

MECATRÓNICA – Apuntes 2021 – Parte 3

Licenciatura en Artes Electrónicas UNTREF

Máquinas compuestas y máquinas simples

En términos generales, una máquina es cualquier artefacto capaz de aprovechar, dirigir o regular una forma de energía para realizar un trabajo o para transformarla en otra forma energética.

En particular, las **Máquinas Simples** son dispositivos usados para cambiar la magnitud y dirección de aplicación de una o varias fuerzas. Usualmente fueron concebidas para multiplicar la fuerza muscular aplicada por una persona, pero la mayoría de ellas puede trabajar también en forma inversa, reduciendo la fuerza para ganar en otro factor como la distancia de desplazamiento o la precisión.

Todas las máquinas conocidas de la ingeniería, la industria, automóviles, barcos, aviones, etc. pueden reducirse a un conjunto finito (aunque a veces muy extenso) de máquinas simples, conectadas en serie, por lo que se las considera máquinas compuestas.

Rendimiento

En toda máquina simple se cumplirá el principio de conservación de la energía:

“La energía no se crea ni se destruye. Sólo se transforma”

de modo que ninguna de estas máquinas (ni máquina alguna del universo) puede crear energía o aumentar la energía (o el trabajo) que se le entrega. Podrá, a lo sumo, entregar la misma cantidad que recibe. En realidad, dado que siempre una parte de la energía entregada será disipada al exterior del sistema en forma de calor por el rozamiento, u otra clase de transformación “no útil”, la energía en la salida será siempre menor que la que se suministró a la entrada (Ver: <https://youtu.be/JuYaOpHsIP4>).

Esto permite definir el Rendimiento η (eta) de una máquina como

$$\eta = \frac{\text{Trabajo Salida}}{\text{Trabajo Inicial}}$$

y por lo antes dicho, se obtendrá siempre un valor de η inferior a 1. Es usual también que se multiplique el resultado por 100 y se exprese el rendimiento en forma de porcentaje (por ejemplo $\eta = 75\%$).

En ciertos casos, especialmente en las máquinas simples, en que la disipación de energía hacia afuera del sistema es mínima, se desprecia y se considera que el rendimiento es ideal ($\eta = 1$ ó 100 %). Sin embargo, en aquellos casos de alto rozamiento, como el tornillo, por ejemplo, cuando es usado como medio de transmisión del movimiento, esta aproximación no es válida ya que el rendimiento es inferior al 50% y debe ser considerado.

Ventaja mecánica

Dado que las máquinas simples transforman una Fuerza F para equilibrar o vencer una Resistencia R , podemos definir la Ventaja Mecánica (VM) de una máquina como el número adimensional que resulta de la relación entre ambas:

$$VM = \frac{R}{F}$$

Si una palanca o un aparato permiten levantar un peso R de 100 Kg aplicando una fuerza F de 20 Kg , la ventaja mecánica será de 5.



Figura 1: Ejemplo de Ventaja Mecánica en una palanca de 1er género

Dado que el sistema de la Figura 1 se encuentra en equilibrio, es posible establecer que la ventaja mecánica de la palanca mostrada es de 20.

Tipos de máquinas simples

Aunque existe cierta disparidad de criterios al enumerar las máquinas simples, la más extensa de las clasificaciones consideran un total de seis. Algunas pueden o no considerarse combinación de otras y de allí la diferencia. Nosotros consideraremos como máquinas simples las siguientes:

Palanca, polea, plano inclinado, cuña, tornillo.

Máquinas simples: Palanca.

Consiste en una barra rígida, que puede pivotar alrededor de un punto denominado fulcro, centro de giro o punto de apoyo (o).

La fuerza que se debe vencer se denomina Resistencia (R) y la fuerza que se aplica para ello se denomina Potencia (P). La distancia entre el punto de aplicación de una fuerza y el fulcro, se denomina Brazo de Palanca.

En particular, tendremos que la distancia entre el punto de aplicación de la Potencia y el fulcro se denomina Brazo de Potencia (B_p) y la distancia entre el punto de aplicación de la Resistencia y el fulcro se denomina Brazo de Resistencia (B_r)

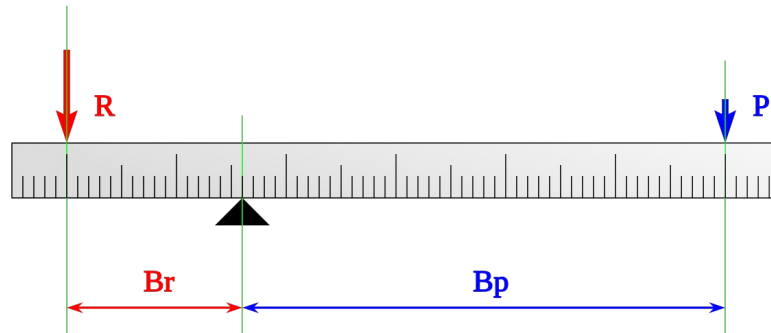


Figura 2: Brazo de Potencia (B_p) y Brazo de Resistencia (B_r) de una palanca

En toda palanca, se verifica como condición de equilibrio que:

$$P \cdot B_p = R \cdot B_r$$

Como se puede ver, está condición iguala los Torques o Momentos de rotación generados por cada fuerza con respecto al centro de giro. Esta será una condición que se verificará en una u otra forma en todas las máquinas simples. Puede verificarse también que un brazo de palanca más largo aumenta la ventaja mecánica relativa de la fuerza de que se trata y disminuye, en la misma proporción, el desplazamiento que tendrá su punto de apoyo. Esta es otra condición típica que se verificará en todas las máquinas simples: A menor fuerza, mayor desplazamiento y viceversa. Esto se debe a que la máquina no puede generar trabajo por sí misma, tal como establece el principio de conservación de la energía ya mencionado.

De acuerdo a las posiciones relativas de Resistencia, Potencia y punto de apoyo se clasifican por género o grado. Tendremos así palancas de 1^{er}, 2^o o 3^{er} género.

Palanca de 1er género



Figura 3: Palanca de 1er género. El fulcro está entre la Potencia y la Resistencia

En estas palancas, la ventaja puede ser mayor, menor o igual a 1, dependiendo de la ubicación del fulcro. Lo usual, para tener una ventaja mecánica favorable, es tratar de

hacer el Brazo de potencia lo más largo posible y el de Resistencia lo más corto posible.



Figura 4: Barra saca-clavos. Ejemplo de palanca de 1er género

Palanca de 2º género

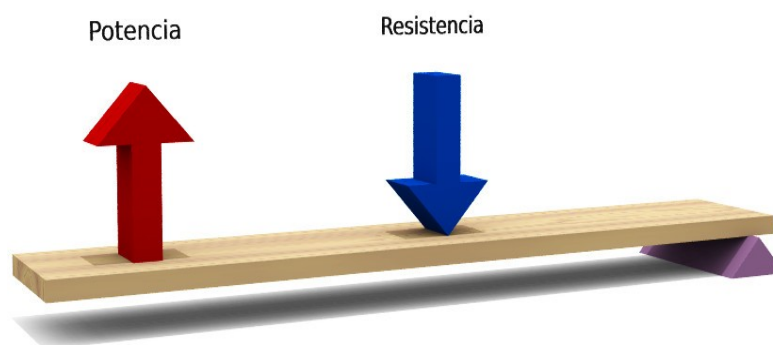


Figura 5: Palanca de 2º género. La Resistencia está entre el fulcro y la Potencia

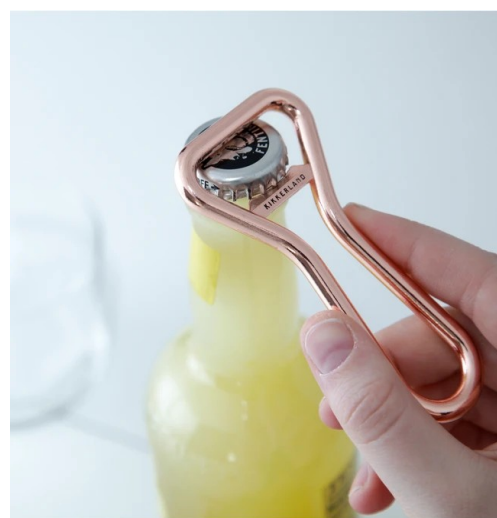


Figura 6: Ejemplos de palanca de 2º género

En estas palancas, la ventaja mecánica siempre será mayor a 1, dado que el brazo de Potencia será siempre mayor que el brazo de Resistencia, por definición.

Palanca de 3er género

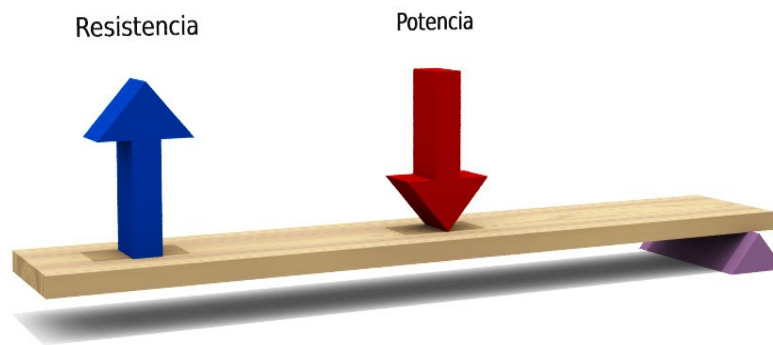


Figura 7: Palanca de 3er género. La Potencia está entre el fulcro y la Resistencia



Figura 8: Ejemplos de palanca de 3er género

En estas palancas, la ventaja mecánica siempre será inferior a 1 (*desventaja!*), dado que el brazo de Resistencia será siempre mayor que el brazo de Potencia, por definición. La ganancia en su uso radica entonces en obtener mejor control o mayor desplazamiento.

Máquinas simples: Polea

La polea es un dispositivo mecánico de tracción o elevación, formado por una rueda o roldana montada en un eje, con una cuerda que rodea la circunferencia de la rueda. Tanto la polea como la rueda y el eje pueden considerarse máquinas simples que constituyen casos especiales de la palanca.

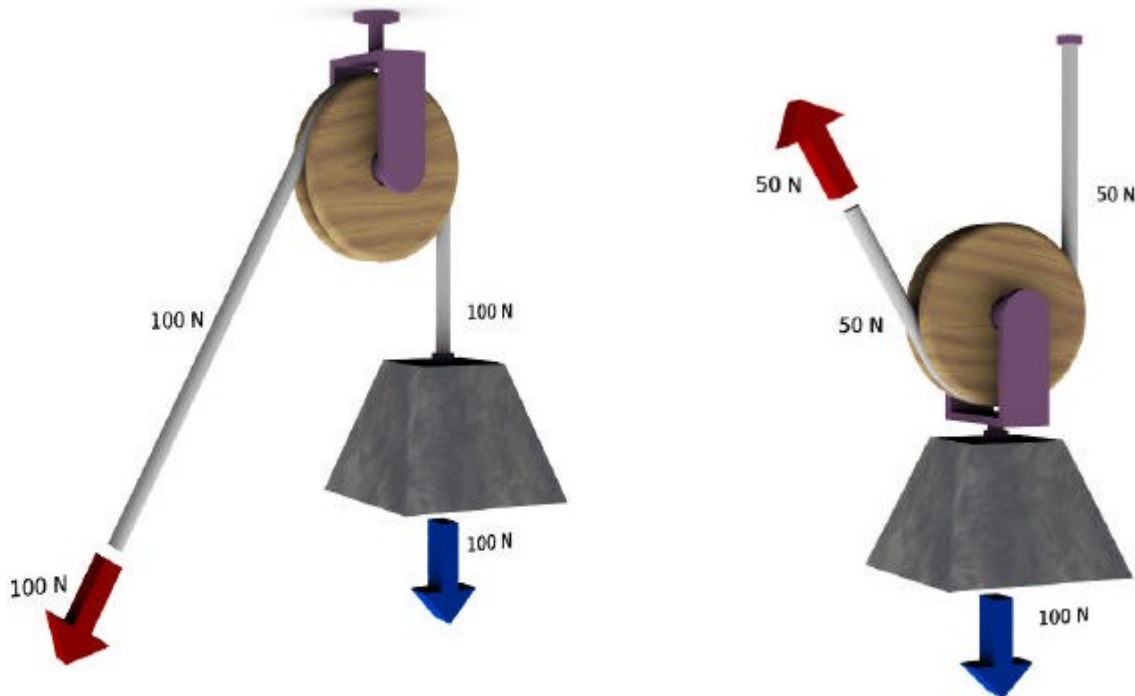


Figura 9: Polea fija y polea móvil. La primera no posee ventaja mecánica. La segunda tiene una ventaja mecánica de 2.

Polea fija

Una polea fija no proporciona ninguna ventaja mecánica, es decir, ninguna ganancia en la transmisión de la fuerza: sólo cambia la dirección y el sentido de la fuerza aplicada a través de la cuerda.

Polea móvil

Va casi siempre acompañada de una polea fija, pero ésta no cuenta, por no alterar la relación de fuerzas. La polea simple móvil produce una ventaja mecánica de 2: la fuerza necesaria para levantar la carga es justamente la mitad de la fuerza que habría sido requerida para levantar la carga sin la polea. Por el contrario, la longitud de la cuerda que debe tirarse es el doble de la distancia que se desea hacer subir a la carga.

Poleas compuestas

Cuando se utilizan sistemas de varias poleas que trabajan en conjunto, se dice que se tiene una configuración de poleas compuestas.

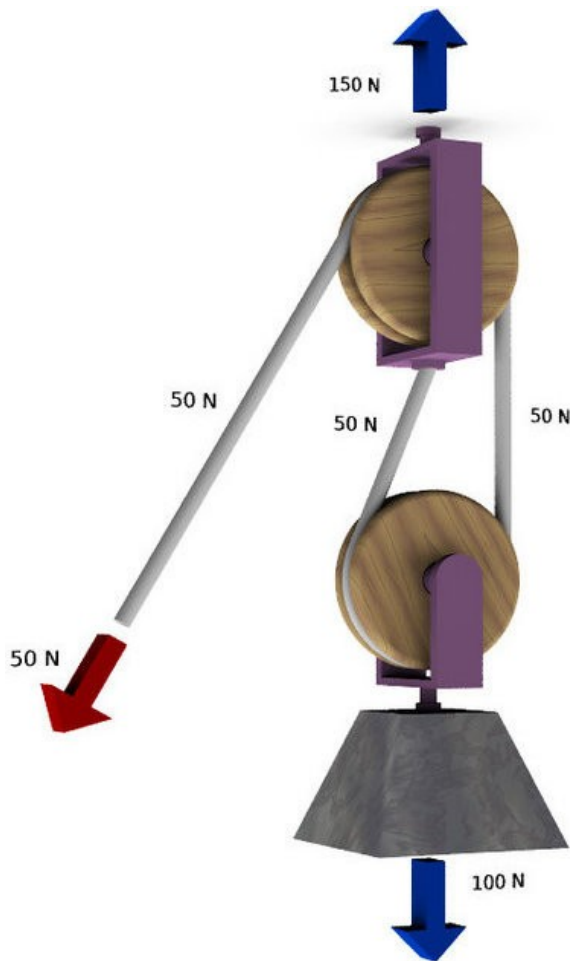


Figura 10: Polea compuesta con ventaja mecánica 2

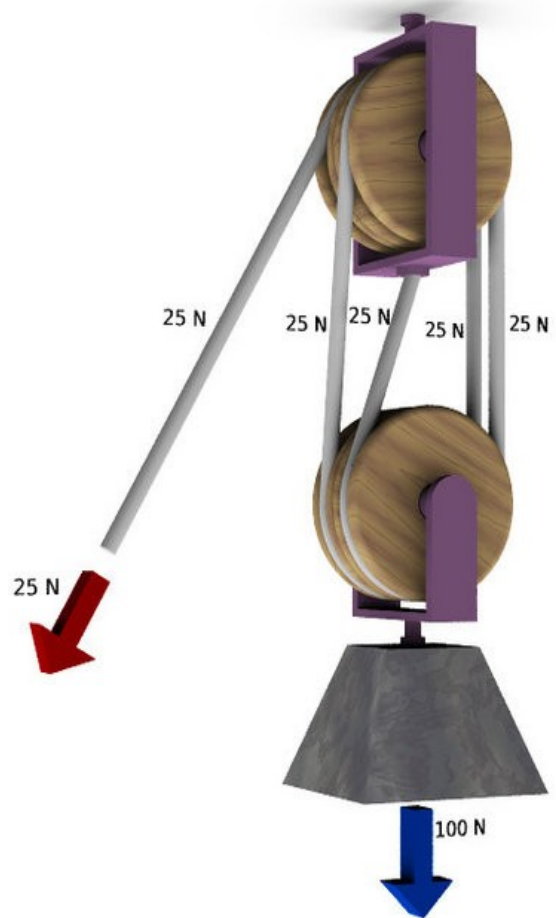


Figura 11: Aparato con ventaja mecánica de 4

Aparejos

El aparato o polipasto es la configuración más común de polea compuesta. En un aparato, las poleas se distribuyen en dos grupos, uno fijo y uno móvil. En cada grupo se instala un número arbitrario de poleas. La carga se une al grupo móvil. La ventaja mecánica del polipasto puede determinarse contando el número de segmentos de cuerda que llegan a las poleas móviles que soportan la carga, dividiendo su peso por este número. La configuración habitual es la de la Figura 11, que permite compactar las dimensiones y depender de un único punto de anclaje superior, pero existen otras posibilidades, como las de la Figura 12.

Desplazamiento

Nótese que cuanto mayor sea la ventaja mecánica, tanto más cuerda deberá recogerse para lograr el mismo avance de la carga. Si la ventaja mecánica fuera de 16 (un valor habitual en los aparatos comerciales) habría que recoger 48 m de sogá para subir una carga hasta el nivel de un techo normal (3 metros).

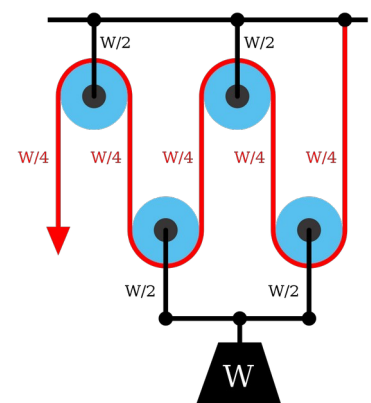


Figura 12: Otro ejemplo de configuración de poleas

Máquinas simples: Torno y manivela

Es una máquina simple de propósito similar a la polea, es decir, de tracción y elevación, aunque su principio de funcionamiento es más parecido al de la palanca.

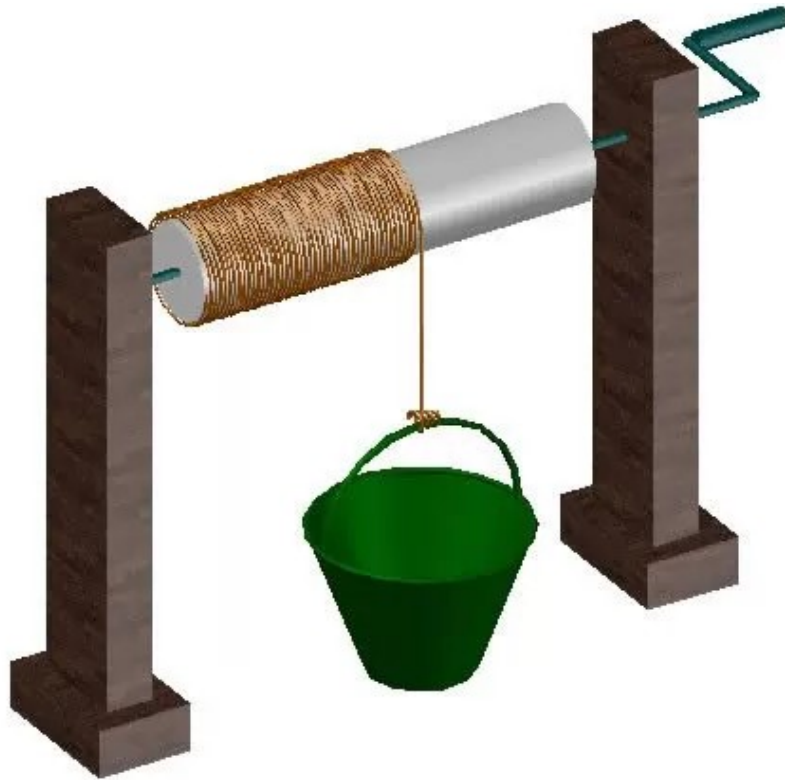


Figura 13: Forma más sencilla de torno y manivela.

En la Figura 13 podemos observar que la condición de equilibrio es la misma que la de la palanca de 1er género, quedando representado el Brazo de Potencia por la longitud de la manivela y el Brazo de resistencia por el radio del cilindro en que se enrolla la cuerda.

$$P \cdot B_p = R \cdot B_r$$

Observamos que en definitiva se trata de un mecanismo convertidor de torque, y que su ventaja mecánica está dada por la relación entre la longitud del brazo de manivela y el radio del cilindro:

$$VM = \frac{\text{Manivela}}{\text{Radio}}$$

También puede observarse que, si bien reducir mucho el diámetro del cilindro aumenta la ventaja mecánica, la cantidad de cuerda recogida en cada vuelta será menor, dado que el perímetro del cilindro está dado por:

$$\text{Perímetro} = \pi \cdot \text{Diámetro}$$

De modo que será necesario dar más vueltas para subir la carga hasta cierta altura. Se verifica así que, como todas las máquinas vistas, sólo transforma fuerzas y direcciones, sin aportar Trabajo, como indica el Principio de Conservación de la Energía.

Máquinas simples: Plano inclinado

El plano inclinado es una máquina simple constituida por una plancha de madera, metal u otro material rígido, dispuesta con un cierto ángulo con respecto a la horizontal. Su propósito es permitir elevar y descender cargas deslizándolas sobre ese plano para disminuir el esfuerzo necesario.

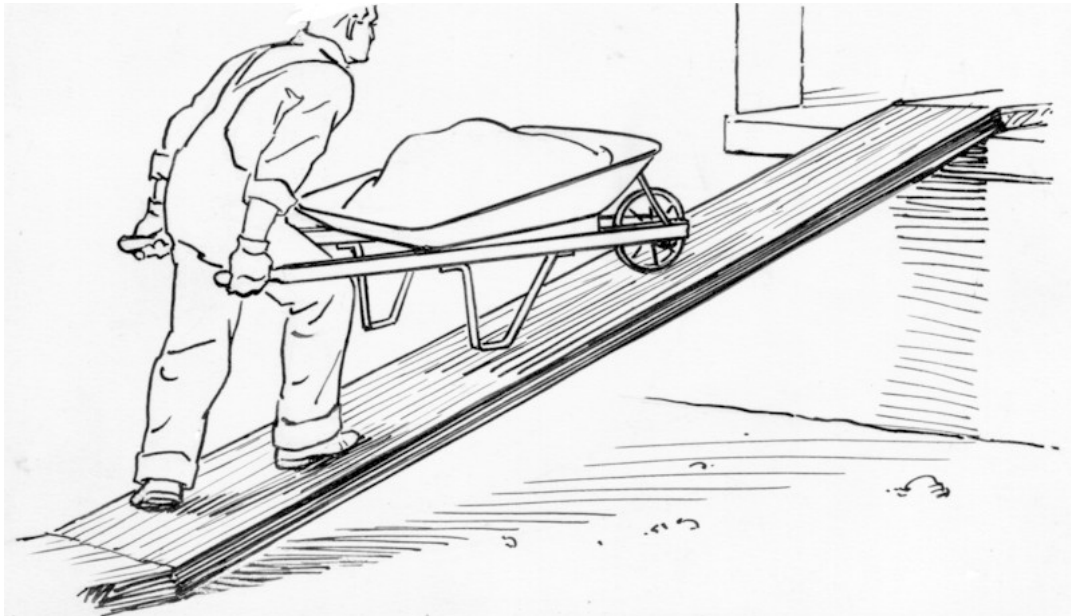


Figura 14: Plano inclinado

En el gráfico de la Figura 15 se plantea el diagrama de fuerzas, a partir de la acción del peso P de la carga como única fuerza activa, que se descompone, de acuerdo a lo ya visto, en dos direcciones elegidas convenientemente: una paralela al plano inclinado (F) y otra perpendicular al mismo (N). Nótese que, por propiedades de paralelas cortadas por una transversal, el ángulo entre P y N (α) es igual al ángulo que forma el plano inclinado con el piso, y que la componente del peso perpendicular al plano inclinado (N) es anulada por la reacción de éste ($-N$).

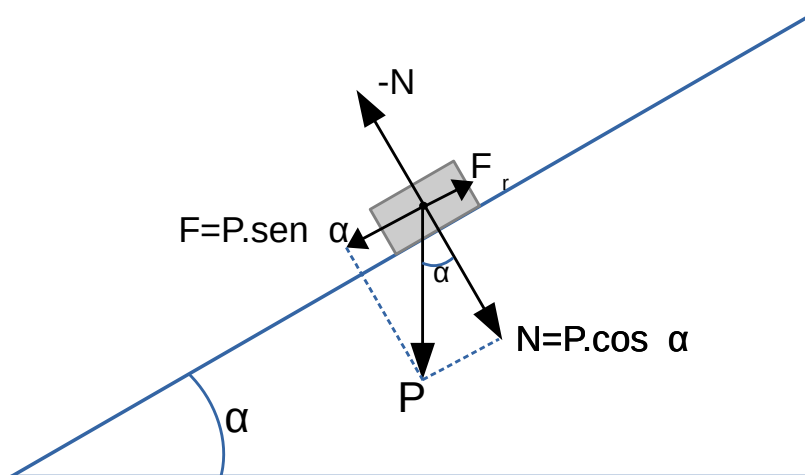


Figura 15: Diagrama de fuerzas del plano inclinado

De este modo, la fuerza resultante será F (la componente del peso paralela al plano), sumada algebraicamente con la fuerza de rozamiento Fr , cuyo sentido será siempre opuesto al del movimiento.

Si se pretende subir la carga por el plano inclinado, habrá que empujarla con una fuerza Q , superior a la suma de los módulos de F y la fuerza de rozamiento máxima que presenta la carga al friccionar con el plano. Esto es:

$$Q > F + Fr_{MAX}$$

A su vez, si se deja la carga libre sobre el plano inclinado, esta se deslizará sólo si F es superior en módulo a Fr_{MAX} , es decir, si $|F| - |Fr_{MAX}| > 0$.

Nótese que en todos los casos F y N dependen del ángulo α , que forma el plano inclinado con el piso, de modo que si se fuera aumentando gradualmente ese ángulo (levantando el extremo alto del plano inclinado, por ejemplo), finalmente siempre se llegará a un ángulo que provocará el deslizamiento de la carga, por grande que sea el rozamiento.

Rozamiento

En cuanto a la fuerza de rozamiento Fr , cabe recordar que depende de los siguientes factores:

- La fuerza N , que es la que comprime la base de la carga contra el plano inclinado y que a su vez depende del peso P y del ángulo α del plano inclinado
- Los materiales, tanto de la base de la carga como del plano inclinado, lo que se expresa en un coeficiente μ (mu) que depende también del grado de pulido de esos materiales

Lo que se expresaría como:

$$Fr = N \cdot \mu$$

Nótese que -contrariamente a lo que parecería en forma intuitiva- la fuerza de rozamiento **no depende del tamaño del área** de contacto entre ambas superficies. Si se apoya un ladrillo sobre un plano horizontal de acero que se comienza a inclinar gradualmente, el ladrillo comenzará a deslizarse siempre al llegar a determinado ángulo (que depende del coeficiente μ , correspondiente al par ladrillo-acero), **independientemente de si el ladrillo está apoyado en el plano por el lado ancho o por el lado angosto.**

Tal como demostrara el científico francés Coulomb, el rozamiento no depende tampoco de la velocidad, salvo en el caso en que ésta sea nula. Todos hemos comprobado que si aumentamos muy poco a poco la inclinación del plano que sostiene un objeto, hasta que comienza a deslizarse, una vez que lo hace no basta con disminuir ligeramente el ángulo para que la fuerza de rozamiento lo detenga. Una vez que está en movimiento, el rozamiento es menor que cuando estaba quieto y costará detenerlo. Se definen en consecuencia dos coeficientes diferentes, uno estático (μ_{est}) que aplica mientras el cuerpo no desliza, y otro dinámico, que aplica cuando los cuerpos tienen movimiento relativo entre sí, independientemente de su velocidad (μ_{din}).

Los coeficientes de rozamiento para cada par de materiales usualmente se consultan en una tabla, como la que se muestra a continuación.

Material 1	Material 2	μ_{est}	μ_{din}
Articulaciones humanas	Articulaciones humanas	0,22	0,003
Hielo	Hielo	0,1	0,03
Vidrio	Vidrio	0,9	0,4
Vidrio	Cuero	0,3	0,25
Vidrio	Madera	0,53	0,4
Madera	Cuero	0,5	0,4
Madera	Piedra	0,7	0,3
Madera	Madera	0,7	0,4
Acero	Madera	0,6	0,3
Acero	Acero	0,15	0,1
Acero	Vidrio	0,15	0,2
Acero	Hielo	0,03	0,02
Acero	Latón	0,5	0,4
Acero	Teflón	0,04	0,04
Teflón	Teflón	0,04	0,04
Caucho	Cemento (seco)	1,0	0,8
Caucho	Cemento (húmedo)	0,3	0,25
Cobre	Hierro fundido	1,1	0,3
Esquí (encerado)	Nieve (0°C)	0,1	0,05

Si se quiere determinar experimentalmente, no es difícil, basándose en el método del deslizamiento mencionado. Se dispone de un plano inclinado cuya superficie sea de uno de los materiales en cuestión y se ubica sobre él un bloque del otro material, de peso conocido. Se va aumentando lentamente el ángulo del plano inclinado, hasta determinar el valor del ángulo para el instante exacto en que el bloque comienza a deslizarse. Esto corresponderá a la fuerza de rozamiento máxima (estática) que se opone al movimiento. Conocido el ángulo α , se determina F usando el peso P (ver Figura 15):

$$F = P \cdot \text{seno}(\alpha)$$

Se sabe que, en ese instante, la fuerza de rozamiento será la máxima posible y también que, por ser el instante preciso en que se rompe el equilibrio, esa fuerza será igual a F , la componente del Peso en dirección paralela al plano:

$$F_r = F \quad (1)$$

Dado además que:

$$F = P \cdot \text{seno}(\alpha)$$

Y como ya habíamos dicho:

$$Fr = N \cdot \mu_{est}$$

Donde N es la componente del Peso normal al plano inclinado (Figura 15) y puede expresarse como:

$$N = P \cdot \text{coseno}(\alpha)$$

Reemplazando en (1) queda:

$$P \cdot \text{seno}(\alpha) = P \cdot \text{coseno}(\alpha) \cdot \mu_{est}$$

Simplificando:

$$\mu_{est} = \frac{\text{seno}(\alpha)}{\text{coseno}(\alpha)} \rightarrow \boxed{\mu_{est} = \text{tangente}(\alpha)}$$

El coeficiente μ_{est} así determinado será el coeficiente de rozamiento **estático** entre los dos materiales dados. Nótese que este valor se ha independizado del peso del cuerpo. Esto es porque dicho peso actúa tanto en la componente paralela al plano, F (que “tira” para deslizar) como en la componente N, perpendicular al plano, que incrementa el rozamiento, multiplicadas en cada caso por seno y coseno del ángulo del plano. Es así que μ_{est} queda determinado completamente por ese ángulo que, en consecuencia, se denomina **Angulo de rozamiento** para los dos materiales en cuestión.

Para establecer el coeficiente de rozamiento **dinámico** podemos colocar el ángulo del plano inclinado en un valor que elegimos, mayor al ángulo de rozamiento, con el bloque inicialmente detenido en la parte superior y cronometrar el tiempo que tarda en recorrer una distancia X, medida desde el inicio. De este modo, usando la expresión vista en el apunte anterior, podemos calcular la aceleración media **a** :

$$x = \frac{1}{2} a t^2 \rightarrow a = \frac{2 \cdot x}{t^2}$$

Conociendo ya la aceleración, y la masa del bloque (m), podemos calcular la fuerza neta que la provoca (segundo principio de Newton), que además será igual a la resultante de la componente paralela al plano F, menos la fuerza de rozamiento dinámica Fr (ver Figura 15) :

$$m \cdot a = F - Fr \rightarrow m \cdot a = F - N \cdot \mu_{din} \rightarrow \mu_{din} = \frac{F - m \cdot a}{N}$$

Como ya se vió, F y N son función del Peso del bloque y del ángulo α , de modo que todos los datos son conocidos y se puede determinar así μ_{din} .

Aprovechando la revisión del tema rozamiento, introducimos a continuación algunas consideraciones sobre fricción y su tratamiento mediante lubricación.

Tribología

El rozamiento o fricción superficial entre partes es un tema de vital importancia en la mecánica. Tanto es así, que existe una ciencia específica, la Tribología, que se ocupa de estudiar este fenómeno, el desgaste natural que provoca y la lubricación, como un medio para disminuir o evitar sus consecuencias.

La fricción se explica debido a que las piezas en contacto presentan irregularidades en sus superficies, a nivel macro o microscópico, según el material de que se trate y el grado de pulido que tengan. En la Figura 16 se puede apreciar como las crestas y valles superficiales de ambas piezas encajan mutuamente, dificultando el deslizamiento. El fenómeno es de naturaleza mecánica (encastre) y también de naturaleza eléctrica, ya que las cargas atómicas opuestas tienden a atraerse, especialmente al estar en reposo las piezas, lo que parcialmente explica las diferencias entre los coeficientes de rozamiento estático y dinámico.

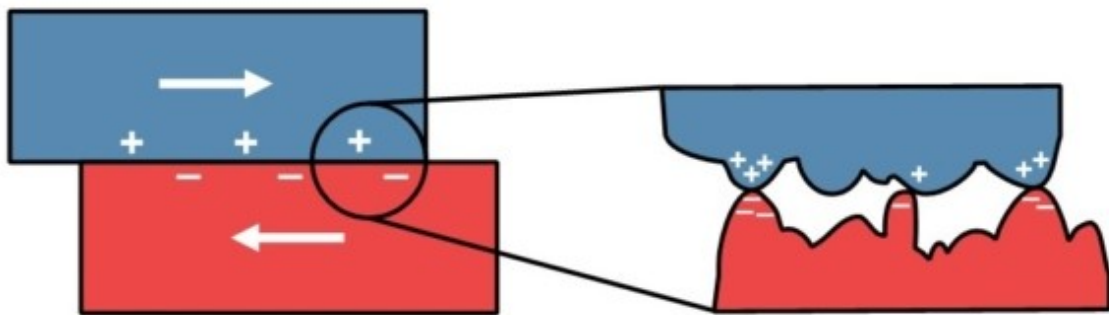


Figura 16: Representación de irregularidades microscópicas en la superficie de dos piezas

Una de las formas de atemperar la fricción, es entonces, pulir lo más posible las superficies, de modo de minimizar las crestas. Otra es recurrir a materiales más duros, ya que al deformarse menos por el contacto, tienden a encajarse menos uno con otro.

Complementariamente se utilizan sustancias lubricantes (aceites) que rellenan los huecos y separan la superficie de las partes, permitiendo que cada una deslice contra una capa de lubricante (de muy bajo coeficiente de rozamiento) en lugar de hacerlo contra la otra.

No debe caerse en el error de suponer que la lubricación es patrimonio de máquinas sofisticadas y que no es importante en nuestros proyectos. Por el contrario, en este tipo de proyectos, contruidos de manera artesanal, con materiales de baja dureza que permiten ser trabajados manualmente, con huelgos y tolerancias poco precisas, suele ser de vital importancia la lubricación, y **puede representar la diferencia entre que un dispositivo mecánico funcione correctamente, o que directamente se trabe y ni siquiera arranque. ¡¡ Recordar lubricar siempre nuestros mecanismos !!**

La característica principal de los lubricantes está indicada por su viscosidad. Cuanto menor sea ésta (más “fino” o “liviano” el aceite), menor será su coeficiente de rozamiento y por lo tanto mejor su capacidad lubricante. Sin embargo, una viscosidad muy baja atenta contra la permanencia del lubricante en el mecanismo que se quiere lubricar. Si es muy fino se escurrirá rápidamente y se perderá su efecto. Es necesario entonces seleccionar el lubricante adecuado para nuestro mecanismo, de entre los diferentes tipos existente.

Tipos de lubricantes

Es una materia sumamente extensa y especializada. Para nuestras necesidades basta con conocer que existen tres tipos de lubricantes, según su composición y estado físico a temperatura ambiente:

- **Líquidos.** Son los aceites minerales o vegetales usados mayormente en motores y mecanismos de alta velocidad, ya sea en una cubeta o carter que mantiene las partes sumergidas en el líquido (mecanismo en baño de aceite), como en aquellos en que el lubricante es recirculado permanentemente por una bomba.
- **Semisólidos.** Son las grasas minerales o vegetales, elegidas particularmente para mecanismos en los que se desea que permanezcan largo tiempo sin escurrirse. Suelen aditivarse con partículas de lubricantes sólidos como litio o grafito. En aplicaciones particulares se usan grasas de siliconas, por sus propiedades atóxicas, resistencia a la humedad y aspecto más limpio, además de que existen formulaciones especiales para engranajes plásticos, contacto con gomas y otros elastómeros, disipación térmica, etc.
- **Sólidos.** Materiales en forma de fino polvo, generalmente grafito, disulfuro de molibdeno o en forma de película de recubrimiento como el politetrafluoroetileno (PTFE), conocido comercialmente como "Teflón". También se usan para aditivar lubricantes líquidos o semisólidos y como componentes de algunos materiales denominados autolubricantes

Los lubricantes líquidos y semisólidos se caracterizan, como se dijo, por su viscosidad, usualmente indicada por un número medido bajo la normas SAE, denominado "grado". Dado que las propiedades cambian cuando aumenta la temperatura, existen lubricantes denominados "multigrado", formulados para comportarse como de diferente grado, según las condiciones de temperatura.



Figura 17: Medición de los grados SAE de los lubricantes

Para los lubricantes líquidos la escala de grados SAE tiene 11 valores (de 0 a 60), correspondiendo el más bajo al lubricante más fino, a veces seguido de una letra W (por Winter) que indica que mantiene sus propiedades en bajas temperaturas. Los

aceites multigrado se indican con dos números, que corresponden a sus respectivos grados equivalentes -a baja y alta temperatura- separados por la letra W.

La medición de los grados SAE se hace llenando una cubeta con el lubricante fluyendo por gravedad a través de un agujero calibrado, y controlando el tiempo que tarda en completarla, como se muestra en la Figura 17.

Máquinas simples: Cuña

Es una pieza prismática de perfil triangular, generalmente de acero u otro material resistente, que se introduce en cuerpos sólidos, para ejercer fuerzas laterales mediante la aplicación de una fuerza o golpes en la base.

Su principio de funcionamiento es idéntico al del plano inclinado, y suele ser considerada como un doble plano inclinado portátil.

El hacha, el clavo y el cincel son distintas herramientas basadas en el principio de la cuña.

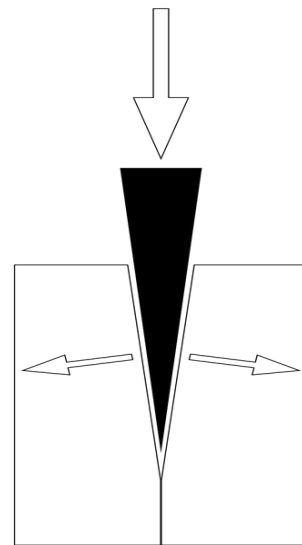


Figura 18: Cuña

Máquinas simples: Tornillo

Es una máquina simple de múltiples e importantes aplicaciones en mecánica y es también una extensión del plano inclinado, ya que puede considerarse como un plano inclinado arrollado en forma de hélice alrededor de un cilindro central. Este arrollamiento se denomina rosca.

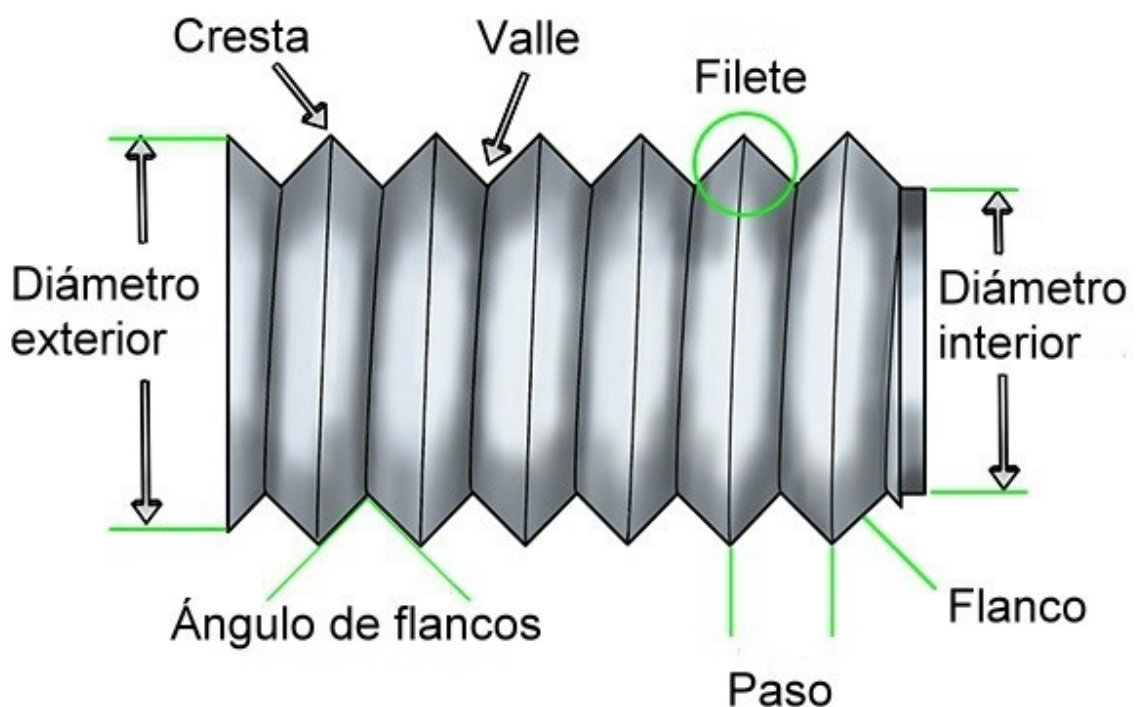


Figura 19: Partes principales del tornillo

En la Figura 19 se aprecian los nombres de las partes principales de un tornillo típico. Una de las características más importantes es el **Paso**, que corresponde a la distancia entre dos hilos o filetes sucesivos de la rosca y es también **la precisa distancia que el tornillo avanza, o retrocede, al completar una vuelta en uno u otro sentido**.

Dentro de los múltiples usos del tornillo, se pueden distinguir dos grandes grupos funcionales. Uno en el que el propósito es el de actuar como elemento de fijación, y otro destinado a funcionar como elemento de transformación del movimiento, utilizado para convertir un movimiento de rotación en uno lineal.

El tornillo como elemento de fijación

La variedad es enorme. Una de las posibles formas de clasificación es por el tipo y forma de rosca, que se diseña teniendo en cuenta los materiales en los que se aplicará.

Por una parte se presentan los tornillos con rosca mecánica (Figura 20) que requieren el uso de una tuerca con la correspondiente rosca hembra, o la fabricación de esa rosca hembra directamente en la pieza en la que el tornillo enroscará, mediante el uso de machos de roscar.

El macho de roscar es una herramienta similar a un tornillo, con la misma rosca que se desea fabricar, hecho de un metal muy duro, ranurado longitudinalmente para convertirlo en un elemento de corte. Enroscando el macho con una herramienta de fuerza (manija porta machos) en un agujero previamente taladrado con la medida exacta, se genera la rosca hembra necesaria. Para el caso de roscas grandes (4 mm de diámetro o más) es necesario un juego de dos o tres machos, que van aumentando gradualmente de tamaño y que se deben pasar sucesivamente.



Figura 20: Tornillos mecánicos y machos de roscar

Las roscas mecánicas son seguras, pueden ejercer gran fuerza, muy precisamente regulable y están preparadas para ser montadas y desmontadas cuantas veces sea necesario sin degradarse. Si bien existen múltiples formas y diseños, en nuestro mercado es habitual encontrarlas en dos variedades: medidas imperiales (pulgadas o fracciones de pulgada, como 1/4", 1/2", 1", etc.) o en roscas métricas, indicadas por una M seguida de un número que indica su diámetro en mm (M3, M5, M10, etc.) Ambos sistemas no son compatibles entre sí.

Por otra parte tenemos los tornillos denominados “autorroscantes”, Figura 21, que generan su propia rosca al introducirlos por primera vez. Es el caso de los tornillos tipo “parker” para chapa y plásticos o tipo “tirafondo” para madera. Algunos son además “autoperforantes”, es decir que perforan el agujero de base al mismo tiempo que se atornillan, ya sean los conocidos como “punta aguja”, para maderas blandas y aglomerados de distintas densidades como el MDF o fibrofácil o los de tipo “punta mecha”, para chapas de hierro y otros materiales compactos. Estos últimos tienen una el extremo similar a una mecha de agujereadora. Para los que no son autoperforantes (y a veces también para los “punta aguja”) es necesario taladrar primero un agujero de guía usando una mecha algo más pequeña que el diámetro interior del tornillo.



Figura 21: Tornillos Autorroscantes, de Izquierda a derecha: tipo Parker, Tirafondo para madera, Autoperforante "punta aguja" y Autoperforante "punta mecha"

Si bien los tornillos autorroscantes se pueden desmontar y volver a enroscar, generalmente no soportan repetidos desarmes y re-armados, más que nada porque la rosca autogenerada en las piezas se deteriora rápidamente con esa operación. Se trata por lo tanto de tornillos pensados para montajes permanentes y que usualmente se colocan con herramientas atornilladoras eléctricas.

Independientemente del tipo de rosca, los tornillos presentan distintos tipos de cabeza, tanto en lo que hace a la forma de ésta, como a la ranura destinada a la herramienta atornilladora.

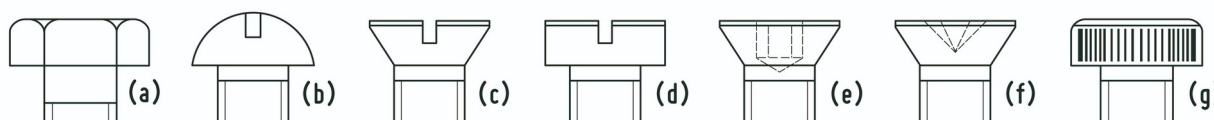


Figura 22: Formas de cabeza para tornillos: a) Hexagonal, para llaves. b) Fijadora, para chapas finas. c, e, f) Avellanada, para embutir d) Cilíndrica, para embutir g) Moleteada, para apretar con la mano.

En la Figura 22 se muestran diferentes formas de cabeza y el uso principal para el que ha sido creada cada una. En la Figura 23 podemos ver los distintos tipos de ranura y la punta atornilladora correspondiente a cada una. Dado que los tornillos autoperforantes se suelen montar con herramientas eléctricas, suelen traer hendiduras cruciformes como Phillips o Pozidrive, por su propiedad autocentrante de la herramienta.



Figura 23: Cabezas de tornillos según la punta de la herramienta atornilladora

En cuanto al tornillo como **elemento de transformación del movimiento**, será tratado en el apunte correspondiente a Mecanismos Auxiliares (Apuntes-Parte 5).

Máquinas compuestas: Prensa hidráulica

Si bien la prensa hidráulica no es estrictamente una máquina simple, presenta grandes similitudes con éstas en cuanto a sus efectos, que hacen adecuado su tratamiento conjunto.

En el sXVII, el físico francés Blaise Pascal enunció lo que se conoce como el “Principio de Pascal” y que puede resumirse como: “La presión ejercida en un fluido incompresible, contenido por un recipiente indeformable, tiene igual intensidad en todas las direcciones y puntos del fluido”. La prensa y todas las grandes máquinas hidráulicas como grúas, elevadores de automóviles o palas mecánicas se basan este simple principio.

Se trata de dos cilindros de características similares, pero tamaño marcadamente diferente (Figura 24) conectados por un caño o manguera indeformable, para conformar un único recipiente. Dentro de cada cilindro deslizan ajustadamente sendos pistones. El pistón pequeño es para ser empujado y el grande para que empuje la carga que se desea levantar. El recipiente se llena con un fluido incompresible, usualmente un aceite más o menos fino según las presiones a las que deba trabajar el mecanismo. Originalmente se pensó en usar agua, de donde proviene el nombre “hidráulico”.

Funcionamiento

Cuando se empuja el pistón pequeño, se genera una presión en el fluido, que estará determinada por la fuerza ejercida, F_1 , “repartida” en toda el área A_1 del pistón pequeño.

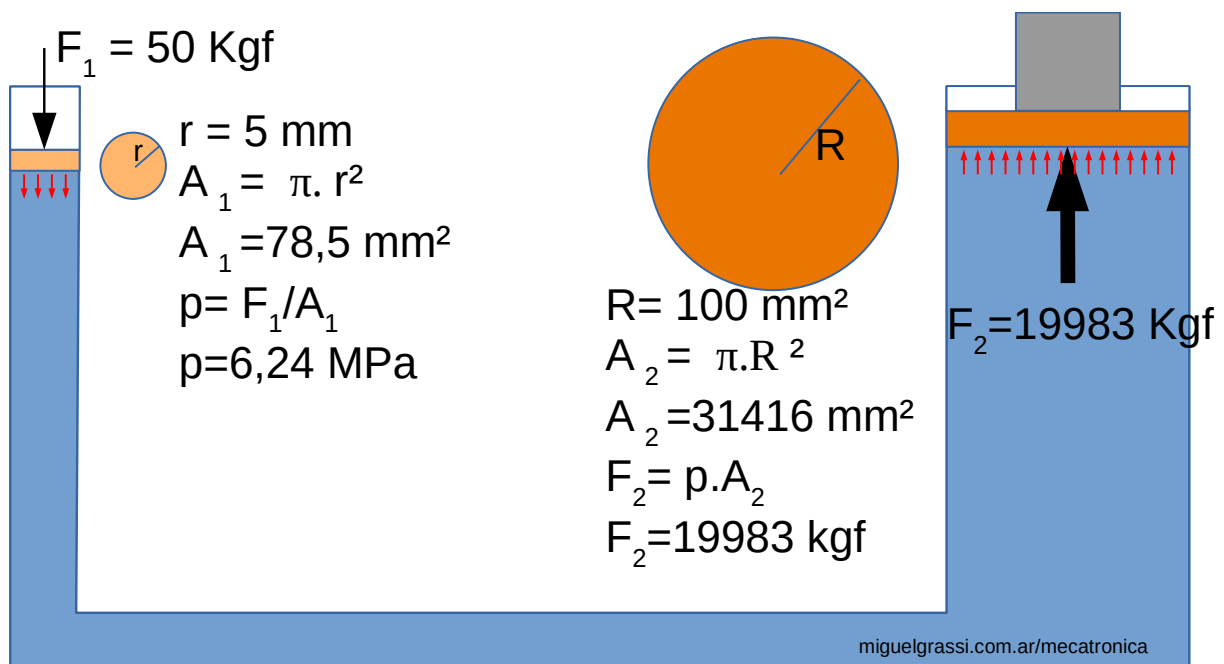


Figura 24: Prensa hidráulica

Esto genera en el fluido una presión p dada por:

$$p = \frac{F_1}{A_1}$$

Tal como lo establece el Principio de Pascal, **esa presión será la misma en todo el recipiente y presionará igualmente** todas las paredes, incluyendo la superficie del pistón grande. Esa presión empujará al pistón grande con una fuerza F_2 que estará dada por:

$$F_2 = p \cdot A_2$$

Como el área del pistón es mucho más grande, la fuerza F_2 será tantas veces mayor a F_1 como mayor sea el área del pistón grande con respecto al pequeño. Pueden conseguirse así enormes ventajas mecánicas, simplemente haciendo que un pistón sea muy pequeño y el otro muy grande.

Tal como pasa con los otros casos vistos en máquinas simples, el desplazamiento logrado en el pistón grande será muchísimo menor al del pequeño, manteniendo la misma relación que hay entre las fuerzas, pero en forma inversa, debido a que la máquina solo transforma las fuerzas y no puede generar Trabajo. En la práctica se usa un sistema de bombeo para generar la presión a partir de palancas o, en sistemas más grandes, mediante una bomba eléctrica o con motor a explosión.

Las máquinas hidráulicas son silenciosas, relativamente económicas y pueden generar fuerzas enormes, siendo casi la única forma práctica de levantar grandes pesos con mecanismos compactos. Con este mismo principio existen también mecanismos rotativos conocidos como "motor hidráulico" que suelen entregar grandes torques a un número relativamente bajo de rpm.