

BLOQUE 2: ELEMENTOS DE MAQUINAS Y SISTEMAS

Índice

1. Mecanismos y sistemas mecánicos.....	2
2. Mecanismos de transmisión del movimiento.....	5
A. Mecanismos de transmisión lineal.....	5
La palanca.....	5
La polea.....	8
B. Mecanismos de transmisión circular.....	2
I. Árboles y ejes.....	2
AJUSTES ENTRE ÁRBORES.....	3
Ajustes rígidos.....	3
Ajustes móviles.....	4
JUNTAS ELÁSTICAS (Silenblocks).....	4
JUNTA CARDAN O JUNTA UNIVERSAL.....	4
DOBLE JUNTA HOOKE O JUNTA HOMOCINÉTICA.....	5
II. Ruedas de fricción.....	6
III. Sistemas de transmisión de poleas con correa.....	9
IV. Transmisión por engranajes.....	10
1. Transmisión entre ejes paralelos.....	10
A. Dientes Rectos.....	10
En cualquiera de las transmisiones la relación de transmisión es:.....	11
B. Dientes helicoidales.....	12
C. Dientes en V.....	12
2. Transmisión entre ejes perpendiculares.....	12
A. Transmisión entre ejes que se cortan.....	12
B. Transmisión entre ejes que se cruzan.....	13
Tornillo sinfín-corona:.....	13
Engranajes helicoidales.....	13

1. Mecanismos y sistemas mecánicos

Un mecanismo es un **conjunto de elementos**, conectados entre sí por medio de articulaciones móviles y cuya misión es:

- transformar una velocidad en otra velocidad
- transformar una fuerza en otra fuerza
- transformar una trayectoria en otra diferente o
- transformar un tipo de energía en otro tipo distinto.

Según el número de elementos, los mecanismos se pueden clasificar como:

- **Simples**: si tienen dos elementos de enlace.
- **Complejos**: si tienen más de dos elementos de enlace. A partir de

aquí, definimos **sistema mecánico**

- Un sistema mecánico o máquina es una combinación de mecanismos que transforma velocidades, trayectorias, fuerzas o energías mediante una serie de transformaciones intermedias.

Los movimientos que puede describir un elemento de un mecanismo son:

- Movimiento **rectilíneo**: en un único sentido
- Movimiento **alternativo**: o movimiento de vaivén.
- Movimiento **circular** o de rotación

Los mecanismos (y por extensión los sistemas mecánicos) constan de los siguientes elementos básicos:

1. **Sistema motriz o sistema de entrada**: recibe la energía de entrada, la cual será transformada o transmitida. En un automóvil sería el motor.
2. **Sistema transmisor**: medio que permite modificar la energía o el movimiento proporcionado por el sistema motriz. En un automóvil este sistema estaría compuesto por ejes de transmisión, embragues, caja de cambios, ...
3. **Sistema receptor o sistema de salida**: realiza el trabajo con la salida que le proporciona el sistema transmisor, y es el objetivo del sistema mecánico. En un automóvil este sistema estaría compuesto por las ruedas motrices.

Los mecanismos se pueden clasificar en dos grandes grupos diferenciados:

1. Sistemas de **transmisión del movimiento**: En este caso el sistema motriz y el sistema receptor tienen el mismo tipo de movimiento. En base a esto, podemos encontrar dos tipos de sistemas de transmisión:

- Mecanismos de **transmisión lineal**: movimiento rectilíneos en movimientos rectilíneos (poleas, palancas, etc)
- Mecanismos de **transmisión circular**: movimientos de rotación en otra rotación (transmisión por correas, con cadenas, engranajes, ...)

Elementos mecánicos de transmisión de movimiento	Directos	Acoplamiento entre árboles	Rígidos		Bridas	
			Móviles	Junta elástica		
				Junta cardán		
				Junta homocinética		
		Junta Oldham				
		Deslizantes		Eje estriado		
		Ruedas	De fricción		Exteriores	
					Interiores	
					Troncocónicas	
	Dentadas (engranajes)		Montadas en ejes paralelos		Dientes rectos	
					Dientes helicoidales	
					Dientes en V	
					Epicicloidales	
			Montadas en ejes perpendiculares	Que se cortan	Engranajes cónicos rectos	
					Engranajes cónicos helicoidales	
				Que se cruzan	Tornillo sin fin	
		Engranajes cónicos helicoidales				
	Hipoide					
Articulaciones	Movimiento de igual sentido					
	Movimiento en sentido contrario					
	Otra dirección					
Por cuerda o cable	Mediante polea simple					
	Mediante polea compuesta (polipasto)					
Indirectos	Por cadena		Entre engranajes (piñones)			
	Por correa	Entre poleas		Correa plana		
				Correa trapezoidal		
				Correa redonda		
Entre engranajes		Correa dentada				

2. Sistemas de **transformación del movimiento**: En este caso el sistema motriz y el sistema receptor tienen distinto tipo de movimiento. En base a esto, podemos encontrar dos tipos de sistemas de transformación:

- Mecanismos que transforman el **movimiento circular en rectilíneo**
- Mecanismos que transforman el **movimiento circular en alternativo**

Transforma este movimiento...	... en este tipo de movimiento	Elemento o mecanismo	Aplicaciones/ características	
Elementos transformadores del movimiento	Circular continuo en...	... rectilíneo continuo	Piñón-cremallera 	Apertura y cierre de puertas automáticas.
		... rectilíneo alternativo	Tornillo-tuerca 	Prensas para vino, aceite, manzanas, etc.
			Excéntrica 	Apertura y cierre de válvulas de motores.
			Leva 	Igual que el anterior.
		Biela-manivela 	Sierras mecánicas de vaivén.	
	... circular continuo	Trinquete 	Impide el giro de un eje en un sentido y lo permite en otro.	
		Rueda libre 	Permite la transmisión desde el eje motriz al resistente; no a la inversa.	
		... circular alternativo	Articulaciones	Limpiaparabrisas de coches.
	Rectilíneo continuo en...	... circular continuo	Cremallera-piñón 	Se emplea poco.
		... circular alternativo	Automatismos	No tiene aplicaciones industriales, sino lúdicas. Se suele utilizar en decoración de fuentes.
Rectilíneo alternativo en...	... circular continuo	Pistón-biela-cigüeñal 	Motores de combustión interna y locomotoras de vapor.	

2. Mecanismos de transmisión del movimiento

A. Mecanismos de transmisión lineal

Estos mecanismos “transforman” movimientos rectilíneos en movimientos rectilíneos.

La aplicación fundamental de estos mecanismos reside en la transformación de fuerzas, de manera que la fuerza necesaria para realizar una determinada acción sea menor que la sería precisa si no se utilizase el mecanismo. Destacan la palanca y la polea.

La palanca

Consiste en una barra rígida que se articula denominado punto de apoyo (o fulcro), que hace posible que la barra gire.

La fuerza que se sea 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.

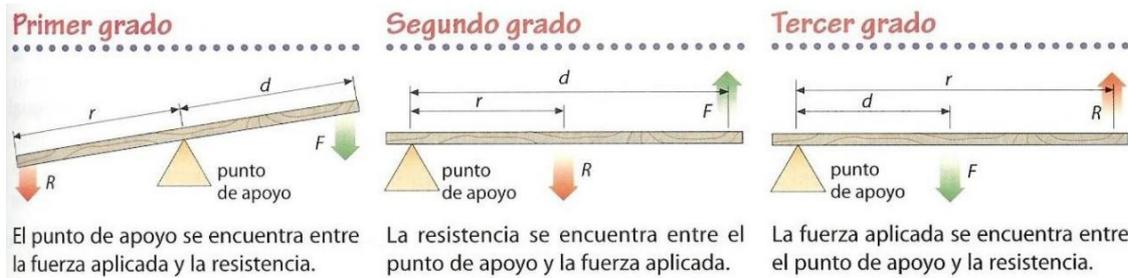
Cuando la palanca está en equilibrio, la expresión que define su comportamiento se denomina **Ley de la Palanca**, que se puede enunciar así:

La potencia por su brazo es igual a la resistencia por el suyo.

$$\mathbf{F \cdot b_F = R \cdot b_R}$$

Así, si aumentamos la longitud del brazo de la potencia, la potencia que debemos aplicar para vencer una resistencia será menor (el esfuerzo no será tan grande). Lo mismo sucede si disminuimos la longitud del brazo de la resistencia.

Según la colocación del punto de apoyo, hay tres tipos o géneros de palanca:



El efecto de la fuerza aplicada puede verse aumentado o disminuido.

El efecto de la fuerza aplicada siempre se ve aumentado ($d > r$).

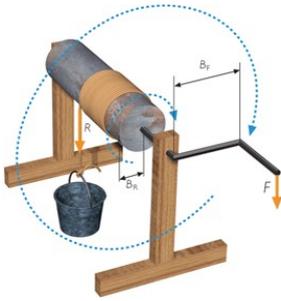
El efecto de la fuerza aplicada siempre se ve disminuido ($d < r$).

NOTA:

Hemos catalogado la palanca dentro de los mecanismos que transforman movimientos rectilíneos en otros también rectilíneos (transmisión lineal), aunque en realidad los movimientos de las palancas son curvilíneos.

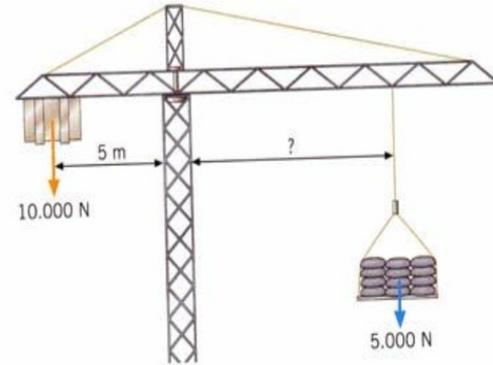
Esto se hace así porque en general el ángulo girado por la palanca es pequeño y en estos casos se puede considerar que el desplazamiento es aproximadamente rectilíneo.

Ejercicios:



1. ¿Como puedo disminuir la fuerza a realizar empleando este torno?.

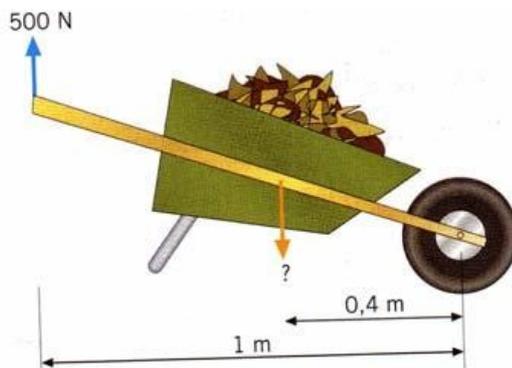
2. Calcula el valor del brazo de resistencia en el siguiente ejemplo referido a una grúa.



3. En una palanca de primer género el brazo de la fuerza mide 1 m, si la fuerza y la resistencia miden 15 y 30 N respectivamente. Calcula el brazo de resistencia y la longitud de la palanca.

4. Sobre el siguiente dibujo.

1. Identifica el tipo de palanca del dibujo.
2. Identifica los distintos elementos de una palanca sobre el dibujo
3. Calcula el valor de la resistencia

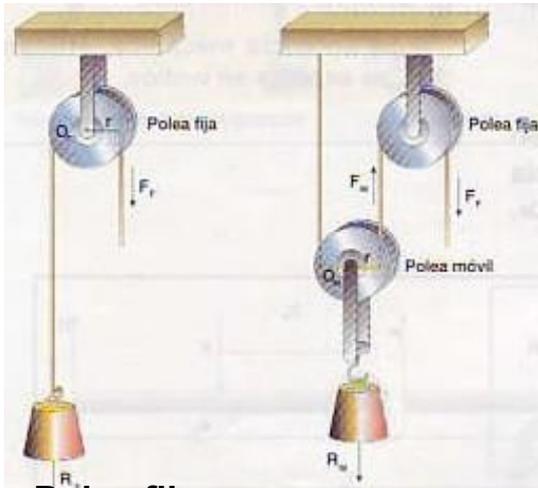


La polea

La polea es 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.

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

Las poleas pueden ser:



•**Fijas**: si su eje de rotación permanece fijo.

•**Móviles**: si su eje de rotación se puede desplazar de forma lineal.

Polea fija: En este caso, los valores de la potencia y la resistencia son iguales.

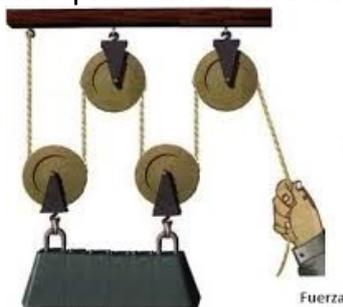
$$F_F = R_M$$

Polea móvil: En este caso la potencia que es necesario aplicar es igual a la mitad de la resistencia que se trata de vencer.

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

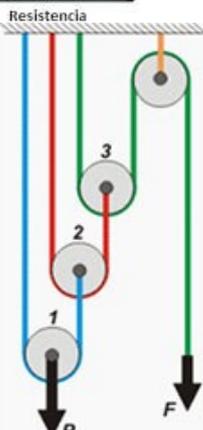
Como combinación de estas poleas podemos obtener:

-**Polipastos potenciales**, formado por tantas poleas fijas como móviles. Por el canal de ellas pasa una **única** cuerda.



$$F = \frac{R}{2n}$$

$$F = \frac{R_M}{2 \cdot n}$$



-**Polipastos exponenciales**, por cada polea móvil pasa una cuerda diferente.

En el caso general de un mecanismo constituido por n poleas móviles, la potencia F necesaria para vencer una resistencia R viene dada por la expresión:

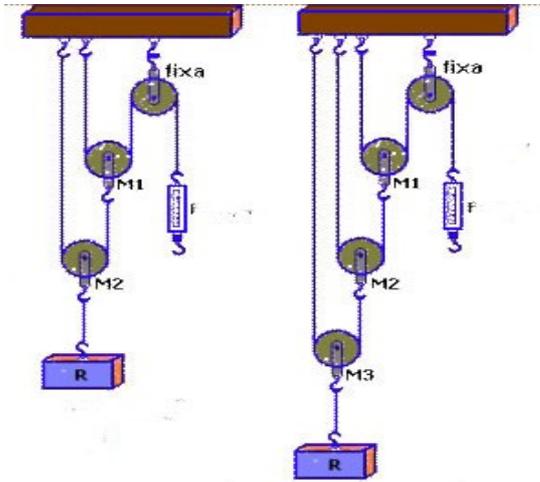
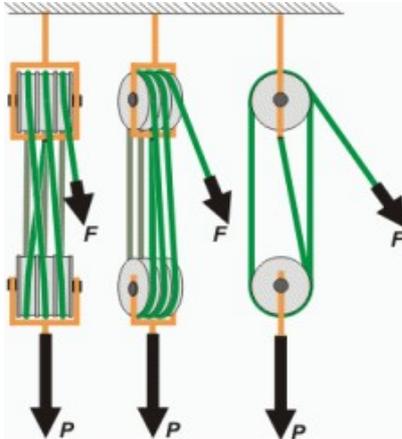
$$F = \frac{R_M}{2^n}$$

Además, en este caso, la distancia recorrida por la resistencia es 2^n veces menor que la que recorre la potencia.

Diferentes modelos de poleas móviles múltiples.

Ejercicio:

Clasifica los siguientes polipastos en potenciales o exponenciales e indica que fuerza hay que realizar en cada caso:



B. Mecanismos de transmisión circular

Estos mecanismos “transforman” movimientos de rotación en otros movimientos de rotación.

La principal utilidad de este tipo de mecanismos radica en poder aumentar o reducir la velocidad de giro de un eje tanto cuanto se desee. Por ejemplo: el motor de una lavadora gira a alta velocidad, pero la velocidad del tambor que contiene la ropa, gira a menor velocidad. Es necesario, pues, este tipo de mecanismo.

Para desempeñar su misión, las máquinas disponen de partes móviles encargadas de transmitir la energía y el movimiento de las máquinas motrices a otros elementos. Estas partes móviles son **los elementos transmisores**, que pueden ser **directos** e **indirectos**.

Elementos transmisores directos:

- Árboles y ejes
- Ruedas de fricción
- Engranajes
- Tornillo sinfín

Elementos transmisores indirectos:

- Poleas con correa
- Cadenas

I. Árboles y ejes



Fig. 2. Tipos de ejes: a) fijo; b) giratorio.

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

Atendiendo a la forma de trabajo, los ejes pueden ser:

- **Ejes fijos**: Permiten el giro de los elementos mecánicos situados sobre ellos, pero no giran solidariamente con ellos, es decir, los elementos mecánicos giran libremente sobre ellos.
- **Ejes giratorios**: pueden girar solidariamente con algunos de los elementos situados sobre ellos.

Un **árbol** es un elemento de una máquina, 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 adoptar diferentes formas (rectos, acodados, flexibles, ...). Los árboles (también llamados **árboles de transmisión**) giran siempre junto con los órganos soportados.

La diferencia esencial entre los ejes y los árboles es la siguiente: los **primeros** son elementos que **sustentan** (sostienen o soportan) los órganos giratorios de las máquinas y no transmiten potencia (se dice que no están sometidos a esfuerzos de torsión), mientras

que los **árboles** son elementos que transmiten potencia y sí están sometidos a esfuerzos de torsión.



Aparentemente, los ejes tienen un diámetro menor que los árboles, pues éstos están sometidos a esfuerzos mayores.

AJUSTES ENTRE ÁRBORES

Ajustes rígidos.

- Hacen uniones permanentes entre árboles de transmisión y requieren que los ejes geométricos coincidan exactamente.

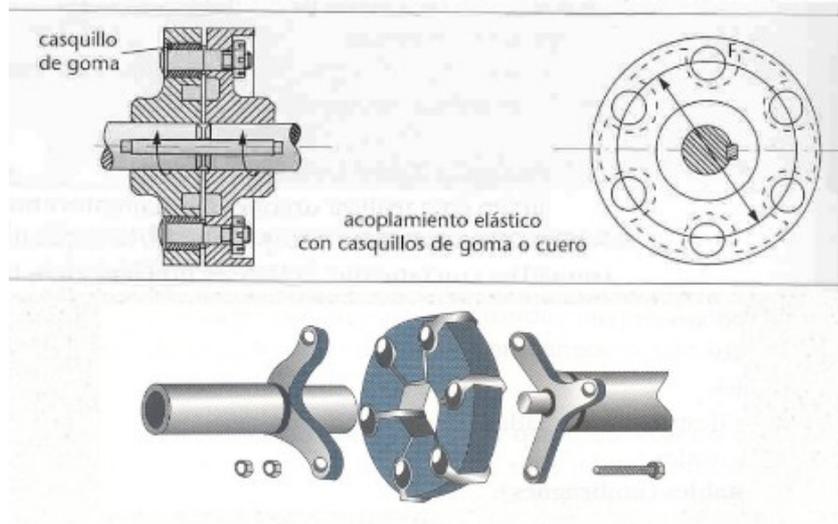
Acoplamiento rígido	
Los árboles se encuentran colocados en el mismo eje geométrico y no van a sufrir variación de posición durante el giro. Para ello se utilizan dos soluciones: <i>bridas</i> y <i>platillos</i> .	
Mediante bridas	Mediante platillos
<p>Se basa en colocar en los extremos de los dos árboles alineados dos medias bridas, de tal forma que, al apretar los tornillos que las unen, aprisionan los ejes impidiendo que se muevan uno con respecto al otro.</p> <p>Acoplamiento mediante bridas</p>	<p>Apretando dos piezas cónicas interiores (A y B) entre sí, se comprime la pieza cónica (C) contra los dos árboles (1 y 2). De esta manera, al girar uno de los árboles, arrastrará al otro.</p>

Ajustes móviles.

- Permiten cierto desplazamiento dos ejes (estos non están aliñados o pueden desaliñarse en la transmisión). Distinguimos:

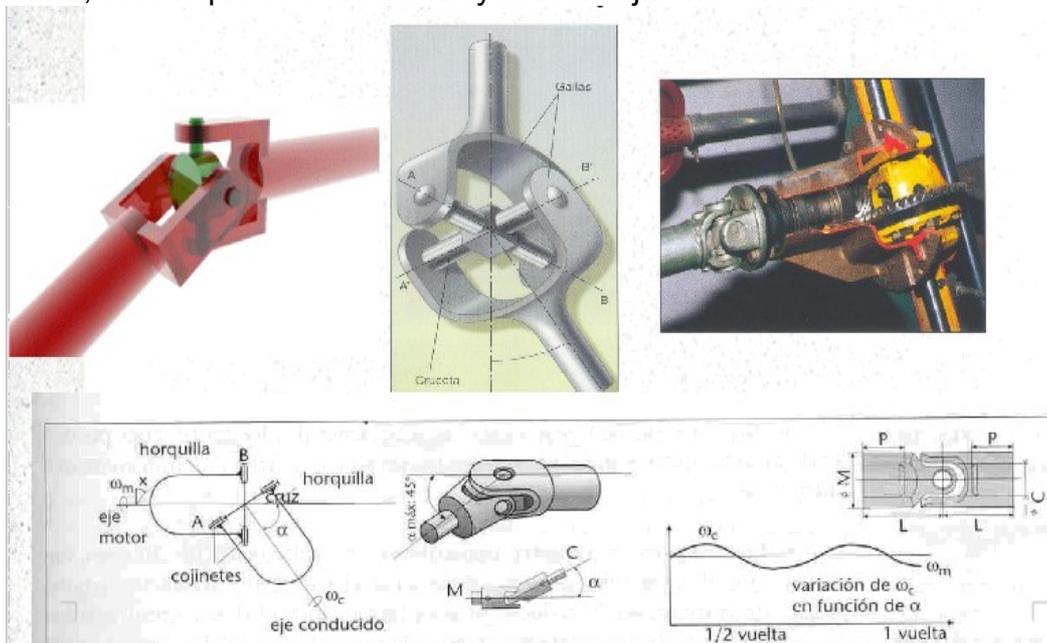
JUNTAS ELÁSTICAS (Silenblocks).

- Se emplean cuando la transmisión requiere pares o momentos bajos. Entre sus ventajas: admite pares diferentes o irregulares y cierta tolerancia o desviación de alienación.



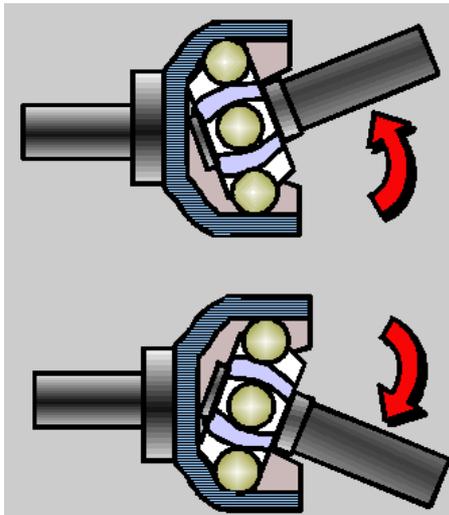
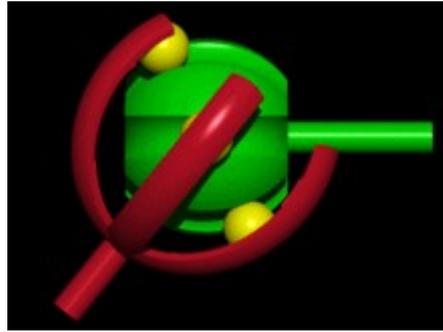
JUNTA CARDAN O JUNTA UNIVERSAL.

- Se emplean cuando la transmisión entre ejes presenta direcciones oblicuas, variables en movimiento de rotación. Como inconveniente la velocidad de transmisión no es uniforme, efecto que se reduce incluyendo dos juntas cardan.



DOBLE JUNTA HOOKE O JUNTA HOMOCINÉTICA.

- No producen vibraciones y la transmisión de las fuerzas y la velocidad de giro es uniforme. Como inconveniente es muy voluminosa.

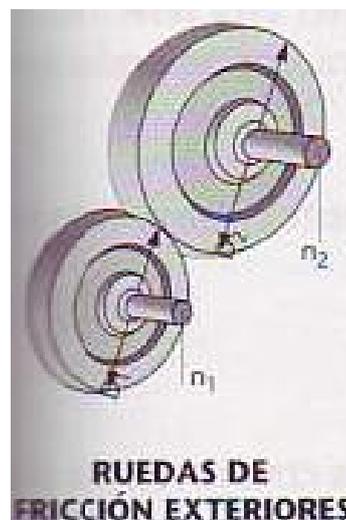
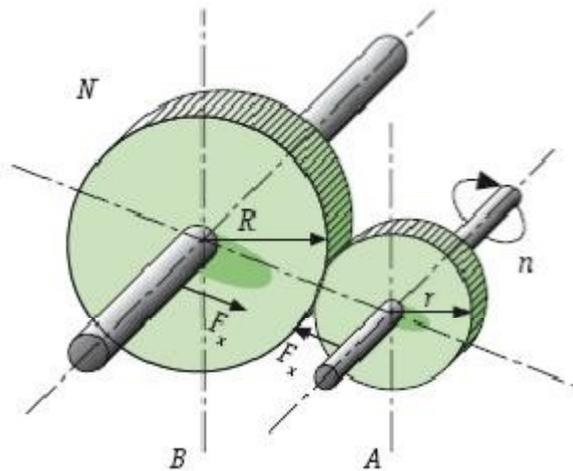


II. Ruedas de fricción

Son elementos de máquinas que transmiten un movimiento circular entre dos árboles de transmisión gracias a la fuerza de rozamiento entre dos ruedas que se encuentran en contacto directo. A este tipo de transmisión también se le conoce como transmisión por fricción.

Características

- Los materiales que se utilizan tienen un alto coeficiente de rozamiento para evitar que las ruedas resbalen entre sí.
- Normalmente estas ruedas de fricción se emplean en árboles de transmisión muy cercanos y cuando la potencia que hay que transmitir es pequeña.
- Este tipo de transmisión tiene la ventaja de que es muy fácil de fabricar, no necesita apenas mantenimiento y no produce ruidos



Tipología

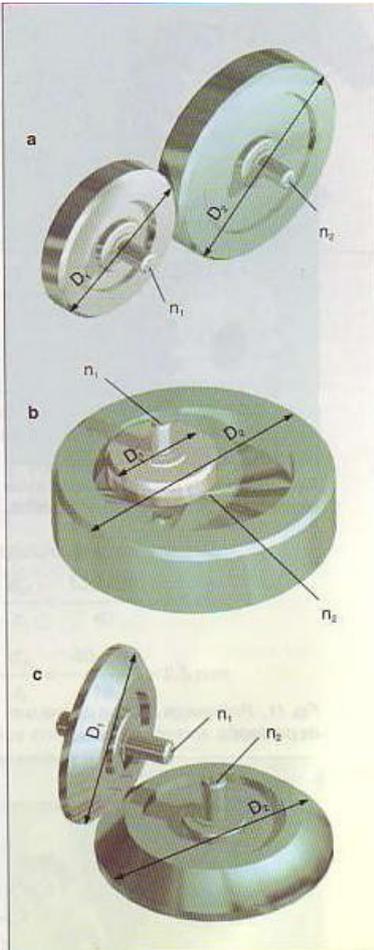


Fig. 9. Ruedas de fricción: a) exteriores; b) interiores; c) troncocónicas.

- Ruedas de **fricción exteriores**: Tienen forma cilíndrica. En ellas, el contacto se produce entre sus superficies exteriores. Estas ruedas giran en sentido inverso una de la otra.
- Ruedas de **fricción interiores**: también de forma cilíndrica, el contacto se produce entre la superficie interior de la rueda mayor y la exterior de la rueda menor. Ambas giran en el mismo sentido.
- Ruedas de **fricción troncocónicas**: Tienen forma de tronco de cono y el contacto se produce entre sus superficies laterales. Se utilizan cuando los árboles de transmisión no son paralelos. Como en el caso de las ruedas exteriores, también producen la inversión de giro

Relación de transmisión

Es la relación de velocidades entre la rueda conducida (o receptor) y la rueda conductora (o motriz), o lo que es lo mismo, entre la rueda de salida y la rueda de entrada.

$$i = \frac{n_2}{n_1}$$

Donde

- n_2 es la velocidad de la rueda conducida
- n_1 es la velocidad de la rueda motriz
- i es la relación de transmisión

Veamos cómo se halla la relación de transmisión para cada uno de los tipos de ruedas de fricción

a) Ruedas de fricción **exteriores**

La relación de transmisión es:

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

Siendo:

D_1 : el diámetro de la rueda motriz

D_2 : el diámetro de la rueda conducida

b) Ruedas de fricción **interiores**

La relación de transmisión es igual al caso anterior

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

c) Ruedas de fricción **truncocónicas**

La relación de transmisión es

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1 \sin \beta}{D_2 \sin \alpha}$$

Siendo:

β el ángulo que forma eje de la rueda motriz la línea PA (ver figura)

α el ángulo que forma el eje de la rueda conducida con la línea PA

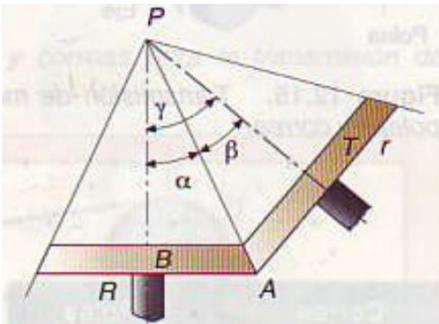


Figura 12.12. Ruedas de fricción formando un ángulo superior al de 90°.

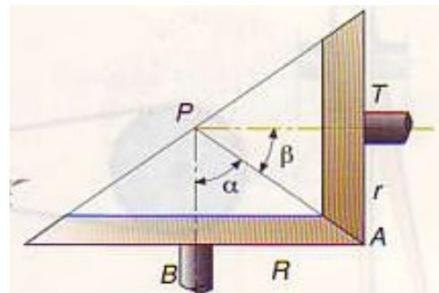


Figura 12.11. Ruedas de fricción truncocónicas formando un ángulo de 90°.

III. Sistemas de transmisión de poleas con correa

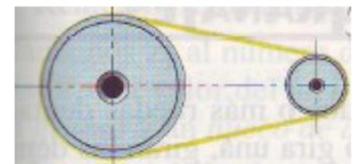
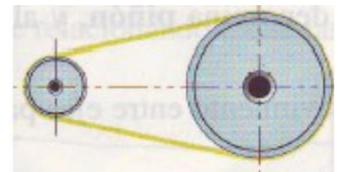
Este tipo de transmisión está basado en la polea, y se utiliza cuando la distancia entre los dos ejes de rotación es grande. El mecanismo consiste en dos poleas que están unidas por una misma correa o por un mismo cable, y su objetivo es transmitir del eje de una de las poleas al de la otra.

Ambas poleas giran solidarias al eje y arrastran a la correa por adherencia entre ambas. La correa, a su vez, arrastra y hace girar la otra polea (polea conducida o de salida), transmitiéndose así el movimiento.

Al igual que en el caso de las ruedas de fricción, el número de revoluciones (o vueltas) de cada eje vendrá dado por el tamaño de las poleas, de modo que, **la polea mayor girará a una velocidad más baja que la polea menor.**

Basándonos en esta idea, podemos encontrar dos casos básicos:

1. La polea de salida (conducida) gira a menor velocidad que la polea de entrada (motriz). Este es un **sistema** de poleas **reductor** de velocidad.
2. La polea de salida gira a mayor velocidad que la polea de entrada. Este es un **sistema** de poleas **multiplicador** de velocidad.



La relación de transmisión entre ambas poleas se define de modo similar al sistema de ruedas de fricción.

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

- n_2 es la velocidad de la rueda conducida
- n_1 es la velocidad de la rueda motriz
- D_1 : el diámetro de la rueda motriz
- D_2 : el diámetro de la rueda conducida

NOTA: Fíjate que si el sistema de poleas es reductor, la cifra del numerador es más pequeña que la cifra del denominador y si el sistema es multiplicador, la cifra del numerador es mayor que la del denominador.

Ejemplo:

$i = 1/10$: Si es esta la relación de transmisión del sistema de poleas, nos encontramos ante un **reductor** de velocidad. En este caso, por cada vuelta que gire la polea conducida, la polea motriz girará diez vueltas. En este caso $i < 1$

$i = 10/1$: Si es esta la relación de transmisión del sistema de poleas, nos encontramos ante un **multiplicador** de velocidad. En este caso, por cada diez vueltas que gire la polea conducida, la polea motriz girará una vuelta. En este caso $i > 1$

NOTA: Todos estos conceptos se aplican también para las ruedas de fricción.

IV. Transmisión por engranajes

Se conoce con el nombre de tren de engranajes al conjunto de dos o más ruedas dentadas que tienen en contacto sus dientes de forma que, cuando gira una, giran las demás. Los engranajes son el medio de transmisión de potencia más utilizado. Tienen las siguientes ventajas:

- las ruedas no pueden resbalar una con respecto a la otra.
- Transmiten grandes esfuerzos.
- La relación de transmisión se conserva siempre constante.

Al engranaje que transmite el movimiento se le denomina piñón, y al que lo recibe, rueda. Cómo se puede observar es un sistema de transmisión circular directo.

Por medio de engranajes se pueden transmitir el movimiento de dos modos, según como se dispongan los ejes:

1. Entre **ejes paralelos**, que pueden ser:

- ☒ Engranajes entre dientes rectos.
- ☒ Engranajes entre dientes helicoidales.
- ☒ Engranajes entre dientes en V

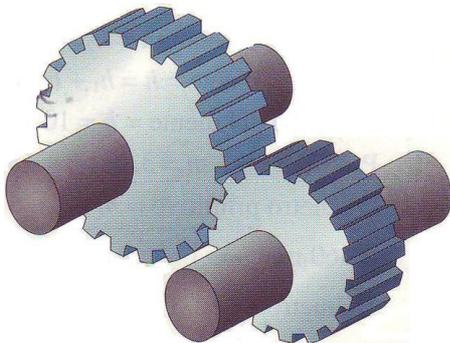
2. Entre **ejes perpendiculares**, que pueden ser

- ☒ Transmisión entre ejes que se cortan.
- ☒ Transmisión entre ejes que se cruzan

1. Transmisión entre ejes paralelos.

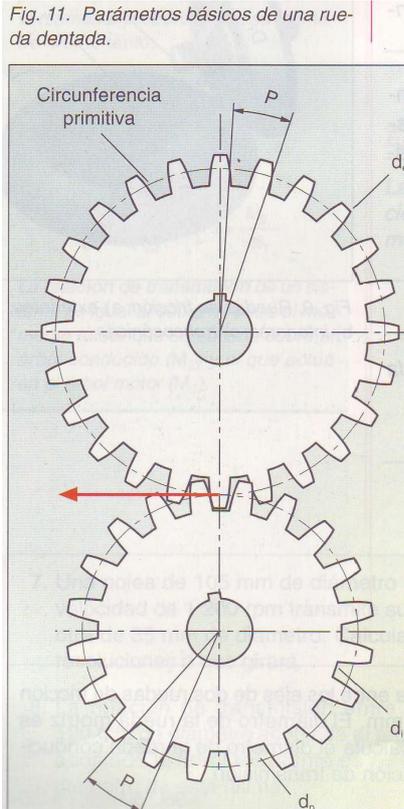
Se utiliza para la transmisión entre ejes (o árboles) con poca separación, siendo la forma de los piñones o ruedas dentadas, cilíndrica. Normalmente el tallado de los dientes es sobre la superficie exterior de la rueda, aunque también puede ser interior. Veamos los subtipos:

A. Dientes Rectos



Son los más sencillos de fabricar y se utilizan en máquinas para transmitir pequeños esfuerzos. Se emplea en maquinaria que utilice ejes cuya velocidad no es muy elevada, ya que es un sistema ruidoso y causa vibración. Además de producir mucho ruido, tiene el inconveniente de transmitir el esfuerzo sólo sobre el diente que está engranado.

Para caracterizar una rueda dentada con dientes rectos, es necesario definir una serie de parámetros básicos que son:



- **Número de dientes (z)** = es el número de dientes del engranaje.
- **Diámetro primitivo (d_p)**: es el correspondiente a la denominada circunferencia primitiva. Dicha circunferencia es la que tendría una rueda de fricción con la misma relación de transmisión. Por eso, cuando dos ruedas dentadas engranan, sus circunferencias primitivas son tangentes entre sí.
- **Diámetro exterior (d_e)**: es el correspondiente a la circunferencia que limita exteriormente los dientes.
- **Diámetro interior (d_i)**: es el que corresponde a la circunferencia que limita interiormente los dientes.
- **Módulo (m)**: es el cociente entre el diámetro primitivo d_p y el número de diente z que posee la rueda

$$m = \frac{d_p}{z}$$

Esta magnitud se mide en mm, normalmente.

- **Paso circular (p)**: es el arco de la circunferencia primitiva limitado entre dos flancos homólogos de dos dientes consecutivos. El paso se puede obtener dividiendo la longitud de la circunferencia primitiva L_p entre el número de dientes

$$p = \frac{L_p}{z}$$

La relación entre el módulo m y el paso p de una rueda vendrá dado por la siguiente expresión.

$$p = \pi \cdot m$$

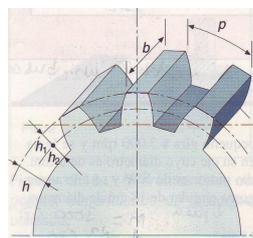


Figura 12.23. Características que definen un engranaje de dientes rectos.

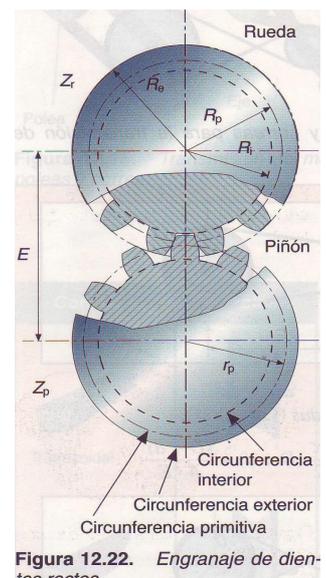


Figura 12.22. Engranaje de dientes rectos.

En cualquiera de las transmisiones la relación de transmisión es:

$$i = n_2/n_1 = Z_1/Z_2$$

B. Dientes helicoidales



Tienen la particularidad de que varios dientes están engranados a la vez. Esto da lugar a que el esfuerzo de flexión se reparta entre ellos durante la transmisión, lo que hace que las posibilidades de rotura sean menores. Además, así se disminuye el ruido durante el funcionamiento.

El único inconveniente es que al estar inclinados los dientes se produce una fuerza axial (en el sentido de los ejes) sobre los cojinetes de apoyo del eje.

C. Dientes en V

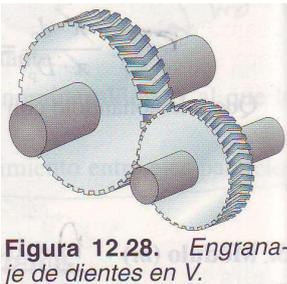


Figura 12.28. Engranaje de dientes en V.

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

2. Transmisión entre ejes perpendiculares

A. Transmisión entre ejes que se cortan

Los engranajes suelen ser:

- De dientes rectos: engranajes cónicos.
- De dientes helicoidales: engranajes cónicos helicoidales.

Ambos tipos tienen la superficie primitiva troncocónica. Esta transmisión permite transferir esfuerzos importantes pero, al mismo tiempo, se generan grandes fuerzas axiales.

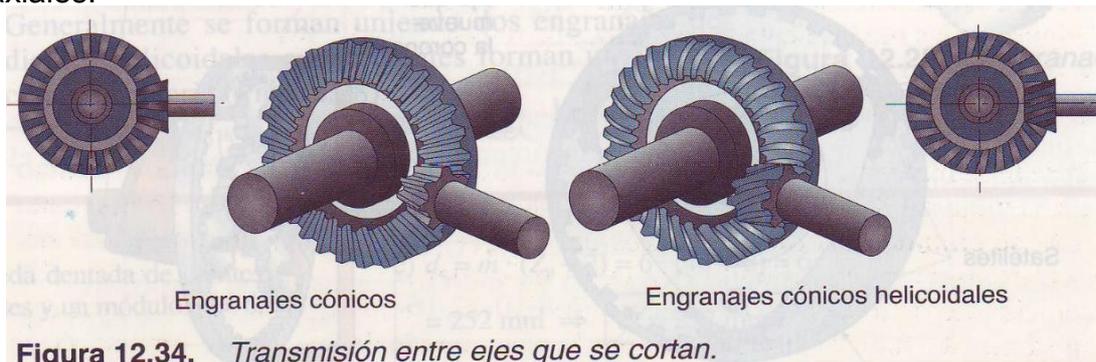


Figura 12.34. Transmisión entre ejes que se cortan.

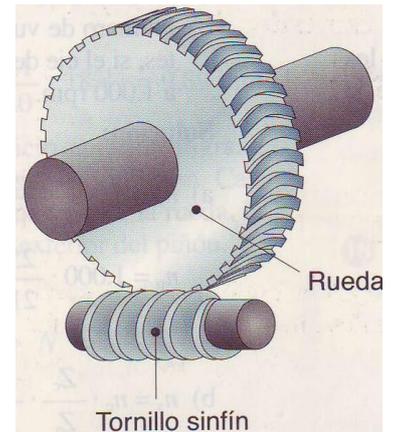


B. Transmisión entre ejes que se cruzan

Existen dos formas básicas:

Tornillo sinfín-corona:

Tiene la ventaja de que solamente se puede transmitir el movimiento del tornillo a la rueda cóncava (corona) y nunca al revés, lo que permite que se pueda utilizar en aplicaciones en las que una vez que el motor se ha parado, no sea arrastrado por el propio peso. Permite la transmisión de esfuerzos muy grandes y a la vez tiene una relación de transmisión muy baja. El mecanismo consta de una rueda conducida dentada, y un tornillo, que es la rueda motriz. Ejemplo de ello pueden ser los tornos para sacar agua o subir materiales, ascensores, etc.



La relación de transmisión es

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

Donde Z es el número de dientes de la rueda conducida.

Engranajes helicoidales

3. Relación de transmisión

Llamamos Z_1 al número de dientes del engranaje de entrada o engranajes motriz, Z_2 al número de dientes del engranaje de salida o engranaje conducido. La relación de transmisión será...

$$i = \frac{V_2}{V_1} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

En definitiva, la relación de transmisión es igual al cociente entre el número de dientes de la rueda motriz y el número de dientes de la rueda conducida.

La relación de transmisión también se puede hallar en función del diámetro primitivo de la ruedas. Llamamos:

d_{p1} al diámetro primitivo de la rueda de entrada

d_{p2} al diámetro primitivo de la rueda de salida.

$$i = \frac{V_2}{V_1} = \frac{d_{p1}}{d_{p2}}$$

O dicho de otro modo, la relación de transmisión es igual al cociente entre el diámetro primitivo de la rueda conducida y el diámetro primitivo de la rueda motriz.

NOTA FINAL: Para que dos engranajes puedan engranar entre sí es necesario que tengan el mismo módulo.

4. Tren compuesto de engranajes

Si disponemos dos o más árboles provistos de diversas ruedas dentadas de modo que al menos dos de ellas giran solidariamente sobre el mismo árbol, obtenemos un tren compuesto de engranajes.

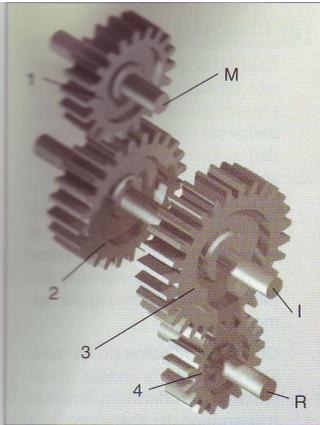


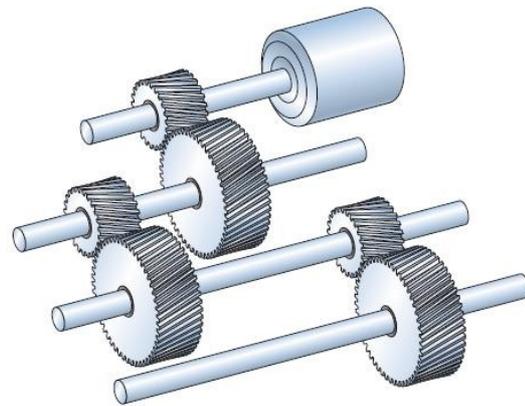
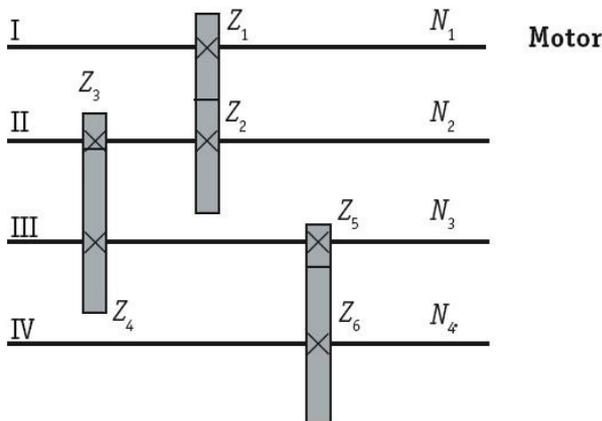
Fig. 14. Tren compuesto de engranajes.

El tren compuesto que aparece en la figura está formado por dos engranajes simples, el formado de las ruedas 1 y 2, y el que forman las ruedas 3 y 4.

- Suponiendo el árbol M como el árbol motriz. Sobre él va montada la rueda 1, que actúa como conductora de la rueda 2.
- El árbol I es un árbol intermedio. Sobre el que se monta la rueda 2 –conducida-, que recibe el movimiento de la 1, y la rueda 3, que actúa de conductora y transmite el movimiento de la rueda 4.
- El árbol R es el árbol resistente. La rueda 4 –conducida- recibe el movimiento que transmite la rueda 3.

El cálculo de la relación de transmisión es idéntico al del sistema de poleas compuesto.

$$i_T = i_{1-2} \cdot i_{3-4} = \frac{Z_1 \cdot Z_3}{Z_2 \cdot Z_4} = \frac{n_4}{N_1}, \text{ donde } i_T, \text{ es la relación de transmisión total.}$$



CONCEPTO DE MOMENTO TORSOR

Momento torsor o Par motor:

Todos los motores que producen un movimiento circular tienen un determinado momento en su eje de giro. Dicho momento se denomina par motor. Se denomina par porque este tipo de momento es equivalente a un par de fuerzas, entendiendo por tal un sistema formado por dos fuerzas paralelas del mismo módulo F y sentidos contrarios, separadas una distancia d , de manera que:

$$M = F \cdot d.$$

Es el momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia (fuerza).

La fórmula que relaciona el par con la potencia es la siguiente:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot e}{t} = F \cdot v = F \cdot \omega \cdot R = F \cdot (2\pi \cdot N) \cdot R \text{ donde } F \cdot R = M = \text{par}$$

Normalmente, N , se expresa en r.p.m., por lo que:

$$P = M \cdot \omega = M \cdot (2 \cdot \pi \cdot N) / 60. \text{ Despejando el momento o par:}$$

$$M = 60 \cdot P / 2 \cdot \pi \cdot N$$

Cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo capaz de girar sobre un eje, produce un movimiento de rotación o giro. La magnitud que mide **la intensidad del giro se denomina momento torsor**, (es algo así como la intensidad del empuje que hace girar el cuerpo).

El momento torsor y la velocidad transmitidos por un sistema de poleas están estrechamente relacionados con el valor de la relación de transmisión del sistema.

En este caso

$$i = \frac{M_1}{M_2}$$

Siendo:

M_1 el momento torsor de la polea motriz o polea de entrada.

M_2 el momento torsor de la polea conducida o polea de salida.

Se puede observar que:

- Si $i < 1$ (reductor), $M_2 > M_1$. En este caso, la velocidad de la rueda conducida es menor que la de la polea motriz, pero el momento torsor resultante es mayor.
- Si $i > 1$ (multiplicador), $M_2 < M_1$. En este caso, la velocidad de la rueda conducida es mayor que la de la polea motriz, pero el momento torsor resultante es menor.

Ejercicio:

El motor de un tractor suministra una potencia de 90 CV a 2000rpm. Este movimiento se transmite íntegramente a las ruedas, las cuales giran 150rpm. Calcular:

- a) Par motor del motor.
- b) Par motor de las ruedas.

(Sol: $M_m=315,84 \text{ N}\cdot\text{m}$; $M_r=4211,22\text{N}\cdot\text{m}$)

