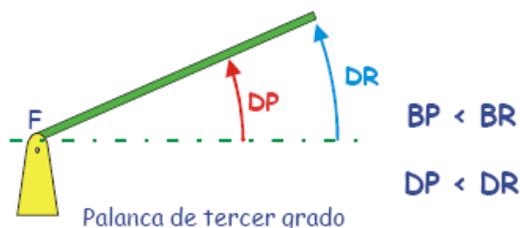
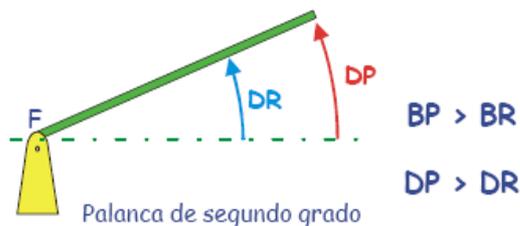


3.3.- TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO.

A la hora de transmitir un movimiento tenemos que tomar decisiones sobre dos cuestiones: **dirección** y **amplitud** del movimiento.

Si queremos **invertir el sentido del movimiento** tenemos que recurrir a una palanca de **primer grado**.

- Podemos **reducir la amplitud** del movimiento haciendo que el brazo de potencia sea mayor que el de resistencia.
- Podemos **mantener la amplitud** del movimiento colocando los brazos de potencia y resistencia iguales.
- Podemos **aumentar la amplitud** del movimiento haciendo que el brazo de potencia sea menor que el de resistencia.



- Si queremos **mantener el sentido del movimiento** tenemos que recurrir a una palanca de **segundo grado** o a una de **tercer grado**. La elección se hará en función de la amplitud:
 - Podemos **disminuir la amplitud del movimiento** con una palanca de **segundo grado**, ya que el brazo de potencia es mayor que el de resistencia.
 - Podemos **aumentar la amplitud del movimiento** con una palanca de **tercer grado**, ya que el brazo de potencia es menor que el de la resistencia.

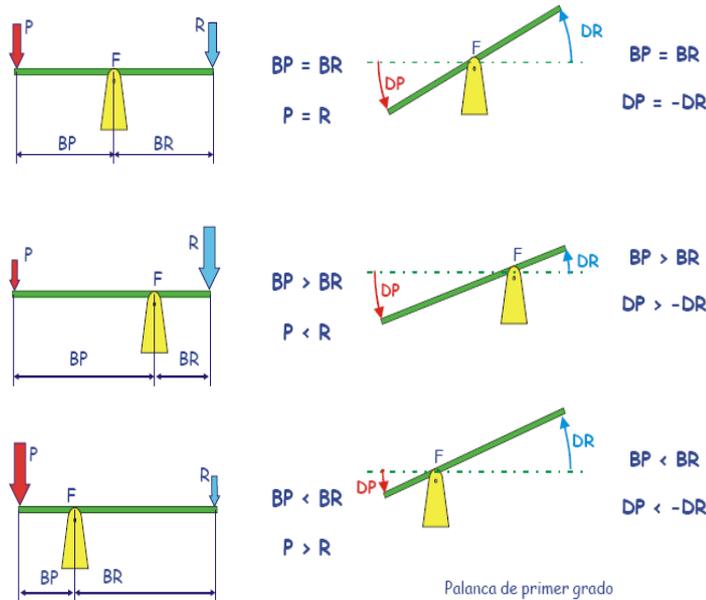
Matemáticamente podríamos poner:

$$\frac{\text{Brazo de potencia}}{\text{Desplazamiento potencia}} = \frac{\text{Brazo de resistencia}}{\text{Desplazamiento resistencia}}$$

$$\frac{BP}{DP} = \frac{BR}{DR}$$

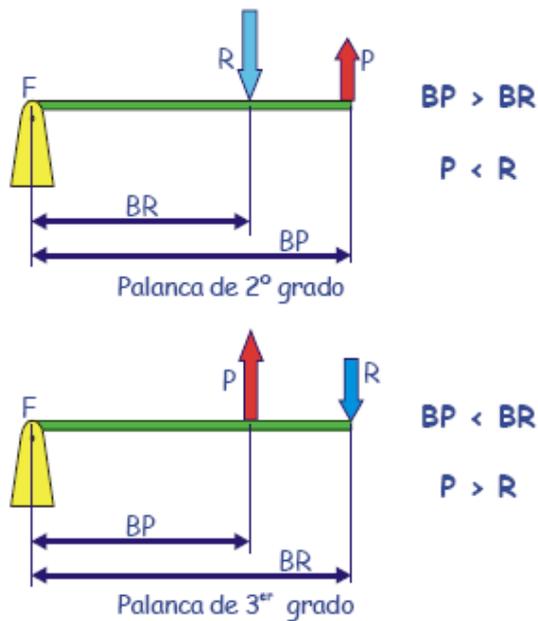
3.4.- COMUNICACIÓN DE UNA FUERZA.

A la hora de comunicar una fuerza, la elección de la palanca se hará en función de la posición relativa de potencia, resistencia y fulcro y de la necesidad de disponer de ganancia mecánica o no.



- La **palanca de primer grado** permite situar carga y esfuerzo a ambos lados del fulcro, con estas posiciones relativas se pueden obtener tres posibles soluciones:
 - **Fulcro centrado**, lo que implicaría que los brazos de potencia y resistencia fueran iguales y, por tanto, iguales también el esfuerzo y la carga.
 - **Fulcro cercano a la resistencia**, con lo que el brazo de potencia sería mayor que el de resistencia y, por ello, se necesitaría menor esfuerzo para compensar la resistencia.
 - **Fulcro cercano a la potencia**, por lo que el brazo de potencia sería menor que el de la resistencia y, por tanto, mayor el esfuerzo que la carga.

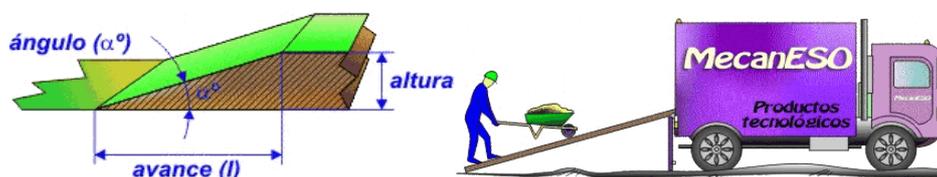
La **palanca de segundo grado** permite colocar la carga entre el fulcro y el esfuerzo.



La **palanca de tercer grado** permite colocar la potencia entre el fulcro y la resistencia.

4.- PLANO INCLINADO.

Recibe el nombre de plano inclinado a la máquina simple que siendo plana forma un ángulo agudo ($\alpha < 90^\circ$) con la horizontal. Se aplica para subir grandes pesos a una altura haciéndolas rodar o deslizándose. Por tanto, es un operador formado por una superficie plana que forma un ángulo oblicuo con la horizontal. Las rampas que forman montañas y colinas son planos inclinados, por tanto este operador también se encuentra presente en la naturaleza.



4.1.- LEY DE EQUILIBRIO.

La ley de equilibrio se basará en todas las anteriores, la diferencia será que no se utilizarán los momentos sino que se basará en el trabajo realizado.

$$W_R = F_R \cdot b_R \text{ (Trabajo de resistencia)}$$

$$W_P = F_P \cdot b_P \text{ (Trabajo de potencia)}$$

Como los trabajos han de ser iguales:

$$W_R = W_P$$

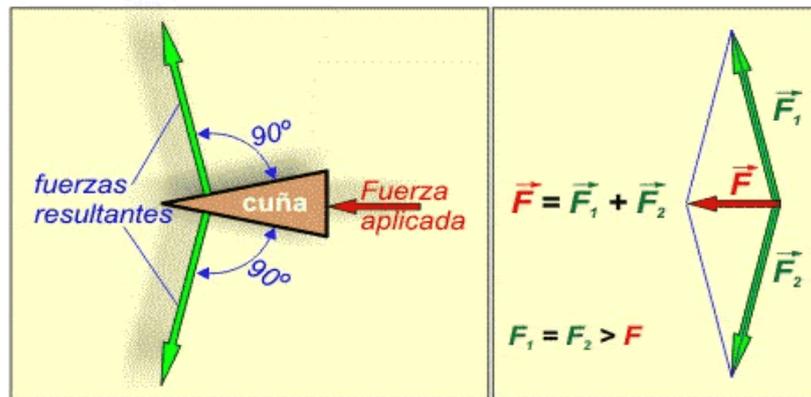
Por lo tanto:

$$F_P \cdot b_P = F_R \cdot b_R$$

De este operador derivan máquinas de gran utilidad práctica como la cuña, hacha, sierra, cuchillo, rampa, escalera, tornillo-tuerca, tirafondos, etc.

5.- CUÑA.

Es una máquina (combinación de dos planos inclinados) con forma de prisma triangular, descomponiendo la fuerza que se aplica en dos fuerzas que actúan perpendicularmente a las caras laterales, cuando se aplica la fuerza en la cara opuesta al filo.



La cuña se caracterizará en que cuanto más agudo sea su ángulo menor será la fuerza a aplicar.

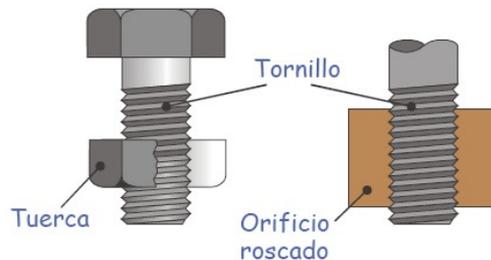
La ley de equilibrio será la ya conocida, que es:

$$F_P \cdot b_P = F_R \cdot b_R$$

Se aplica al cuchillo, hacha, cortafríos, etc.

6.- TORNILLO.

Deriva del plano inclinado, consistiendo en un prisma de sección constante (filete o hilo), enrollado helicoidalmente sobre el exterior de una superficie cilíndrica uniforme y constantemente.



La hélice del tornillo recibe el nombre de rosca, la parte exterior es la cresta, la parte interior es el fondo, y las superficies laterales son los flancos. La distancia entre dos crestas es el paso de rosca. La potencia se aplica sobre la cabeza del tornillo y la resistencia sobre los flancos del filete.

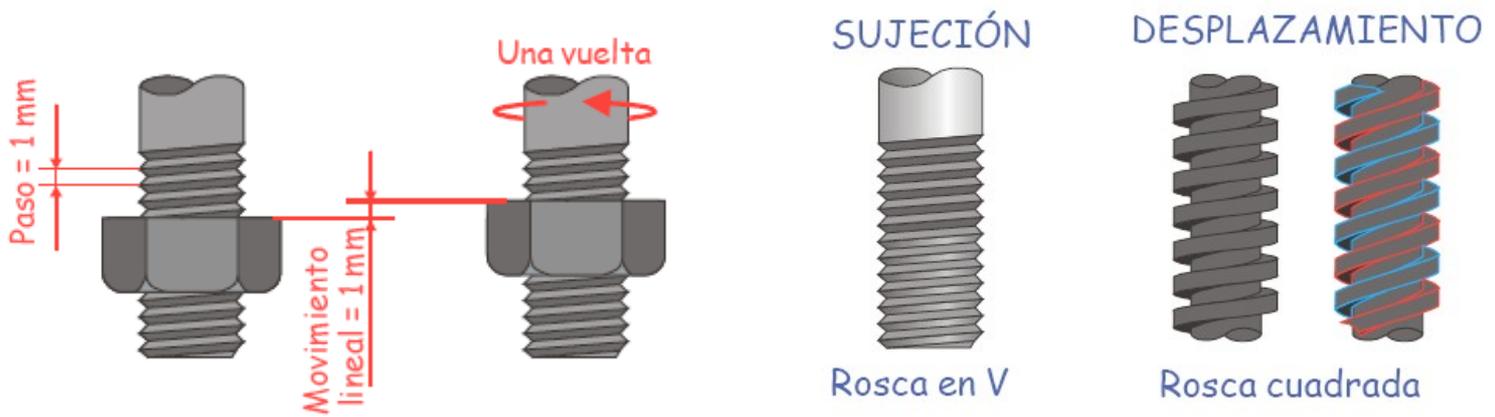
La ley de equilibrio presentará la variante de que la distancia recorrida por la potencia será la longitud de la circunferencia, por lo que tendremos:

$$F_P \cdot 2\pi r = F_R \cdot b_R$$

6.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA ROSCA DEL TORNILLO.

- Sección del perfil: Puede ser de diferentes formas, triangular (generalmente es así), cuadrada, diente de sierra, redonda, y trapecial.

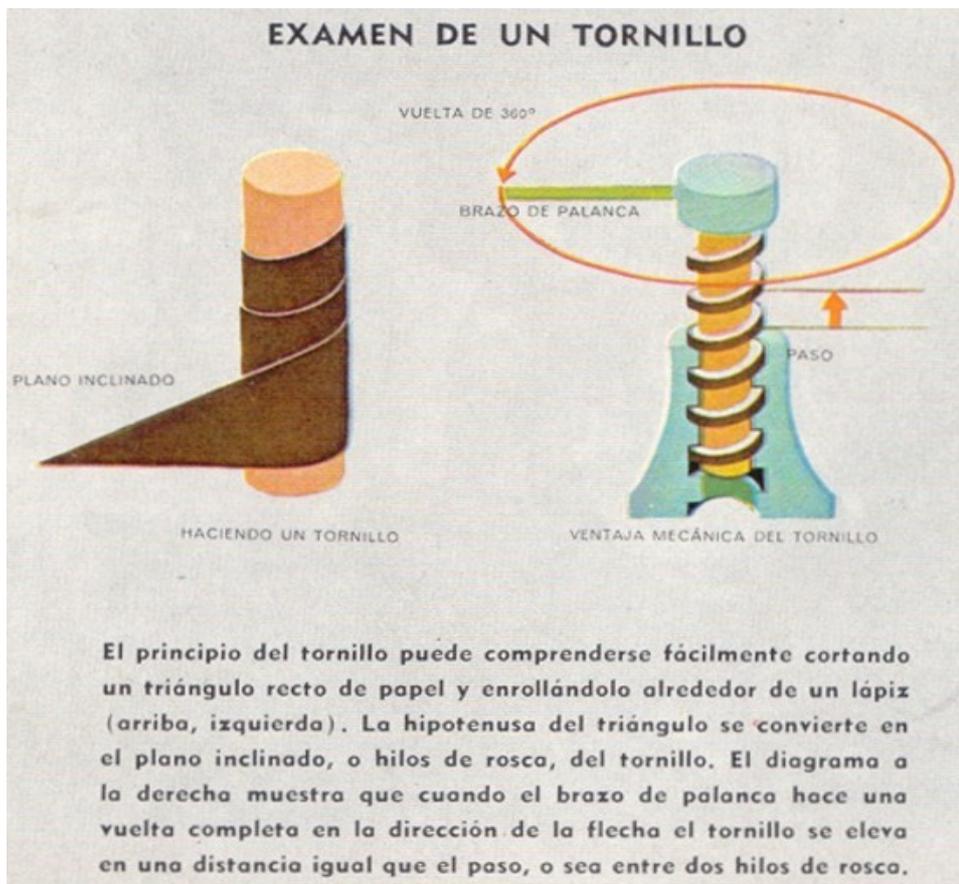
- Sentido de giro: Puede ser hacia la derecha (dextrógiro), o a la izquierda (levógiro).



La rosca de un tornillo puede estar constituida por uno, dos o tres filetes, enrollados paralelamente alrededor del tornillo, lo que implicará que tenga una, dos o tres entradas, con lo que variará el paso de rosca.

6.2.- APLICACIONES DEL TORNILLO.

- Elemento de unión.
- Transmisión de fuerzas (prensa manual).
- Mecanismos a presión (tornillo de banco).
- Transmisión y transformación de movimiento (sinfin-corona, husillo-tuerca).
- Elementos de acoplamiento (bombilla, grifo).



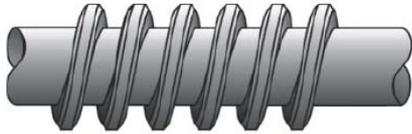
7.- TORNILLO SIN FIN.

Es un mecanismo en el cual se asocian un tornillo de una o varias entradas y una rueda dentada, que recibe el nombre de corona. Permite la transmisión de movimiento de rotación entre

dos árboles que se cruzan. En este mecanismo, el elemento conductor siempre es el tornillo.

La relación de transmisión viene dada por la relación: $i = Z_1/Z_2$ donde Z_1 es el número de entradas del tornillo y Z_2 es el número de dientes de la corona. Al ser $Z_1 < Z_2 \rightarrow i < 1$, por lo que este mecanismo es siempre reductor de velocidad y se utiliza mucho en distintos tipos de máquinas.

Se emplea, junto con un engranaje que tiene los dientes cóncavos e inclinados, para la transmisión de movimiento entre dos ejes que se cruzan sin cortarse. El tornillo sin fin se conecta al eje conductor.



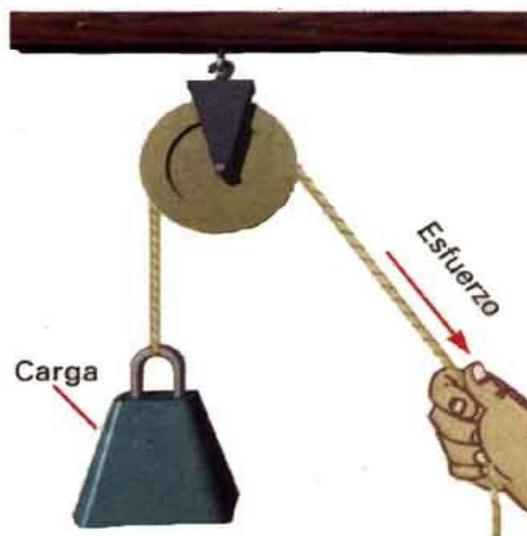
Tornillo sin fin

8.- LA POLEA.

Se define a la polea como la máquina simple que se acciona mediante una correa o cuerda, teniendo ruedas que giran alrededor de un eje. Transmiten fuerzas o movimientos.

8.1.- POLEA FIJA.

La polea es un caso especial de palanca (máquina simple) presentando una rueda que gira alrededor de un eje (punto de apoyo o fulcro), teniendo un canal por el cual pasa la correa o cuerda, colocándose en un extremo un peso (resistencia), y en el otro se le aplica una fuerza (potencia).



Polea simple.

Su ley de equilibrio se basa en la ley de equilibrio de las máquinas simples, y es:

$$F_P \cdot b_P = F_R \cdot b_R$$

Siendo b_P y b_R el radio, por ello:

$$F_P \cdot r = F_R \cdot r$$

Debido a ello:

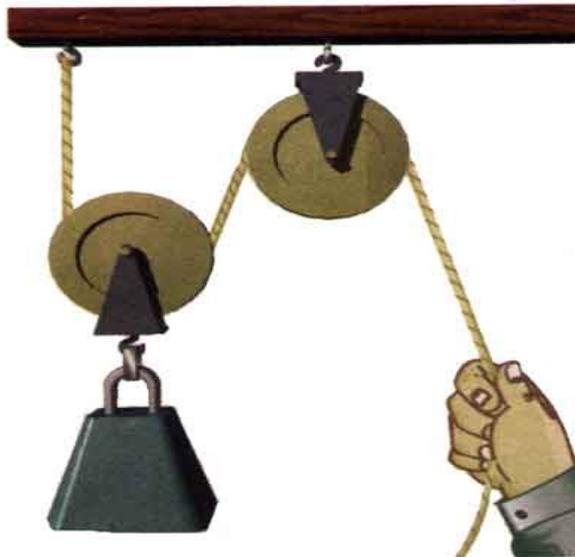
$$F_P = F_R$$

Esto supone que no ahorramos esfuerzo.

La misma formulación ocurre cuando en lugar de utilizar los momentos en la ecuación de equilibrio, utilizamos los trabajos (trabajo motor y trabajo resistente).

8.2.- POLEA MÓVIL.

La polea móvil consta de un mínimo de dos poleas, una fija y la otra móvil que presenta la resistencia conectada a la fija a través de la correa o cuerda. La cuerda al ser paralelas, se observa que al aplicar la potencia, la cuerda baja una longitud h y la cuerda conectada a la polea móvil sube una altura $h/2$.



Si al aplicar la ley de equilibrio mediante la aplicación del trabajo tenemos lo siguiente:

$$W_P = F_P \cdot h \quad \text{y} \quad W_R = F_R \cdot h/2$$

De aquí vamos a deducir lo siguiente:

$$W_P = W_R$$

$$F_P \cdot h = F_R \cdot h/2$$

Despejando la potencia, tenemos:

$$F_p = (F_R \cdot h) / (2 \cdot h)$$

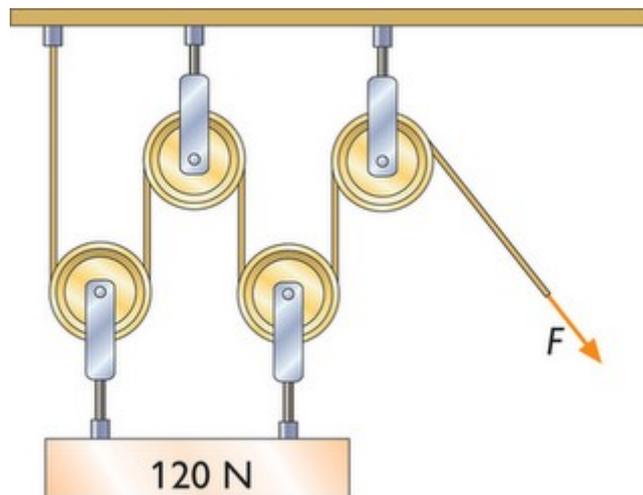
Simplificando la altura h nos queda:

$$F_p = F_R / 2$$

Por lo cual con este dispositivo, el esfuerzo realizado es la mitad.

8.3.- POLIPASTO.

Recibe el nombre de polipasto al conjunto de dispositivos de polea móvil accionados por una sola cuerda.



En este caso, si sólo hubiera una polea móvil, la altura a la que se elevaría un peso sería:

$$L = h \quad L' = h/2$$

Siendo L la longitud de la cuerda y L' la altura elevada. De aquí se deduce que:

$$L = 2 \cdot L'$$

Si tenemos conectadas N poleas sería:

$$L = 2 \cdot n \cdot L'$$

Aplicando la ley de equilibrio tendríamos como resultado:

$$F_p = F_R / (2 \cdot n)$$

Por lo tanto, cuantas más poleas se utilicen menor será el esfuerzo, aunque es conveniente utilizar entre dos y cinco poleas.

8.4.- POLIPASTO POTENCIAL.

Finalmente el polipasto, es una combinación de poleas donde la primera polea móvil (de la imagen de arriba), comenzando desde abajo, economiza la fuerza necesaria para

equilibrar la resistencia (F_R) a la mitad ($F_R/2$), La segunda polea móvil economiza la mitad de la polea anterior ($F_R/4$), la tercera polea móvil reduce esta cuarta parte a la octava, la mitad, ($F_R/8$).

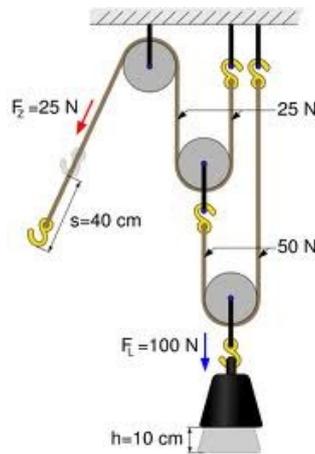
La función de la polea fija es facilitar el movimiento (sus ventajas nombradas al principio) y mantener el equilibrio.

En general, para un aparejo con un número 'n' de poleas móviles, la condición de equilibrio es:

$$F_P = F_R/2^n$$

La fuerza motora es igual a la resistencia dividida en 2 elevado al número de poleas.

El número n de poleas móviles aparece como exponente de 2, y las potencias de 2 figuran como divisores de la resistencia; de ahí que este sistema de poleas se llama aparejo potencial.



9.- EL TORNO.

El torno consiste en una máquina cuya simplicidad se basa en que es un cilindro donde su eje está apoyado en dos soportes, girando accionado mediante una manivela, que permite levantar un cuerpo pesado haciendo menos fuerza.

Su funcionamiento es similar en todos los casos, variando su brazo de potencia que sería la distancia desde el extremo de la manivela al centro del cilindro (l) y el brazo de resistencia sería el radio del cilindro (r).

La ley de equilibrio sería la siguiente:

$$F_P \cdot l = F_R \cdot r$$

