

## Engranatge recte



Aquest tipus d'engranatges s'utilitza en moltes aplicacions: rellotgeria, mecanismes d'ordinadors, canvis de velocitat de poca potència ...

Les seves característiques constructives són: les dents de l'engranatge són paral·leles a l'eix d'aquest, la posició per engranar

dos engranatges és paral·lelament, és a dir, els eixos de dos engranatges rectes són paral·lels. La mida de les dents és una funció del seu mòdul: aquest paràmetre (mòdul) és determinant per a què dos engranatges puguin transmetre moviment i potència, és a dir que tan sols els engranatges d'igual mòdul poden funcionar.

Els avantatges d'aquest engranatge són la facilitat constructiva, el sincronisme i l'alta potència que poden transmetre. En canvi, els inconvenients són que són sorollosos, i que les distàncies entre eixos són petites.

En la transmissió amb engranatges, es compleix sempre que la relació de transmissió ( $r$ ), és la relació entre el nombre de voltes que fa la roda conduïda respecte de la conductora:

$$r = \text{voltes conduïda} / \text{voltes conductora}$$

$$\text{o bé } r = n_2 / n_1$$

També ho podem expressar com la relació entre el nombre de dents de la roda conductora ( $Z_1$ ) respecte del nombre de dents de la roda conduïda ( $Z_2$ ):

$$r = Z_1 / Z_2$$

Aquestes expressions ens serveixen per a tots els engranatges (cònics, helicoïdals, vis sens fi) i també per a la transmissió pinyó i cadena.

## Engranatge helicoïdal



Com en el cas anterior, les aplicacions d'aquests engranatges són múltiples: caixes de canvi d'automòbils, transmissió en màquines de construcció ...

Les seves característiques constructives són: les dents de l'engranatge formen un angle amb l'eix d'aquest, els eixos dels engranatges que estan en contacte es troben paral·lels. La mida de les dents torna a ser funció del mòdul.

Els avantatges d'aquest tipus d'engranatges són el sincronisme, l'alta potència que poden transmetre i que són menys sorollosos que els engranatges rectes. Això és degut a que gràcies a la inclinació de les dents, sempre hi ha més d'una dent en contacte (fet que no passava en els engranatges rectes), i això fa que el pas d'una dent a l'altra es faci de forma més silenciosa. Els inconvenients, són més cars, les distàncies per transmetre el moviment són curtes i necessiten tenir l'orientació de les dents inversa per a poder-se engranar ( $// \backslash$ ). Recordeu que la relació de transmissió és:

$$r = n_2 / n_1$$

$$\text{o bé } r = Z_1 / Z_2$$

## Engranatge cònic



Les aplicacions d'aquests engranatges són múltiples, com per exemple per transmetre velocitat i potència en les rodes posteriors d'un automòbil, d'un camió ...

Les seves característiques constructives són: les dents s'han fabricat sobre d'un con (i poden ser rectes o helicoïdals), i per engranar dos engranatges els seus eixos estaran en disposició perpendicular.

Els avantatges d'aquests engranatges són que poden transmetre el moviment a distància, segons la longitud de l'eix: penseu en un molí (antic de moldre gra) on el moviment de les aspes és a la part superior, i els mecanismes es troben a la base del molí. Els seus inconvenients són el preu elevat, degut a la difícil mecanització.

Recordeu que la relació de transmissió és:

$$r = n_2 / n_1$$

$$\text{o bé } r = Z_1 / Z_2$$

## Cremallera



L'aplicació més característica la tenim en el tren cremallera (a la vall de Núria per exemple), i també en portes corredores, direccions d'automòbils ...

Les seves característiques constructives són les d'un engranatge recte que engrana sobre un carril pla en el que també hi han dents d'engranatge, de forma que el moviment rotatori de l'engranatge es transforma en un moviment de translació per sobre del carril pla. Aquest seria el cas d'un tren cremallera, en el que el tren de l'engranatge en la

seua base i el tren solidari a l'engranatge es desplaça per sobre del carril. També pot ser el cas contrari, com en una porta corredora en la que l'engranatge és fix (sols gira) i el que es desplaça és el carril solidari a la porta.

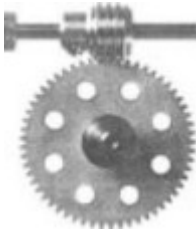
Els avantatges d'aquest mecanisme en el cas dels trens cremallera, són que permet salvar desnivells molt importants que d'altra manera no es podrien salvar degut a que patinarien les rodes.

En aquest mecanismes es compleix:

$$v = n \cdot r \cdot (2 \cdot \pi) / 60$$

on  $v$  és la velocitat lineal (en m/s),  $n$  és la velocitat angular (en rpm) i  $r$  és el radi de l'engranatge.

## Vis sens fi



Les aplicacions més importants dels vis sens fi són per a realitzar funcions de reducció molt importants. Així, és el mecanisme més important d'una caixa reductora.

Les seves característiques constructives consten d'un vis que sempre actua com a roda conductora d'un o dos filets d'entrada (que equival a  $Z1 = 1$  o  $2$ ), que engrana sobre un engranatge que actua com a roda conduïda i de nombre de dents que depèn de l'aplicació ( $Z2 = 15$  o  $20$  o

50 etc.). Això fa que la relació de transmissió sempre sigui un valor molt inferior a 1 (a diferència dels engranatges que sol arribar a un màxim de tres).

Una de les restriccions més importants d'aquest mecanisme, és el fet que el moviment tan sols es pot transmetre del vis a l'engranatge, però mai a la inversa. Aquest fet fa que sigui una aplicació important el seu ús com a mesura de seguretat, en aplicacions en les que no es pugui transmetre el moviment a la inversa, com per exemple en el motor d'una grua que eleva una càrrega: el pes de la càrrega podria fer girar el mecanisme a la inversa, gràcies a la força de la gravetat. Un inconvenient important és el gran desgast que sofreix el vis, i del baix rendiment del mecanisme degut a les elevades forces de fricció que hi apareixen.

Recordeu que la relació de transmissió és:

$$r = n2 / n1$$

$$\text{o bé } r = Z1 / Z2$$

El parell de forces que es pot transmetre, també està lligat a la relació de transmissió:

$$r = F1 / F2$$

però en aquesta aplicació normalment sempre tindrem en compte el rendiment, que reduirà el parell de sortida.

## Cadena



L'aplicació més representativa en aquest tipus de transmissions és en la bicicleta i els ciclomotors i motocicletes.

### Transmissió per corretja

El primer element que va aparèixer en una transmissió a llarga distància entre dos eixos paral·lels, va ser la transmissió per corretja: consistia en dues politges de diàmetres  $D1$  (conductora) i  $D2$  (conduïda), separades una distància  $d$ , i que estaven unides per una corretja de cuir, de manera que la conductora li transmetia el moviment a la conduïda. Les politges giraven en el mateix sentit, però podien invertir-lo si posàvem la corretja creuada. En l'actualitat es continuen

utilitzant (automòbils, trepant de sobretaula, etc.) degut a que són econòmiques, el manteniment és baix, i el fet que puguin lliscar fa actuïn com a element de seguretat de màquines. Per evitar que llisquin s'han configurat diferents tipus de corretges (trapezoïdals per augmentar l'àrea, dentades per obtenir sincronisme...).

## Transmissió per cadena

Per solucionar el problema de lliscament de la corretja, es va recórrer a la utilització de les cadenes. Aquest fet va permetre mantenir els avantatges de la transmissió per corretja, i en va aportar de noves: Actua en eixos a llarga distància, no hi ha lliscament, es pot transmetre potències elevades. Al mateix temps apareixen alguns inconvenients: és més car, i es necessita manteniment periòdic.

Recordeu que la relació de transmissió és:

$$r = n_2 / n_1$$

$$\text{o bé } r = Z_1 / Z_2$$

$$\text{o bé, si tenim politges } r = D_1 / D_2; r = R_1 / R_2$$

on  $n$  és la velocitat angular en rpm o rad/s;  $Z$  és el número de dents;  $D$  és el diàmetre de les politges;  $R$  és el radi de les politges.

## Politja



És la clàssica aplicació que podem veure en els pous d'aigua, en una obra, i en serveix per a poder elevar petites càrregues verticalment. El paràmetre característic d'aquesta aplicació és que realitzem tanta força, com la càrrega que hem d'eleva. Així doncs, la relació de transformació ( $R_t$ ) de força és 1:

$$R_t = R / F$$

on  $R$  és la resistència a vèncer i  $F$  la força a realitzar.

Quin és l'avantatge d'aquestes aplicacions, si la força que hem de fer és la mateixa? Imagineu-vos que heu de treure aigua d'un pou...

Un cas característic d'aquesta aplicació, és el fet que la politja pot ser mòbil: fixem un extrem de corda al sostre, i estirem per l'altre extrem (Fes-ne un dibuix per entendre-ho millor). La càrrega la unim a la politja i estirem la corda. El Pes de la càrrega i la politja, es reparteix entre els dos caps de corda, un va a parar al sostre i l'altre a l'extrem que estirem, així doncs, fem la meitat de força!

Quin és el secret? Evidentment, l'energia(treball) es conserva, realitzem el mateix treball que pel fet d'eleva la càrrega:

$$W1 = F1 \cdot d1$$

$$W2 = F2 \cdot d2 \quad \text{i} \quad W1 = W2$$

per que es compleixi aquesta igualtat, si  $F1$  és el doble que  $F2$ ,  $d2$  ha de ser el doble de  $d1$ ! Així, fem la meitat de força, però estirem el doble de corda!

La combinació de politges fixes i de mòbils rep el nom de polipast, que veurem a continuació.

## Polipast



S'utilitza quan la força a vèncer és molt gran, com per exemple un biga d'un pont. Necessitariem uns motors molt potents per realitzar tanta força (vàries desenes de tones), i el que fem és crear una combinació de politges fixes i de mòbils, el que s'anomena un polipast.

La força a realitzar és inversament proporcional al nombre de parells de politges que utilitzem: si tenim deu politges, tenim cinc parells de politges, i fem cinc cops menys de força! Com en el cas anterior, el treball es conserva, i per aixecar cinc cops menys de pes, cal que estirem cinc cops més de corda.

Així, es compleix:

$$F = R / n$$

$$d2 = d1 \cdot n$$

On  $F$  és la força que realitzem en Newtons (N),  $R$  la força a vèncer,  $d1$  és la distància que puja la càrrega (força a vèncer) i  $d2$  és la corda que estirem.

On s'apliquen els polipasts? Doncs en les grans grues que han d'aixecar pesos considerables, per tal que els motors que utilitzen no siguin molt grans.