ELEMENTOS TRANSMISORES Y PROPAGADORES DE MOVIMIENTO

INTRODUCCIÓN

* A continuación vamos a describir los elementos que se encargan de transmitir el movimiento desde el elemento motriz hasta el eje de salida, punto donde se va a utilizar o a transformar la energía.

* Los elementos motrices utilizan distintas fuentes de energía para convertirla en energía mecánica.

* Las fuentes de energía más utilizadas por los elementos motrices son :

- Energía animal: se trata de todas las máquinas cuyo funcionamiento se debe a la fuerza ejercida por una persona o animal. (Ejemplo: máquina de coser, noria, etc.).

- Energía eléctrica: se trata de máquinas que deben su movimiento (su energía mecánica) a la energía eléctrica. (Ejemplo: motor eléctrico).

- Energía térmica: se usa en aquellas máquinas en que su movimiento lo proporciona un motor térmico, que transforma la energía térmica (normalmente producida de la combustión de un carburante) en energía mecánica.

Entre las máquinas que aprovechan este tipo de energía podemos diferenciar dos tipos:

> *- De combustión externa:* la combustión se produce fuera de la máquina, aprovechándose la misma del efecto de la combustión. (Ejemplo: turbina de una central térmica.
>
> *- De combustión interna:* la combustión se produce en el interior de la máquina donde se va a generar el movimiento (Ejemplo: motor de explosión, utiliza gasolina como combustible).

* Entre el elemento motriz y el punto o eje de salida tiene que existir una transmisión del movimiento, reduciendo o aumentando la velocidad.

* A continuación vamos a estudiar los mecanismos más utilizados para transmitir este movimiento.

A) ÁRBOL DE TRANSMISIÓN

* Es un elemento de revolución que permite unir dos ejes, separados una cierta distancia y transmitir el movimiento de giro entre ambos.

* Generalmente están construidos de acero o de acero aleado, según el esfuerzo al que estén sometidos.

* El árbol de transmisión soporta esfuerzos de torsión o de torsión y flexión.

* Dependiendo de la colocación y de las características de los elementos que une, el acoplamiento puede ser:

1º Acoplamiento rígido.

- Los elementos se encuentran colocados en la misma línea y no sufren variación de posición durante el funcionamiento.

- En este caso se unen de forma rígida mediante bridas o platinos.

Árbol de transmisión con dos juntas cardán (C)

2º Acoplamiento móvil.

- Este tipo de acoplamiento permite cierta inclinación entre los ejes unidos.

- Los ejes que une el árbol de transmisión no se encuentran alineados, en algún momento durante el funcionamiento.

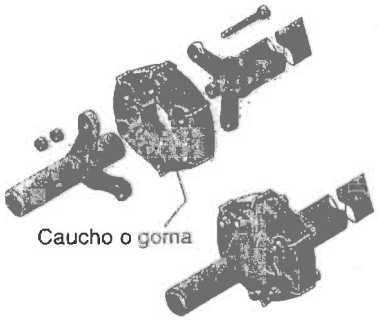
- Debido a esta falta de alineación se necesita unir los dos ejes mediante juntas o acoplamientos que permitan la transmisión del movimiento sin dificultad.

- Dependiendo del ángulo que forme el árbol con los ejes se pueden utilizar los siguientes tipos de juntas:

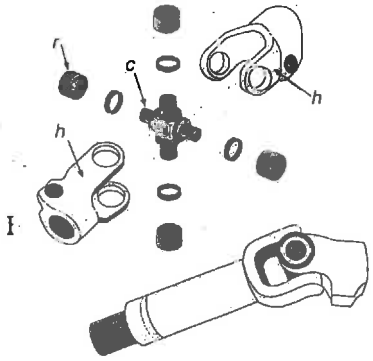
* Juntas elásticas.

•Es un acoplamiento elástico de caucho o goma que absorbe las irregularidades de giro.

• Esta junta permite una pequeña variación de alineación entre ejes (< 15º).



Junta elástica.



Despiece y vista general de una junta cardán.

* Juntas de cardán:

• Debido a las oscilaciones que produce este tipo de juntas en el movimiento de giro se colocan dos en el mismo árbol.

• Su composición es la siguiente.
- En los extremos de los ejes se colocan dos horquillas (h).
- Estas dos horquillas se unen mediante una cruz o cruceta (c).
- Para permitir el giro entre cruceta y horquilla se colocan unos rodamientos (r).

* Juntas homocinéticas.

• Cumplen la misma función que las juntas de cardán pero no producen oscilaciones.

• Estas juntas se emplean principalmente en la industria del automóvil y en concreto en la transmisión del movimiento a las ruedas.

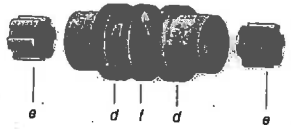
* Juntas oldhan.

• En ambos extremos de los ejes se colocan los discos (d) solidarios al eje (e).

• Para la transmisión de movimiento entre ambos discos se utiliza otro disco intermedio (f).

•Esta junta se utiliza para transferir movimiento entre dos ejes paralelos y separados muy poca distancia (casi alineados).

Manguito deslizante.



Junta oldham.

Juntas homocinéticas.

3º Acoplamiento móvil deslizante.

- Este tipo de acoplamiento permite que el árbol o eje pueda variar su longitud sin variar sus propiedades en cuanto a la resistencia de torsión.

- En algunos montajes se hace necesario porque en durante el giro del eje, éste tiene que alargarse o acortarse. si no se dispusiese de un elemento que lo permita se podrían producir roturas.

- El manguito se compone de dos piezas estriadas en lo extremos de unión, una por su parte exterior y la otra por el interior, para permitir el acoplamiento entre ambas.

Mecanismos que transforman movimientos rectilíneos en movimientos rectilíneos.

- Estos mecanismos se utilizan para transformar fuerzas, de manera, que la fuerza necesaria ara realizar una determinada acción sea menor que la que se necesitaría si no se utilizase el mecanismo.

- Los mecanismos más importantes de este tipo son la palanca y la polea.

A) La palanca.

- La palanca consiste en una barra o eslabón unido al bastidor por un punto denominado punto de apoyo, que hace posible que la barra gire.

- La fuerza que se desea vencer con la palanca se denomina resistencia (R), mientras que la fuerza motriz aplicada recibe el nombre de potencia (F).

- Las distancias de las líneas de acción de estas dos fuerzas al punto de apoyo se conocen como brazo de resistencia (b_R) y brazo de potencia (b_F) respectivamente.

- Cuando la palanca se encuentra en equilibrio de rotación, tomando momentos respecto al punto de apoyo (punto O), se debe cumplir:

$$\Sigma Mo = 0$$

- El momento de una fuerza respecto a un punto es el producto del valor de la fuerza por su mínima distancia al punto.

- Por otro lado, los momentos pueden ser positivos o negativos, según el sentido de giro que sean capaces de producir.

- Con los dos puntos anteriores la anterior condición de equilibrio se puede escribir de la siguiente forma: $F \bullet b_F = R \bullet b_R$

- A esta expresión se la conoce con el nombre de ley de la palanca.

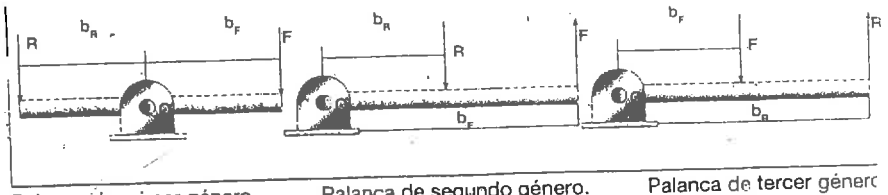
- La ley de la palanca dice que la potencia por su brazo es igual a la resistencia por el suyo.

- Por tanto, si para una misma resistencia aumentamos la longitud b_F, la potencia que debemos aplicar será menor. Lo mismo sucede si disminuimos la longitud b_R.

- Hemos metido la palanca en el grupo de mecanismos que transforman movimientos rectilíneos en otros movimientos también rectilíneos, aunque realmente los movimientos en la palanca son curvilíneos, porque gira respecto al punto de apoyo.

- Esto es así porque el ángulo girado en la palanca es muy pequeño y se puede considerar como un desplazamiento prácticamente rectilíneo.

- Las palancas se pueden combinar conectando varias de ellas, una a continuación de otra. De esta forma se multiplican sus efectos.



Palanca de primer género. Palanca de segundo género. Palanca de tercer género

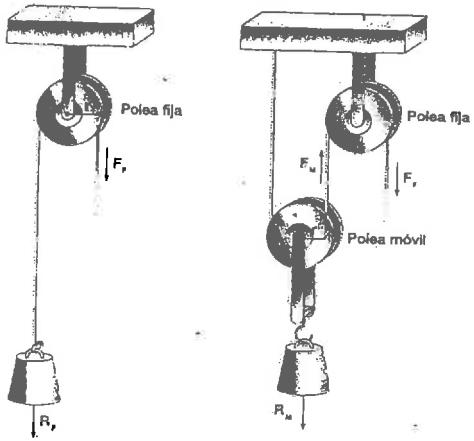
B) La polea.

- La polea consiste en un disco que puede girar alrededor de su eje y que dispone en el borde de una acanaladura por la que se hace pasar una cuerda, un cable o una correa.

- Las poleas pueden ser:

→ *Fijas:* el eje de rotación permanece fijo.

→ *Móviles:* el eje de rotación se puede desplazar de forma lineal, paralelamente a sí mismo.

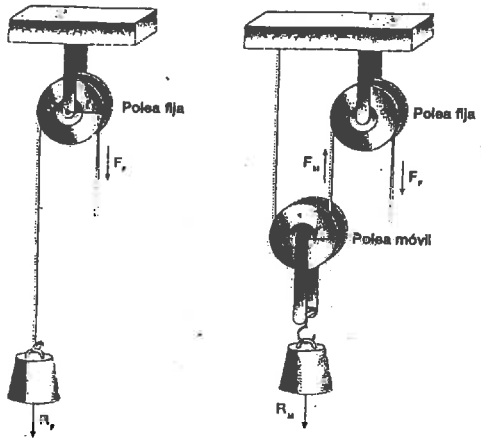


- Tanto en las poleas fijas como en las móviles, si se considera que su masa es despreciable y que no existe rozamiento en la rotación alrededor del eje.

- Cuando se encuentran en equilibrio estático (reposo) o en equilibrio dinámico (movimiento uniforme sin aceleración), el momento total de las fuerzas respecto de los puntos O_F y O_M ha de ser nulo:

$$\Sigma MO_F = 0 \qquad \Sigma MO_M = 0$$

- Vamos a aplicar esta condición a los dos tipos de poleas.



→ ***Polea fija de radio r:*** $F_F \bullet r = R_F \bullet r \quad \Rightarrow \quad F_F = R_F$

- Esta expresión es la ley de la palanca aplicada a la polea fija: los valores de la potencia y de la resistencia son iguales.

- Además en una polea fija la distancia recorrida por la resistencia es la misma que la recorrida por la potencia.

- La función que realiza una polea fija es modificar la dirección de la fuerza aplicada.

→ ***Polea móvil de radio r:*** $F_M \bullet 2 \bullet r = R_M \bullet r \quad \Rightarrow \quad F_M = R_M/2$

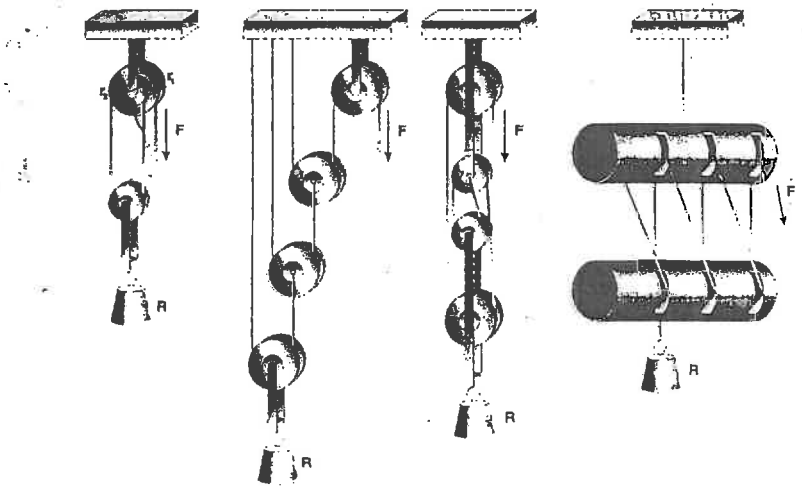
- En este caso si que hay variación en la fuerza, ya que la potencia que es necesario aplicar es igual a la mitad de la resistencia que se trata de vencer.

- Si tenemos un mecanismo constituido por n poleas móviles, la potencia F necesaria para vencer una resistencia R viene dada por la expresión: $F = \frac{R}{2^n}$

- En estos mecanismos la distancia recorrida por la resistencia es 2^n veces menor que la que recorre la potencia.

Combinación de poleas.

- Las poleas se pueden combinar para dar lugar a mecanismos más complejos denominados de forma genérica, aparejos o polipastros.



Polea diferencial Talla Trócola Montón

- Entre estos mecanismos podemos citar:

→ Polea diferencial: $F = \frac{r_1 - r_2}{2 * r_1} * R$

→ Talla: $F = \frac{R}{2^n}$ donde n es el número de poleas móviles.

→ Trócola: $F = \frac{R}{n}$ donde n es el número total de poleas.

→ Montón: $F = \frac{R}{n}$ donde n es el número total de poleas.

TRANSMISIÓN MEDIANTE RUEDAS DE FRICCIÓN

* La transmisión mediante fricción consiste en dos cuerpos con sus superficies en contacto.

* La transmisión del movimiento que vamos a estudiar se realiza mediante dos discos, fijos a sus ejes respectivos y en contacto entre sí.

* El movimiento se transmite por fricción.

* Para este tipo de transmisión se utilizan materiales con alto coeficiente de rozamiento para evitar el desgaste de los mismos así como que se resbalen o deslicen uno con respecto al otro.

* Este tipo de transmisión cada vez se emplea menos.

* Las ventajas de esta transmisión son:
  - Fácil de fabricar.
  - No produce ruidos.
  - No necesita mantenimiento.

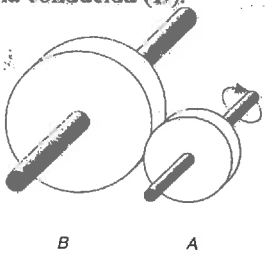
* El inconveniente de este tipo de transmisión es:
  - No puede transmitir grandes esfuerzos, ya que, se ve limitado por la fricción de las piezas.

* Hay tres formas de transmitir el movimiento mediante fricción, que son las siguientes:

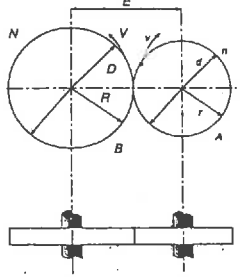
A) RUEDAS DE FRICCIÓN EXTERIORES.

* Están formadas por dos discos que se encuentran en contacto por sus periferias.

* El contacto se realiza por presión , originando que la rueda conductora (A) haga girar a la conducida (B).



IG 277-2



Parámetros de las ruedas de fricción.

* Para el piñón (A) que suele ser la rueda más pequena y la que transmite el movimiento tendremos:

- d = diámetro en mm.
- v = velocidad tangencial (m / min.).
- r = radio en mm.
- n = número de revoluciones por minuto.

* Para la rueda conducida (B) tendremos:

- D = diámetro en mm.
- V = velocidad tangencial (m / min.).
- R = radio en mm.
- N = número de revoluciones por minuto.

* La relación entre ambas será:

$$E = R + r \Rightarrow \frac{D}{2} + \frac{d}{2}$$

Donde: E = distancia entre ejes.

* La relación de transmisión será

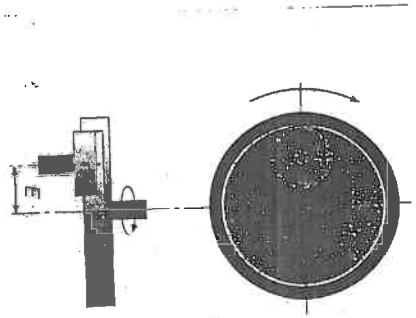
$$r * n = R * N \Rightarrow \frac{r}{R} = \frac{N}{n}$$

* Se denomina relación de transmisión (k) al cociente entre el diámetro del piñón (d) y el diámetro de la rueda (D) .

$$k = \frac{r}{R} = \frac{d}{D} = \frac{N}{n}$$

B) RUEDAS DE FRICCIÓN INTERIORES.

* Esta transmisión de movimiento se caracteriza porque la rueda conductora y la conducida giran en el mismo sentido.



Ruedas de fricción interiores.

* Se cumplen las mismas relaciones que en el caso anterior.

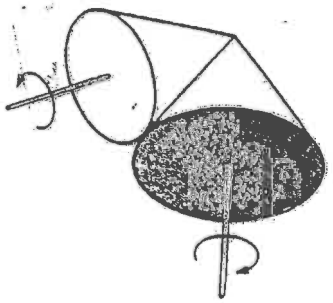
$$k = \frac{r}{R} = \frac{d}{D} = \frac{N}{n}$$

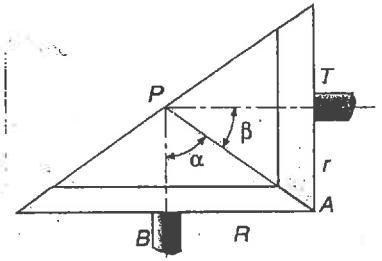
* En este caso la distancia entre sus centros (E) varía, con respecto al caso anterior.

$$E = R - r = \frac{D}{2} - \frac{d}{2}$$

C) RUEDAS DE FRICCIÓN TRONCOCÓNICAS

* Estas ruedas sirven para transmitir movimiento entre dos ejes cuyas prolongaciones se cortan.





Ruedas de fricción troncocónicas formando un ángulo de 90°.

* Estas ruedas tienen la forma de troncos de cono y van a girar en sentidos contrarios

* La relación de transformación será:

* Por un lado tenemos: $BA = PA * \cos(\beta)$ $\quad TA = PA * \operatorname{sen}(\beta)$

* Pero como $TA = r$ $\quad BA = R$

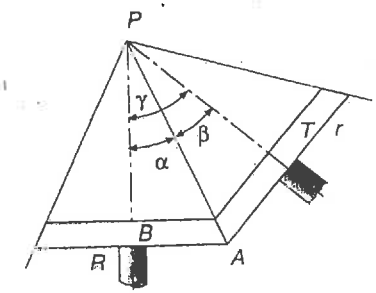
* Tendremos $r = PA * \operatorname{sen}(\beta)$ $\quad R = PA * \cos(\beta)$

* Si dividimos entre sí ambas expresiones tendremos:

$$\frac{r}{R} = \frac{PA * \operatorname{sen}(\beta)}{PA * \cos(\beta)} \Rightarrow k = \frac{r}{R} = \frac{\operatorname{sen}(\beta)}{\cos(\beta)} = tag(\beta)$$

* Por tanto tendremos:

$$k = \frac{r}{R} = \frac{d}{D} = \frac{N}{n} = tag(\beta)$$



Ruedas de fricción formando ángulo superior al de 90°.

* Si en vez de 90° las ruedas cónicas de fricción forman un ángulo diferente tendremos:

$$\left.\begin{aligned} BA &= PA * \operatorname{sen}(\alpha) \\ TA &= PA * \operatorname{sen}(\beta) \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{r}{R} = \frac{\operatorname{sen}(\beta)}{\cos(\alpha)} \qquad \alpha = \gamma - \beta$$

$$k = \frac{r}{D} = \frac{d}{D} = \frac{N}{d} = \frac{\operatorname{sen}(\beta)}{\operatorname{sen}(\gamma - \beta)}$$

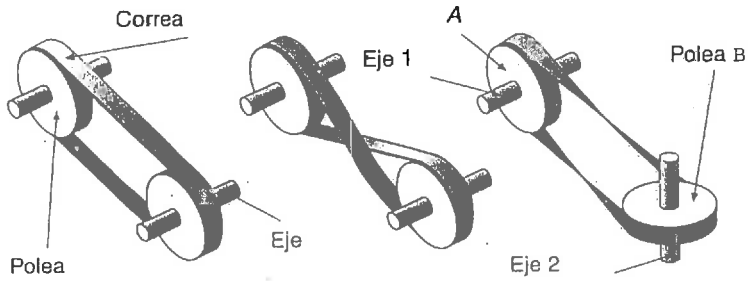
D) POLEAS Y CORREAS

* Denominamos polea a la rueda que se utiliza en las transmisiones por medio de correa.

* Denominamos polea a la cinta o cuerda flexible unida en sus extremos y que sirve para transmitir el movimiento de giro entre una rueda y otra.

* La polea se coloca en el eje, mientras que la correa es el elemento de unión entre poleas.

* El conjunto para la transmisión del movimiento constará como mínimo de dos poleas y de una correa.



* El movimiento se produce por la fricción entre la correa y la polea.

* Veamos como se transmite el movimiento:
  1° La polea A (polea conductora) gira solidaria a su eje.
  2° Al girar la polea A arrastra la correa por adherencia entre ambas.
  3° La correa arrastra y hace girar a la polea B (polea conducida).

* El movimiento del eje de salida será en el mismo sentido que el movimiento del eje de entrada para el primer caso del dibujo.

* Para el segundo caso (polea cruzada) el movimiento del eje de salida será el contrario que el movimiento del eje de entrada.

* En la transmisión de movimiento por poleas se verifica:

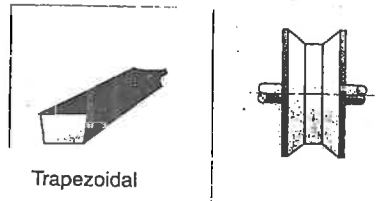
diámetro x revol. de la polea motriz = diámetro x revol. de la polea arrastrada

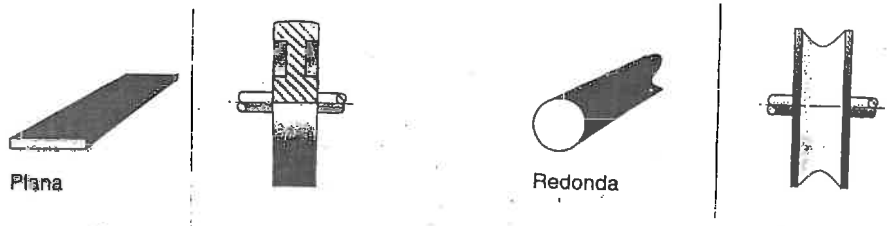
* La relación de transmisión entre dos poleas (k) es la relación entre el diámetro de la polea motriz y el diámetro del la polea conducida.

k = diámetro motriz / diámetro conducida = n° vuel. conducida / n° vuel. motriz

* En la práctica la transmisión por correa puede transmitir mayores esfuerzos que la transmisión mediante ruedas por tener mayor superficie de fricción.

* Los tres tipos de correas más utilizados son:
  - Correa trapezoidal.
  - Correa redonda.
  - Correa plana.





* Utilizando correas trapezoidales se obtiene una transmisión más eficiente porque con ellas se obtiene mayor adherencia, ya que en ellas se aprecia un efecto cuña que hace que se pueda transmitir una mayor potencia.

* Para que la transmisión sea optima las correas deben de tensarse adecuadamente, ya que si quedan flojas patinan sobre la polea y si están muy tensas los apoyos se calientan o sobrecargan.

* Para ejercer el tensado uno de los ejes debe poder desplazarse con respecto al otro o disponer de elementos tensores con el fin de conseguir el tensado o la extracción de la polea.

* A continuación vamos a estudiar los tipos que hay de transmisión por correa.

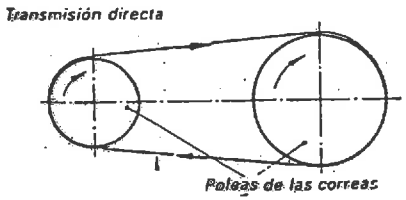
1º Transmisión sencilla.

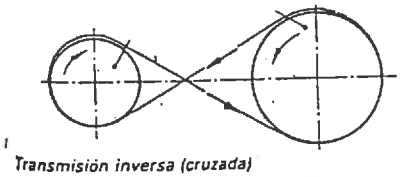
- Es la que está compuesta por dos poleas y una correa.

- Dentro de esta se puede distinguir entre:

1.1- Transmisión directa: las dos poleas tienen el mismo sentido de giro.

1.2- Transmisión inversa o cruzada: las dos poleas tienen sentido de giro contrario.

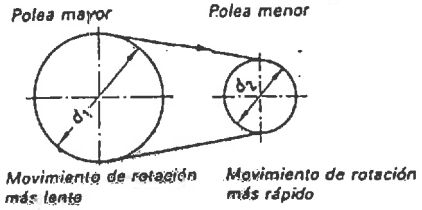




- La transmisión por correas tiene dos objetivos:

1- Transmitir la fuerza motora (par).
2- Modificar el número de revoluciones:
   2.1 Multiplicación. De lento a rápido.
   2.2 Reducción. De rápido a lento.

La magnitud de la modificación de la velocidad es la relación de transmisión



2º Transmisión doble.

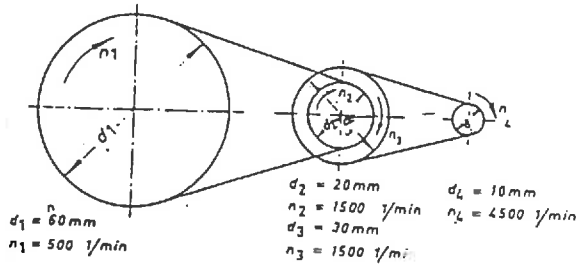
* La doble transmisión por correa consta de dos transmisiones sencillas.

* Esta transmisión tiene una doble función:

1º Con esta transmisión se puede convertir un número de vueltas muy alto en otro muy bajo. Para poder realizar esto mismo con una transmisión sencilla, patinaría la correa en la polea motriz y la polea arrastrada debería de ser muy grande.

2º Con la doble transmisión se puede arrastrar más de una polea.

* La transmisión doble efectúa una gran reducción en dos etapas y puede accionar varios grupos de poleas.



* La longitud de la correa (L) a utilizar se calcula empleando la siguiente expresión:

1º Para correas sencillas: $$L = 2*E + \frac{\pi}{2}*(D+d) + \frac{(D-d)^2}{4*E}$$

2º Para correas cruzadas: $$L = 2*E + \frac{\pi}{2}*(D+d) + \frac{(D+d)^2}{4*E}$$

TRANSMISIÓN MEDIANTE ENGRANAJES

* Un engranaje es un conjunto de dos o más ruedas dentadas que tienen en contacto sus dientes, de forma que cuando gira una giran las demás.

* Los engranajes tienen la ventaja de que las ruedas no pueden resbalar una con respecto a la otra, con lo que se consiguen dos objetivos:

1° Transmitir grandes esfuerzos.

2° Conservar la relación de transmisión siempre constante.

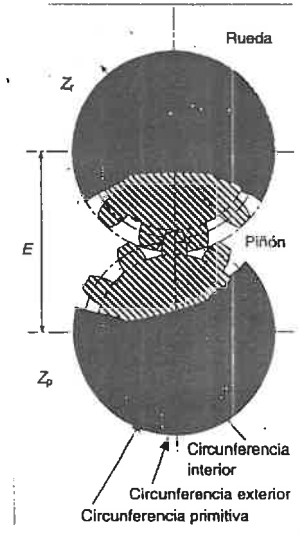
* El engranaje que transmite el movimiento se denomina piñón y el que lo recibe rueda.

* Por medio de engranajes se puede transmitir el movimiento entre ejes paralelos o perpendiculares.

A) TRANSMISIÓN ENTRE EJES PARALELOS

* Se utiliza para ejes de poca separación, siendo la forma de los piñones o ruedas dentadas, cilíndrica.

* El tallado de los dientes suele ser sobre la superficie exterior, aunque puede ser sobre el interior denominándose engranaje con dentado interior. -



Engranaje de dientes rectos.

* Los dientes del engranaje pueden ser:

1° Dientes rectos:

* Son los más sencillos de fabricar y se suelen utilizar en máquinas para transmitir pequeños esfuerzos.

* En máquinas de grandes dimensiones se utilizan con velocidades de ejes pequeñas, ya que de lo contrario se producen ruidos y vibraciones.

* Tienen el inconveniente de producir mucho ruido durante el funcionamiento y transmitir el esfuerzo sólo sobre el diente que está engranado

* A continuación vamos a ver las características más importantes de las ruedas dentadas de dientes rectos.

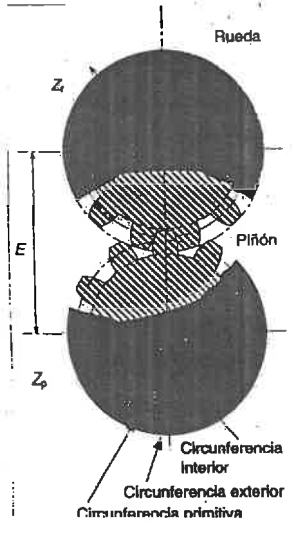
Circunferencia:

- Circunferencia primitiva: De radio R_P para la rueda y r_P para el piñón. Esta circunferencia coincide con la circunferencia de las ruedas de fricción. Se cumple:

$$R_p = D_p / 2 \quad y \quad r_p = d_p / 2$$

- Circunferencia interior: Limita los dientes por la parte interior. Se representa mediante. $R_i = D_i / 2$ para la rueda y $r_i = d_i / 2$ para el piñón.

- Circunferencia exterior: Limita los dientes por la parte externa. Se indica mediante: $R_e = D_e / 2$ para la rueda y $r_e = d_e / 2$ para el piñón.

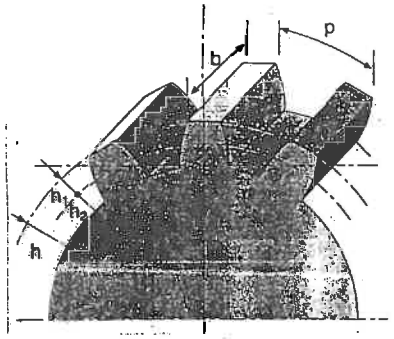


• Relación de transformación.

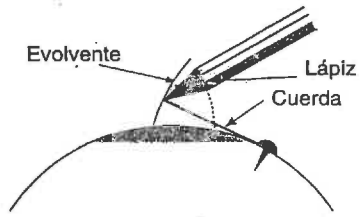
- Si denominamos:
  * Z_P = número de dientes del piñón.
  * Z_r = número de dientes de la rueda.
  * Paso (P) = valor del arco de la circunferencia primitiva que abarca un grueso y un hueco de diente.

- Tendremos que la relación de transmisión es:

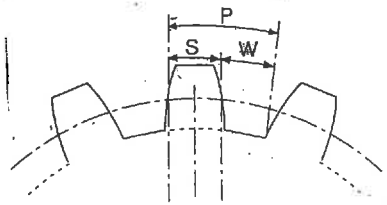
$$k = \frac{d_p}{D_p} = \frac{r_p}{R_p} = \frac{Z_p}{z_r} = \frac{N}{n}$$



Características que definen un engranaje de dientes rectos.



Generación teórica de la curva evolvente del perfil de un diente del engranaje



Generación de la curva evolvente y paso de un engranaje.

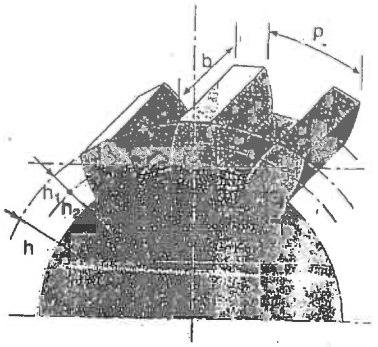
• Módulo (m).

- Se define módulo de una rueda dentada como el valor del diámetro de una circunferencia que tiene como longitud el valor del paso.

- Luego: $P = \pi \bullet m$

- Para que dos engranajes puedan engranar entre sí es necesario que tengan el mismo módulo.

• Características del diente.



- h_1 = cabeza del diente = 1 • m

- h_2 = pie del diente = 1,25 • m

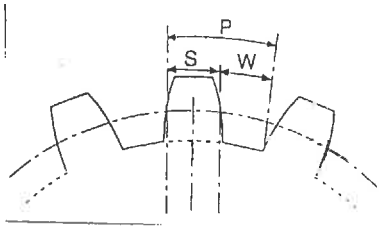
- h = altura del diente = 2,25 • m

- b = longitud del diente = 10 • m

- s = grueso del diente = (19 / 40) • p

- w = hueco del diente = (21 / 40) • p

- p = s+ w



• Valor de los diámetros.

- Diámetros primitivos:
  * Para la rueda: $D_p = m \bullet Z_r$ (Z_r = n° dientes de la rueda).
  * Para el piñón: $d_p = m \bullet Z_p$ (Z_p = n° dientes del piñón).

- Diámetros exteriores:
  * Para la rueda: $D_e = m \bullet (Z_r + 2)$
  * Para el piñón: $d_e = m \bullet (Z_p + 2)$

- Diámetros interiores:
  * Para la rueda: $D_i = m \bullet (Z_r - 2,5)$
  * Para el piñón: $d_e = m \bullet (Z_p - 2,5)$

2° Dientes helicoidales.

* Se caracterizan porque varios dientes están engranados a la vez. Esto hace que el esfuerzo de torsión se reparta entre ellos durante la transmisión lo que proporciona una disminución de la posibilidad de rotura.

* El ruido durante el funcionamiento también disminuye.

* El inconveniente es que al estar inclinados los dientes se produce una fuerza axial sobre los cojinetes de apoyo.

3º Dientes en V.

* Estos engranajes conservan las ventajas de los anteriores añadiendo un diseño que contrarresta las fuerzas axiales.

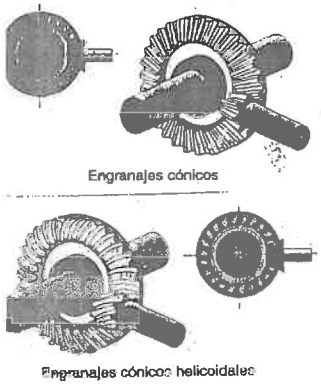
* Estos engranajes se forman uniendo dos engranajes de dientes helicoidales, cuyos dientes forman un ángulo complementario.

B) TRANSMISIÓN DE EJES PERPENDICULARES

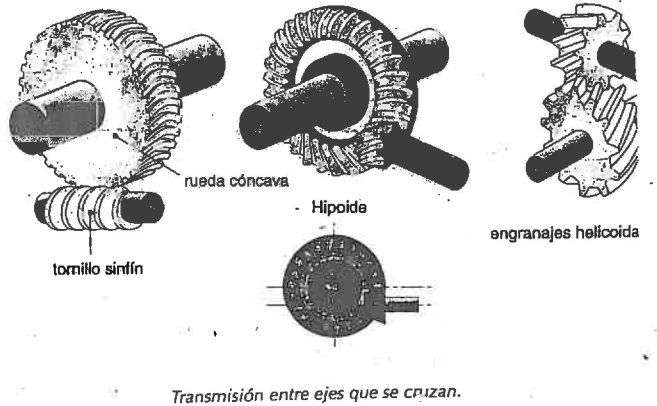
* Este tipo de transmisión puede realizarse de dos formas:

1º Transmisión de ejes que se cortan.

* Estos pueden ser:
  - De dientes rectos: Engranajes cónicos.
  - de diente helicoidales: Engranajes cónicos helicoidales.



Transmisión entre ejes que se cortan.



Transmisión entre ejes que se cruzan.

2º Transmisión entre ejes que se cruzan.

* Pueden ser:
  - Hipoide.
  - Tornillo sinfín y rueda cóncava. Tiene la ventaja de que sólo se puede transmitir el movimiento del tornillo a la rueda cóncava, por lo que se utiliza en aplicaciones en las que el motor una vez parado no sea arrastrado por su propio peso(Ejemplo: tornos para subir cargas, ascensores, etc).
  - Engranajes helicoidales.

TRANSMISIÓN MEDIANTE CAJA DE VELOCIDADES

* Cuando los ejes están muy separados, la utilización de engranajes supondría tener ruedas de diámetro demasiado grandes o hacerlo a través de varias ruedas.

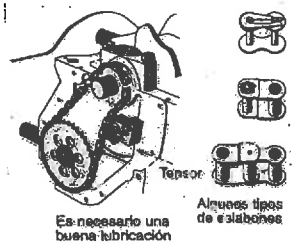
* La segunda fórmula es factible pero tiene el inconveniente que con el desgaste de los dientes y pequeñas holguras se produce un desfase en el giro y un aumento del ruido.

* Para solucionar los problemas anteriores se utiliza la transmisión mediante cadena metálica o correa dentada.

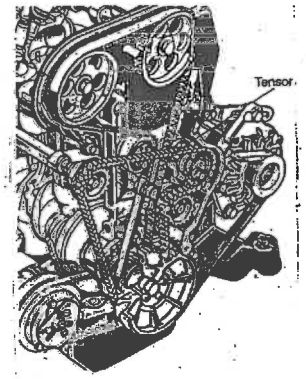
TRANSMISIÓN MEDIANTE CADENA METÁLICA

* Consiste en la unión de dos ruedas dentadas por medio de una cadena metálica de acero cuyos eslabones son semejantes a los dientes de los piñones. (Ejemplo: cadena de bicicleta).

* Para evitar la holgura de las ruedas dentadas se colóca un tensor.



Transmisión por cadena.



Transmisión por correa dentada.

TRANSMISIÓN POR CORREA DENTADA

* La transmisión se realiza por medio de una correa de neopropeno,, cuyo interior y exterior está dentada a semejanza de los dientes de los piñones.

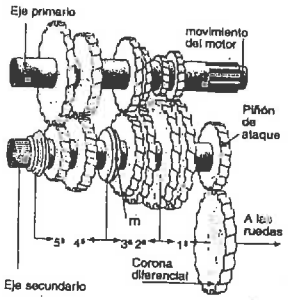
* Con este sistema se obtienen ciertas ventajas:
  - No es necesaria la lubricación.
  - Es una transmisión más silenciosa al eliminarse los ruidos propios del choque entre dientes.
  - Permite altas velocidades de los ejes.

* Como inconvenientes tiene:
  - Hay que sustituirla cada ciertas horas de trabajo al estar realizada de material más blando que las cadenas metálicas.

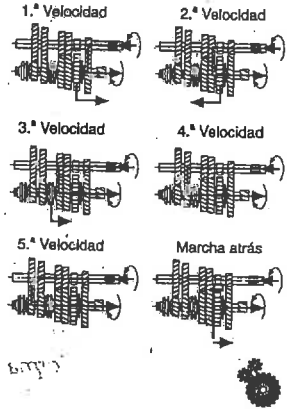
* Además los piñones del secundario llevan tallados unos dientes laterales y el manguito un dentado interior semejante al de estos últimos.

* Para conseguir el acoplamiento entre piezas cuando ambas están en movimiento se interpone una pieza denominada embrague para igualar velocidades entre las piezas.

FUNCIONAMIENTO



Esquema de una caja de cambios.



Esquema de velocidades.

* En la posición de la figura no hay transmisión de movimiento.
  - El movimiento del motor se transmite al eje primario.
  - Los piñones del primario mueven a los del secundario que a su vez se mueven sobre su eje pero sin provocar el movimiento del mismo.
  - A esta posición se la denomina punto muerto.

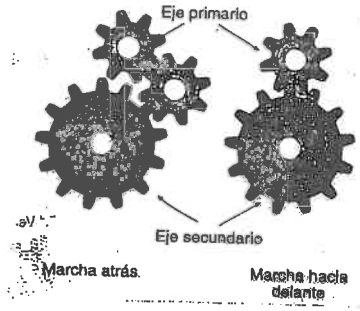
* Si por efecto de una palanca se desplaza uno de los manguitos:
  - El embrague pasa a posición de desembragado.
  - se realiza el acoplamiento entre piñón y manguito transmitiendo el movimiento al eje de salida (secundario).

* Con este método de transmisión podremos ir insertando las diferentes marchas del vehículo.

* Ahora se nos plantea un problema ¿Cómo invertir el sentido de giro del motor para accionar la marcha atrás?.

* La solución es muy sencilla y consiste en colocar un piñón intermedio entre el primario y el secundario, que no engrane con ninguno de los dos. Este piñón provoca un cambio de sentido.

* Para la marcha hacia delante este piñón intermedio no existe.



Forma de cambiar el sentido de giro en un eje.

* La relación de transmisión de la caja de cambios será el número de vueltas que da el secundario cuando el primario gira una.

$$k = \frac{n^{o}_dientes_piñón}{n^{o}_dientes_rueda} = \frac{r.p.m.(rueda)}{r.p.m.(piñón)}$$

* El vehículo dispondrá de cinco velocidades hacia delante y una hacia atrás. La primera velocidad es la que más reducción produce en el giro.

CAJA DE VELOCIDADES

* Un motor o eje al girar desarrolla una potencia (W) que viene determinada por la velocidad de giro y el par motor disponible en ese eje.

* La velocidad de giro (N) es el número de vueltas en la unidad de tiempo con que gira el eje y viene expresada en r.p.m.

* El par motor (C)es el producto de la fuerza aplicada a un eje por la distancia del punto de aplicación de la fuerza al eje de giro.

* A esta distancia se la denomina brazo.

* El par se expresa en (New • m).

* Estos conceptos se relacionan por la siguiente expresión:

Potencia = Par motor • vel. angular en rad. $\Rightarrow$ $W = C * \omega$

* Si en vez de darnos la velocidad angular (ω) en (rad / seg) nos la dan en número de vueltas por unidad de tiempo (r.p.m.), tendremos:

$$\omega = N * (\frac{2 * \pi}{60}) \qquad W = C * N * (\frac{2 * \pi}{60})$$

* Cuando queremos mover un elemento por medio de otro utilizando los sistemas de transmisión ya estudiados nos encontraremos con los siguientes problemas:

1º El motor girará con una velocidad constante y diferente a la requerida en el eje de salida y además en algunos casos la velocidad del eje de salida debe de ser diferente según unas condiciones de trabajo u otras. (Ejemplo: Taladro con broca).

2º Hay condiciones de trabajo en que el motor no tiene suficiente par para arrastrar al eje resistente. (Ejemplo: vehículo subiendo cuesta).

* Para evitar estos problemas es necesario tener en la transmisión un elemento que consiga variar la velocidad y el par según las condiciones más idóneas.

* A este mecanismo se le denomina caja de velocidades y está compuesto principalmente de: poleas y correas (para par pequeño, ejemplo: máquina taladradora) y engranajes (para grandes esfuerzos, ejemplo: caja de velo. automo.).

CAJA DE CAMBIOS DE UN AUTOMÓVIL

* Vamos a referirnos a los elementos de transmisión, estudiando la relación de velocidades para cada una de las marchas y la forma de conseguir la inversión de giro mediante engranajes.

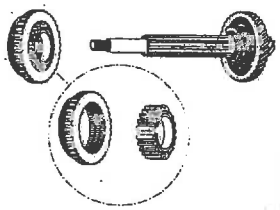
COMPOSICIÓN DE LA CAJA DE CAMBIOS

* La caja de cambios más generalizada es la de dos ejes.

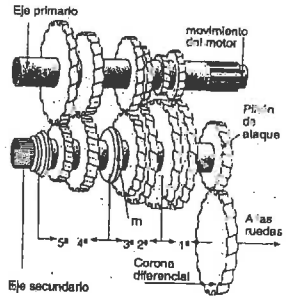
* Un eje acoplado al motor (eje primario) y otro eje acoplado a las ruedas (eje secundario).

* En ambos ejes se sitúan una serie de piñones que engranan con los del otro eje.

* A todo el conjunto se le denomina tren de engranajes.



Despiece de un manguito o desplazable.



Esquema de una caja de cambios.

* Los están en contacto continuo (toma constante) excepto el de marcha atrás.

* Los dientes de los engranajes son helicoidales, excepto el de marcha atrás para evitar ruidos y que el esfuerzo recaiga sobre varios dientes a la vez.

* Las rueda situadas en el eje primario son solidarias al eje, mientras que las ruedas del eje secundario giran libres con respecto al eje.

* Los manguitos (m) son unos elementos desplazables sobre el eje y solidarios al mismo mediante un estriado.