

## Transmisiones por Engranaje

### Introducción.

Las transmisiones por engranajes son el grupo de transmisiones mecánicas más difundido e importante desde los inicios de la Revolución Industrial hasta nuestros días. Estos mecanismos pueden ser empleados en los más diversos campos y condiciones de trabajo: desde relojes y equipos de precisión hasta máquinas de grandes dimensiones.

Según una encuesta realizada en 1996 por los editores de la revista norteamericana *Gear Technology*, se afirma que: la rueda dentada más pequeña en uso fue producida en Albuquerque (EUA) para un micromotor de silicón y tiene un diámetro de cresta de 0.05 mm. A la fecha, la introducción de los nanomecanismos generados con las mismas técnicas que se utilizan para producir chips, han batido largamente también esta marca.

En cambio la mayor rueda dentada en explotación está instalada en el accionamiento final de un agitador en Toronto (Australia) y presenta un diámetro de referencia de 93 m.

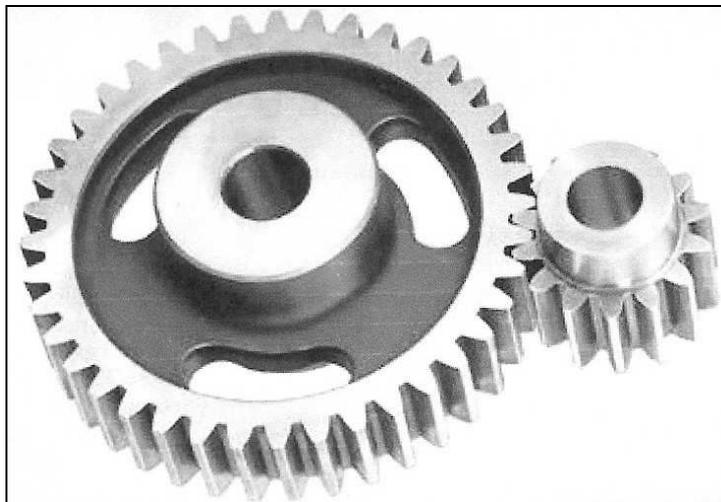
Lo anterior brinda una medida del amplio uso que en la actualidad tienen las transmisiones por engranajes, las cuales son capaces de soportar fuerzas circunferenciales comprendidas entre 0.001 N y miles de kN, con posibilidad de transmitir momentos torsores de hasta miles de kNm o potencias de hasta decenas de miles de kW en las transmisiones mayores.

Algunas de las características generales de las transmisiones por engranajes son:

- Gran capacidad de carga
- Compactos
- Transmisión de fuerza sin deslizamiento (relación de transmisión constante e independiente de las cargas)
- Alta eficiencia
- Distancias entre centros pequeñas y medias.
- Seguridad de funcionamiento y gran duración
- Sencillez en el mantenimiento
- Caras y complejas de fabricar
- Producen ruidos

### Generalidades

Los engranajes son, en general, cilindros con resaltes denominados dientes, conformando ruedas dentadas, las que permiten, cuando giran, transmitir el movimiento de rotación entre sus árboles o ejes colocados a una distancia relativamente reducida entre sí.



**Engranajes rectos**

Esta transmisión se realiza mediante la presión que ejercen los dientes de una de las ruedas, denominada **motora** o **conductora** sobre los dientes de la otra rueda, denominada **conducida**, cuando engranan entre ambas, estando durante el movimiento en contacto varios dientes sin choques ni interferencias que lo impidan o entorpezcan. Los engranajes cilíndricos pueden ser de dientes rectos, cuando éstos son paralelos al eje de giro del cilindro, o de dientes helicoidales, cuando son parte de una hélice que envuelve a dicho eje.



**Engranajes helicoidales**

### Relación de transmisión

Se llama así al cociente entre las velocidades de la rueda conducida y conductora (generalmente medidas en rpm's)

*Ejemplo: Si la rueda conductora (1) tiene una velocidad de rotación de 300 rpm y la rueda conducida (2) una velocidad de 60 rpm la relación de transmisión será*

$$R = N_2 / N_1 = 60 / 300 \implies R = 1/5$$

*lo que usualmente se denomina una relación de velocidad 5 : 1 (léase "de 5 a 1")*

Al igual que sucedía con los sistemas de transmisión basados en poleas y correa, la relación de transmisión está en función inversa de los diámetros y son válidos los razonamientos y deducciones que hicimos en aquel momento.

Como restricción adicional, en este caso no podemos establecer diámetros arbitrarios debido a que los engranajes deberán tener un número entero de dientes y que esos dientes son siempre de igual tamaño en ambas ruedas (si no, no engranarían). Por esa razón, resulta más conveniente plantear la relación que originalmente era:

$$n_1 \times D_1 = n_2 \times D_2$$

en función ya no del diámetro sino de la **cantidad de dientes** ( Z ) de cada rueda (en definitiva es lo mismo, ya que a mayor diámetro, mayor número de dientes) Esta nueva expresión será entonces:

$$n_1 \times Z_1 = n_2 \times Z_2$$

que es la expresión que usaremos para el cálculo de engranajes.

Si la relación de transmisión es **menor que 1** el sistema se denomina **Reductor**, mientras que si la misma es **mayor que 1**, el sistema se denomina **Multiplicador**. El término elegido es en referencia a la velocidad, no al torque, que será inverso.

### Módulo

En realidad, la relación entre el diámetro de la rueda y su número de dientes dependerá del tamaño de cada diente. Usualmente estos tamaños están estandarizados en la industria y tienen relación con la potencia a transmitir.

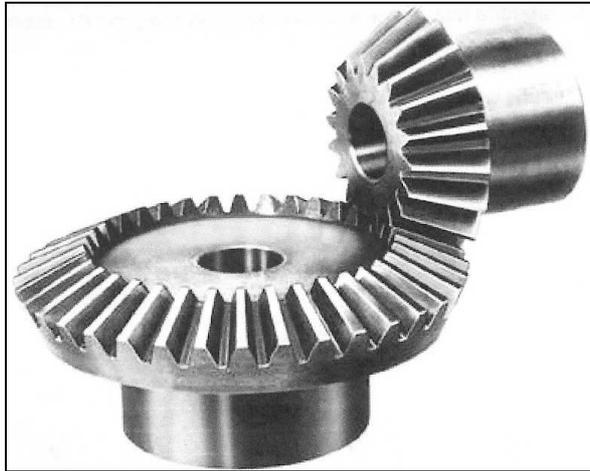
Habitualmente se utiliza un número que define completamente el tamaño del diente y es el que se denomina **Módulo** del engranaje. Este módulo es siempre un **número entero** igual al cociente entre el diámetro primitivo del engranaje y el número de dientes.

$$M = D_p / Z$$

### Ejes no paralelos.

En los casos mencionados al principio, los ejes sobre las que están montados ambos engranajes son siempre paralelos.

Para el caso de en que los ejes no son paralelos, es decir que las prolongaciones de los mismos se cortarían en algún punto del espacio, se utilizan los engranajes cónicos. Por la misma razón éstos resultan útiles cuando se pretende un cambio en la dirección (no confundir con el sentido de giro) del movimiento.

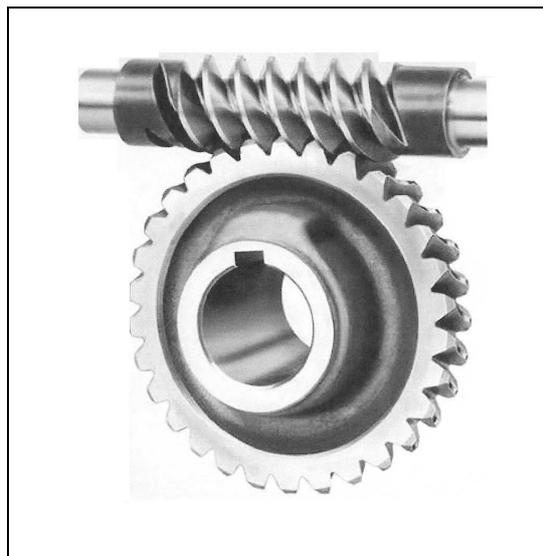


*Engranajes cónicos con sus ejes a 90°*

### Tornillo sin fin

Otro tipo de conjunto de engranajes es el conocido como “tornillo sin fin” en el que un tornillo helicoidal engrana con una rueda dentada a la que le transmite el movimiento.

Cada vez que el tornillo gira una vuelta completa, la rueda dentada avanza un diente. De ese modo pueden conseguirse grandes relaciones de transmisión (desde 1:10 hasta 1: 500) con dimensiones constructivas pequeñas. Ejemplo: Clavijas de guitarra



*Tornillo Sinfin y rueda dentada*