



TEMA 9: ELEMENTOS MECÁNICOS TRANSMISORES DEL MOVIMIENTO

1.- Elementos de las máquinas

Una **máquina** es una combinación de mecanismos colocados de modo que aprovechen una forma de energía, la transformen y produzcan un efecto final.

Las máquinas están formadas por dos partes fundamentales: elementos motrices y elementos de máquinas o mecanismos.

► **Elementos motrices:** son los encargados de proporcionar la energía necesaria para que se produzca el movimiento.

- **Motores térmicos:** con la quema de un combustible consiguen transformar la energía térmica en energía mecánica.
 - Motores de combustión externa: máquina de vapor, motor Stirling
 - Motores de combustión interna: automóviles, trenes, barcos, etc.
- **Motores eléctricos:** transforman la energía eléctrica en energía mecánica.
 - Motores de corriente continua
 - Motores de corriente alterna

► **Elementos de máquinas:** son cada una de las partes de las que constan las máquinas

- **Elementos mecánicos**
 - Transmisores del movimiento
 - Transformadores del movimiento
 - Auxiliares
 - De unión
- **Elementos eléctricos y electrónicos**
 - Generadores
 - Conductores
 - Receptores
 - Acumuladores
 - Elementos de control
- **Elementos neumáticos y oleohidráulicos**
 - Compresores
 - Tuberías
 - Válvulas de regulación y control
 - Actuadores (motores y cilindros)

2.- Elementos mecánicos transmisores del movimiento:

Son los elementos encargados de transmitir el movimiento entre el eje de entrada y el eje de salida de la máquina, pudiendo además aumentar o reducir la velocidad.





Mecanismos transmisores de movimiento

Acoplamiento entre árboles	Rígidos	Bridas
		Manguitos
	Móviles	Junta elástica
		Junta cardan
		Junta homocinética
		Junta Oldham
Deslizantes	Eje estriado	
Ruedas de fricción		Exteriores
		Interiores
		Troncocónicas
Poleas y correas		Correa plana
		Correa trapezoidal
Engranajes	Con ejes paralelos	Dientes rectos
		Dientes helicoidales
		Dientes en V
		Epícicloidales
		Piñón y cadena
	Con ejes perpendiculares que se cortan	Engranajes cónicos rectos
		Engranajes cónicos helicoidales
	Con ejes perpendiculares que se cruzan	Tornillo sinfin
		Engranajes cónicos helicoidales
		Hipoide

► **Acoplamientos entre árboles:**

Un **eje** es un elemento, normalmente cilíndrico, que gira sobre si mismo y sirve para sostener diferentes piezas.

Un **árbol** es un elemento, cilíndrico o no, sobre el que se montan diferentes piezas mecánicas, por ejemplo, un conjunto de engranajes o poleas, a los que se transmite potencia. Pueden tener diferentes formas (rectos, acodados, flexibles,...). Los árboles o árboles de transmisión giran siempre junto con los órganos soportados. Como consecuencia de su función, están sometidos fundamentalmente a esfuerzos de torsión y flexión.

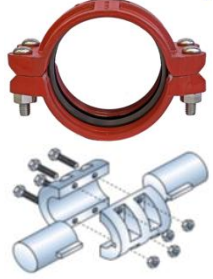
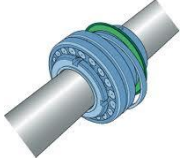
La diferencia esencial entre los ejes y los árboles es la siguiente: los ejes son elementos que solo sostienen los órganos giratorios de las máquinas y no transmiten potencia (no están sometidos a esfuerzos de torsión), mientras que los árboles son elementos que transmiten potencia y sí están sometidos a esfuerzos de torsión.



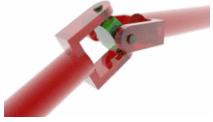
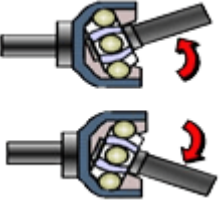

Un acoplamiento es un dispositivo que se utiliza para unir dos árboles en sus extremos con el fin de transmitir potencia

■ Acoplamientos rígidos:

Los acoplamientos rígidos se diseñan para unir dos árboles de forma apretada de manera que no sea posible que se genere movimiento relativo entre ellos.


Mediante bridas	Constan de 2 bridas o platos que se fijan mediante tornillos a los ejes	
Mediante manguitos	Constan de una pieza cilíndrica hueca encajada a los árboles	

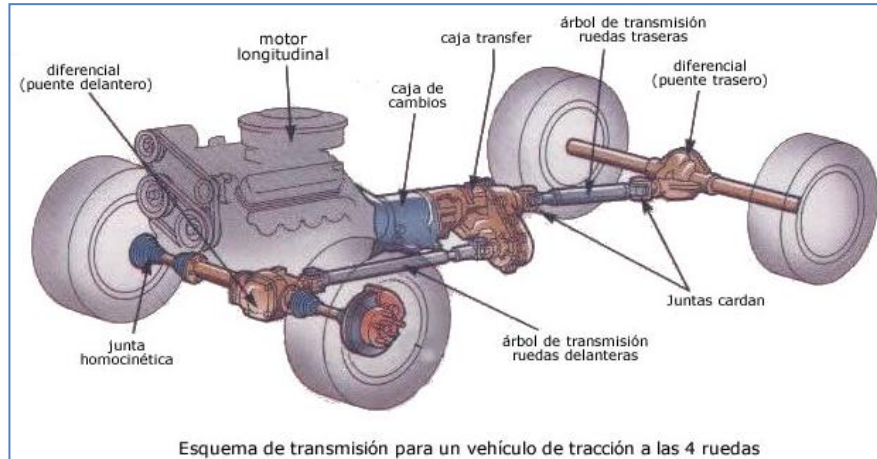
■ Acoplamientos móviles:

Mediante junta elástica	Es un acoplamiento elástico de caucho, goma o neopreno que absorbe pequeñas irregularidades y permite una variación máxima de 15° de desalineación entre ejes.	
Mediante junta cardan	Permite elevados desalineamientos. Está formado por 2 horquillas unidas mediante una cruz o cruceta.	
Mediante junta homocinética	Llevan una pieza intermedia con bolas que realizan el mismo tipo de acoplamiento que las juntas cardan, pero no producen oscilaciones entre los árboles que se transmite el giro, lo que las hace especialmente adecuadas en el sector de la automoción, para transmitir el movimiento a las ruedas.	
Mediante junta Oldham	Junta elástica que gracias a la oscilación de una placa central consigue transmitir el movimiento entre dos ejes paralelos.	



■ **Acoplamiento deslizante:**

Eje estriado	También llamado manguito deslizante. Permite que el árbol pueda variar de longitud	 Eje estriado
--------------	--	---



► **Transmisión por ruedas de fricción**

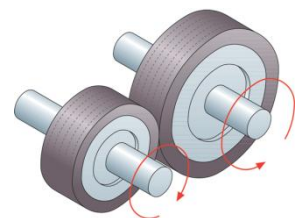
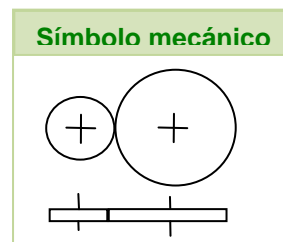
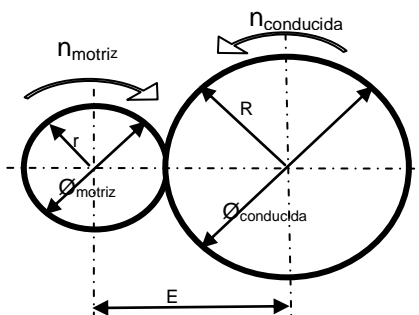
Consiste en transmitir el movimiento entre dos ruedas gracias a la fuerza de rozamiento. Para ello, las zonas de contacto deben estar fabricadas de un material con alto coeficiente de rozamiento, con objeto de evitar que deslicen o patinen.

La rueda que transmite el movimiento recibe el nombre de **piñón o rueda motriz** y la que recibe el movimiento se llama **rueda o rueda conducida**.

Cuando la rueda motriz es más pequeña que la conducida, se trata de un sistema reductor de velocidad. Y cuando la rueda motriz es mayor que la conducida, el sistema es multiplicador de velocidad

Ventajas	Inconvenientes
Marcha suave, fácil de embragar y desembragar	Se desgastan debido a la fricción entre ellas

■ **Ruedas de fricción exteriores:**



Distancia entre ejes

$$E = R + r$$

Las dos ruedas giran en sentidos opuestos.

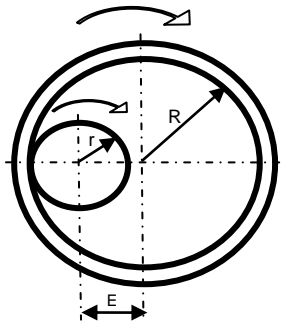
Relación de transmisión "i"

$$i = \frac{r_{motriz}}{R_{conducida}} \cdot \frac{\phi_{motriz}}{\phi_{conducida}} = \frac{n_{conducida}}{n_{motriz}}$$

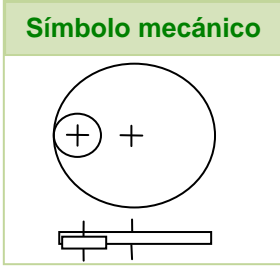
La **velocidad de giro "n"** se mide en rpm (revoluciones por minuto).



■ **Ruedas de fricción interiores:**

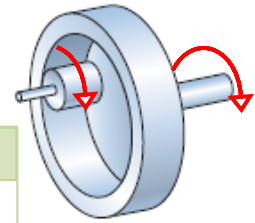


Ambas ruedas giran en el mismo sentido.



Distancia entre ejes

$$E = R - r$$

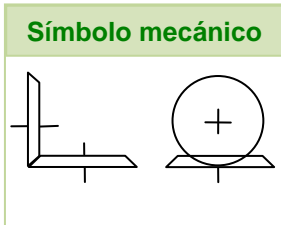


Relación de transmisión "i"

$$i = \frac{r_{motriz}}{R_{conducida}} = \frac{\phi_{motriz}}{\phi_{conducida}} = \frac{n_{conducida}}{n_{motriz}}$$

■ **Ruedas de fricción troncocónicas:**

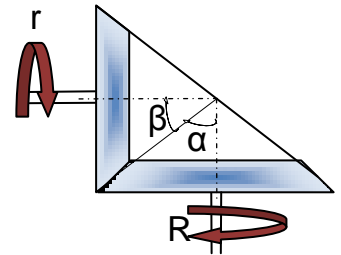
Tienen forma de tronco de cono. Transmiten el movimiento entre ejes cuyas prolongaciones se cortan.



Ángulos entre ejes

$$tg \beta = \frac{r_{motriz}}{R_{conducida}}$$

$$\alpha = 90 - \beta$$



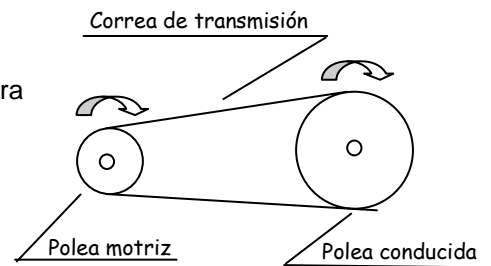
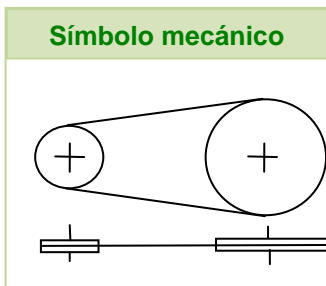
Relación de transmisión "i"

$$i = \frac{r_{motriz}}{R_{conducida}} = \frac{\phi_{motriz}}{\phi_{conducida}} = \frac{n_{conducida}}{n_{motriz}}$$

► **Transmisión mediante poleas y correas:**

POLEA: Rueda acanalada que gira alrededor de un eje

Correa: transmite el movimiento de giro de una polea a otra



Relación de transmisión "i"

$$i = \frac{r_{motriz}}{R_{conducida}} = \frac{\phi_{motriz}}{\phi_{conducida}} = \frac{n_{conducida}}{n_{motriz}}$$

Para cambiar el sentido de giro se puede cruzar la correa

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> Funcionamiento silencioso. No necesita lubricación. Bajo coste de producción. Ejes a cierta distancia 	<ul style="list-style-type: none"> Con altas velocidades de giro puede haber deslizamiento entre polea y correa



Tipos de correas

Trapezoidal	su sección transversal es un trapecio. Esta forma aumenta las fuerzas de fricción entre la correa y las poleas. Muy utilizada en la industria	
Plana	Tienen sección transversal un rectángulo. Muy empleada para pequeñas potencias.	
Redonda	Tienen sección transversal redonda. Se emplean en máquinas que funcionan a bajas velocidades de giro.	

► **Transmisión mediante engranajes entre árboles o ejes paralelos:**

Consta de dos ruedas a las que se les han tallado una serie de dientes. El movimiento se transmite diente a diente.

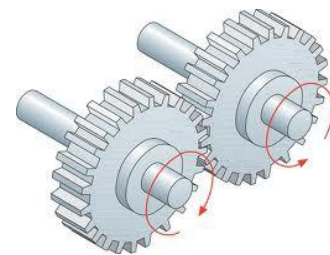
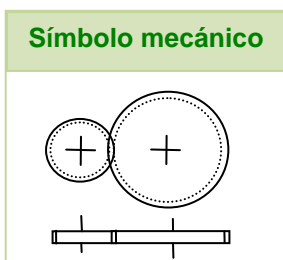
Según la situación de los dientes existen: engranajes exteriores e interiores.

Según la forma del diente existen: engranajes rectos, helicoidales, en V o cónicos.

Si el sistema está compuesto de más de un par de ruedas dentadas, se denomina 'tren'.

Ventajas	Inconvenientes
Compacto (ocupa poco espacio). Mucha precisión. No patinan.	Necesitan lubricación. Sistema ruidoso. Coste de producción elevado.

■ **Engranajes de dientes rectos:**



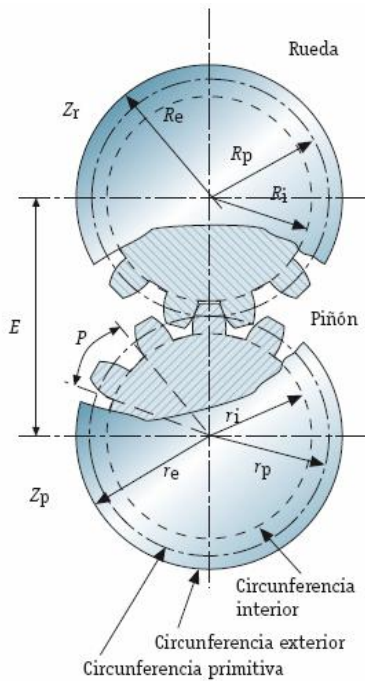
Relación de transmisión "i"

$$i = \frac{Z_{motriz}}{Z_{conducida}} \frac{dp_{motriz}}{dp_{conducida}} = \frac{n_{conducida}}{n_{motriz}}$$



• **Características de un engranaje**

- **Tipo de circunferencia:**



- **Circunferencia primitiva.** r_p ó d_p , es la circunferencia a lo largo de la cual engranan los dientes, coincide con la circunferencia de las ruedas de fricción. La transmisión del movimiento se realiza entre ambas circunferencias.
- **Circunferencia interior.** Limita los dientes por la parte interior. Se representa mediante r_i ó d_i .
- **Circunferencia exterior.** Limita los dientes por la parte externa. Se indica mediante r_e ó d_e

- **Paso (p):** Es la distancia entre los centros de dos dientes consecutivos medida sobre la circunferencia primitiva. Para que dos engranajes puedan engranar correctamente es necesario que ambos tengan el mismo paso. Para poder fabricar engranajes y facilitar su sustitución, se normalizan los valores del paso de las ruedas que se fabrican.

- **Módulo (m).** Es un valor característico de las ruedas dentadas que se expresa en milímetros y que define el diámetro primitivo normalizado.

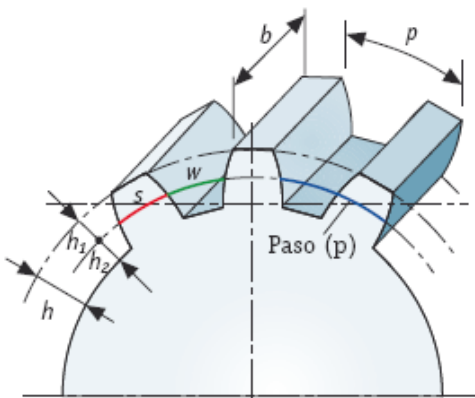
$$p = \pi \cdot m \qquad m = \frac{D_p}{Z}$$

- **Características del diente:**

- **Altura del diente:** $h = h_1 + h_2 = 2,25 m$
- **Longitud del diente:** $b = 4 m$
- **Grueso del diente:** $s = \frac{19}{40} p$
- **Hueco del diente:** $w = \frac{21}{40} p$
- **Paso:** $p = \pi m = w + s$

- **Valor de los diámetros):**

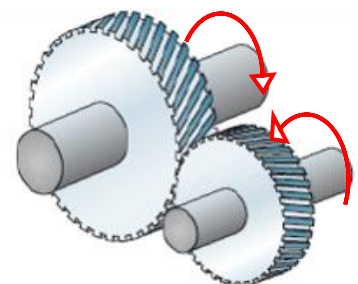
- **Diámetro primitivo:** $d_p = m Z$
- **Diámetro exterior:** $d_e = m (Z + 2)$
- **Diámetro interior:** $d_i = m (Z - 2,5)$



Valores normalizados de módulos (mm)						
1	1,25	1,5	2	2,5	3	4
5	6	8	10	12	16	20

■ **Engranajes de dientes helicoidales:**

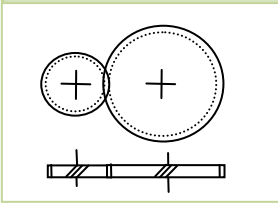
Se caracterizan por tener sus dientes inclinados respecto de su eje. Tienen la particularidad de estar engranando varios dientes a la vez. Esto da lugar a que el esfuerzo de flexión se reparta entre ellos durante la transmisión, con lo que





hay menos posibilidades de rotura y menos ruidos y vibraciones. Son idóneos para transmitir grandes potencias y para funcionar a gran número de revoluciones. Los únicos inconvenientes son que resultan más caros, ya que son más difíciles de fabricar

Símbolo mecánico

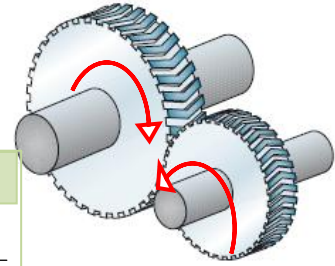


Relación de transmisión "i"

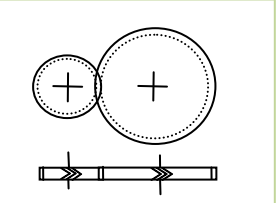
$$i = \frac{Z_{\text{motriz}}}{Z_{\text{conducida}}} \frac{dp_{\text{motriz}}}{dp_{\text{conducida}}} = \frac{n_{\text{conducida}}}{n_{\text{motriz}}}$$

■ Engranajes de dientes en V:

Con objeto de compensar las fuerzas axiales, se emplean dos engranajes cuyos dientes forman un ángulo complementario, que se unen entre sí formando un engranaje en V.



Símbolo mecánico



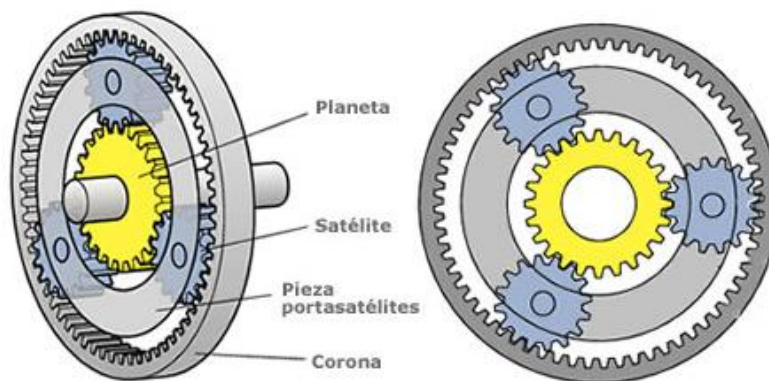
Relación de transmisión "i"

$$i = \frac{Z_{\text{motriz}}}{Z_{\text{conducida}}} \frac{dp_{\text{motriz}}}{dp_{\text{conducida}}} = \frac{n_{\text{conducida}}}{n_{\text{motriz}}}$$

■ Engranajes epicicloidales:

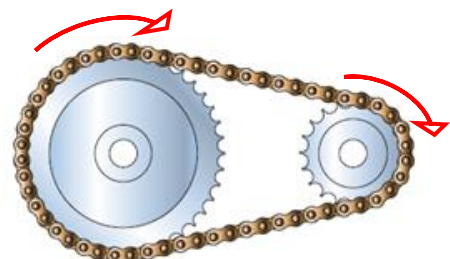
Se componen de una **corona** dentada interiormente, un piñón central (denominado **planetario**) y otros tres piñones más pequeños, los cuales engranan con el planetario y corona, que se denominan **satélites**. Estos satélites giran libres sobre sus ejes, que están unidos al **portasatélites**. Si acoplamos uno de los elementos a un eje motriz y mantenemos fijo otro, en el tercero obtendremos el movimiento de salida.

Al ser múltiples las combinaciones, podemos obtener un gran abanico de posibilidades con características totalmente distintas.



■ Engranajes y cadena:

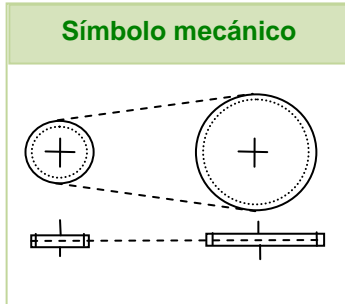
Consta de dos ruedas dentadas situadas a cierta distancia, por cuyos dientes pasa una cadena que arrastra el engranaje conducido.





La cadena puede ser: de rodillos (bicicleta) o articulada.

Ventajas	Inconvenientes
Transmisión precisa, resistente. No hay deslizamiento. Útil entre ejes distantes.	Necesitan lubricación. Sistema ruidoso. Coste elevado. Desajuste entre cadena y dientes



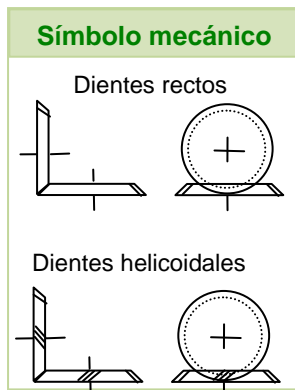
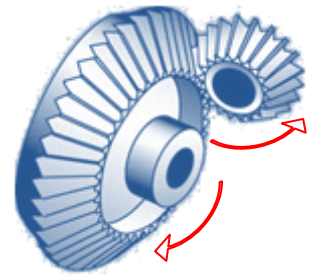
Relación de transmisión "i"

$$i = \frac{Z_{motriz}}{Z_{conducida}} = \frac{n_{conducida}}{n_{motriz}}$$

► **Transmisión mediante engranajes entre árboles o ejes perpendiculares que se cortan:**

■ **Engranajes cónicos:**

Transmiten el movimiento de giro entre ejes perpendiculares. Se fabrican con dientes rectos para cargas medias y con dientes helicoidales para cargas elevadas.



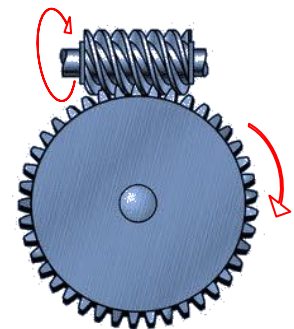
Relación de transmisión "i"

$$i = \frac{Z_{motriz}}{Z_{conducida}} \frac{dp_{motriz}}{dp_{conducida}} = \frac{n_{conducida}}{n_{motriz}}$$

► **Transmisión mediante engranajes entre árboles o ejes perpendiculares que se cruzan:**

■ **Tornillo sinfín:**

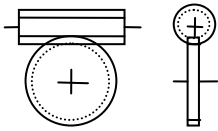
Transmiten el movimiento de giro desde el tornillo sinfín a la rueda dentada, nunca al revés. Tiene un gran poder de reducción. El tornillo sinfín equivale a un engranaje con un número de entradas que varía de 1 a 8.



Ventajas	Inconvenientes
Funcionamiento silencioso. Ocupa poco espacio. Excelente reductor de velocidad.	Coste de producción elevado.



Símbolo mecánico



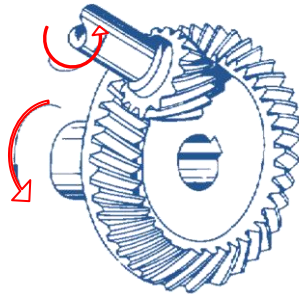
Relación de transmisión "i"

$$i = \frac{E_{motriz}}{Z_{conducida}} = \frac{n_{conducida}}{n_{motriz}}$$

E es el número de entradas del tornillo sinfín, es decir, el número de dientes de la rueda dentada que están en contacto con el tornillo sinfín a la vez

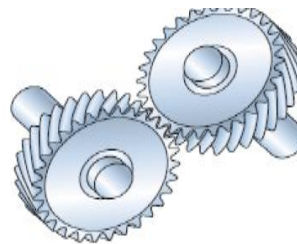
■ **Hipoide:**

Son dos engranajes cónicos helicoidales, uno de ellos se ha desplazado para que no se corten sus ejes.



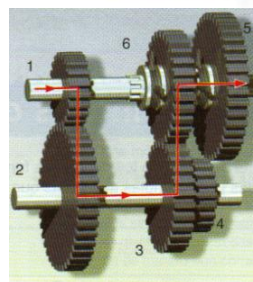
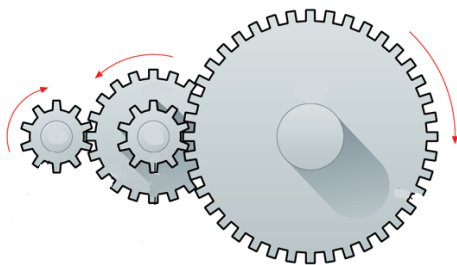
Engranaje helicoidal:

Son dos engranajes helicoidales cuyos ejes forman 90°.



► **Trenes de engranajes:**

Es un conjunto de dos o más pares de engranajes, que engranan entre sí de dos en dos, y cuyo fin es variar la velocidad del último eje en etapas sucesivas

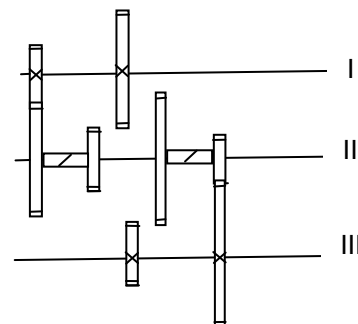


2ª velocidad de la caja de cambios de un automóvil

Relación de transmisión "i"

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \dots$$

Los engranajes se dibujan mediante su símbolo y en su interior se coloca una X, para indicar que está fijo al árbol, o una línea inclinada, para señalar que se puede desplazar longitudinalmente (girando también con el árbol). Cada árbol se numera con un número romano, empezando por el motriz.





Las cajas de velocidades llevan engranajes fijos y engranajes que se pueden deslizar. Estos últimos suelen estar pareados y unidos entre sí. Al desplazarse pueden engranar o desengranar con otros engranajes.

► **Par motor:**

El **par motor** es la fuerza que es capaz de ejercer un motor en cada giro. **$C = F \cdot r$**

El par motor en los motores de combustión lo aporta el combustible. En los motores eléctricos, se relaciona con la corriente consumida.

El giro de un motor tiene dos características: el par motor y la velocidad de giro. Por combinación de estas dos se obtiene la **potencia**. **$P = C \cdot n$**

P= potencia (w)

C = par motor (N.m)

n= velocidad de giro (en el S.I. en rad/s)

F = fuerza (N)

R = radio (m)

Para pasar de revoluciones por minuto a radianes/segundo, hay que tener en cuenta que:

1 revolución = 2π radianes

1 minuto = 60 segundos

$$1 \text{ rpm} = 2\pi / 60 \text{ rad/s}$$

Par motor o momento son conceptos relativos a la fuerza necesaria para provocar un desplazamiento en movimientos curvos. Tan importante como la fuerza es la distancia a la que está aplicada respecto del eje de giro.