

TEMA 3. MECANISMES DE TRANSMISSIÓ

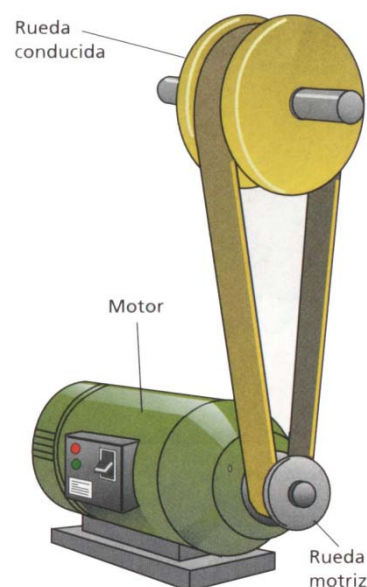
Els sistemes de transmissió tenen com a objectiu aconseguir que el moviment i la potència produïts per un element motor arribin als diferents elements d'una màquina.

La transmissió de moviment es pot fer mitjançant: **rodes de fricció, corretges, cadenes i engranatges.**

Els mecanismes de transmissió s'encarreguen de transmetre moviments de gir entre arbres¹ distants. Estan formats per un arbre motor (**conductor**), un arbre resistent (**conduït**) i altres elements intermedis, que depenen del mecanisme particular. Una manovella o un motor fan la força necessària per provocar la rotació de l'arbre motor.

Les diferents peces del mecanisme transmeten aquest moviment a l'arbre resistent, solidari als elements que fan el treball útil.

El mecanisme es dissenya per tal que les velocitats de gir i els moments de torsió implicats siguin els desitjats, d'acord amb una relació de transmissió determinada.



1. Relació de transmissió

En un sistema de transmissió de moviment, es defineix la relació de transmissió del mecanisme com el quocient de les velocitats de gir dels arbres :

$$i = \frac{\omega_{\text{resistent}}}{\omega_{\text{motor}}}$$

i: relació de transmissió

$\omega_{\text{resistent}}$: velocitat de gir a l'arbre resistent

ω_{motor} : velocitat de gir a l'arbre motor

¹ **Arbre:** és aquella peça, generalment cilíndrica, capaç de transmetre un moviment circular i, per tant, també un moment o parell motor.

Aquesta magnitud, per definició, no té dimensions. Quan la relació de transmissió és més gran que 1, l'arbre resistent gira més ràpidament que el motor, i es diu que el sistema és multiplicador. El moment de torsió, però, és més petit. Quan passa el contrari, el sistema s'anomena reductor. A més de determinar les velocitats de gir, la relació de transmissió permet augmentar el moment resistent per a una potència determinada de l'arbre motor.

En el disseny d'un mecanisme, s'ajusten les formes i mides dels diferents components per tal de garantir la relació de transmissió que es desitja.

2. Transmissió mitjançant rodes de fricció

El mecanisme està format per dues rodes en contacte directe, a una certa pressió. La vora de les rodes està feta d'un material especial, de manera que la transmissió de moviment es produeix per fregament entre les dues rodes. Els reproductors d'àudio i vídeo utilitzen rodes de fricció per facilitar l'avanç de la cinta.

Si les rodes són exteriors, giren en sentit invers l'una de l'altra. No és aconsellable utilitzar aquest mecanisme quan s'han de transmetre potències elevades, ja que hi podria haver pèrdues si les rodes llisquen. A més, el material que produeix el fregament es desgasta amb l'ús.



La relació de transmissió ve donada segons l'expressió:

$$i = \frac{D_{\text{conductora}}}{D_{\text{conduïda}}}$$

on

i : relació de transmissió
 $D_{\text{conductora}}$: diàmetre de la roda conductora
 $D_{\text{conduïda}}$: diàmetre de la roda conduïda

En aplicar aquesta fórmula, si les rodes són troncocòniques, cal prendre els diàmetres en seccions de les dues rodes que estiguin en contacte.

Activitat 1: En un sistema de politges, el diàmetre de la politja 1 és de 10 cm, i el diàmetre de la politja 2 és de 15 cm. Quina serà la velocitat en la politja 1 si en la politja 2 és de 20 rpm?

Activitat 2: Si en un sistema de politges volem incrementar la velocitat 15 vegades, quin serà el diàmetre de la politja 2, si la primera politja té un diàmetre de 60 cm?

3. Transmissió per corretja

La transmissió per corretja es fa mitjançant dues politges col·locades en eixos situats a una certa distància i unides per una corretja tancada, de manera que en girar una de les politges (**conductora**) s'arrossega de forma contínua l'altra (**conduïda**).

La corretja es pot col·locar oberta o creuada. La corretja oberta produeix un gir de les dues politges en el mateix sentit, mentre que la creuada fa que les politges girin en sentit contrari.



El mecanisme està format per dues rodes simples acanalades, de manera que es poden connectar mitjançant una cinta o corretja tensa. El dispositiu permet transmetre el moviment entre arbres distants, de manera poc sorollosa. La corretja, però, pateix un desgast important amb l'ús i pot arribar a trencar-se. S'ha de tirar bé, mitjançant un carril o un corró tensor, per evitar que llisqui provocant variacions de la relació de transmissió.

No és un mecanisme que s'utilitzi gaire quan es tracta de transmetre potències elevades. Les màquines de cosir solen utilitzar politges.

Cada roda acanalada es caracteritza pel seu diàmetre (cal tenir en compte el gruix del canal).

La relació de transmissió ve donada segons l'expressió:

$$i = \frac{D_{\text{conductora}}}{D_{\text{conduïda}}}$$

on

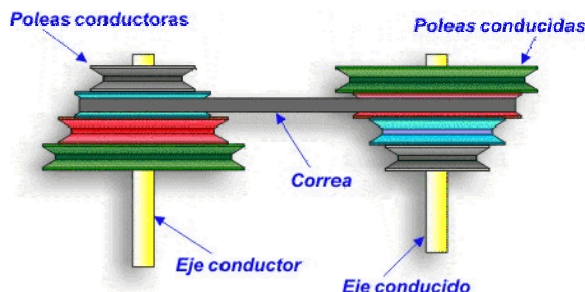
i: relació de transmissió
D_{conductora}: diàmetre de la roda conductora
D_{conduïda}: diàmetre de la roda conduïda

Activitat 3: Dibuixa la corretja que uneix les dues politges en els sistemes de baix, de tal manera que la politja 2 es mogui tal i com indica la fletxa.



4. Mecanisme de con escalonat de politges

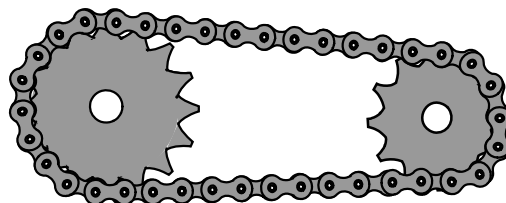
Un mecanisme de con escalonat de politges és un sistema de transmissió format per un grup de politges ordenades per la mida del diàmetre (de més gran a més petit) i muntades en un eix (eix motriu), que estan enfrontades a un altre grup de politges idèntic col·locat en posició inversa i en un eix paral·lel al primer (eix conduït).



Com que la longitud de la corretja és invariable, la suma dels diàmetres de les politges enfrontades ha de ser sempre la mateixa.

5. Transmissió per cadena

Quan s'ha de transmetre un gir entre arbres distants, tot i variant la relació de transmissió, es pot utilitzar aquest mecanisme. Les dues rodes dentades es comuniquen mitjançant una cadena o una corretja dentada tensa. Quan s'utilitza una cadena el mecanisme és força robust, però més sorollós i lent que un de politges.



Totes les bicicletes incorporen una transmissió per cadena.



Els corrons rotatius de la cadena estan units mitjançant baules i, depenent del nombre de fileres, engranen amb una o varies dents de les rodes.

En algunes màquines, la roda més petita se sol anomenar **pinyó**, i la roda més gran **plat**. En ocasions, la cadena pot quedar solta i la transmissió es perd. Utilitzant aquest mecanisme s'aconsegueix que totes dues rodes girin en el mateix sentit. Pel que fa a la relació de transmissió:

$$i = \frac{Z_{\text{conductora}}}{Z_{\text{conduïda}}}$$

on

i: relació de transmissió

Z_{conductora}: nombre de dents de la roda conductora

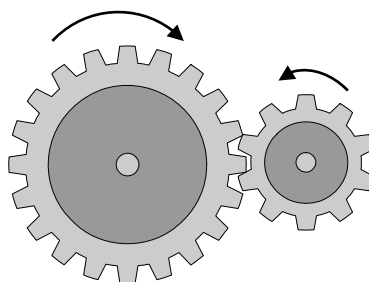
Z_{conduïda}: nombre de dents de la roda conduïda

6. Transmissió per engranatges

El mecanisme està format per més de dues rodes dentades simples, que engranen.

En el programa ens referim al cas més senzill, en què només hi ha tres rodes. La roda motriu transmet el gir a una roda intermèdia, que sovint s'anomena roda boja o engranatge boig. Finalment, el gir es transmet a la roda solidària a l'arbre resistent.

Aquesta disposició permet que l'arbre motor i el resistent girin en el mateix sentit. També permet transmetre el moviment a arbres una mica més separats. Hi ha trens d'engranatge a l'interior dels rellotges mecànics.

 $Z_1 = 20$ $Z_2 = 10$ 

Per exemple, una relació de transmissió de 1:2, vol dir que amb el temps que l'engranatge 1 fa una revolució, l'engranatge 2 en fa 2. Per aconseguir aquest objectiu, el nombre de dents de l'engranatge 1 (Z_1) ha de ser el doble del nombre de dents de l'engranatge 2 (Z_2)

Per tant la relació de transmissió serà:

$$i = \frac{Z_{\text{conductora}}}{Z_{\text{conduïda}}}$$

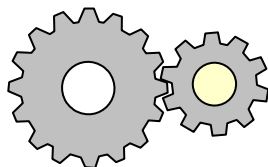
on

i: relació de transmissió

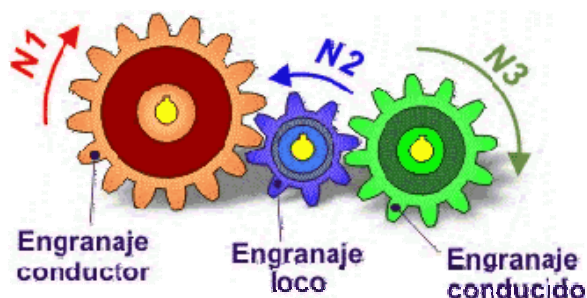
$Z_{\text{conductora}}$: nombre de dents de la roda conductora

$Z_{\text{conduïda}}$: nombre de dents de la roda conduïda

Activitat 4: Si en un sistema d'engranatges com el que mostra el dibuix, el primer té una velocitat de 300 rpm. Quina serà la velocitat de la segona?



Col·locant una roda addicional (anomenada roda intermèdia o engranatge boig) entre la motriu i la conduïda s'aconsegueix que la roda motriu i la conduïda girin en el mateix sentit.



La relació de transmissió ve determinada pel producte dels dos engranatges que té el mecanisme, de manera que:

$$i_{1 \rightarrow 3} = i_{1 \rightarrow 2} \cdot i_{2 \rightarrow 3}$$

on

$i_{1 \rightarrow 3}$: relació de transmissió del mecanisme

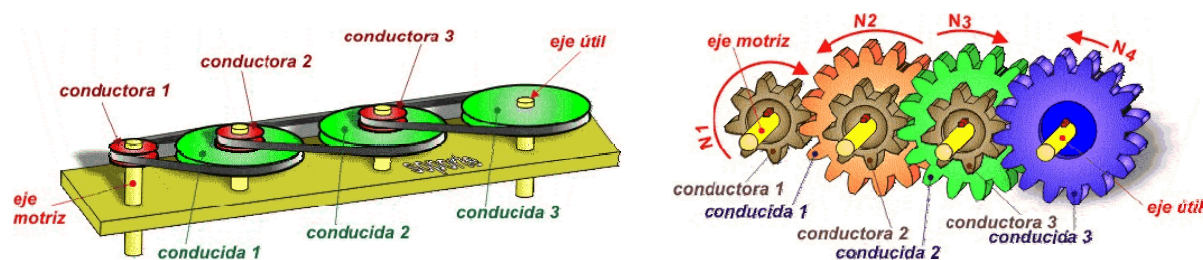
$i_{1 \rightarrow 2}$: relació de transmissió entre les rodes 1 i 2

$i_{2 \rightarrow 3}$: relació de transmissió entre les rodes 2 i 3

És immediat comprovar, a partir d'aquesta expressió, que l'engranatge boig no té cap influència en la relació de transmissió del sistema, i que simplement actua com a intermediari entre les rodes extremes.

7. Transmissió composta

En un sistema de transmissió composta intervenen més de dos arbres o eixos de transmissió. En una transmissió composta, en cada eix intermediari hi ha muntades dues rodes o dues politges: una que el connecta amb l'eix motriu i una altra que el connecta amb l'eix següent, el qual arrossega.



En un sistema de N politges es complirà:

$$\frac{n_1}{n_N} = \frac{d_2 \cdot d_4 \cdot d_6 \cdot \dots \cdot d_N}{d_1 \cdot d_3 \cdot d_5 \cdot \dots \cdot d_{N-1}}$$

$$\frac{\text{Velocitat de la politja motriu}}{\text{Velocitat de la politja de sortida}} = \frac{\text{Producte dels diàmetres de les politges conduïdes}}{\text{Producte dels diàmetres de les politges conductores}}$$

Per a la transmissió composta amb engranatges, només s'han de substituir els diàmetres de les politges pel nombre de dents de les rodes.

8. Mecanismes de transformació

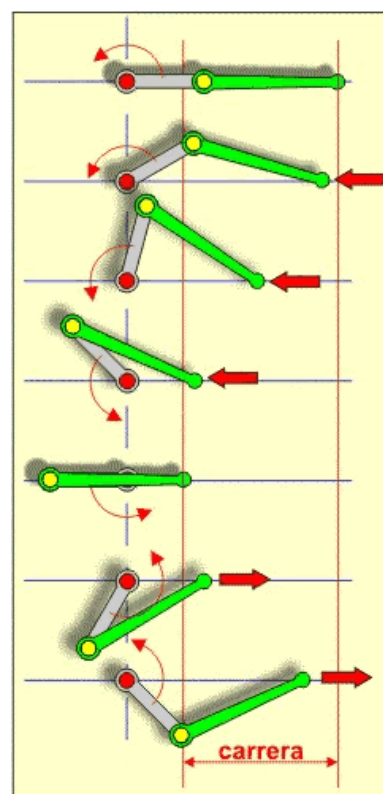
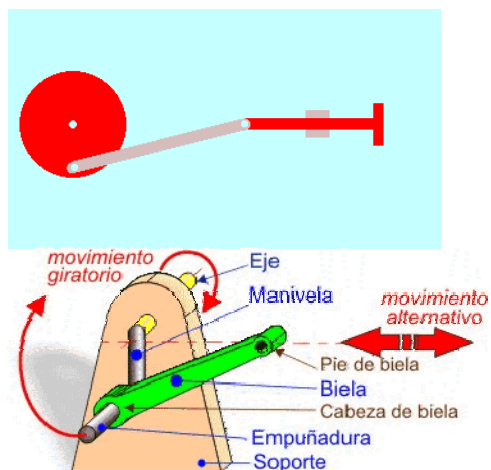
Els mecanismes de transformació s'encarreguen de convertir moviments rectilinis (lineals) en moviments de rotació (gir), o a la inversa. Amb un disseny adient dels elements del sistema, es poden aconseguir les velocitats lineals o de gir desitjades.

Sota aquest punt de vista, els mecanismes de transformació es poden entendre també com a mecanismes de transmissió. Tot i això, no se'ls pot associar una relació de transmissió com a tal.

Els mecanismes de transformació que estudiarem seran:

- Biela - manovella
- Cargol - femella
- Lleva
- Pinyó – cremallera

Biela-manovella:



En aquest mecanisme, el moviment rotatori d'una manovella o cigonyal força el moviment rectilini, alternatiu, d'un pistó o èmbol. Una biela fa de lligam entre les dues peces. Amb l'ajut d'una empenya inicial o un volant d'inèrcia, el moviment alternatiu del pistó es converteix en moviment circular de la manovella. El moviment rectilini és possible gràcies a una

guia o un cilindre, dins del qual es mou. Aquest mecanisme s'utilitza en els motors de molts vehicles.

El recorregut màxim que pot efectuar el pistó s'anomena cursa del pistó. Els punts extrems del recorregut corresponen a dues posicions diametralment oposades de la manovella. Per tant, el braç de la manovella (distància de l'eix al punt d'unió amb la biela) equival a la meitat de la cursa del pistó.

El pistó fa dues curses completes per cada volta de la manovella, de manera que la relació entre velocitats és

$$V_m = 2 \cdot w \cdot R / p$$

on

V_m : velocitat mitja del pistó
 w : velocitat de gir de la manovella
 R : braç de la manovella

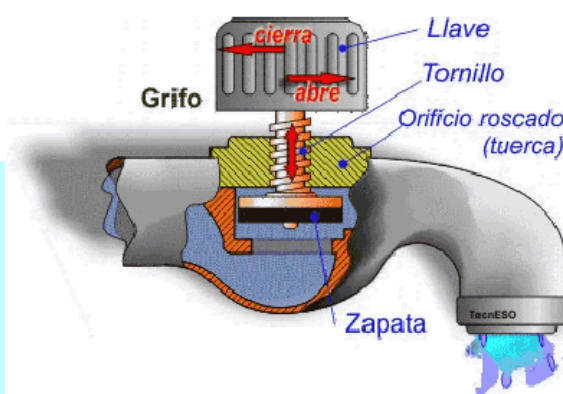
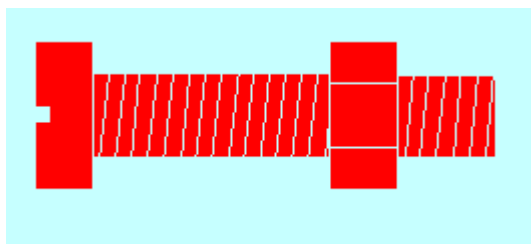
El càlcul de la velocitat màxima que adquireix el pistó és més complicat, i depèn bàsicament de la longitud de la biela. Quan la biela és bastant més gran que el braç de la manovella, la màxima velocitat es produeix aproximadament a mig recorregut, i pren per valor

$$V_M = w \cdot R$$

on

V_M : velocitat màxima del pistó

Cargol–Femella:



El gir d'un cargol al voltant del seu eix produeix un moviment rectilini d'avanç, que l'apropa o el separa de la femella, fixa. Alternativament, una femella mòbil pot desplaçar-se de la mateixa manera al llarg d'un cargol o fusell. El mecanisme és capaç d'exercir grans pressions en el sentit d'avanç del cargol. És per això que s'utilitza, per exemple, per construir cargols de banc. Hi ha diferents tipus de cargols i femelles. Un paràmetre característic és el nombre d'entrades o filets (hèlices independents) del cargol. En cargols d'una sola entrada, el pas de rosca del cargol coincideix amb l'avanç del cargol produït quan fa un gir de 360° al voltant del seu eix.

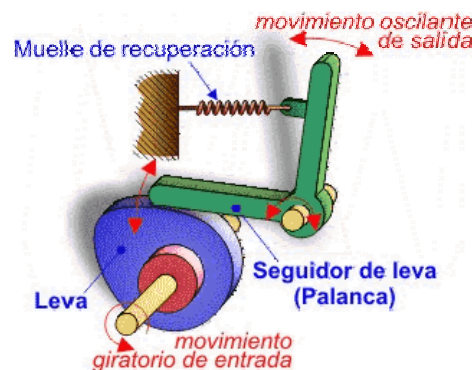
Per tant, les velocitats compleixen la relació

$$V = w p / (2 p)$$

on

V : velocitat d'avanç del cargol
w : velocitat de gir del cargol
p : pas de rosca

Lleva:



La lleixa és un element excèntric que gira solidàriament amb l'arbre motor. En girar, el perfil de la lleixa fa que pugi o baixi un rodeta o un seguidor de lleixa. L'efecte contrari no es produeix. El seguidor pot accionar, directament o indirecta, una vàlvula o qualsevol altre element. Quan es tracta d'obrir i tancar vàlvules de forma sincronitzada, diferents lleixes poden situar-se sobre un únic arbre de lleixes. Aquesta disposició s'utilitza en els motors d'explosió.

El moviment de baixada del seguidor es pot realitzar gràcies al propi pes, però normalment s'utilitza una molla a tal efecte. El recorregut vertical màxim que pot efectuar el seguidor s'anomena cursa del seguidor. Els punts extrems del recorregut corresponen a punts del perfil de la lleixa amb distància màxima (radi major) o mínima (radi menor) respecte a l'eix de gir. El valor numèric de la cursa s'obté restant, del radi major, el radi menor.

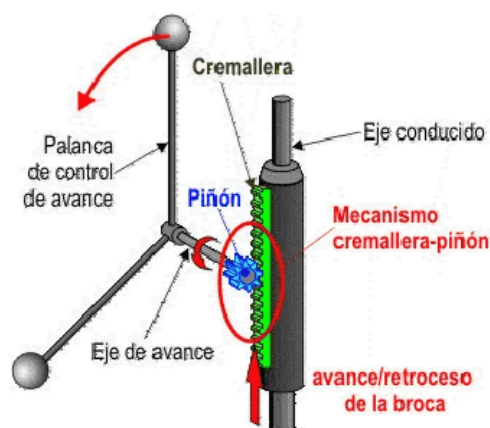
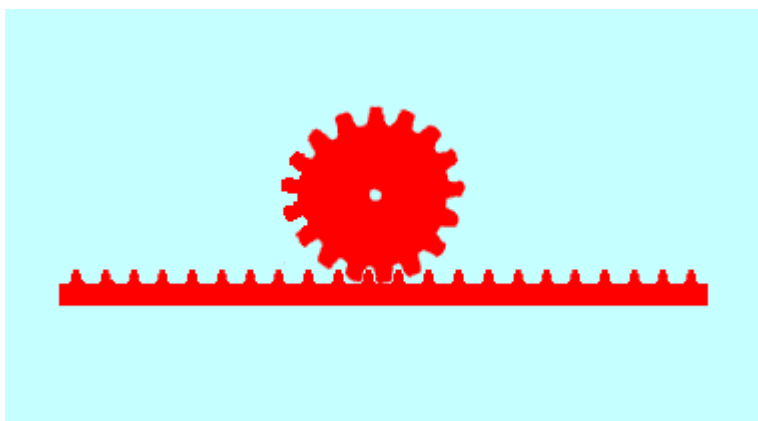
Hi ha perfils de lleva molt diversos, de forma que realitzar el càlcul de la velocitat instantània del seguidor resulta força complicat. Per cada volta de la lleva, el seguidor completa dues curses, de manera que es pot determinar la velocitat mitja mitjançant la fórmula

$$V = w C / p$$

on

V : velocitat mitja del seguidor
w : velocitat de gir de la lleva
C : cursa del rodet de lleva

Pinyó–Cremallera:



Aquest mecanisme transforma el moviment de gir d'una petita roda dentada (pinyó) en l'avanç rectilini i limitat d'una tira dentada o una cremallera. La operació inversa és també possible. És fàcil veure un pinyó - cremallera en les portes de diversos transports públics. El pas del pinyó i el pas de la cremallera (distància entre dues dents veïnes, comptant-hi les valls) ha de coincidir per tal que el mecanisme engrani correctament. El pas es pot calcular a partir de les característiques del pinyó:

$$p = p D / d$$

on

p : pas del pinyó o de la cremallera
D : diàmetre primitiu del pinyó
d : nombre de dents del pinyó

Les velocitats d'ambdós elements estan determinades, fonamentalment, per les dimensions del pinyó. En concret,

$$V = w D / 2$$

on

V : velocitat de la cremallera

w : velocitat de gir del pinyó

ENLLAÇOS:

En les següents enllaços pots veure animacions sobre els mecanismes:

<http://www.animatedworksheets.co.uk/webgate.html>

<http://www.edu.xunta.es/contidos/premios/p2004/b/mecanismos/>

<http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1123>

<http://www.flying-pig.co.uk/mechanisms/>