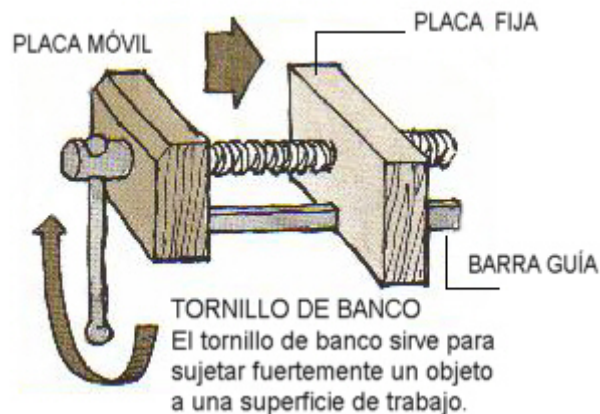


TRANSMISIÓN DEL MOVIMIENTO: MECANISMOS

1. INTRODUCCIÓN.

Todas las máquinas están compuestas por mecanismos más o menos complejos, que podemos definir como: *“Dispositivo que transforma un movimiento y una fuerza de entrada en un movimiento y fuerza de salida”*

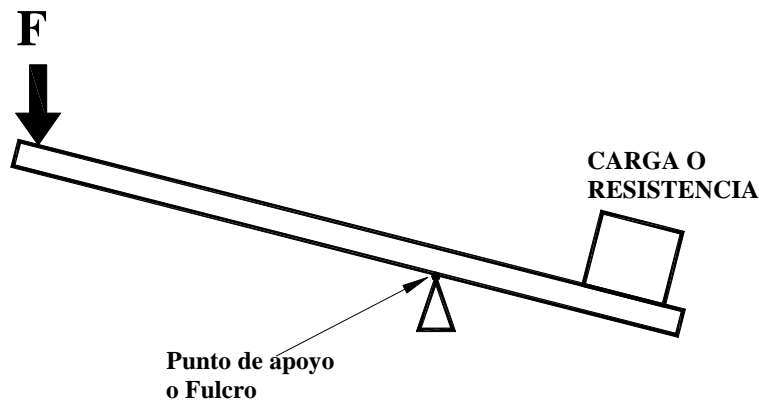
Un tornillo de banco, utiliza el mecanismo de un tornillo para transformar un movimiento circular en un movimiento de desplazamiento lineal, simultáneamente se transforma la fuerza aplicada a la palanca en una fuerza mucho mayor en las mordazas del tornillo.



2. MECANISMOS DE TRANSMISIÓN LINEAL.

2.1. LA PALANCA

Una palanca simple es un cuerpo rígido capaz de girar alrededor de un punto fijo denominado **fulcro**.



En una palanca se pueden distinguir:

- La fuerza aplicada, denominada **potencia** o **esfuerzo**. Al punto de la palanca en el cual se aplica la fuerza se denomina punto de **aplicación de la potencia** o **del esfuerzo**.
- El punto alrededor del cual gira la palanca se denomina punto **de apoyo** o **fulcro**.
- La fuerza que hay que vencer debida a la carga, al aplicar la potencia, se denomina **resistencia** o **carga**.
- **Brazo de la potencia (dF)**.- Es la distancia del punto de aplicación de la fuerza al fulcro

- **Brazo de la resistencia (dR).**- Es la distancia del punto de aplicación de la resistencia al fulcro.



2.2. MOMENTO DE UNA FUERZA.

Cuando se aplica una fuerza a un cuerpo (barra) que puede girar alrededor de un punto de apoyo, se produce un movimiento de giro del cuerpo. A este movimiento de rotación producido por la aplicación de una fuerza se le denomina **Momento de una fuerza**. En Física se denomina **Momento de una fuerza, respecto a un punto, a la magnitud cuyo valor es el producto de la fuerza aplicada por la distancia perpendicular de la fuerza al punto de giro**.

$$M = F \cdot d$$

Donde:

M = Momento de la fuerza en N*m

F = Fuerza aplicada. La fuerza en el sistema Internacional de medida se da en Newton (N).

1 kg = 9,8 N.

d = Distancia de la fuerza al punto de giro en metros (m)

2.3. LEY DE LA PALANCA.

Esta ley se enuncia como: “ **El producto de la fuerza o potencia aplicada por su brazo es igual al producto de la resistencia por el suyo**”

$$F \cdot d_F = Q \cdot d_Q$$

Si consideramos que el producto de la fuerza por la distancia al eje de giro es igual al momento de una fuerza podemos deducir que: “**Una palanca permanece en equilibrio si el momento de la fuerza es igual al momento de la resistencia**”

Si la palanca está en equilibrio, entonces: $M_F = M_Q$

2.3. CLASES DE PALANCAS

Atendiendo a la posición que ocupa el fulcro en relación a la fuerza de aplicación y la resistencia se distinguen tres tipos de palancas.

2.3.1. PALANCAS DE PRIMER GÉNERO O CLASE 1

Es la palanca que tiene el punto de apoyo o fulcro entre la fuerza aplicada y la resistencia que se pretende vencer.

Ejemplos de este tipo de palanca es el balancín, o las tijeras



2.3.2. PALANCAS DE SEGUNDO GÉNERO O CLASE 2

Es la palanca que tiene la carga o resistencia a vencer entre el punto de apoyo y la fuerza aplicada.

Ejemplos de este tipo de palanca es el balancín, la carretilla o el cascanueces

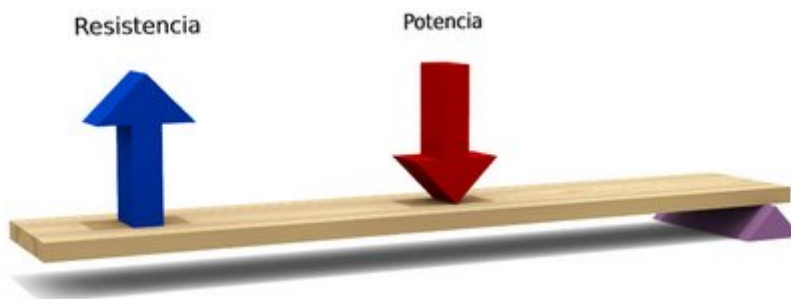


Razona por qué en una palanca de 2º genero, la potencia a aplicar es siempre menor que la resistencia a vencer.

2.3.3. PALANCAS DE TERCER GÉNERO O CLASE 3

Es aquella palanca en la que la potencia se sitúa entre el punto de apoyo y la resistencia a vencer.

Ejemplos de este tipo de palanca son las pinzas

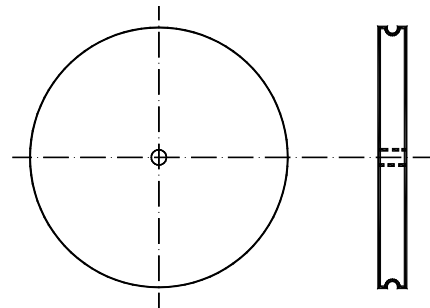


3. MECANISMOS DE TRANSMISIÓN CIRCULAR.

3.1.POLEAS

Una polea es una rueda que tiene una hendidura en su llanta.

Con una sola polea no se multiplica la fuerza, y únicamente se cambia la dirección en la que dicha fuerza actúa. Por lo general la fuerza se ejerce hacia abajo y no hacia arriba, con lo que se aprovecha el peso del propio cuerpo para elevar la carga.



3.1.1. TIPOS DE POLEAS.

Una polea puede ser fija o móvil:

- **Polea fija.**- Es aquella que no tiene más que un movimiento de rotación alrededor de su eje. En este tipo de poleas se cumple que F UERZA = CARGA

$$M_F = F * d_F = F * r$$

$$M_Q = Q * d_Q = Q * r$$

I.E.S. ANDRÉS DE VANDELVIRA

$$M_F = M_Q \Rightarrow \text{Situación de equilibrio}$$

- **Polea móvil.-** Es aquella que además del movimiento de rotación alrededor de su eje, tiene un movimiento vertical de subida y bajada respecto a un plano horizontal de comparación.

En la polea móvil, un extremo de la cuerda se sujeta a un bastidor fijo, y en el otro extremo de la cuerda se aplica la potencia o fuerza. La resistencia se aplica en el gancho de la polea.

Al aplicar la fuerza la polea tiende a girar alrededor del punto A, debido a la acción del momento de la fuerza M_F , cuyo valor es:
 $M_F = F * d_F = F * 2r$

Por otro lado, la resistencia está aplicada a una distancia r del punto de giro A, por lo que el momento resistente tendrá un valor:

$$M_Q = R * d_Q = Q * r$$

Cuando la polea está en equilibrio se cumple que:

$$M_F = M_Q$$

$$F * 2r = Q * r$$

simplificando la ecuación tenemos:

$$F = \frac{Q}{2}$$

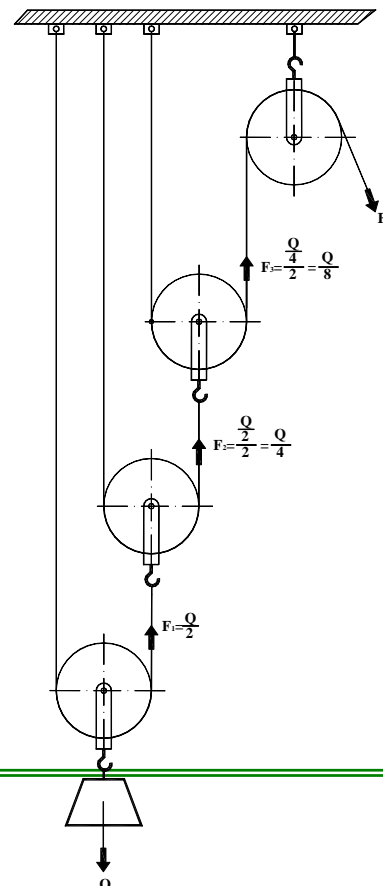
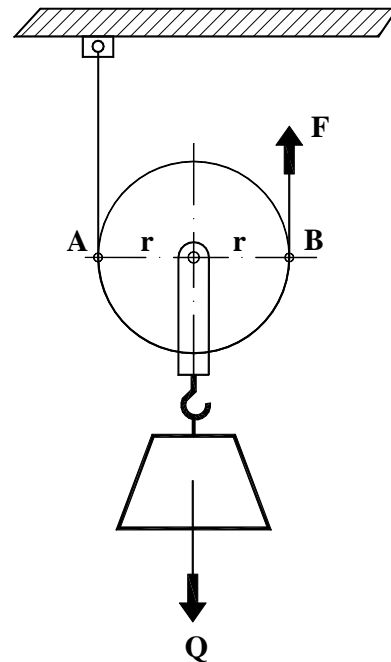
Lo que nos indica que: “**En una polea móvil la potencia necesaria, es igual a la mitad de la resistencia aplicada**”

3.1.2. ASOCIACIÓN DE POLEAS

Las poleas fijas y móviles se pueden asociar entre sí, formando mecanismos que permiten levantar grandes pesos, aplicando fuerzas relativamente pequeñas. Estas asociaciones de poleas reciben el nombre general de **polipastos**.

3.1.2.1. TRÓCOLAS

Las trócolas están formadas por la asociación de una polea fija y un número determinado n , de poleas móviles.



Teniendo en cuenta que cada una de las poleas móviles necesita una potencia igual a la mitad de la carga que soporta, la potencia necesaria viene dada por la expresión:

$$F = \frac{Q}{2^n}$$

Donde:

F = Fuerza aplicada para levantar la carga.

Q = Valor de la carga.

N = Número de poleas móviles.

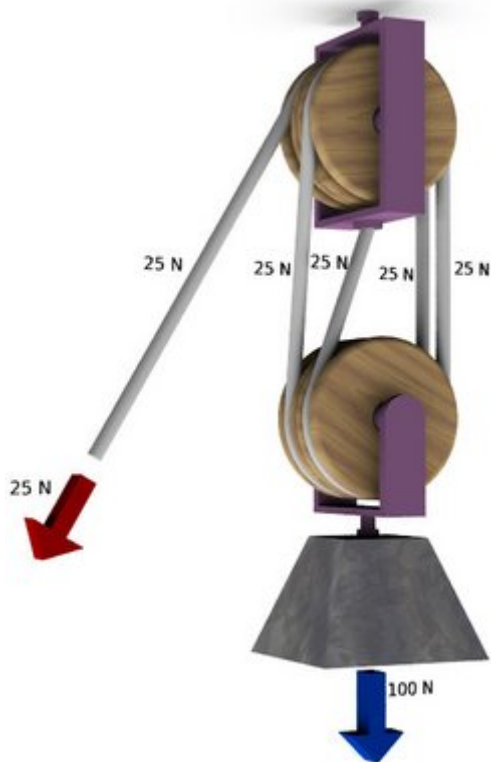
3.1.2.2. CUADERNALES

Los cuadernales son polipastos cuyo número de poleas fijas es igual al número de poleas móviles.

Llamando **n**, al número de poleas móviles, la potencia necesaria para elevar una determinada resistencia es igual a :

$$F = \frac{Q}{2 * n}$$

Puesto que la carga Q, está repartida en un total de **2n** ramales . Por el contrario, la longitud de la cuerda que debe moverse en el extremo de aplicación de la fuerza ha de ser 2n veces el recorrido que hace la carga.



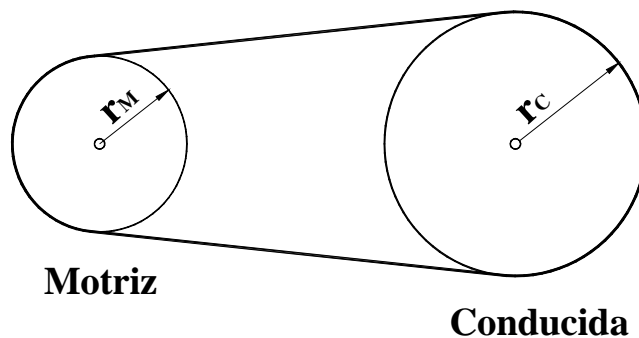
3.1.3. TRANSMISIÓN DE POLEAS MEDIANTE CORREA.

3.1.3.1. ACOPLAMIENTO SIMPLE.

Este acoplamiento mecánico permite transmitir el movimiento circular entre ejes separados. Es un acoplamiento sencillo, barato y silencioso, pero no es muy preciso, puesto que cuanto se eleva el valor de la carga aplicada se provoca el fenómeno de deslizamiento o resbalamiento de la correa en la garganta de la polea.

Relación de transmisión.

Sabiendo el radio o diámetro de las poleas motriz y conducida, definimos **relación de transmisión**, como el cociente entre la longitud de la circunferencia de la polea conducida dividido entre la longitud de la circunferencia de la polea motriz. Esta relación nos permite saber la velocidad de giro de la polea conducida en función de la polea motriz, o el número de vueltas de la polea motriz en función del número de vueltas de la polea conducida.



$$i = \frac{\text{Longitud de la circunferencia motriz}}{\text{Longitud de la circunferencia conducida}}$$

$$i = \frac{2 * \pi * r_M}{2 * \pi * r_C} = \frac{2 * r_M}{2 * r_C} = \frac{d_M}{d_C} = \frac{r_M}{r_C} = \frac{\omega_C}{\omega_M}$$

donde:

i = Relación de transmisión

d_C = Diámetro de la rueda conducida en m

d_M = Diámetro de la rueda motriz. m

ω_C = Velocidad angular de la rueda conducida en rd/s

ω_M = Velocidad angular de la rueda motriz en rd/s

La relación de transmisión, por definición, no tiene dimensiones, y según su valor el sistema será reductor o multiplicador de velocidad.

$i > 1 \Rightarrow$ Sistema **reductor** de velocidad

$i < 1 \Rightarrow$ Sistema **multiplicador** de velocidad.

Ejemplo de interpretación de la relación de transmisión:

Supongamos una relación de transmisión:

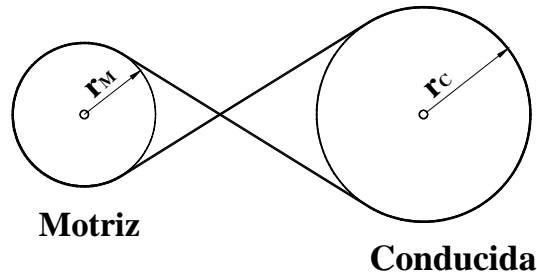
$$i = \frac{1}{4}$$

de ella podemos concluir:

- Mientras la polea conducida da una vuelta, la motriz dará 4 .
- El radio y el diámetro de la polea conducida es 4 veces más grande que el radio y el diámetro respectivamente, de la polea motriz.

Transmisión por correa cruzada.

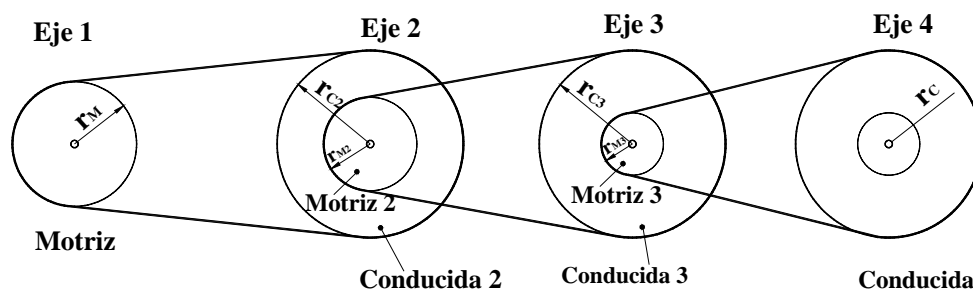
Cuando en el eje conducido nos interesa obtener un movimiento en sentido contrario de giro al que disponemos en el eje motriz, utilizamos una correa cruzada, tal como se puede apreciar en la siguiente figura:



La relación de transmisión de este montaje es el mismo que para las poleas con correa no cruzada.

3.1.3.2. TRENES DE POLEAS

Este es el caso en que el acoplamiento se realiza entre más de dos ejes, de modo que, los ejes centrales contienen 2 o más poleas que giran solidariamente.

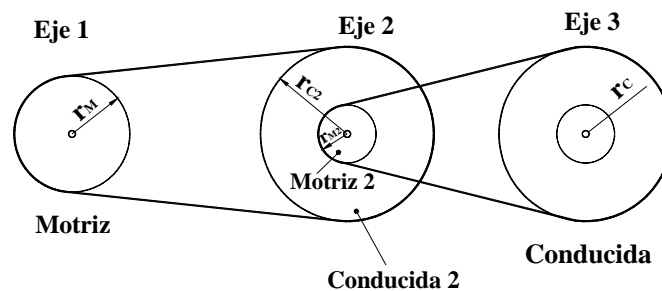


A efectos de denominación seguiremos denominado r_M , d_M , r_C , d_C a los radios y diámetros, respectivamente, de las poleas motriz inicial y conducida final, en tanto que, a las poleas de los ejes intermedios las designaremos como conducida o motriz, acompañada del subíndice del eje a que pertenecen.

Relación de transmisión de un tren de poleas.

Por otro lado, hay que considerar que la velocidad angular de las poleas de un mismo eje (que suponemos solidarias) es la misma, pues dan el mismo número de vueltas en un mismo tiempo, sean cuales sean sus medidas. Por ejemplo: $\omega_{M2} = \omega_{C2}$

Supongamos el siguiente tren de poleas:



En él se distinguen dos acoplamientos distintos:

- El de la polea motriz con la polea conducida del eje 2. Cuya relación de transmisión sería:

$$i_1 = \frac{\omega_{C2}}{\omega_M}$$

- El de la polea que actúa como motriz del eje dos, en relación a la polea conducida del eje tres. Siendo su relación de transmisión:

$$i_2 = \frac{\omega_C}{\omega_{M2}}$$

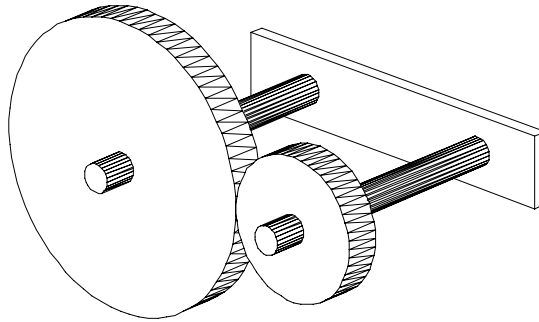
En definitiva, en un tren de poleas la relación de transmisión del tren viene dada por la expresión:

$$i = i_1 * i_2 * \dots * i_n$$

Siendo i_i ($i=1,2,\dots,n$) las relaciones de transmisión de cada uno de los acoplamientos simples.

3.2. RUEDAS DE FRICCIÓN

En este tipo de acoplamiento mecánico, el movimiento de giro se transmite entre ejes paralelos o que se cortan formando un ángulo arbitrario, entre 0° y 180° . Como en el caso de los engranajes, hay ruedas de fricción *rectas* y *truncocónicas*. El mecanismo está formado por dos ruedas en contacto directo, a una cierta presión. El contorno de las ruedas está revestido de un material especial, de forma que la transmisión de movimiento se produce por *rozamiento* entre las dos ruedas. Los reproductores de audio y video utilizan ruedas de fricción para facilitar el avance de la cinta.



Si las ruedas son exteriores, giran en sentidos opuestos, en tanto que, si el contacto es interno en una de ellas y externo en la otra, giran en el mismo sentido.

No es aconsejable utilizar este mecanismo cuando hay que transmitir potencias elevadas, ya que podrían producirse pérdidas si las ruedas deslizan. Además, el material que produce el rozamiento se desgasta con el uso.

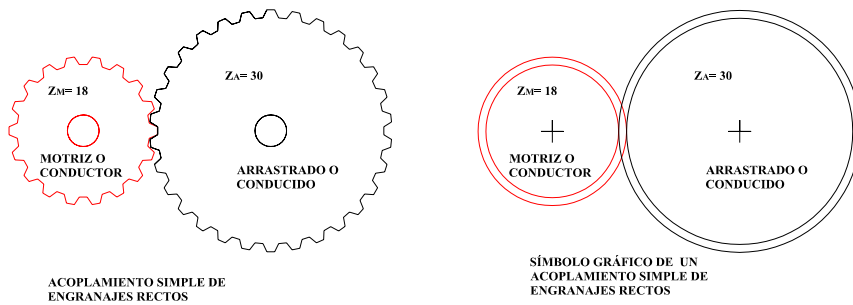
3.4. TRANSMISIÓN DEL MOVIMIENTO POR ENGRANAJES RECTOS.

3.4.1. ACOPLAMIENTO SIMPLE DE ENGRANAJES.

La transmisión por engranajes rectos, consiste en la conexión mecánica de dos ruedas dentadas cilíndricas rectas. Es un mecanismo de transmisión robusto, pero que sólo transmite movimiento entre ejes próximos y, en general, paralelos. En algunos casos puede ser un sistema ruidoso, pero que es útil para transmitir potencias elevadas. Requiere lubricación para minimizar el rozamiento. En este tipo de acoplamiento mecánico, los ejes de cada uno de los engranajes giran en sentidos opuestos.

Cada rueda dentada se caracteriza por el número de dientes y por el diámetro de la circunferencia “primitiva”. Estos dos valores determinan el *paso*, que debe ser el mismo en ambas ruedas. A la rueda más pequeña en algunas publicaciones le llaman piñón.

ACOPLAMIENTO SIMPLE DE ENGRANAJES RECTOS



Relación de transmisión de un acoplamiento de engranajes simples

La relación de transmisión de este tipo de acoplamiento viene dada por la expresión:

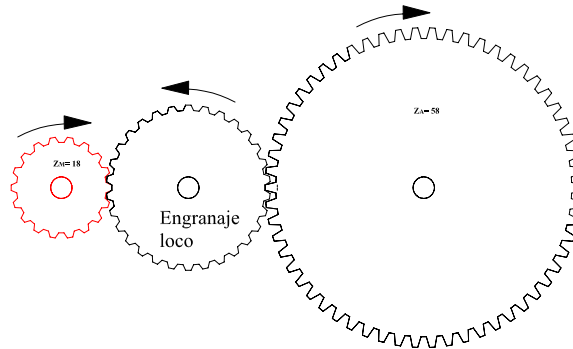
$$i = \frac{\text{Número de dientes del engranaje motriz}}{\text{Número de dientes del engranaje arrastrado}} = \frac{Z_M}{Z_A}$$

3.4.2. ENGRANAJE LOCO

Como se ha indicado cuando dos engranajes se endentan o acoplan mecánicamente, el engranaje motriz gira en sentido contrario al engranaje arrastrado.

Para conseguir que el engranaje motriz gire en el mismo sentido que el arrastrado, se puede utilizar un engranaje adicional, denominado **engranaje o piñón loco**.

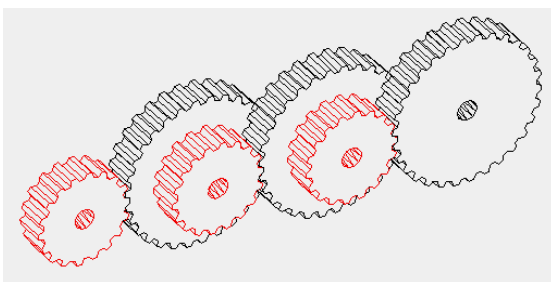
Es importante notar que el engranaje loco, no altera la relación de transmisión o de velocidades, sea cual sea el tamaño que tenga. Es fácil comprobar que el mismo número de dientes que se mueve el motriz se mueve el arrastrado, limitándose la función del loco a la transmisión de los dientes engranados.

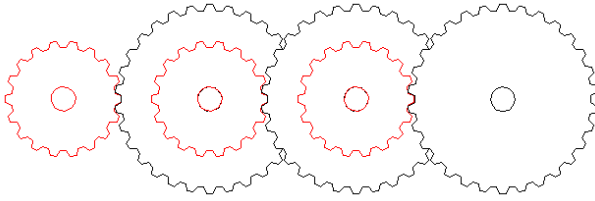


3.4.3. TREN DE ENGRANAJES RECTOS.

El mecanismo está formado por más de dos ruedas dentadas compuestas, que engranan. Las ruedas compuestas constan, a su vez, de dos o más ruedas dentadas simples solidarias a un mismo eje.

En el caso más sencillo, se usan varias ruedas dentadas dobles idénticas, de forma que la rueda pequeña de una rueda doble engrana con la rueda grande de la rueda doble siguiente. Así se consiguen relaciones de transmisión, multiplicadoras o reductoras, muy grandes.



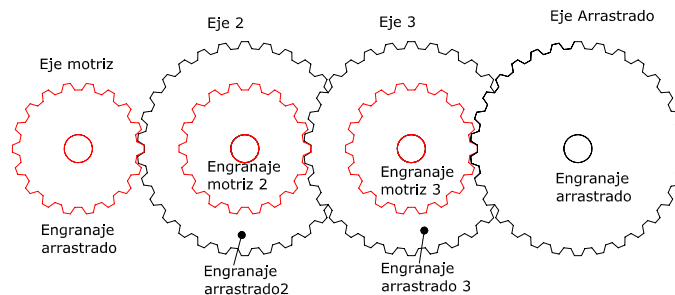


Relación de transmisión de un tren de engranajes

De igual forma que ocurre en un tren de poleas, la relación de transmisión o velocidades de un tren de engranajes es aquella que nos permite conocer la velocidad angular del engranaje arrastrado del eje final en función de la velocidad angular del engranaje motriz del eje inicial, es decir:

$$i = \frac{\omega_A}{\omega_M}$$

Supongamos el siguiente tren de engranajes:



En él se distinguen tres acoplamientos distintos:

- El del engranaje motriz con el arrastrado eje 2. Cuya relación de transmisión sería:

$$i_1 = \frac{\omega_{A2}}{\omega_M}$$

- El que se conecta engranaje motriz dos con el arrastrado del eje 3, cuya relación de transmisión:

$$i_2 = \frac{\omega_{A3}}{\omega_{M2}}$$

- Por último, el que engrana el motriz del eje 3, con el arrastrado, siendo su relación de transmisión:

$$i_3 = \frac{\omega_A}{\omega_{M3}}$$

En definitiva, en un tren de engranajes la relación de transmisión o de velocidades del tres viene dada por la expresión:

$$i = i_1 * i_2 * \dots * i_n$$

Siendo i_i ($i=1,2,\dots,n$) las relaciones de transmisión de cada uno de los acoplamientos simples.

Puesto que las relaciones de transmisión, también pueden darse referidas al número de dientes, podemos expresar la relación anterior como:

$$i = \frac{Z_M}{Z_{A2}} * \frac{Z_{M2}}{Z_{A3}} * \dots * \frac{Z_{M(n-1)}}{Z_A}$$

3.4.4. ACOPLAMIENTO TORNILLO SIN FIN-CORONA

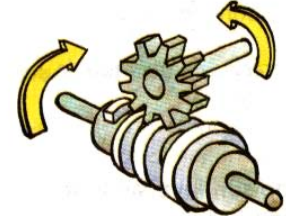
Este tipo de acoplamiento permite transmitir el movimiento entre dos ejes perpendiculares que se cruzan. El eje del motor coincide siempre con el del tornillo sin fin, que comunica el movimiento de giro a la corona que engrana con él. En ningún caso puede usarse la corona como elemento motriz. La relación de transmisión o de velocidades es:

$$i = \frac{Z_T}{Z_C}$$

donde:

Z_T = Número de entradas del tornillo (En el presente curso siempre lo consideraremos 1)

Z_C = Número de dientes de la corona.



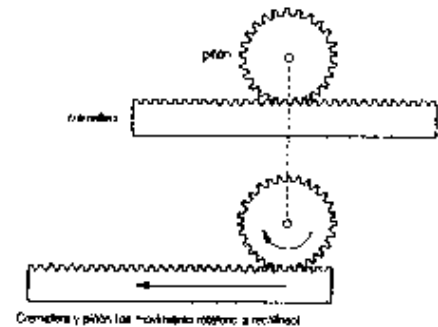
El mecanismo siempre es reductor, resultando por tanto $i < 1$

4. MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DEL MOVIMIENTO CIRCULAR EN RECTILÍNEO.

4.1. ACOPLAMIENTO MECÁNICO PIÑÓN-CREMALLERA

El sistema piñón-cremallera es un engranaje particular que transforma un movimiento circular en otro rectilíneo. Se compone de un piñón tallado y colocado sobre un eje, y una barra dentada, denominada cremallera.

Son numerosas sus aplicaciones. Algunas de ellas son: Taladradora de columna y caja de direcciones de un automóvil.

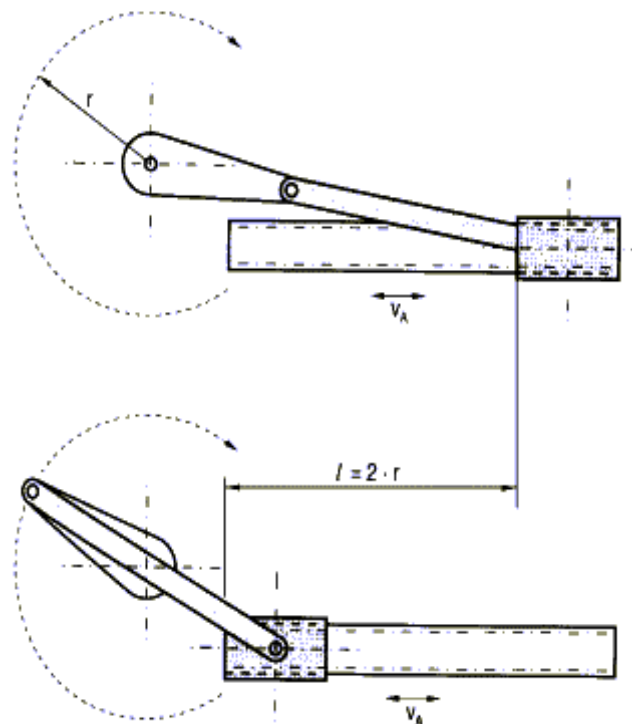
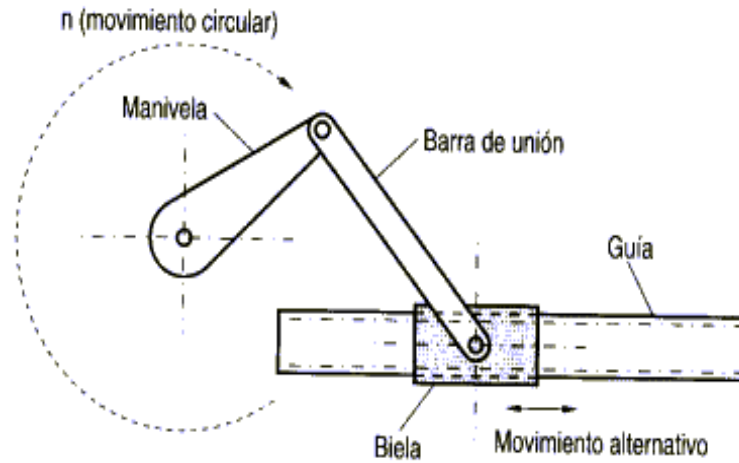


4.2. ACOPLAMIENTO BIELA-MANIVELA

El mecanismo de biela y manivela, tiene por objeto transformar un movimiento de rotación continuo en otro alternativo o viceversa. Este movimiento puede ser lineal, si la biela va acoplada a un émbolo, o rotatorio si va acoplada a una palanca o manivela de radio mayor (biela balancín). Un ejemplo claro lo tenemos en las máquinas de vapor y motores de combustión interna.

$$L = 2 \times N$$

donde: L = Longitud máxima de avance
 N = Longitud de la manivela

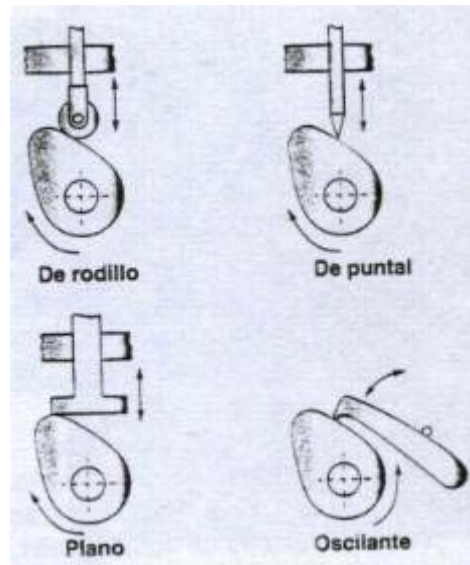


4.3. LEVAS

Una leva es una pieza que gira solidariamente con un eje, con el que está unido directamente o por medio de una rueda.

La leva, al girar, comunica su movimiento a otro mecanismo, el seguidor, al que hace subir o bajar. Se emplea, por tanto, para transformar un movimiento de giro en un movimiento alternativo.

La leva puede tener distintas formas. La forma de la leva es, precisamente, la que va a determinar el movimiento del seguidor que está en contacto con ella. Dando la forma adecuada a la leva se pueden llegar a conseguir movimientos periódicos muy complejos.



4.4. CIGÜEÑAL

El cigüeñal es un elemento que junto a una biela transforman el movimiento circular en lineal alternativo o viceversa

