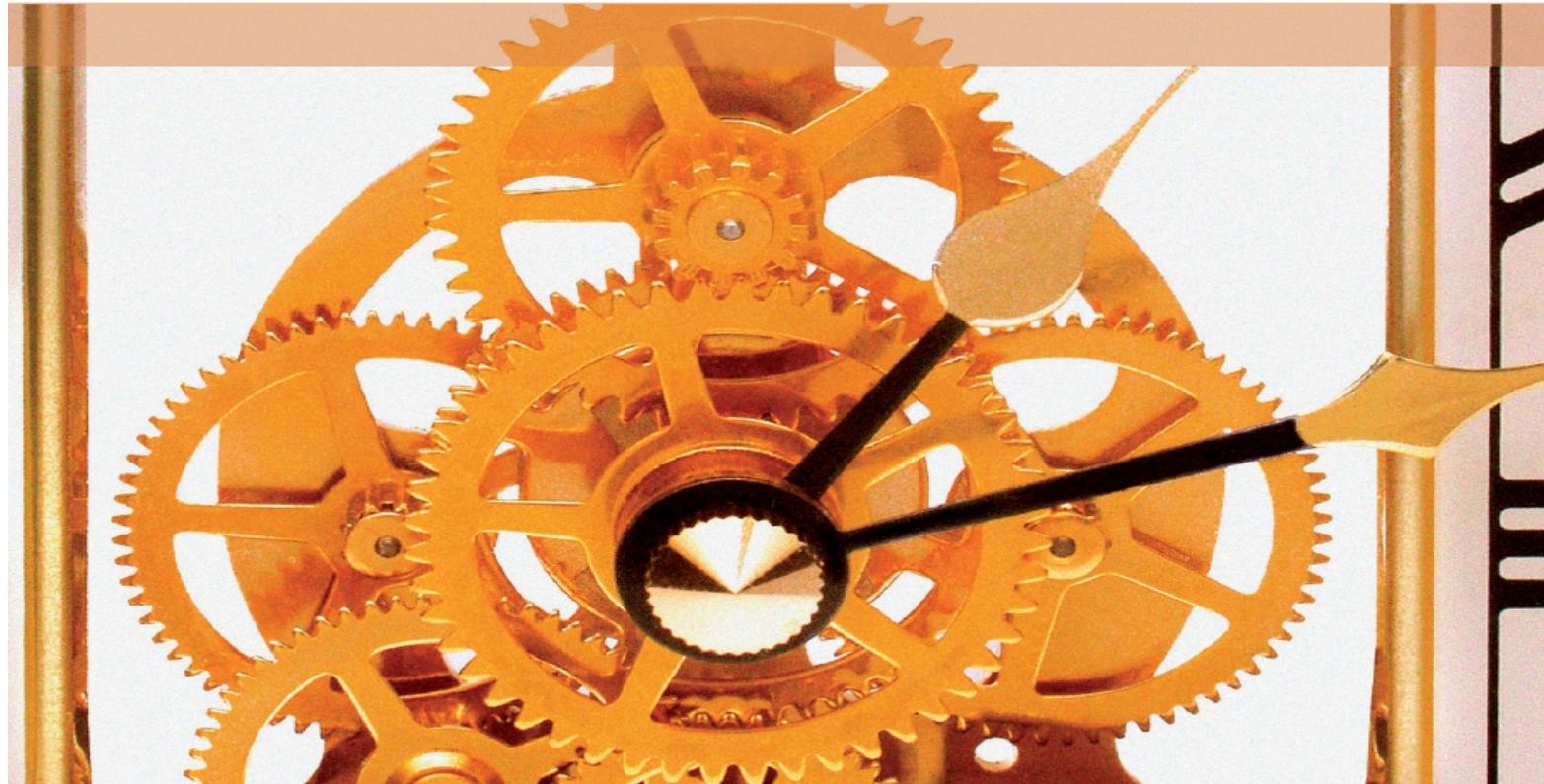


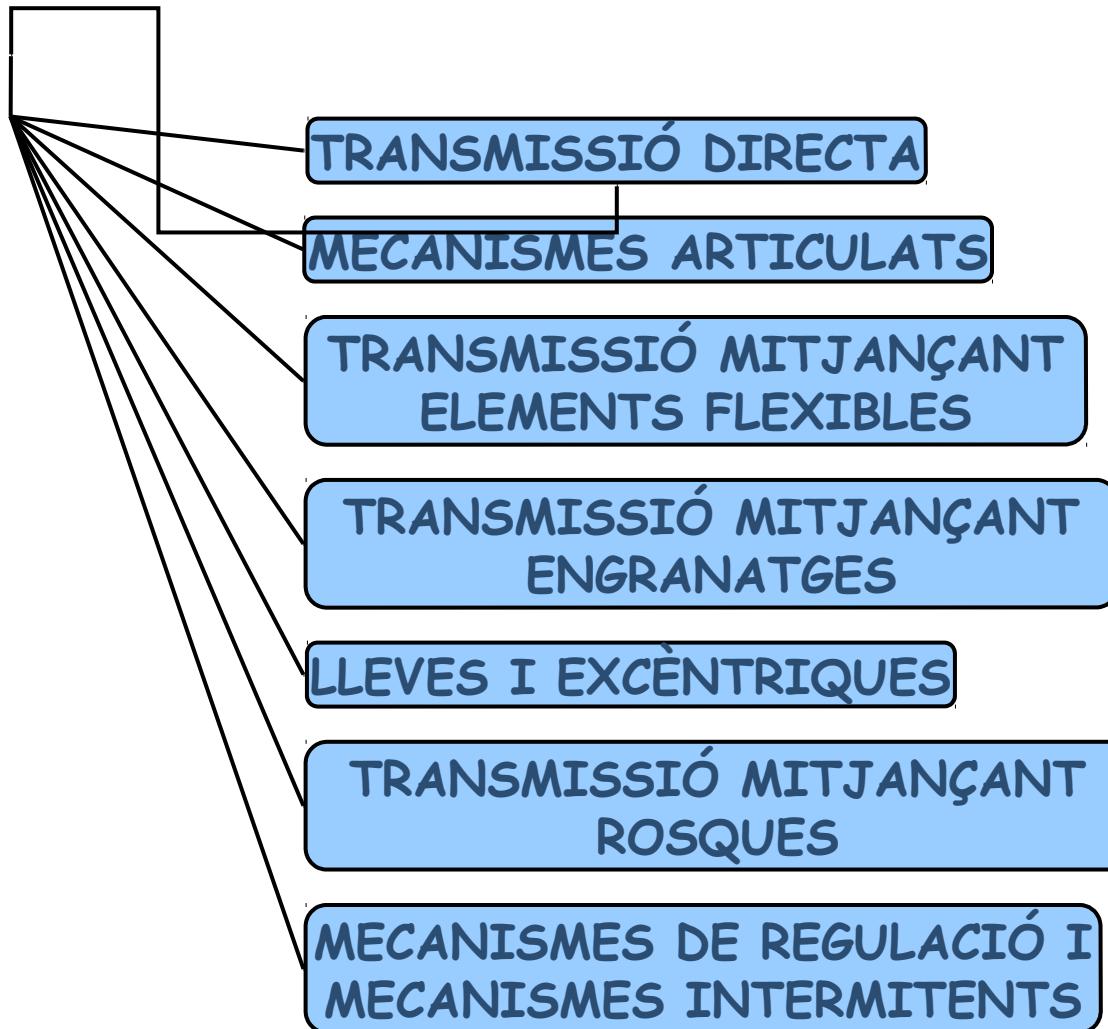
MECANISMES DE TRANSMISSIÓ DEL MOVIMENT

Els mecanismes tenen una gran importància dins el món de la tecnologia. Sabries anomenar-ne uns quants i dir-ne la funció?

A l'ESO vas començar a estudiar els engranatges; recordes de quins tipus n'hi ha?
Saps què és una transmissió?



MECANISMES DE TRANSMISSIÓ DE MOVIMENT



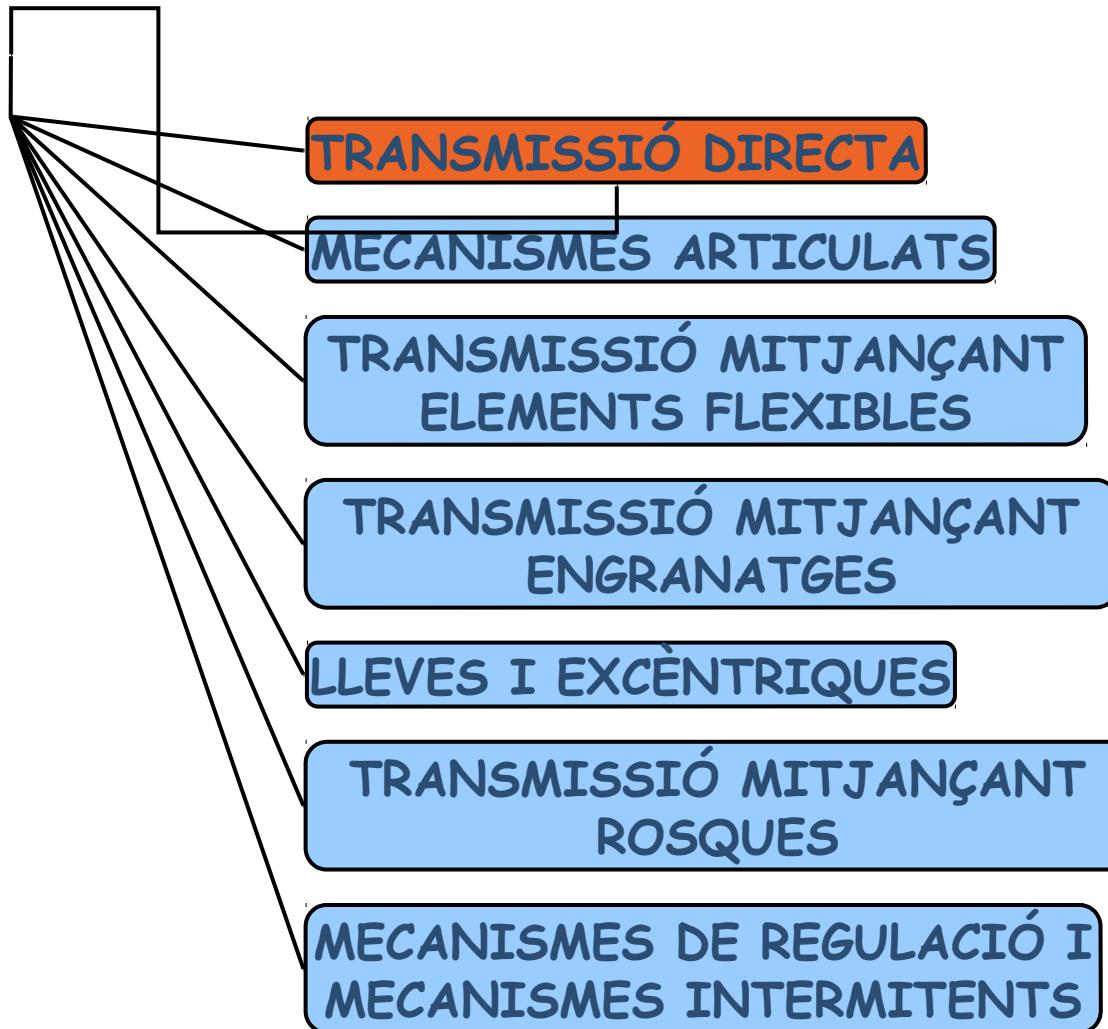
MECANISMES DE TRANSMISSIÓ DE MOVIMENT

Els mecanismes de transmissió de moviment són els elements que transmeten el moviment des de la font d'energia original fins al seu destinatari.

Ex: en un cotxe, el mecanisme de transmissió seria tot el conjunt d'elements que transmeten l'energia produïda en el motor fins a les rodes. Aquests elements serien: l'embragatge, la caixa de canvis, i els elements d'unió corresponents i les rodes.

Tot i que els mecanismes de transmissió de moviment es poden considerar màquines, ja que no es pot transmetre moviment sense transmetre alhora forces, nosaltres els considerarem com a parts o conjunts mecànics d'una màquina, els quals tenen com a funció bàsica transmetre el moviment modificant-ne el valor o la forma.

MECANISMES DE TRANSMISSIÓ DE MOVIMENT



MECANISMES DE TRANSMISSIÓ DIRECTA

S'utilitzen quan cal efectuar una transmissió directa. Els tipus de mecanismes més usuals són:

- ARBRES I EIXOS
- ACOBLAMENTS
 - ACOBLAMENTS RÍGIDS
 - ACOBLAMENTS FLEXIBLES
 - ACOBLAMENTS MÒBILS
 - JUNTA UNIVERSAL O CARDAN
 - LIMITADORS DE PARELL

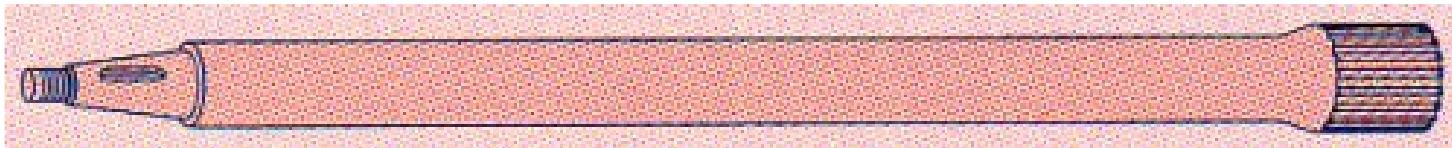
ARBRES I EIXOS

MECANISMES DE
TRANSMISSIÓ DIRECTA

Són dispositius giratoris que s'utilitzen quan es vol transmetre el moviment circular d'una peça a una altra o, simplement, com a suport.

ARBRE

És aquella peça, generalment cilíndrica, capaç de transmetre un moviment circular i, per tant, també un moment o parell motor.



Ex₁: El palier d'un automòbil és un arbre que transmet el moviment des del diferencial fins a les rodes.

Ex₂: La unió entre les rodes motrius d'un cotxe amb l'arbre que les sosté.

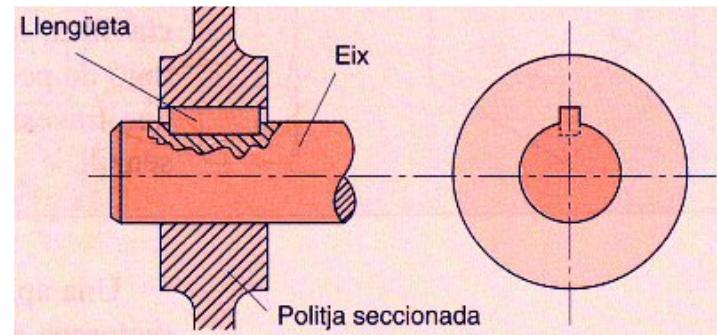
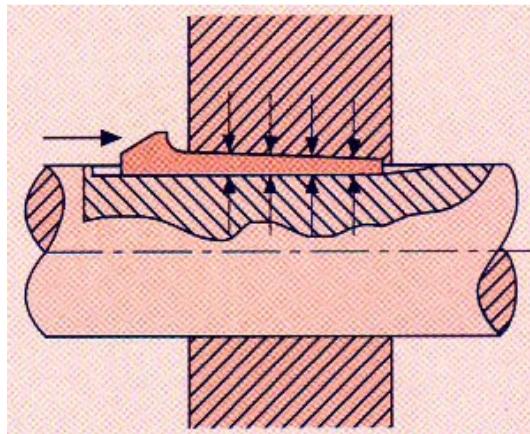


ARBRES I EIXOS

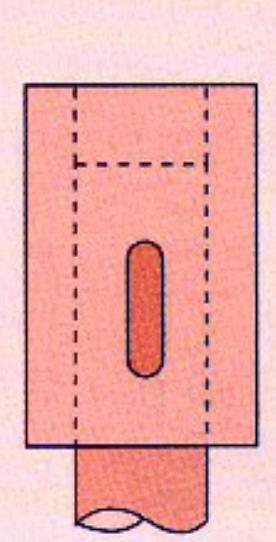
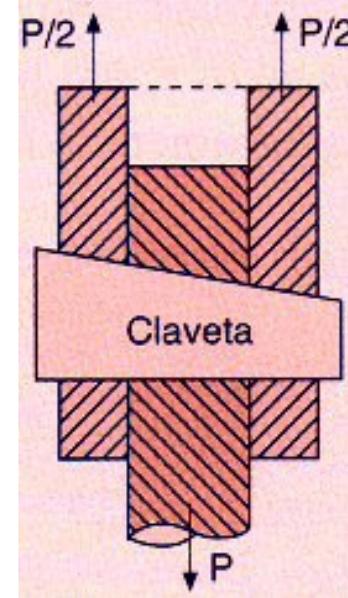
MECANISMES DE
TRANSMISSIÓ DIRECTA

Les unions dels els arbres amb els elements que fan girar, com ara politges o rodes, es poden dur a terme amb diferents sistemes, com ara:

- Sistemes d'entalla - claveta longitudinal



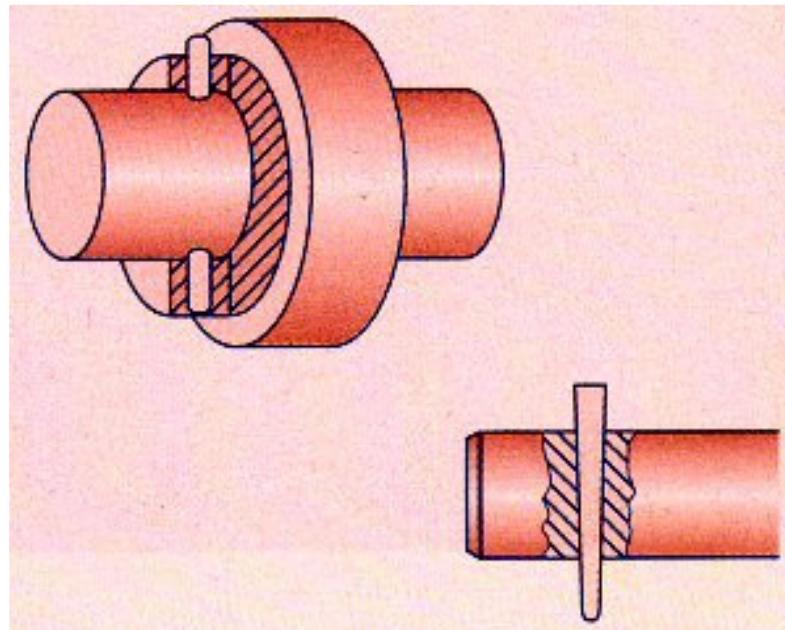
- Sistemes d'entalla - claveta transversal



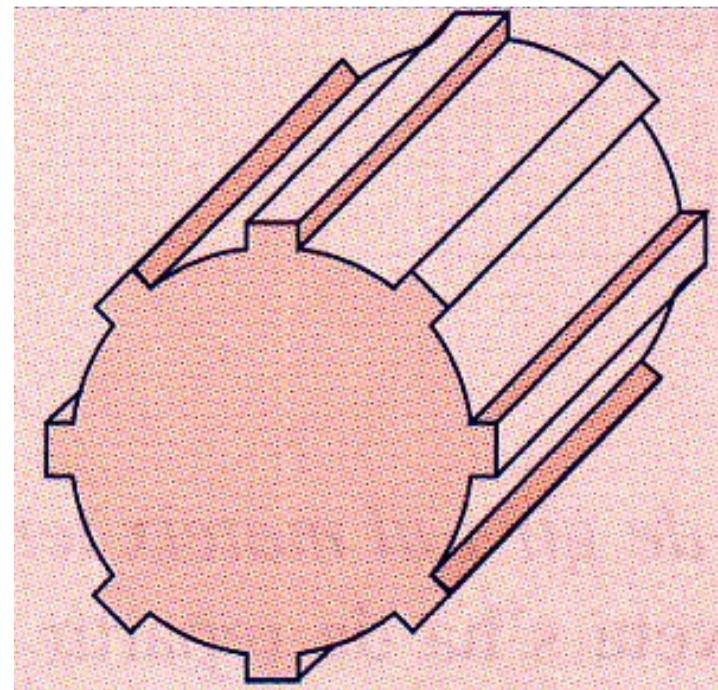
ARBRES I EIXOS

MECANISMES DE
TRANSMISSIÓ DIRECTA

- Sistemes de passadors



- Sistemes d'eix estriat



ARBRES I EIXOS

MECANISMES DE
TRANSMISSIÓ DIRECTA

EIX

És aquella peça, generalment cilíndrica, sobre la qual giren unes altres peces o un conjunt mecànic (però l'eix no gira). Normalment entre l'eix i les peces que giren sol haver-hi coixinets.

Ex₁: La unió entre les rodes no motrius d'un cotxe amb l'arbre que les sosté.

En aquest quadre podem veure, en resum, les diferències entre els arbres i els eixos:

	Transmet PARELL MOTOR	Sotmès a TORSIÓ	Sotmès a FLEXIÓ	Sotmès a CISALLA
ARBRE	✓	✓	✓	✓
EIX	✗	✗	✓	✓

ACOBLAMENTS

MECANISMES DE
TRANSMISSIÓ DIRECTA

Ens permeten unir dos eixos o arbres que es troben alineats directament sense modificar gens la velocitat ni el moment.

Ex₁: eix d'un motor en la seva entrada a la caixa reductora de velocitat.

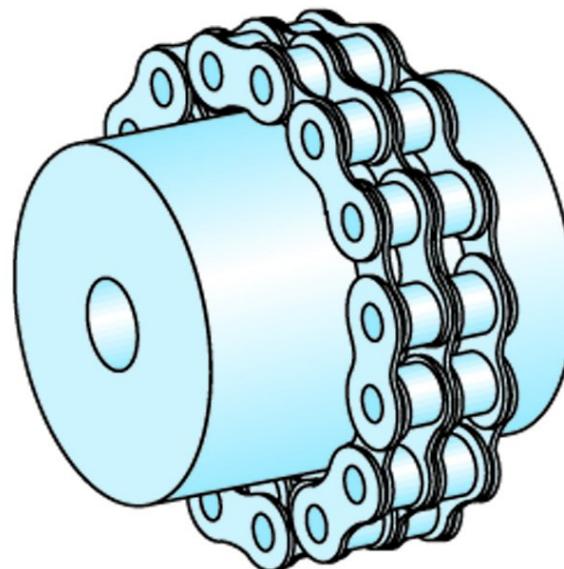
Ex₂: eix d'un motor unit a un alternador en una central elèctrica.

Existeixen diferents tipus d'acoblaments entre els que podem destacar:

ACOBLAMENT RÍGID

Els arbres o eixos que s'uneixen amb peces metà·liques rígides que es fixen mitjançant cargols amb un sistema de brides o mitjançant cadenes evolvents.

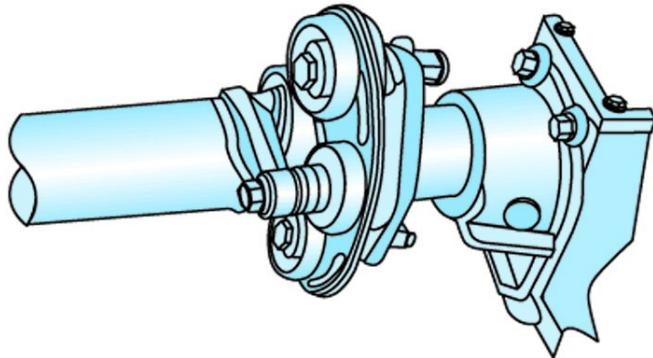
En aquests casos és condició indispensable que els dos eixos estiguin perfectament alineats, ja que si no ho estan es poden produir trencaments.



ACOBLAMENTS

MECANISMES DE
TRANSMISSIÓ DIRECTA

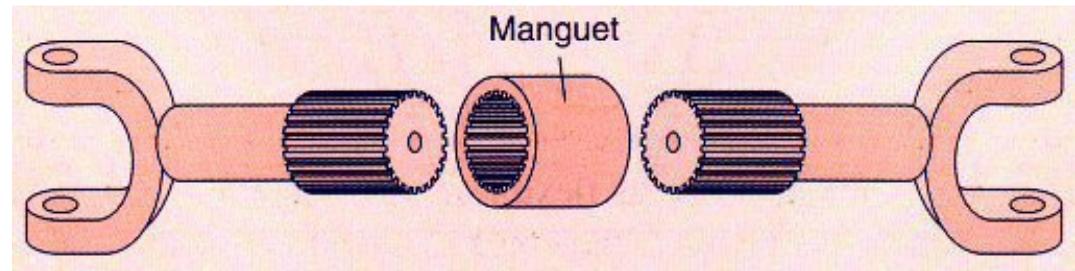
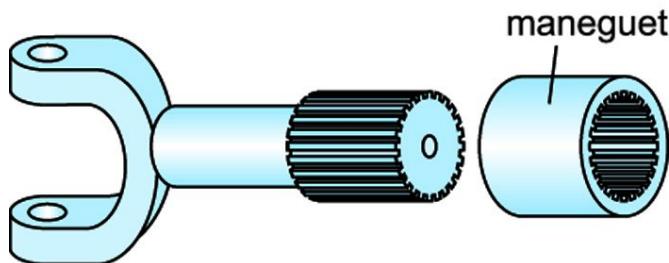
ACOBLAMENT FLEXIBLE



Es realitza mitjançant una junta elàstica de goma o cauixú, que permet una certa tolerància en l'alignació dels eixos, al mateix temps que pot absorbir vibracions.

ACOBLAMENT MÒBIL

S'utilitza quan la separació entre els arbres o eixos a unir ha de ser variable. En aquest cas els arbres solen ser estriats i entre ells s'acobla un maniguet també estriat, que permet el desplaçament lateral i la transmissió del moment torçor.

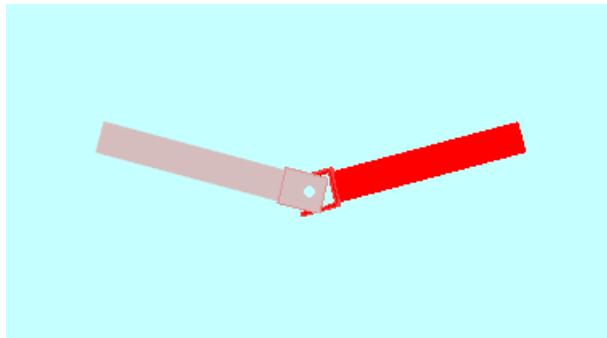


ACOBLAMENTS

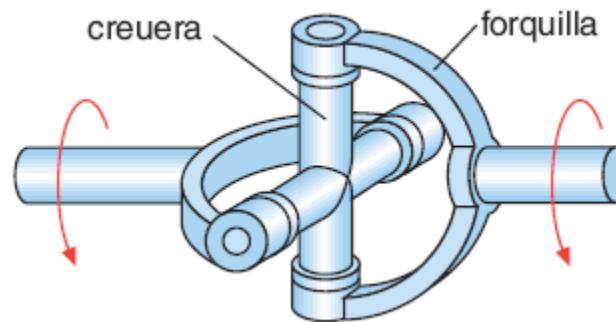
MECANISMES DE
TRANSMISSIÓ DIRECTA

JUNTA UNIVERSAL O CARDAN

S'utilitza quan cal transmetre un moment torçor entre dos elements rotatoris, els eixos dels quals no estan alineats i es tallen.



Aquesta unió es realitza mitjançant un element anomenat *la creuera*, sobre la qual s'acoblen *les forquilles* que val al final de cadascun dels dos arbres.



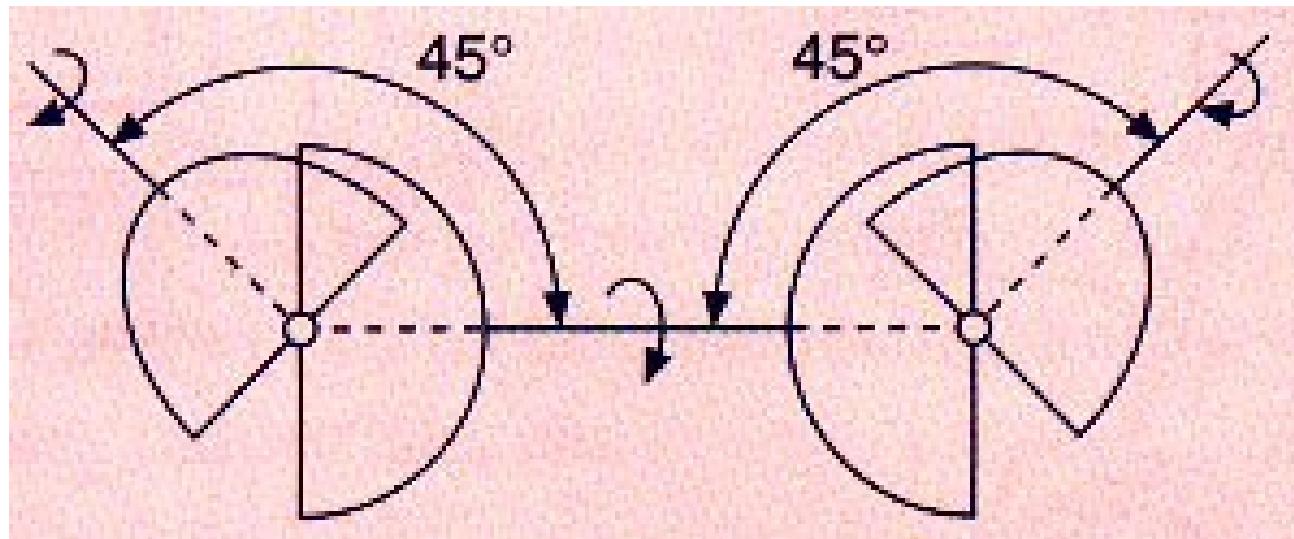
ACOBLAMENTS

MECANISMES DE
TRANSMISSIÓ DIRECTA

JUNTA UNIVERSAL O CARDAN

L'angle màxim de tall dels dos arbres és de 45° i no existeix modificació de la velocitat de rotació ni del moment torçor entre els dos arbres.

Si l'angle de tall entre els 2 eixos supera els 45° cal utilitzar més d'una junta.



ACOBLAMENTS

MECANISMES DE
TRANSMISSIÓ DIRECTA

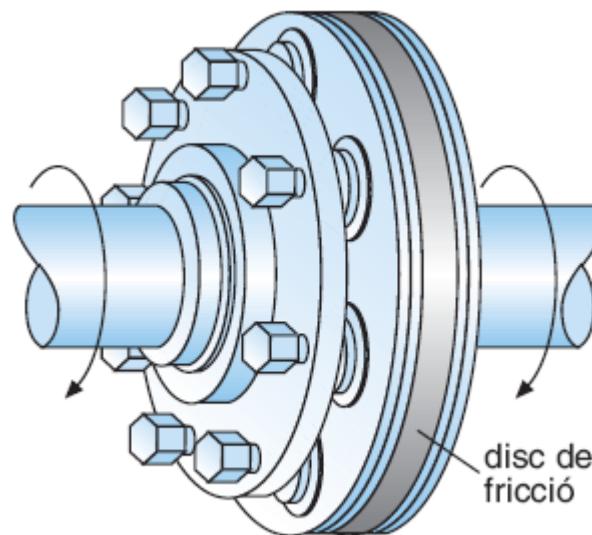
LIMITADOR DE PARELL

S'utilitza quan cal efectuar una transmissió directa d'un arbre a un altre, però limitant el moment torçor o parell de la transmissió entre l'un i l'altre. La finalitat d'aquest element és evitar que en cas d'un mal funcionament es pugui malmetre la màquina o mecanisme.

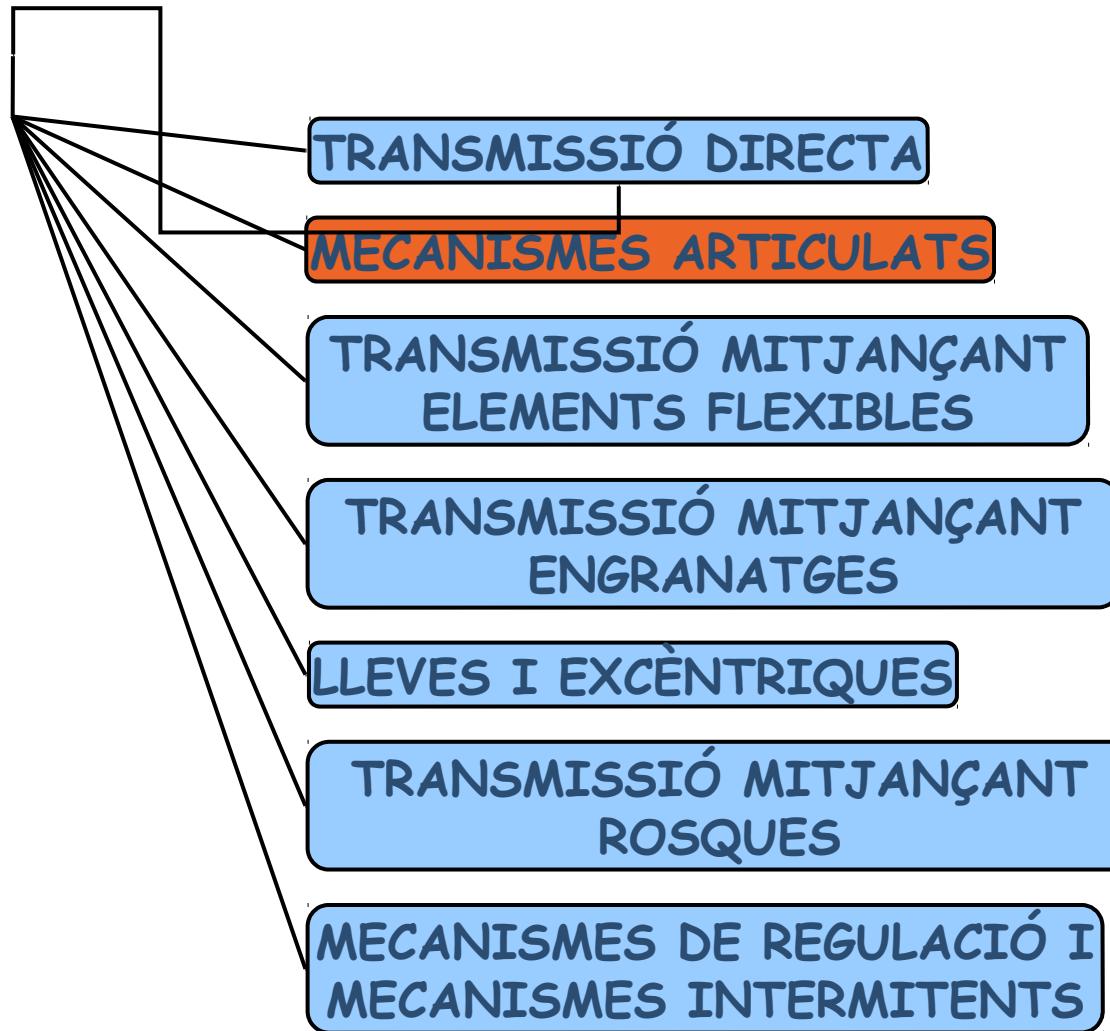
Hi ha bàsicament dos tipus de limitadors de parell:

Discos de fricció: s'acobra entre els dos arbres i, mitjançant una rosca, podem regular la pressió a la que està sotmès. A partir d'un cert valor de moment torçor la unió patina.

Passadors cisallables: es col·loca entre els dos arbres un passador que està calibrat per suportar un determinat esforç de cisallament. Si es supera aquest valor el passador es talla i disconnecta la transmissió.



MECANISMES DE TRANSMISSIÓ DE MOVIMENT

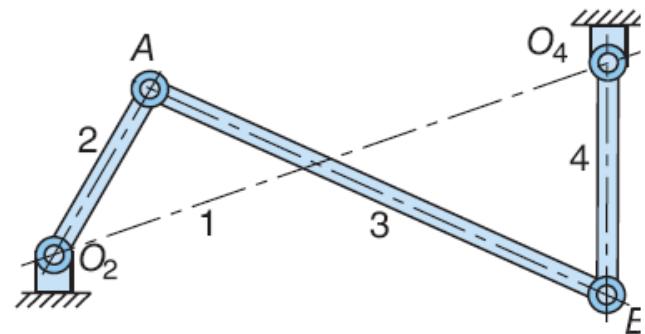
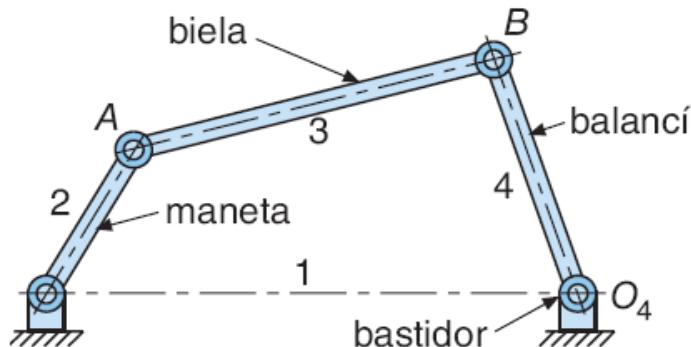


MECANISMES ARTICULATS

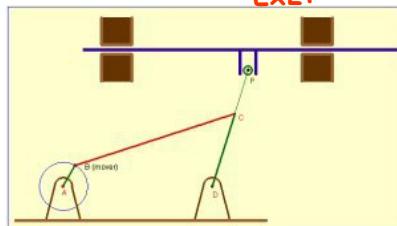
S'utilitzen quan volem convertir un moviment circular en rectilini o a l'inrevés. Els més importants són:

● BARRES ARTICULADES

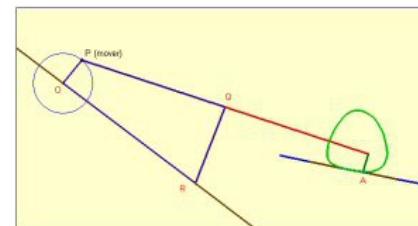
És un mecanisme molt simple, format per baules unides per una sèrie de barres.



Ex₁:



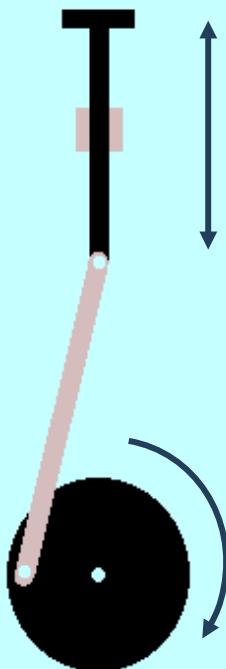
Ex₂:



MECANISMES ARTICULATS

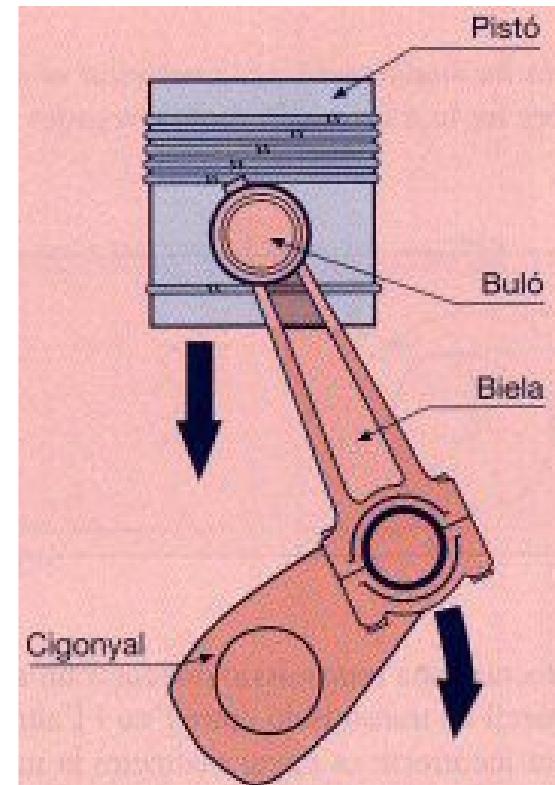
● BIELA - MANETA

Aquest mecanisme transforma el moviment rectilini en circular i a l'inrevés, però tenint en compte que el moviment rectilini és alternatiu.



La **maneta**, anomenada també **cigonyal**, porta acoblat un extrem d'una peça, la **biela**; l'altre extrem d'aquesta es fixa a una altra peça, el **pistó** o **èmbol**, que llisca dins d'una guia o un cilindre. En girar el cigonyal a través de la biela el pistó es mou alternativament amunt i avall.

Movent alternativament endavant i endarrere el pistó també s'aconsegueix fer girar el cigonyal.

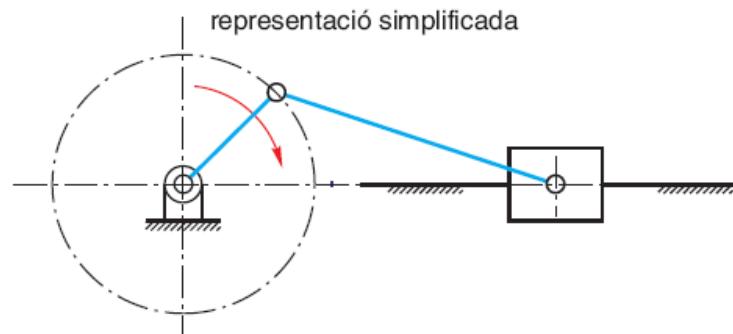
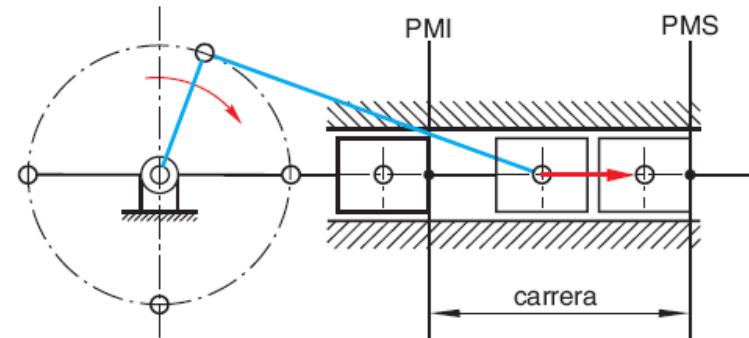
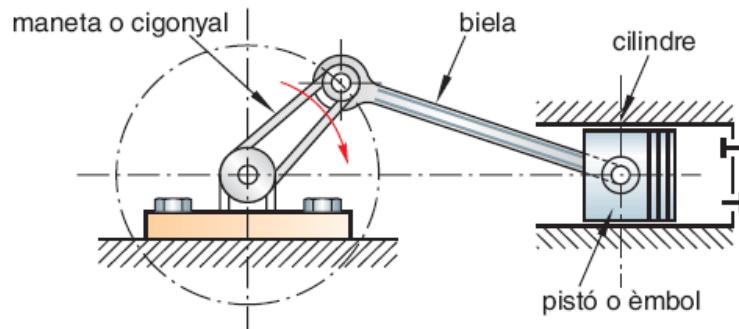


MECANISMES ARTICULATS

● BIELA - MANETA

El pistó doncs té un moviment rectilini alternatiu. Quan es troba en la posició més allunyada del centre de gir del cigonyal es diu que es troba en el **punt mort superior (PMS)** i, en aquest moment, inverteix el seu moviment i comença a recular. Quan es troba en la posició més propera del centre de gir del cigonyal es diu que es troba en el **punt mort inferior (PMI)** i, en aquest moment, deixa de recular i comença a avançar.

La distància que hi ha entre el PMS i el PMI rep el nom de carrera, i correspon al diàmetre de la circumferència de gir del cigonyal.

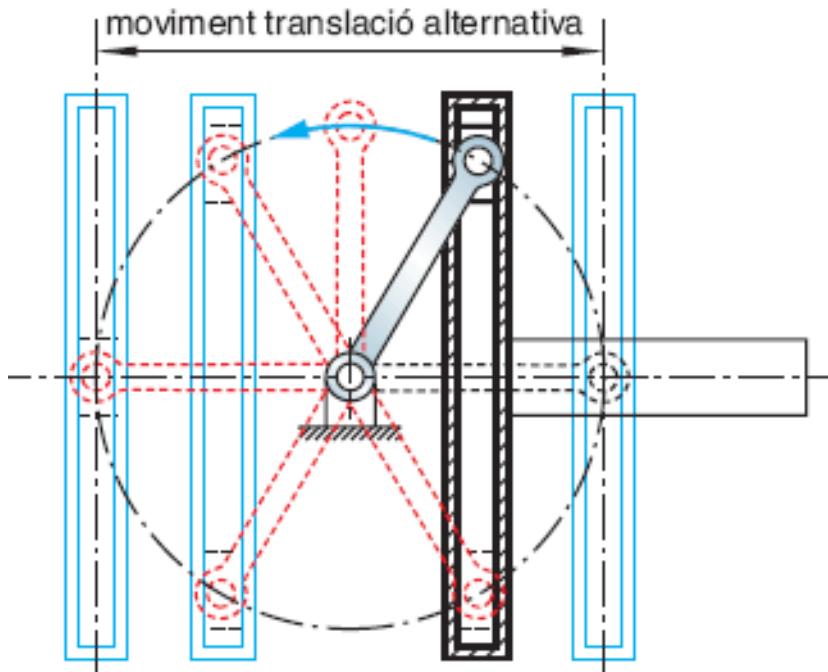


MECANISMES ARTICULATS

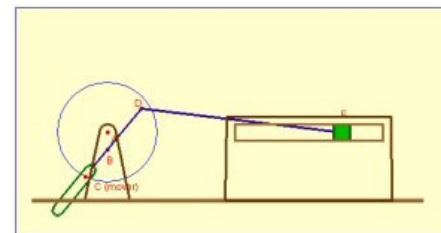
● BIELA INFINITA O JOU ESCOCÈS

És molt similar al mecanisme de biela - maneta, amb l'única diferència que en aquest cas la funció de biela la fa un móbil que es desplaça dins de la baula de la qual obtenim els efectes.

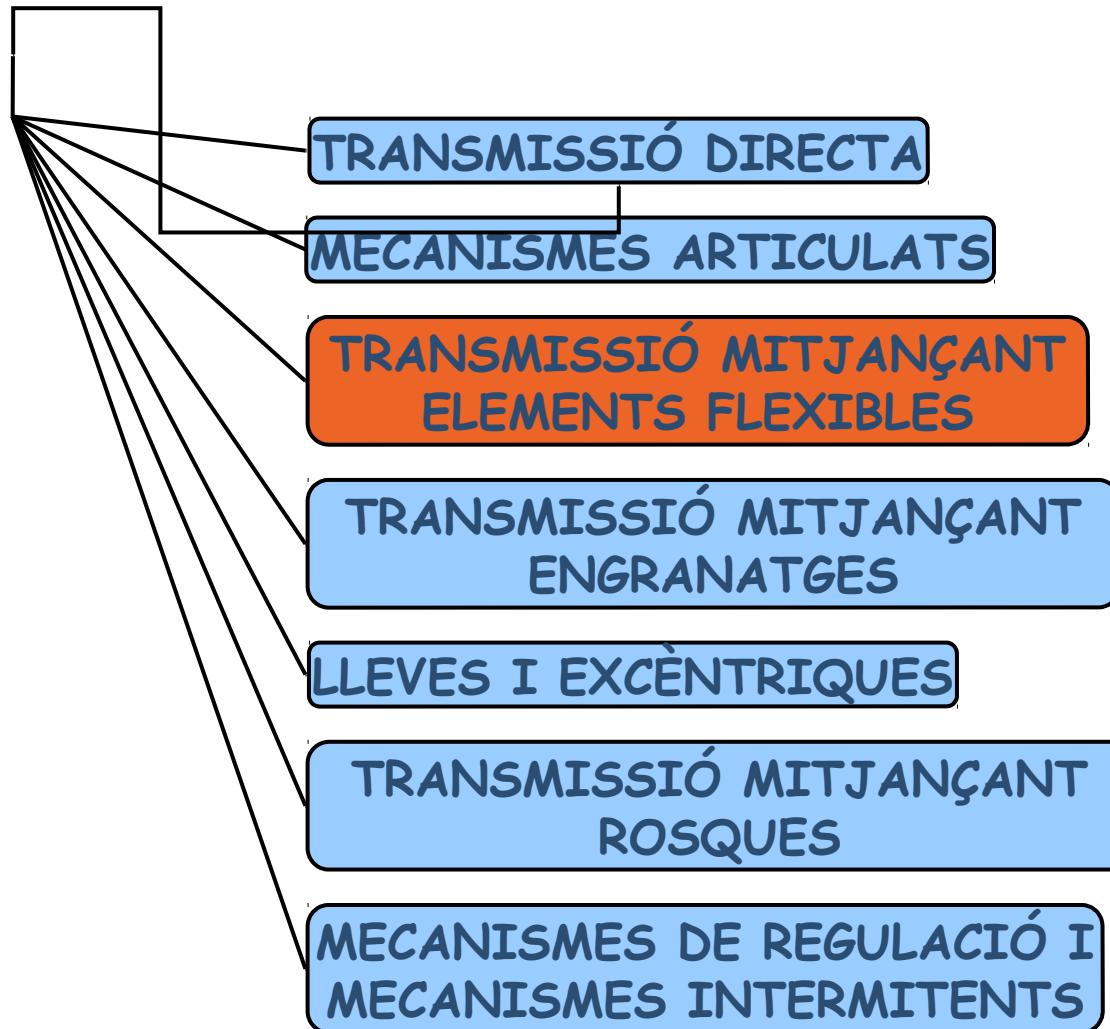
S'utilitzava molt abans, per exemple en antigues màquies de vapor. Actualment ja quasi no s'utilitza.



Ex₁:



MECANISMES DE TRANSMISSIÓ DE MOVIMENT

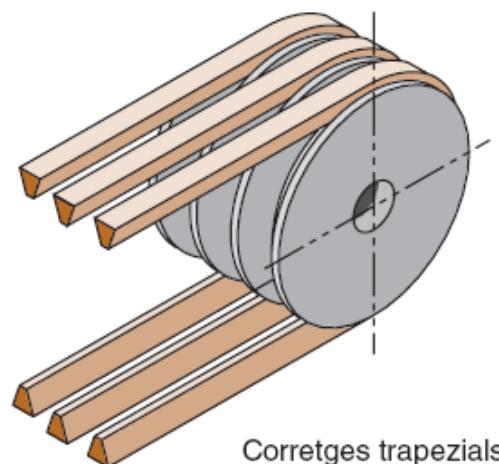


TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ELEMENTS FLEXIBLES

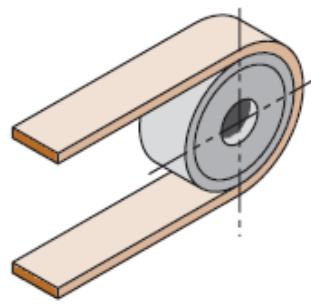
S'utilitzen quan s'ha de transmetre el moviment d'un eix a un altre que es troba a una certa distància del primer. Els tipus de transmissions més usuals són les *transmissions per corretja* i les *transmissions per cadena*.

● TRANSMISSIONS PER CORRETJA

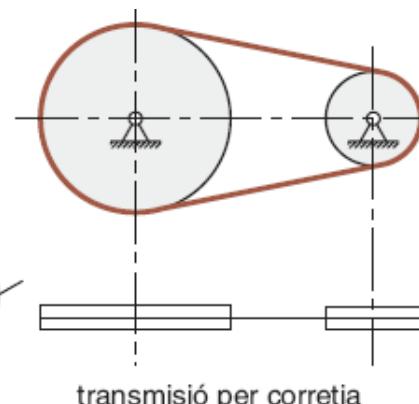
Estan formades per dues politges unides mitjançant un element flexible anomenat corretja.



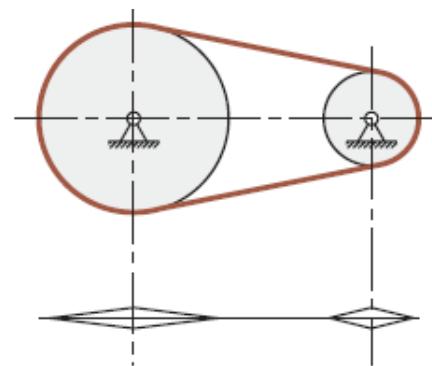
Corretges trapezials



Corretja plana



transmisió per corretja

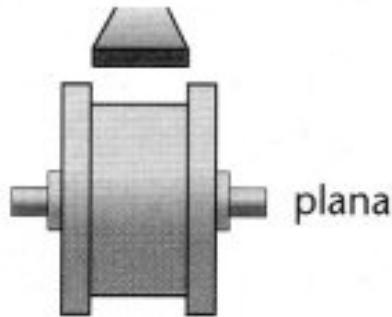


transmisió per cadena

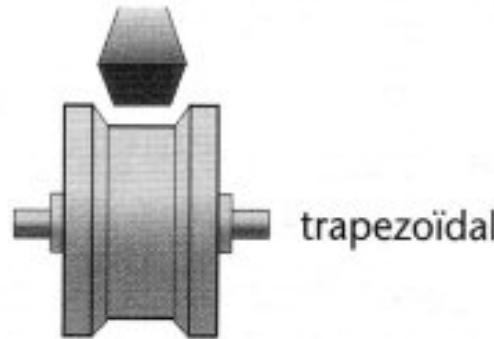
TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ELEMENTS FLEXIBLES

• TRANSMISSIONS PER CORRETJA

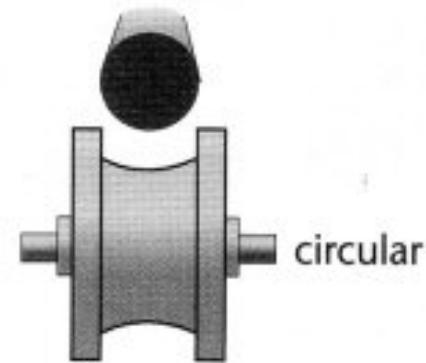
Els principals tipus de corretges són la plana, la circular, la trapezoïdal i la corretja dentada, essent les dues últimes les més emprades.



plana



trapezoïdal



circular



● TRANSMISSIONS PER CORRETJA

TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ELEMENTS FLEXIBLES

A continuació podem veure un quadre resum amb els principals avantatges i inconvenients de l'ús de corretges.

AVANTATGES	INCONVENIENTS
Pot treballar amb distàncies entre eixos força llargues	La corretja pot lliscar i no assegurar l'arrossegament de la politja

Ex₁: trepat de peu amb canvi de marxes.



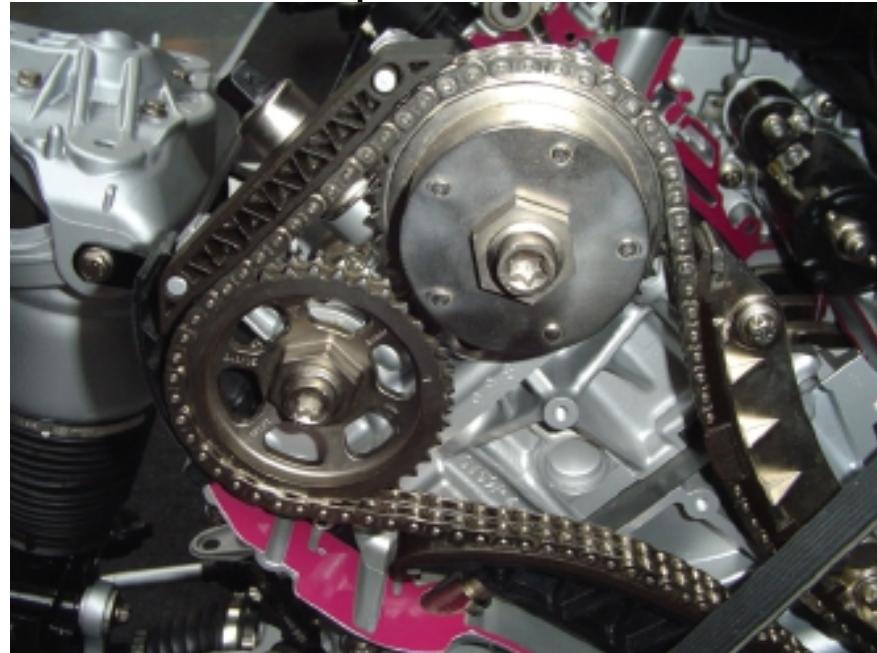
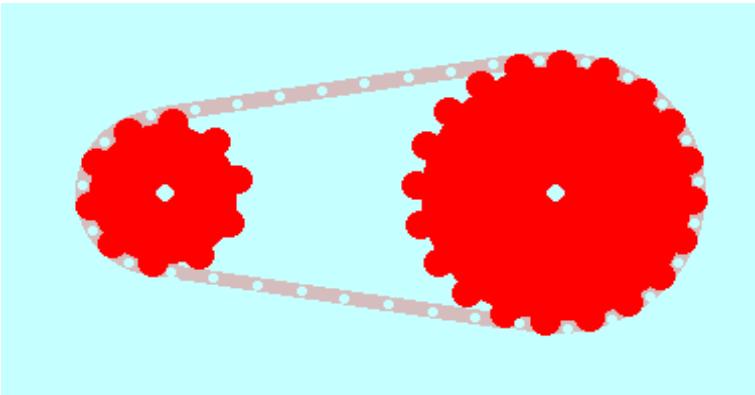
Ex₂: en alguns electrodomèstics com ara la impressora, la rentadora,...



● TRANSMISSIONS PER CADENA

TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ELEMENTS FLEXIBLES

Aquesta transmissió es fa entre rodes dentades unides per una cadena.



A continuació podem veure un quadre resum amb els principals avantatges i inconvenients de l'ús de cadenes.

AVANTATGES	INCONVENIENTS
No existeix lliscament entre la roda dentada i la cadena.	No pot treballar a elevades velocitats
Pot transmetre grans esforços a elevades distàncies	Fa més soroll

● TRANSMISSIONS PER CADENA

TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ELEMENTS FLEXIBLES

Les cadenes no permeten l'ús d'elevades velocitats, i les corretges poden lliscar, per tant, si necessitem treballar a elevades velocitats però sense que la corretja pugui lliscar, podem fer ús d'una corretja dentada.

Ex₁: transmissió d'una bicicleta, on la cadena uneix el plat i el pinyó.

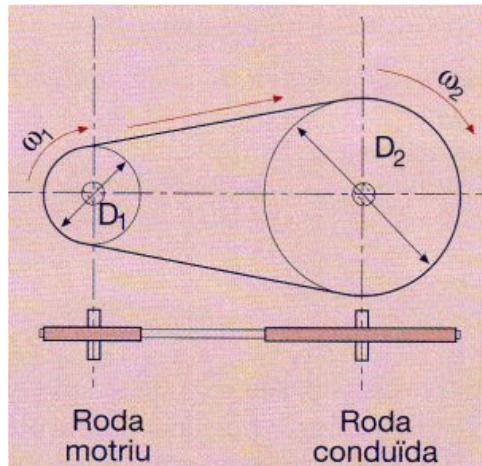


Ex₂: corretja de distribució del motor d'un cotxe.



CÀLCUL DE VELOCITATS. TRANSMISSIÓ MITJANÇANT RELACIÓ DE TRANSMISSIÓ ELEMENTS FLEXIBLES

Si considerem dos punts de la perifèria en cadascuna de les dues politges d'una transmissió per corretja i considerem que aquesta no patina gens ($\eta=100\%$), aleshores les velocitats lineals d'aquests dos punts són iguals.



si $\eta = 100\%$

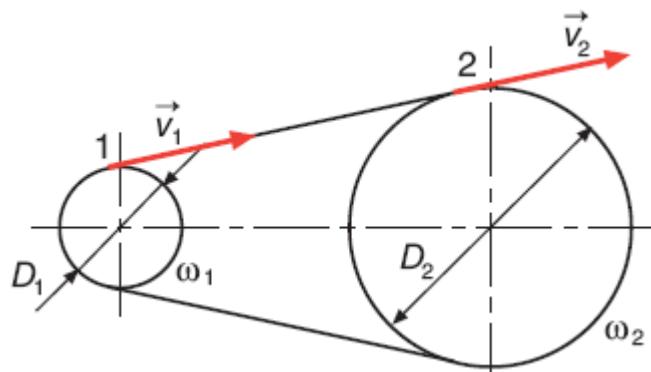
$$P_1 = P_2$$

$$v_1 = v_2$$

$$\omega_1 \cdot r_1 = \omega_2 \cdot r_2$$

$$v = \omega \cdot r$$

$$\omega_1 \cdot D_1 = \omega_2 \cdot D_2$$



on
 ω_1 = velocitat angular de la politja d'entrada [rad/s]
 D_1 = diàmetre de la politja d'entrada [m]
 ω_2 = velocitat angular de la politja de sortida [rad/s]
 D_2 = diàmetre de la politja de sortida [m]

● CÀLCUL DE VELOCITATS. TRANSMISSIÓ MITJANÇANT RELACIÓ DE TRANSMISSIÓ ELEMENTS FLEXIBLES

La **relació de transmissió (i)** entre dues politges indica el nombre de voltes que farà l'eix de sortida per cada volta de l'eix d'entrada.

$$i_{1 \rightarrow 2} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$$

$$i_{1 \rightarrow 2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

$$\omega_1 \cdot D_1 = \omega_2 \cdot D_2$$

Resulta molt important remarcar que la relació de transmissió està també relacionada amb els parells de forces o moments que actuen a les politges.

$$\text{si } \eta = 100\%$$

$$P_1 = P_2$$

$$M_1 \cdot \omega_1 = M_2 \cdot \omega_2$$

$$P = F \cdot v = F \cdot \omega \cdot r = M \cdot \omega$$

on M_1 = moment de la politja d'entrada [N·m]
 M_2 = moment de la politja de sortida [N·m]

$$i_{1 \rightarrow 2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{M_1}{M_2}$$

● CÀLCUL DE VELOCITATS. TRANSMISSIÓ MITJANÇANT RELACIÓ DE TRANSMISSIÓ (3) ELEMENTS FLEXIBLES (7)

A partir de la relació de moments podem afirmar que com més petita sigui la relació de transmissió o més gran sigui la reducció, més gran és el moment de sortida.

En les transmissions mitjançant corretges dentades o cadenes s'han de substituir els diàmetres de les politges pel nombre de dents de cadascuna de les rodes dentades.

$$i_{1 \rightarrow 2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{M_1}{M_2}$$

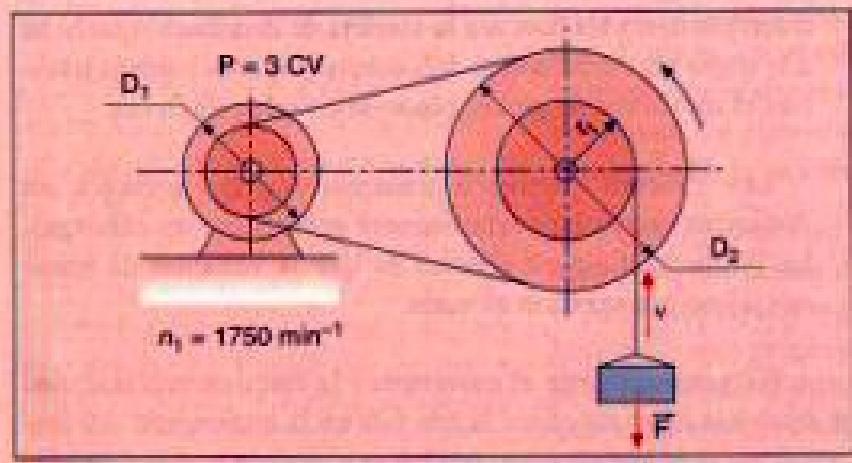
on z_1 = nombre de dents de la politja d'entrada [N·m]
 z_2 = nombre de dents de la politja de sortida [N·m]

CÀLCUL DE VELOCITATS. TRANSMISSIÓ MITJANÇANT RELACIÓ DE TRANSMISSIÓ (4) ELEMENTS FLEXIBLES (8)

A continuació podem veure un exemple resolt d'aplicació de transmissions flexibles amb l'aplicació de la relació de transmissió:

Exemple 1

Un motor de 3 CV i 1750 min^{-1} du una politja de 150 mm de Ø que està enllaçada amb una altra de 450 mm a través d'una corretja. Si sobre l'eix de la politja conduïda hi ha un tambor de 250 mm de Ø sobre el qual s'enrotilla un cable, quina serà la càrrega màxima que es podrà elevar amb el cable? Quina serà la velocitat d'elevació?



$$P = 3 \text{ CV} \cdot \frac{736 \text{ W}}{1 \text{ CV}} = 2208 \text{ W}$$

$$\omega_1 = 1750 \text{ min}^{-1} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 183,26 \text{ rad/s}$$

$$P = M_1 \cdot \omega_1; 2208 \text{ W} = \tau_1 \cdot 183,26 \text{ rad/s}$$

$$\tau_1 = 12,05 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$i_{1-2} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{150 \text{ mm}}{450 \text{ mm}} = \frac{1}{3}$$

$$\omega_2 = \omega_1 \cdot i_{1-2} = 183,26 \text{ rad/s} \cdot \frac{1}{3} = 61,08 \text{ rad/s}$$

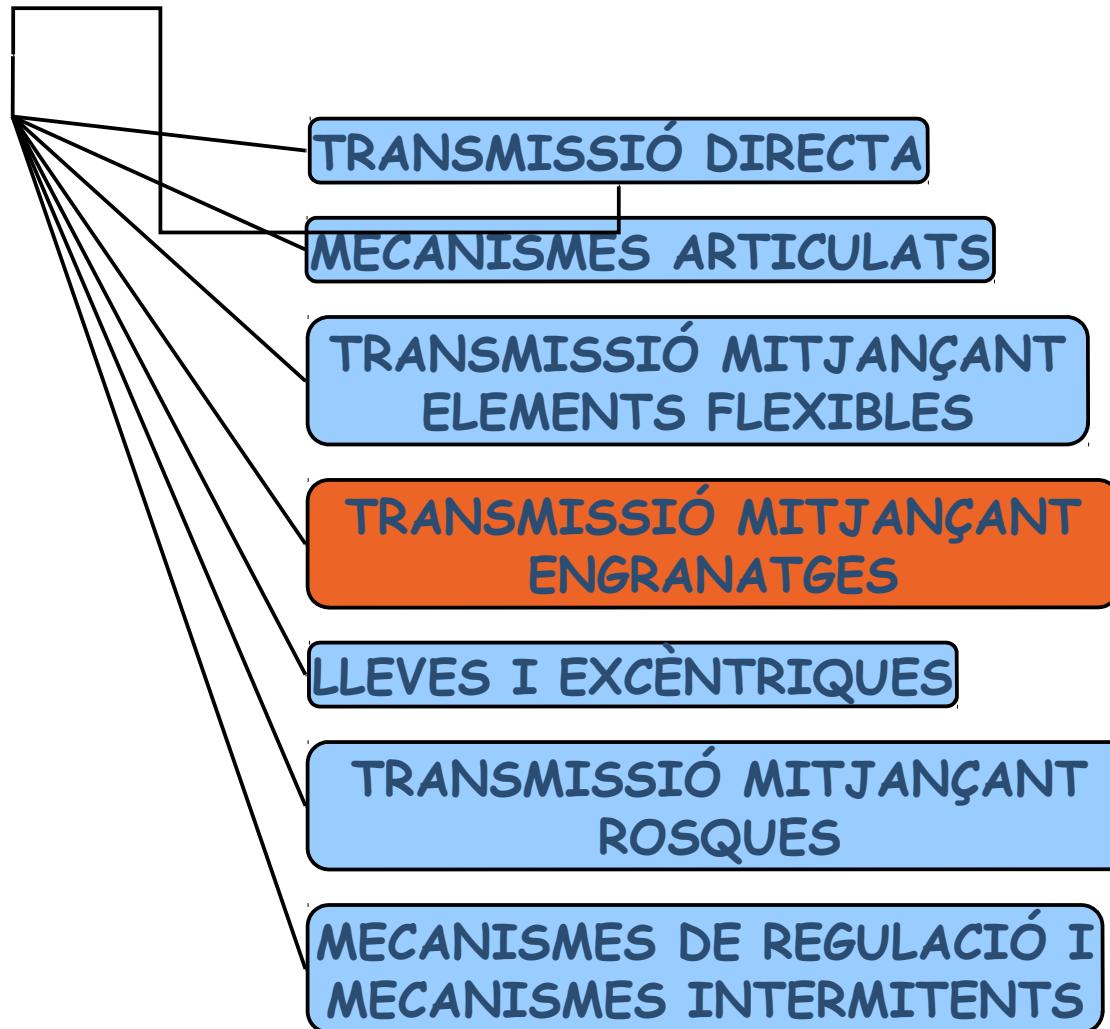
$$\text{Però } i_{1-2} = \frac{M_1}{M_2} ; \frac{1}{3} = \frac{12,05 \text{ N} \cdot \text{m}}{M_2} \text{ d'on } M_2 = 36,15 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Llavors:

$$M_2 = F \cdot r_2; 36,15 \text{ N} \cdot \text{m} = F \cdot 0,125 \text{ m}; F = 298,16 \text{ N}$$

$$v = \omega_2 \cdot r_1 = 61,08 \text{ rad/s} \cdot 0,125 \text{ m}; v = 7,63 \text{ m/s}$$

MECANISMES DE TRANSMISSIÓ DE MOVIMENT

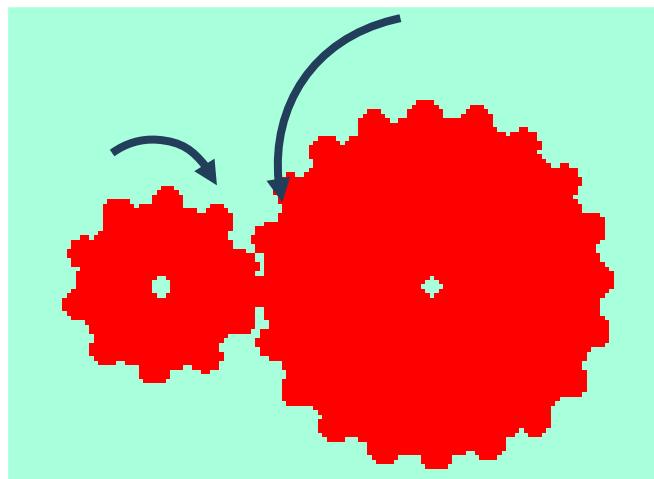


TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ENGRANATGES (1)

Els engranatges són mecanismes de transmissió de moviment circular mitjançant **rodes dentades**. Aquestes rodes actuen una sobre l'altra a través de dents que s'intercalen, de manera que cada dent de la **roda motriu** n'empeny un altre de la **roda conduïda**, obligant-la a girar.

Sovint la roda petita rep el nom de **pinyó** i la roda gran el nom de **corona**.

En una transmissió de dos engranatges un sempre gira en sentit contrari al de l'altre, com es pot veure en l'animació.



TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ENGRANATGES (2)

Es recorre a aquest tipus d'unions quan s'ha de transmetre el moviment entre eixos relativament propers. A continuació podem veure un quadre resum amb els principals avantatges i inconvenients de l'ús d'enranatges:

AVANTATGES	INCONVENIENTS
Poden transmetre grans esforços a grans velocitats	Queda limitat a distàncies entre eixos curtes

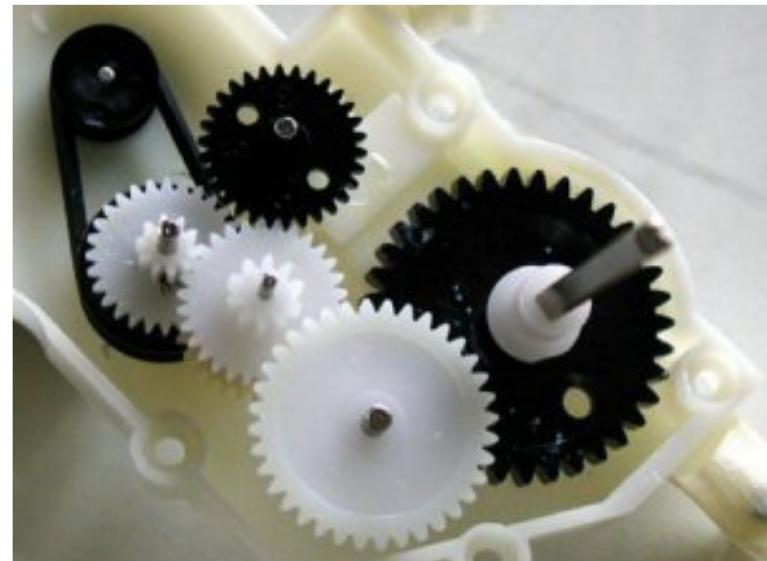
Entre els principals tipus d'enranatges destaquem:

- ENGRANATGES RECTES
- ENGRANATGES HELICOÏDALS
- ENGRANATGES CÒNICS
- ENGRANATGES INTERIORS
- ENGRANATGES PINYÓ - CREMALLERA
- EL CARGOL SENS FI

● ENGRANATGES RECTES

TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ENGRANATGES (3)

- Són els que transmeten moviment rotatori entre eixos paral·lels situats a poca distància.
- Les dents són paral·leles als eixos.
- Només tenen en contacte un dent alhora.
- S'utilitzen quan la velocitat de gir és baixa.
- Els esforços que transmet són relativament petits.



● ENGRANATGES HELICOÏDALS

TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ENGRANATGES (4)

- ➔ Poden transmeten moviment rotatori entre eixos paral·lels i entre eixos perpendiculars que es creuen o es tallen.
- ➔ Les dents formen un cert angle amb l'eix.
- ➔ Tenen en contacte més d'una dent alhora.
- ➔ La velocitat de gir pot ser més gran que en els engranatges rectes.
- ➔ Poden transmetre esforços més grans que els engranatges rectes.
- ➔ Com l'entrada de les dents és més suau → Nivell sonor inferior.



● ENGRANATGES CÒNICS

TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ENGRANATGES (5)

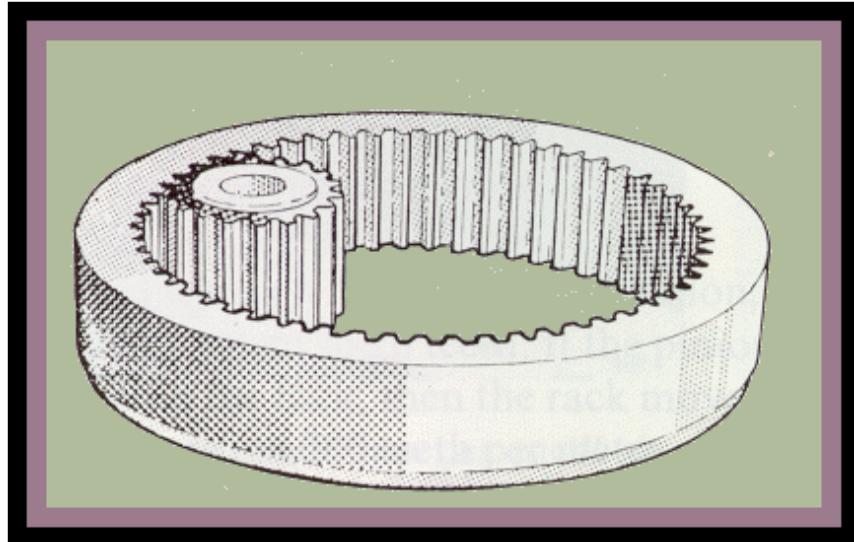
- Poden transmeten moviment rotatori entre eixos que es tallen.
- Les dents poden ser rectes o helicoïdals, generades a partir d'un con.
- La secció de les dents augmenta mesura que ho fa el diàmetre del con.
- La resta de característiques depèn del tipus de dents(recte o helicoïdal).



● ENGRANATGES INTERIORS

TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ENGRANATGES (6)

- Tenen les dents a l'interior en contacte amb l'altre engranatge.
- Els dos eixos es troben situats al mateix costat i giren normalment en el mateix sentit.

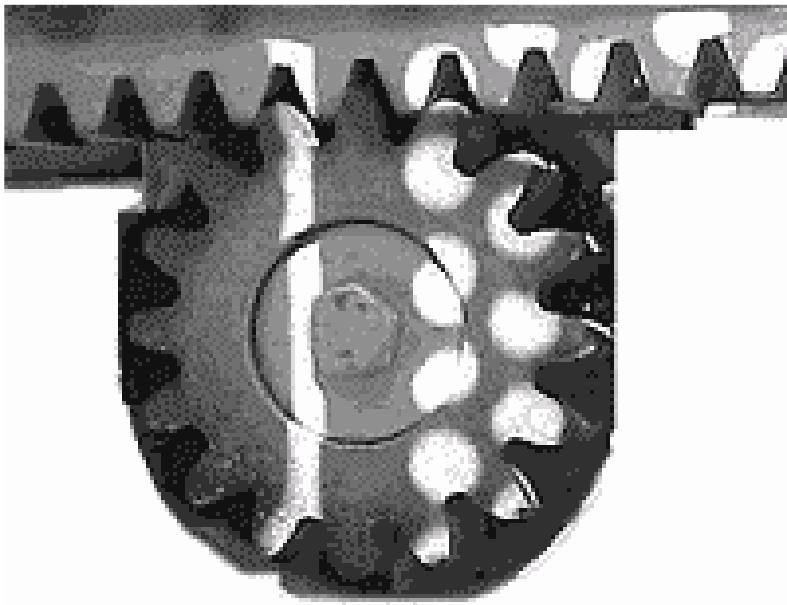




EL PINYÓ - CREMALLERA (1)

TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ENGRANATGES (7)

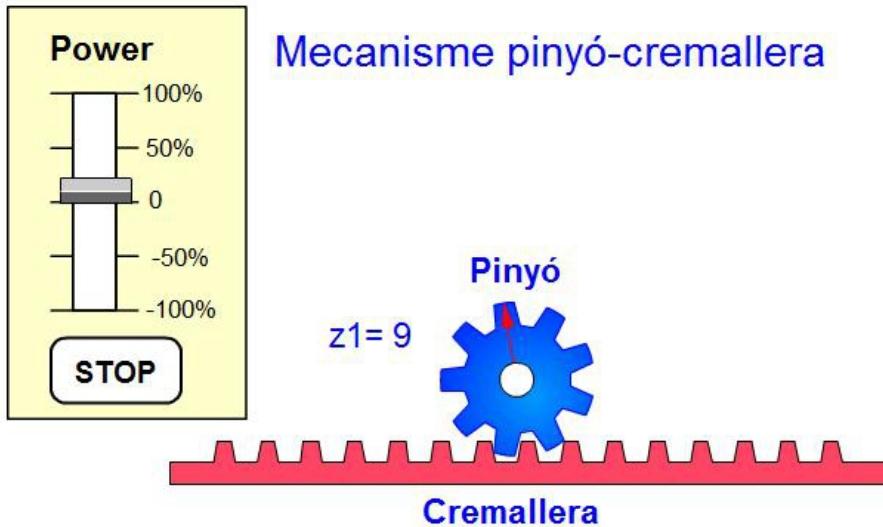
- ➔ Es tracta d'una barra prismàtica amb dents, la cremallera, que engrana amb una roda dentada o pinyó.
- ➔ Transforma moviment circular en rectilini o a l'inrevés.
- ➔ Quan el pinyó gira, la cremallera es mou lateralment en un sentit o en un altre segons el sentit de rotació.
- ➔ És un mecanisme reversible.



EL PINYÓ - CREMALLERA (2)

TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ENGRANATGES (8)

A continuació podem veure una animació d'un mecanisme pinyó - cremallera:



Mecanisme pinyó-cremallera

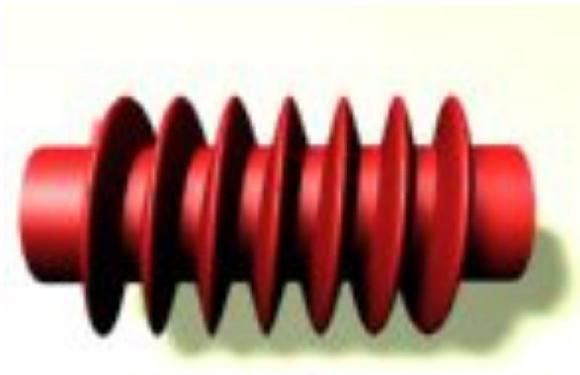
Aquest mecanisme permet convertir el moviment rotatiu del pinyó, en un altre de rectilini per mitjà de la cremallera.
Podem desplaçar a dreta o esquerra la cremallera segons el sentit de gir del pinyó.

<http://www.xtec.cat/~ccapell/engranatges/>

EL CARGOL SENS FI (1)

TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ENGRANATGES (9)

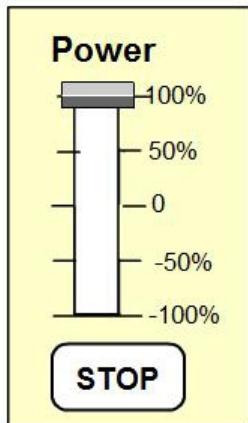
- ➔ Es tracta d'un acoblament entre una rosca i un engranatge.
- ➔ Treballa sempre amb eixos que es creuen normalment als 90°.
- ➔ El cargol sens fi fa sempre d'element conductor i l'engranatge de conduit → és un mecanisme irreversible. (element de seguretat)
- ➔ Podem obtenir relacions de transmissió molt petites.
- ➔ Existeix molt desgast degut a l'elevat fregament, per aquest motiu un dels dos elements sol ser de coure, llautó o un material tou (així sempre es desgasta el mateix)



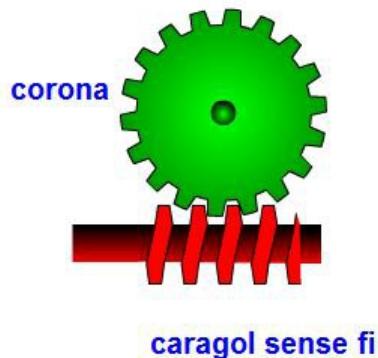
EL CARGOL SENS FI (2)

TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ENGRANATGES (10)

A continuació podem veure una animació d'un cargol sens fi:



Engranatge caragol sense fi-corona



El caragol sense fi és una espiral cargolada sobre l'eix, que al girar, produeix una mena de desplaçament longitudinal de les seves dents, que a la vegada empenyen la corona. Amb aquest acoblament s'aconsegueix una elevada reducció de velocitat, amb menys espai.

<http://www.xtec.cat/~ccapell/engranatges/>

CARACTERÍSTIQUES GEOMÈTRIQUES DELS ENGRANATGES RECTES (1)

En una transmissió per engranatges es defineixen les següents mesures característiques:

- ➔ **Diàmetre primitiu (D_p):** diàmetre de la circumferència teòrica que coincidiria amb el diàmetre de la roda de transmissió si no hi hagués dents als engranatges. Per tant les circumferències primitives dels dos engranatges són tangents. [mm]
- ➔ **Número de dents (z):** sempre és equivalent a un nombre enter. Exceptuant la cremallera i els engranatges cònics rectes, les dents tenen forma d'**evolvent**. La generació d'aquest perfil la podem veure a la figura següent.

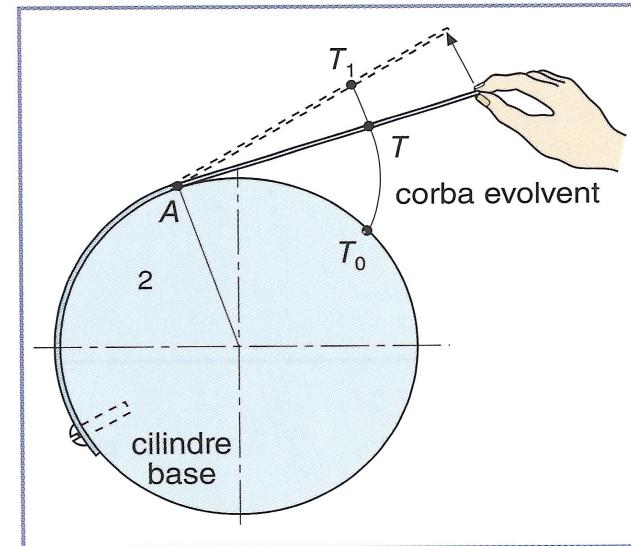


Fig. 11.25. Perfil de les dents evolvents.

CARACTERÍSTIQUES GEOMÈTRIQUES DELS ENGRANATGES RECTES (2)

TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ENGRANATGES (12)

- **Mòdul (m):** és la relació que hi ha entre el diàmetre primitiu i el nombre de dents.

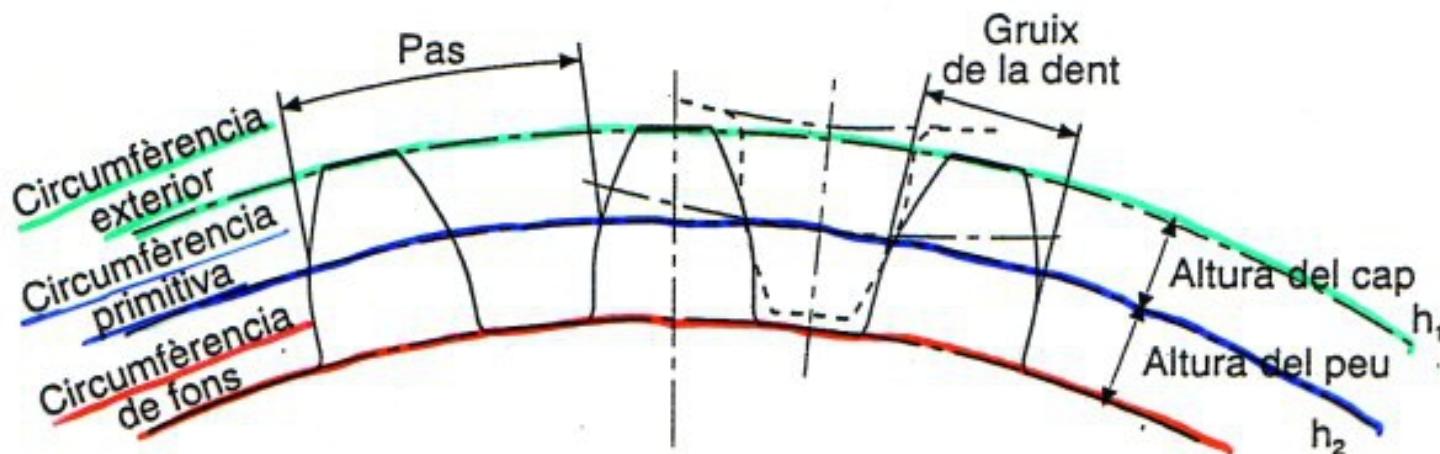
$$m = \frac{D_p}{z}$$

- **Pas (p):** és l'allargada de l'arc que hi ha entre dos punt homòlegs de 2 dents consecutives, mesurat sobre la circumferència primitiva. [mm]

$$p \cdot z = \pi \cdot D_p$$

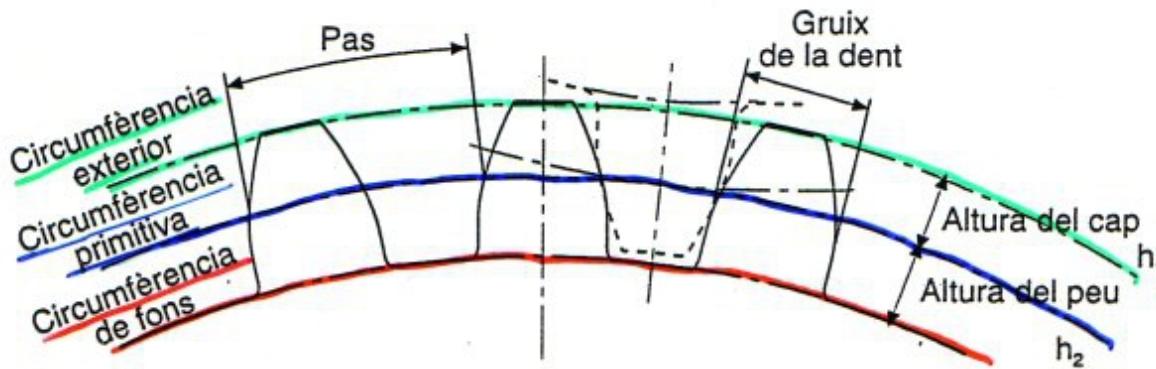
$$D_p = m \cdot \pi$$

$$p = m \cdot \pi$$



CARACTERÍSTIQUES GEOMÈTRIQUES DELS ENGRANATGES RECTES (3)

TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ENGRANATGES (13)



- Altura del cap de la dent (h_1): és igual al valor del mòdul. [mm]

$$h_1 = m$$

- Altura del peu de la dent (h_2): és igual a 1,25 vegades el valor del mòdul. [mm]

$$h_2 = 1,25 \cdot m$$

- Gruix de la dent (g): sol ser la meitat del valor del pas. [mm]

$$g = \frac{1}{2} \cdot p = \frac{1}{2} \cdot m \cdot z$$

CARACTERÍSTIQUES GEOMÈTRIQUES DELS ENGRANATGES RECTES (4)

TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ENGRANATGES (14)

- Distància entre eixos(C): és la distància entre els dos centres dels engranatges.

$$C = \frac{1}{2} \cdot (D_{p1} + D_{p2})$$

- Circumferència exterior (D_e): és la circumferència màxima que arriba fins al cap de les dents. [mm]

$$D_e = D_p + 2m$$

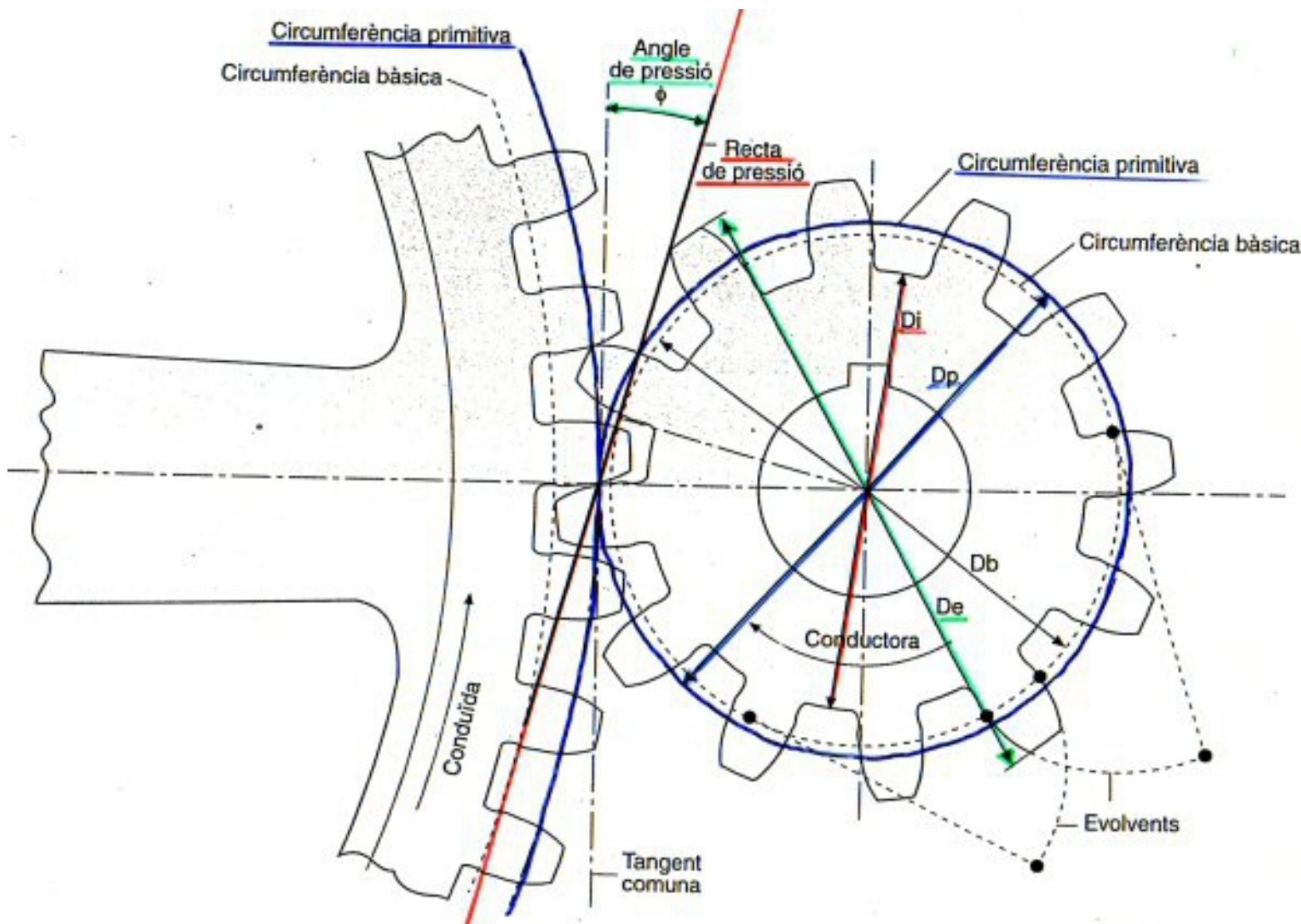
- Circumferència interior o de fons (D_i): és la circumferència mínima que passa pel fons de les dents. [mm]

$$D_i = D_p - 2,5m$$

- Circumferència de base (D_b): és la circumferència a partir de la qual es generen els perfils evolvents de les dents. És menor que la circumferència primitiva. [mm]

CARACTERÍSTIQUES GEOMÈTRIQUES DELS ENGRANATGES RECTES (5)

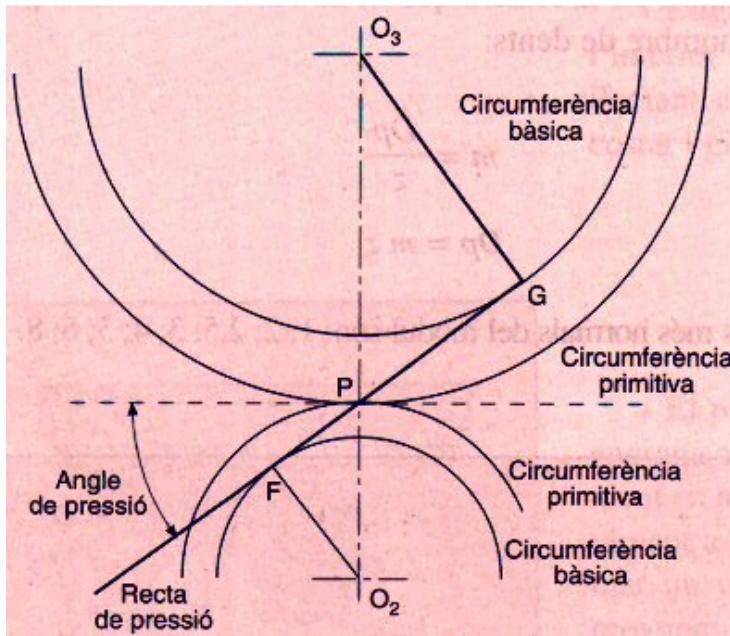
TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ENGRANATGES (15)



CARACTERÍSTIQUES GEOMÈTRIQUES DELS ENGRANATGES RECTES (6)

TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ENGRANATGES (16)

- **Recta de pressió:** és la recta normal al punt de tangència o punt primitiu, entre els dos costats de dues dents en contacte.
- **Angle de pressió (Ψ):** és el que formen la recta de pressió i la recta perpendicular als radis primitius i que passa pel punt primitiu.



CÀLCUL DE VELOCITATS I RELACIONS DE TRANSMISSIÓ (1)

TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ENGRANATGES (17)

En les transmissions mitjançant engranatges, les velocitats entre l'entrada i la sortida es relacionen, com en el cas de la transmissió mitjançant corretja dentada o cadena, a partir de l'expressió:

$$\omega_1 \cdot z_1 = \omega_2 \cdot z_2$$

Igualment, la **relació de transmissió (i)** és la relació que hi ha entre la velocitat de sortida i la d'entrada.

$$i_{1 \rightarrow 2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{M_1}{M_2}$$

En el cas concret de les cremalleres es pot determinar la velocitat de desplaçament de la barra prismàtica d'acord amb la velocitat angular de la roda a través de l'expressió:

$$v = \omega \cdot r = \omega \cdot \frac{D_p}{2} = \omega \cdot \frac{m \cdot z}{2}$$

$$v = \frac{\omega \cdot m \cdot z \cdot 10^{-3}}{2}$$

En el cas d'una transmissió amb vis sens fi, el nombre de dents de l'engranatge es substitueix pel nombre de filets del vis.

CÀLCUL DE VELOCITATS I RELACIONS DE TRANSMISSIÓ (2) TRANSMISSIÓ MITJANÇANT ENGRANATGES (18)

A continuació podem veure dos exemples resolts de transmissions mitjançant engranatges:

Exemple 8

Volem construir un mecanisme format per dos engranatges: l'en-
granatge motor té 30 dents i el conduit, 50. El mòdul és de 2,5.

Determina les característiques geomètriques de la transmissió.

a) Diàmetres primitius:

$$Dp_1 = m \cdot z_1 = 2,5 \cdot 30 = 75 \text{ mm}$$

$$Dp_2 = m \cdot z_2 = 2,5 \cdot 50 = 125 \text{ mm}$$

b) Distància entre eixos:

$$C = \frac{1}{2} (Dp_1 + Dp_2) = 100 \text{ mm}$$

c) Diàmetres exteriors a partir dels quals es construeix l'en-
granatge:

$$De_1 = Dp_1 + 2m = 80 \text{ mm}$$

$$De_2 = Dp_2 + 2m = 130 \text{ mm}$$

d) Característiques de les dents:

$$\text{Cap de la dent} = m = 2,5 \text{ mm}$$

$$\text{Peu de la dent} = 1,25 \cdot m = 3,125 \text{ mm}$$

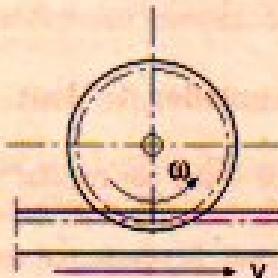
$$\text{Pas} = m p = 7,85 \text{ mm}$$

$$\text{Gruix} = 0,5 \cdot p = 3,92 \text{ mm}$$

e) Relació de transmissió:

$$i_{1-2} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{30}{50} = 0,6$$

Exemple 9



Determina la velocitat de desplaçament d'un carro d'un torn accionat per un mecanisme pinyó-cremallera en el qual el pas de la cremallera és de 6,28 mm, el pinyó té 10 dents i gira a 10 min^{-1} . Quina distància s'haurà desplaçat quan el pinyó hagi donat 10 voltes?

a) Primer determinem el mòdul:

$$p = m \pi; \quad 6,28 \text{ mm} = m \pi; \quad m = 2 \text{ mm}$$

$$\omega = 10 \text{ rad/s} \cdot \frac{2 \pi}{60} = 1,047 \text{ rad/s}$$

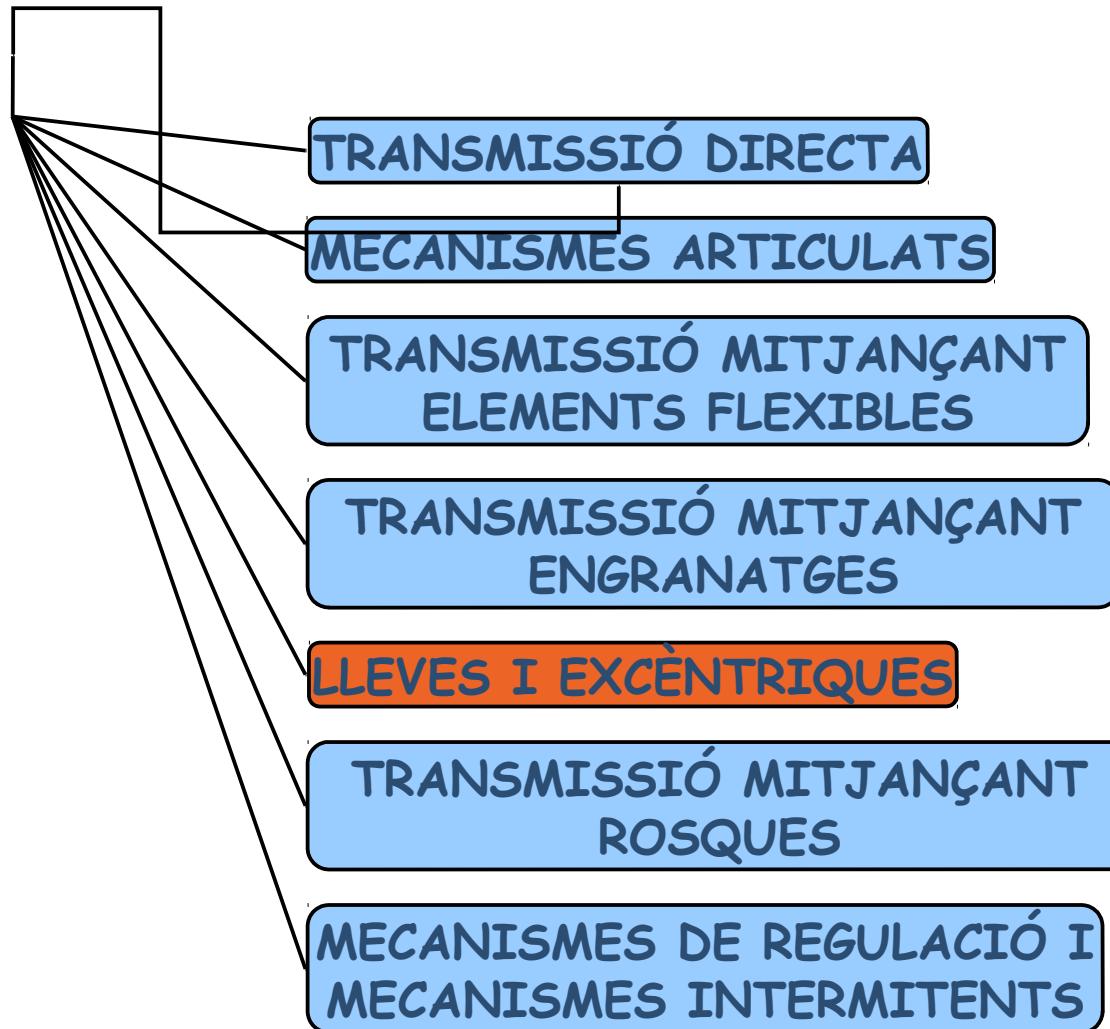
$$v = \frac{\omega m z \cdot 10^{-3}}{2} = \frac{1,047 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{2} = 0,0105 \text{ m/s}$$

b) En una volta la cremallera es desplaça:

$$p z = 6,28 \text{ mm} \cdot 10 = 62,8 \text{ mm}$$

$$\text{i en 10 voltes: } 10 \cdot 62,8 \text{ mm} = 628 \text{ mm}$$

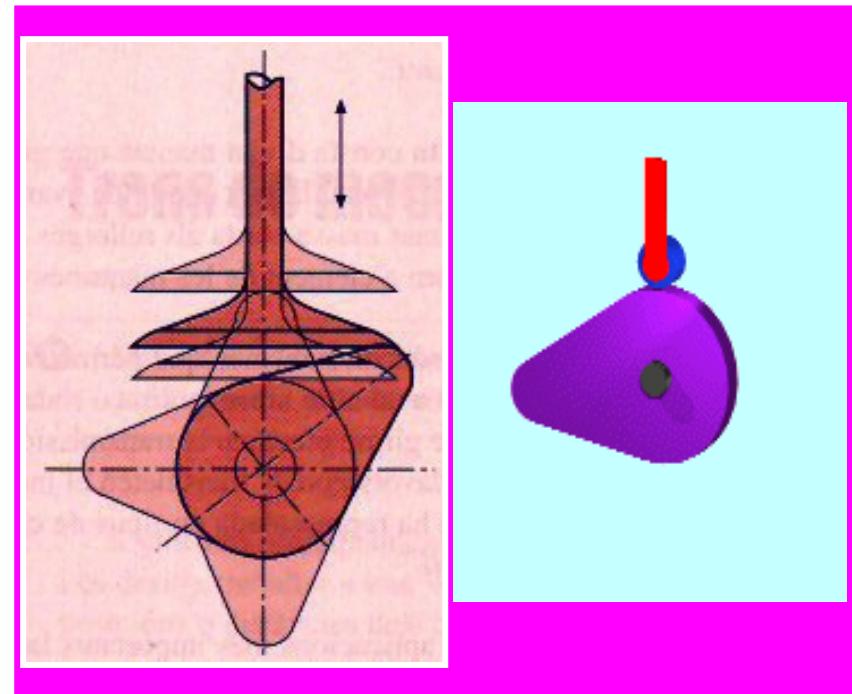
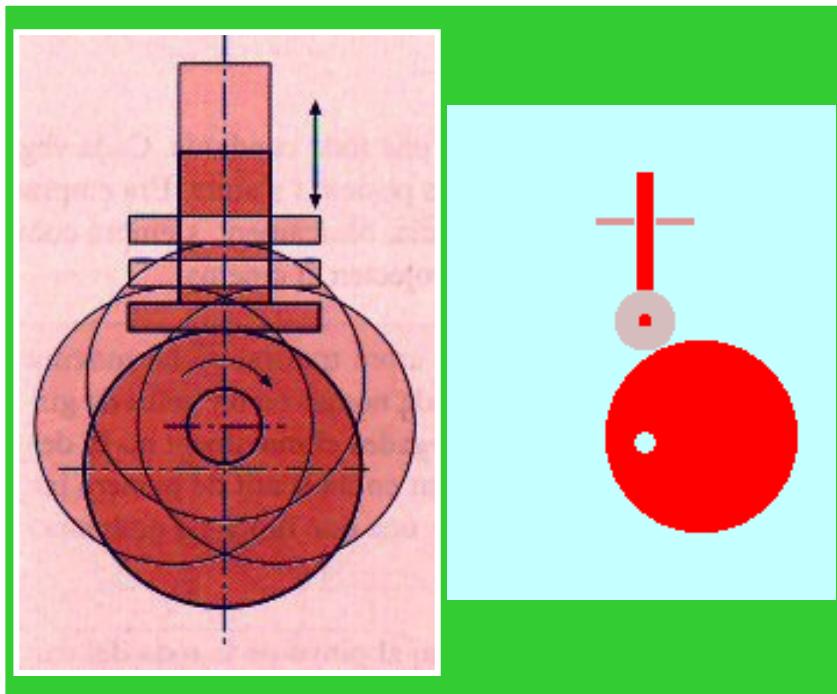
MECANISMES DE TRANSMISSIÓ DE MOVIMENT



LLEVES I EXCÈNTRIQUES (1)

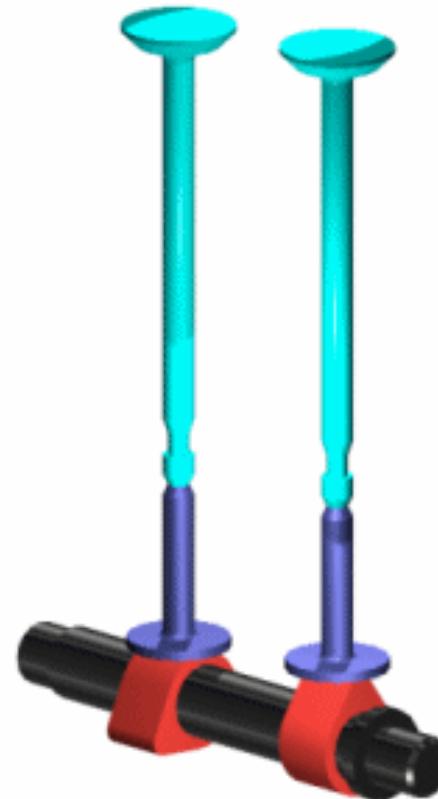
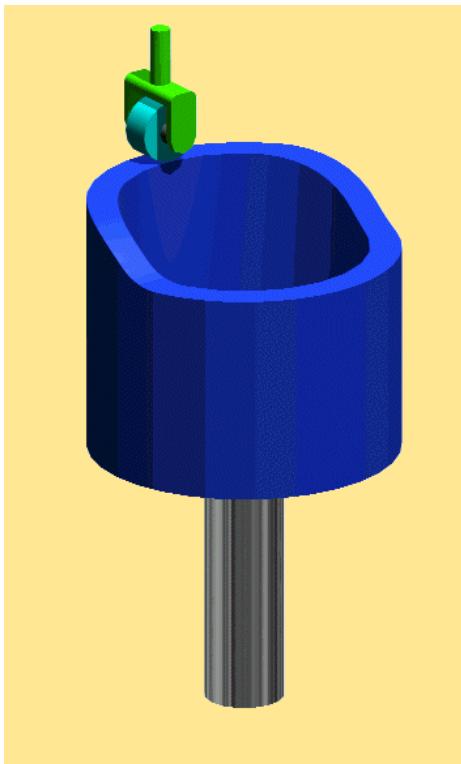
Són mecanismes que gairebé sempre transformen el moviment circular en moviment rectilini alternatiu (ja que l'eix receptor del moviment no està centrat respecte de la peça). No poden fer la conversió inversa.

Aquest mecanisme està format per la *lleva* i per l'element al qual impulsa, que s'anomena *seguidor*. Sovint van acompanyats d'una molla per assegurar el contacte entre els dos elements.

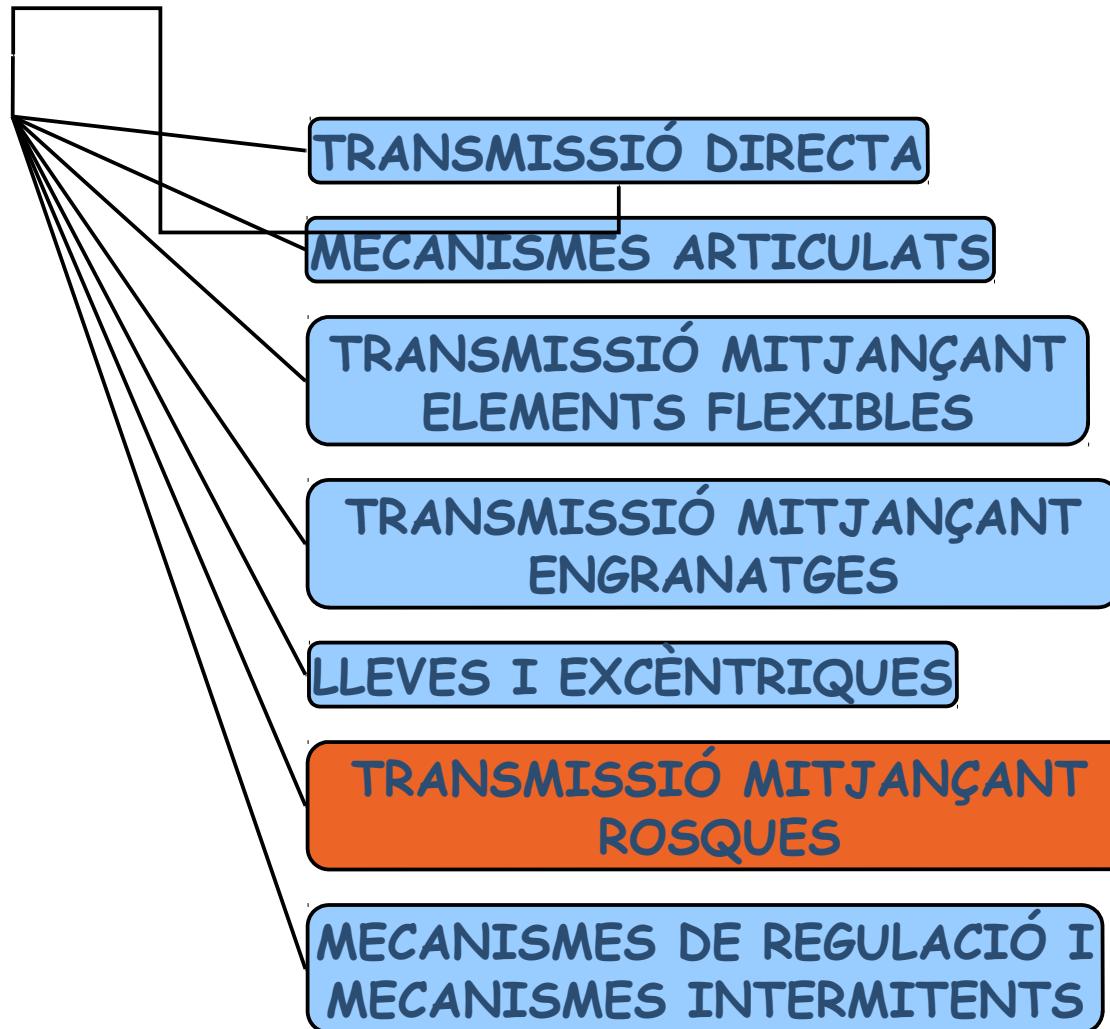


LLEVES I EXCÈNTRIQUES (2)

A continuació podem veure altres tipus d'excèntriques així com una de les seves principals aplicacions, l'arbre de lleves del motor d'un cotxe, encarregat de sincronitzar en alguns models (els més vells) l'obertura i el tancament de les vàlvules.



MECANISMES DE TRANSMISSIÓ DE MOVIMENT



TRANSMISSIÓ DE MOVIMENT A TRAVÉS DE ROSQUES

Si fem girar un cargol dins d'una femella o a l'inrevés, es desplacen a una velocitat que depèn del pas de la rosca, del nombre de filets i de la velocitat angular segons l'expressió:

$$v = \frac{\omega \cdot a \cdot 10^{-3}}{2 \cdot \pi}$$

on ω = velocitat angular [rad/s]
 a = avanç[mm] (cal recordar
que l'avanç és igual al pas de
rosca pel nombre de filets)

A continuació podem veure un
exemple resolt de transmissió
mitjançant rosques:

exemple 10

Determina la velocitat de desplaçament del carro d'un torn que és accionat per una rosca de 2 filets i 2 mm de pas que gira a 300 min^{-1} .

$$\omega = 300 \text{ min}^{-1} \cdot \frac{2 \pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 31,41 \text{ rad/s}$$

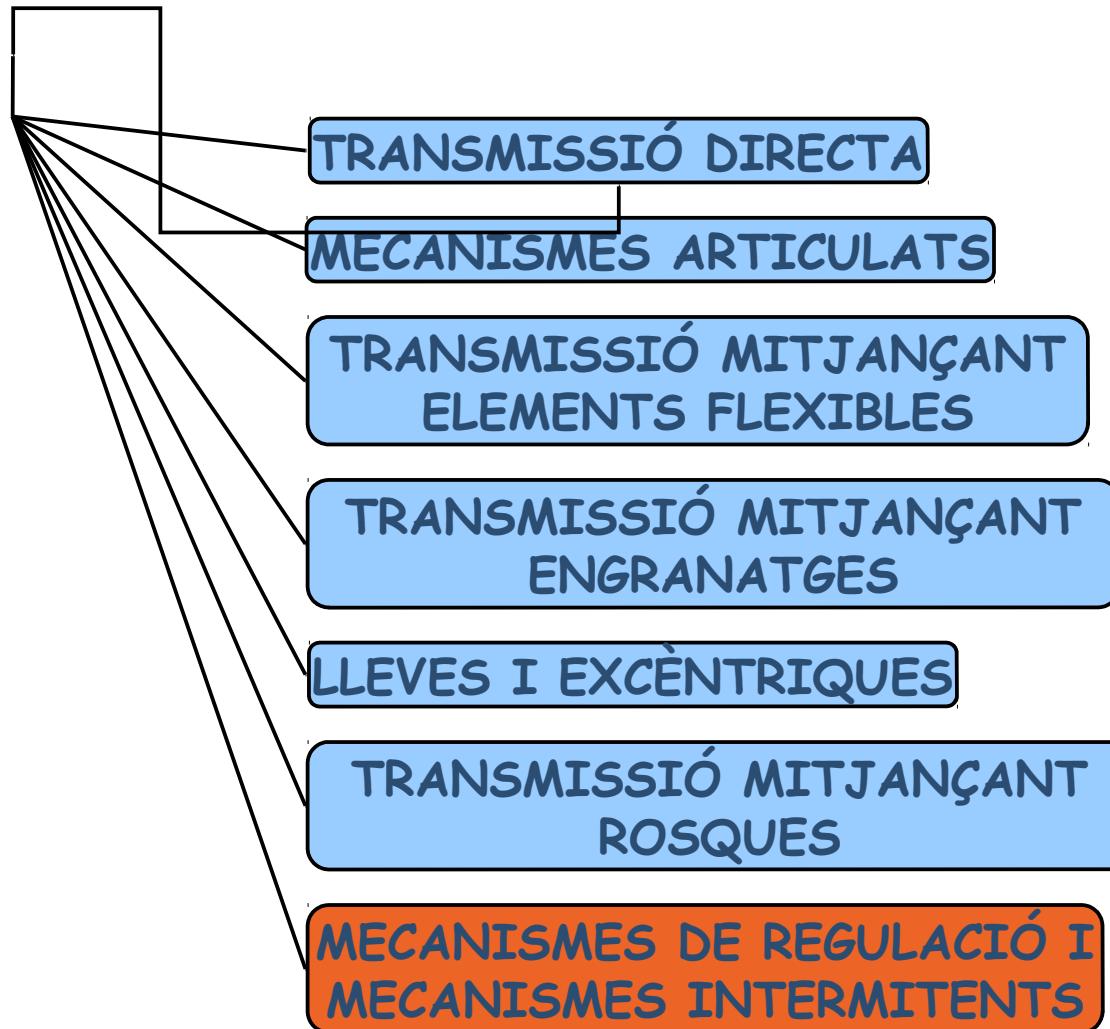
En una volta el carro avança:

$$a = 2 \cdot 2 \text{ mm} = 4 \text{ mm} \text{ (2 filets de 2 mm de pas)}$$

Llavors:

$$v = \frac{\omega a \cdot 10^{-3}}{2 \pi} = \frac{31,41 \text{ rad/s} \cdot 4 \text{ mm} \cdot 10^{-3} \text{ m/mm}}{2 \pi} = 0,02 \text{ m/s}$$

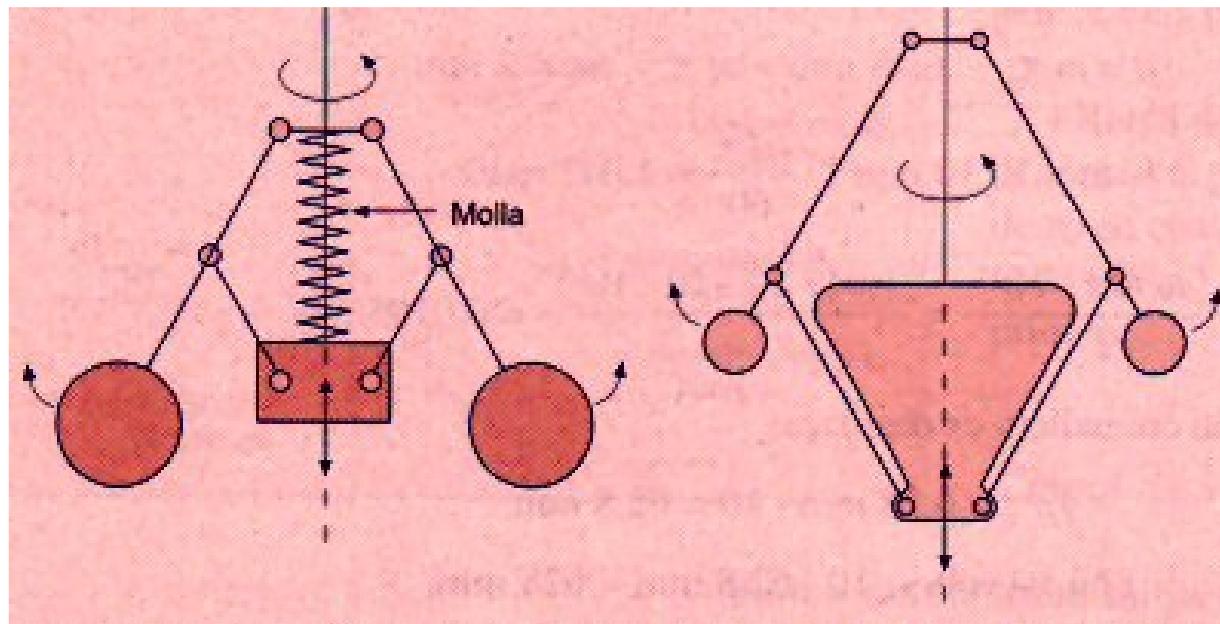
MECANISMES DE TRANSMISSIÓ DE MOVIMENT



MECANISMES DE REGULACIÓ I MECANISMES INTERMITENTS (1)

● REGULADOR CENTRÍFUG O REGULADOR DE WATT (1)

S'utilitzava a les màquines de vapor per regular l'accés de vapor al cilindre. La velocitat de rotació del mecanisme fa augmentar o disminuir la força centrífuga, per tant fa pujar o baixar les boles connectades a la vàlvula de la canonada d'admissió.

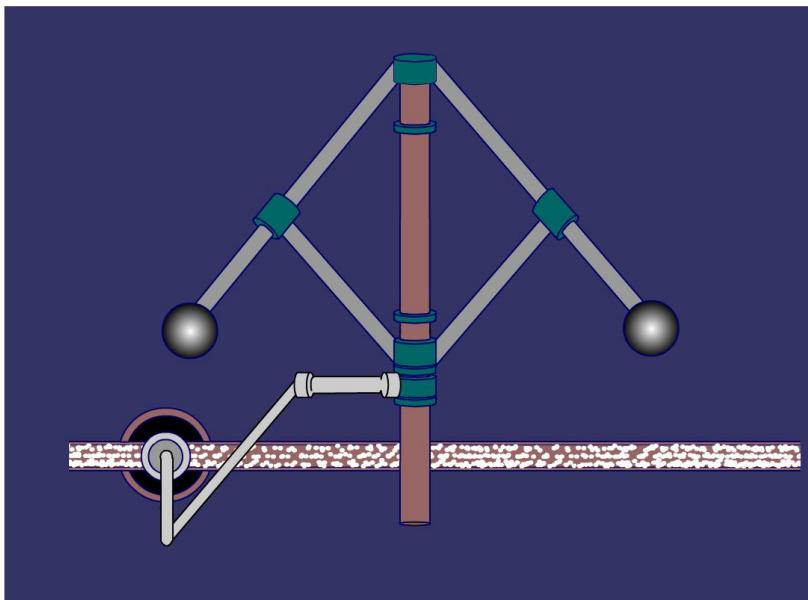


- REGULADOR CENTRÍFUG O REGULADOR DE WATT (2)

MECANISMES DE REGULACIÓ I MECANISMES INTERMITENTS (2)

Si la màquina gira molt ràpid → les boles del regulador pugen → es va tancant la canonada d'admissió de vapor → disminueix la velocitat de gir de la màquina.

Si la màquina gira molt lenta → les boles del regulador baixen → s'obre més la vàlvula de la canonada d'admissió de vapor → augment de la velocitat de gir.



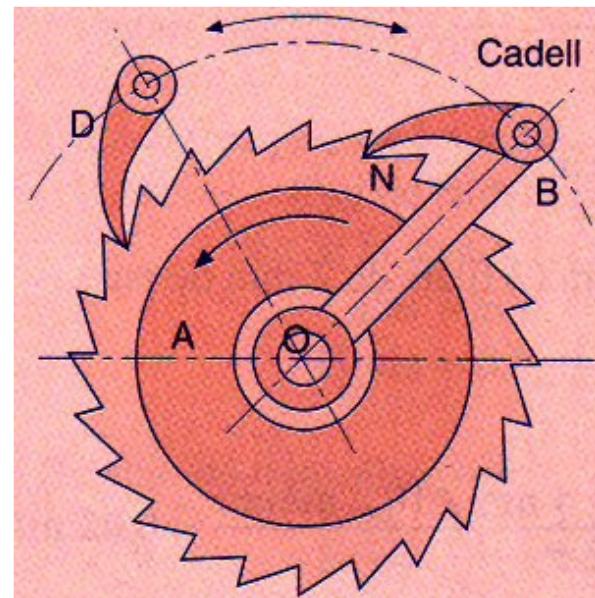
● MECANISMES INTERMITENTS

MECANISMES DE REGULACIÓ I MECANISMES INTERMITENTS (3)

El mecanisme més conegut d'aquest tipus són les **carraques**. Les carraques són mecanismes que permeten a un arbre transmetre un moviment circular o un moment a un altre arbre, politja o roda dentada **només en un sentit de gir**. Si s'inverteix el sentit de gir no efectuen la transmissió.

Ex: El pinyó de la roda de darrere de les bicicletes, que arrossega la roda quan pedalem cap endavant, però que no ho fa si pedalem endarrere, ja que la transmissió queda desbloquejada.

A la figura podem veure un tipus de carraca que funciona amb una **roda dentada** i un **cadell**.



TRENS DE MECANISMES

CÀLCUL DE VELOCITATS I
RELACIONS DE TRANSMISSIÓ

CAIXES DE CANVI DE
MARXES I REDUCTORS

CANVI DE MARXES A LES BICICLETES

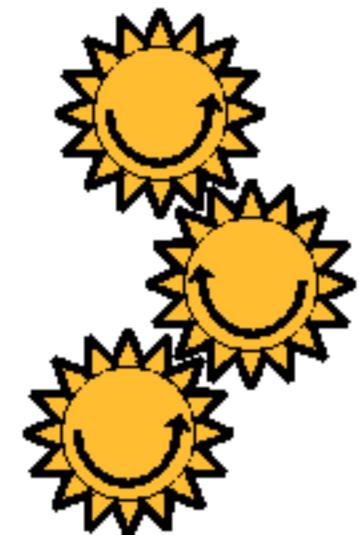
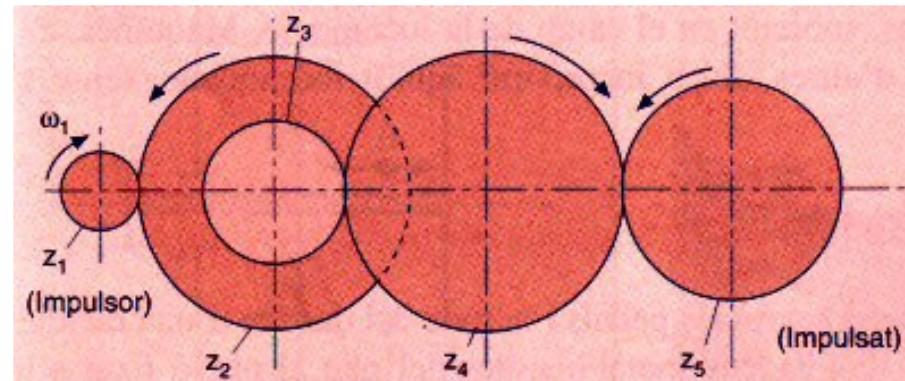
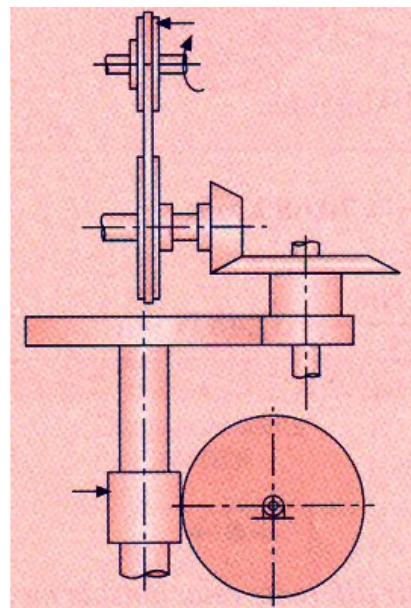
CANVI DE MARXES ALS
AUTOMÒBILS I D'ALTRES MÀQUINES

REDUCTORS

TRENS DE MECANISMES (1)

Els trens de mecanismes són mecanismes combinats entre ells, de forma que l'element que és impulsat per un mecanisme impulsa el següent.

S'utilitzen principalment quan es disposa d'un motor que gira a una velocitat constant i es desitja treballar a una velocitat diferent, o bé, quan cal canviar els sentits de gir i les posicions o distàncies dels eixos o arbres de la transmissió.



TRENS DE MECANISMES

CÀLCUL DE VELOCITATS I
RELACIONS DE TRANSMISSIÓ

CAIXES DE CANVI DE
MARXES I REDUCTORS

CANVI DE MARXES A LES BICICLETES

CANVI DE MARXES ALS
AUTOMÒBILS I D'ALTRES MÀQUINES

REDUCTORS

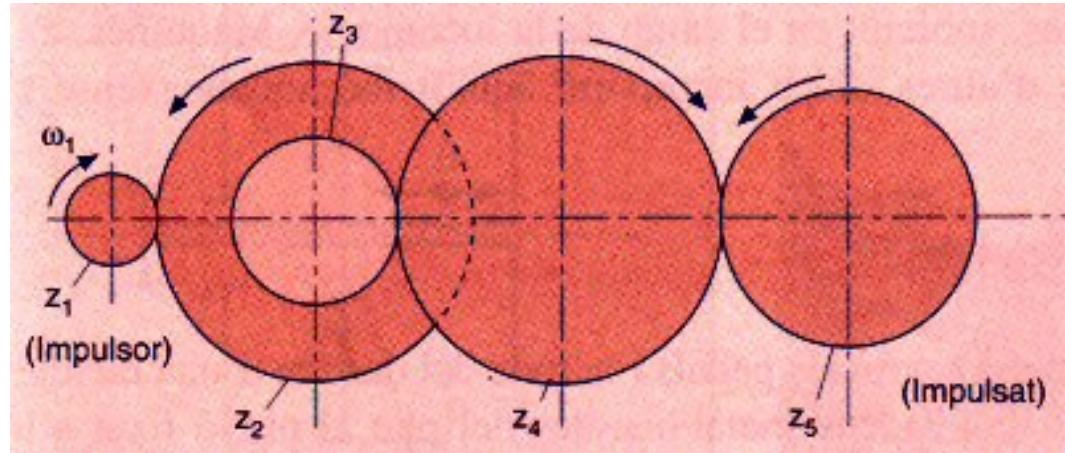
CÀLCUL DE VELOCITATS RELACIONS DE TRANSMISSIÓ (1) I TRENS DE MECANISMES (2)

La relació de transmissió (i) és la relació que hi ha entre la velocitat angular de l'eix receptor respecte de l'eix motor.

$$i_{1 \rightarrow 5} = \frac{z_1 \cdot z_3 \cdot z_4}{z_2 \cdot z_4 \cdot z_5}$$

$$i_{1 \rightarrow 5} = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_5}$$

$$i_{1 \rightarrow 5} = \frac{\omega_2 \cdot \omega_4 \cdot \omega_5}{\omega_1 \cdot \omega_3 \cdot \omega_4}$$

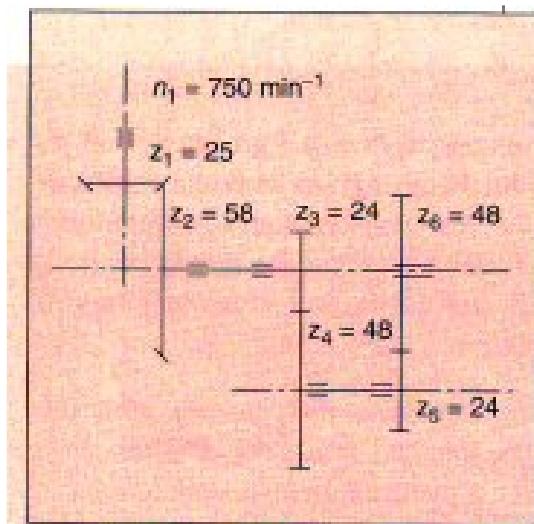


$$i_{1 \rightarrow 5} = \frac{\omega_5}{\omega_1} = \frac{M_1}{M_5}$$

Els engranatges intermedis (com el 4), que no duu cap engranatge solidari al mateix eix, no afecta a la relació de transmissió, **només el sentit de gir**. Quan hi intervenen politges, cal substituir el nombre de dents (z) pel diàmetre de la politja (D). Si intervé un vis sens fi posarem el nº de filets.

• CÀLCUL DE VELOCITATS,
RELACIONS DE TRANSMISSIÓ (2) I TRENS DE MECANISMES (3)

A continuació podem veure un parell d'exemples resolts de trens de mecanismes:



Exemple 11

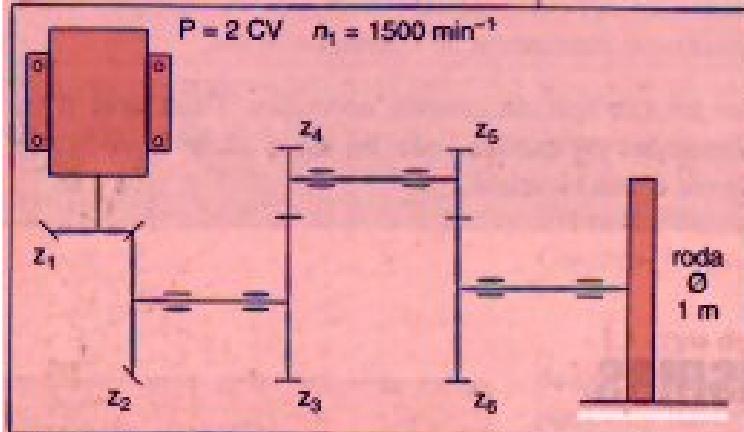
Calcula la velocitat angular de l'engranatge de sortida del tren representat a la figura.

$$i_{1-6} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{Z_5}{Z_6} = \frac{25}{58} \cdot \frac{24}{48} \cdot \frac{24}{48} = 0,1078$$

$$i_{1-6} = \frac{\omega_6}{\omega_1}; \quad \text{d'on } \omega_6 = \omega_1 \cdot i_{1-6} = 750 \cdot 0,1078 = 80,82 \text{ min}^{-1}$$

$$\omega_6 = 80,82 \text{ rpm} \cdot \frac{2\pi}{60} = 8,46 \text{ rad/s}$$

exemple 12



El motor elèctric d'una vagoneta de 2 CV i 1500 min^{-1} està connectat a un sistema format per un tren d'engranatges tal com es mostra a la figura. Si $z_1 = z_4 = z_5 = 50$ dents i $z_2 = z_3 = z_6 = 200$ dents, determina la velocitat de la vagoneta en km/h i el parell o moment a la roda.

$$a) P = 2 \text{ CV} = \frac{736 \text{ W}}{1 \text{ CV}} = 1472 \text{ W}; \omega_1 = 1500 \text{ min}^{-1} \cdot \frac{2\pi}{60} = 157,08 \text{ rad/s}$$

$$P = M_1 \omega_1; 1472 \text{ W} = M_1 \cdot 157,08 \text{ rad/s}; M_1 = 9,37 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$i_{1-6} = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_6} = \frac{50}{200} \cdot \frac{200}{50} \cdot \frac{50}{200} = 0,25$$

$$i_{1-6} = \frac{\omega_6}{\omega_1}; \omega_6 = \omega_1 \cdot i_{1-6} = 157,08 \text{ rad/s} \cdot 0,25 = 39,27 \text{ rad/s}$$

$$v = \omega_0 r = 39,27 \text{ rad/s} \cdot 0,5 \text{ m} = 19,635 \text{ m/s}$$

$$v = 19,635 \text{ m/s} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} = 70,68 \text{ km/h}$$

$$b) i_{1-6} = \frac{\omega_6}{\omega_1} = \frac{M_1}{M_6}; M_6 = \frac{M_1}{i_{1-6}} = \frac{9,37 \text{ Nm}}{0,25} = 37,48 \text{ N} \cdot \text{m}$$

TRENS DE MECANISMES

CÀLCUL DE VELOCITATS I
RELACIONS DE TRANSMISSIÓ

CAIXES DE CANVI DE
MARXES I REDUCTORS

CANVI DE MARXES A LES BICICLETES

CANVI DE MARXES ALS
AUTOMÒBILS I D'ALTRES MÀQUINES

REDUCTORS

Els mecanismes de canvi de marxes s'utilitzen per obtenir diferents relacions de **moment - velocitat** entre l'entrada i la sortida d'una transmissió. La seva aplicació arriba a gran nombre de màquines, sobretot en el camp de la locomoció.

EL CANVI DE MARXES DE LES BICICLETES

En aquest cas el moviment es transmès per una cadena metàl·lica des del plat al pinyó fixat a la roda de darrere. Al existir diversos plats i pinyons s'obtenen varíes marxes, combinant-los de formes diferents.

Quan la cadena enllaça el plat gran amb el pinyó petit ens costa pedalar, ja que el moment a l'entrada ha de ser molt més gran que a la sortida, però en canvi ens movem ràpidament per poc que pedalem.

$$P_1 = P_2 \rightarrow \omega_1 \cdot M_1 = \omega_2 \cdot M_2$$

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{M_1}{M_2}$$



TRENS DE MECANISMES

CÀLCUL DE VELOCITATS I
RELACIONS DE TRANSMISSIÓ

CAIXES DE CANVI DE
MARXES I REDUCTORS

CANVI DE MARXES A LES BICICLETES

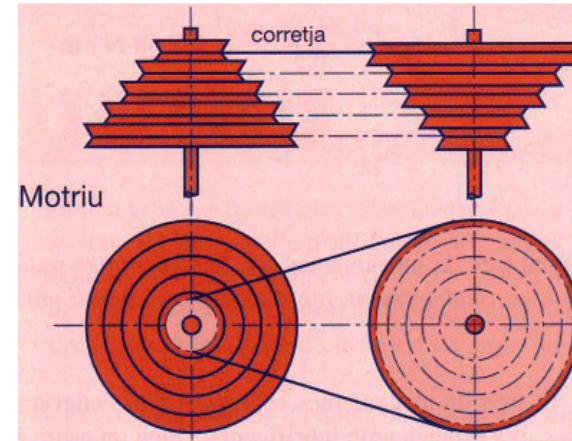
CANVI DE MARXES ALS
AUTOMÒBILS I D'ALTRES MÀQUINES

REDUCTORS

CANVIS DE MARXES ALS AUTOMÒBILS I A D'ALTRES MÀQUINES
(1)

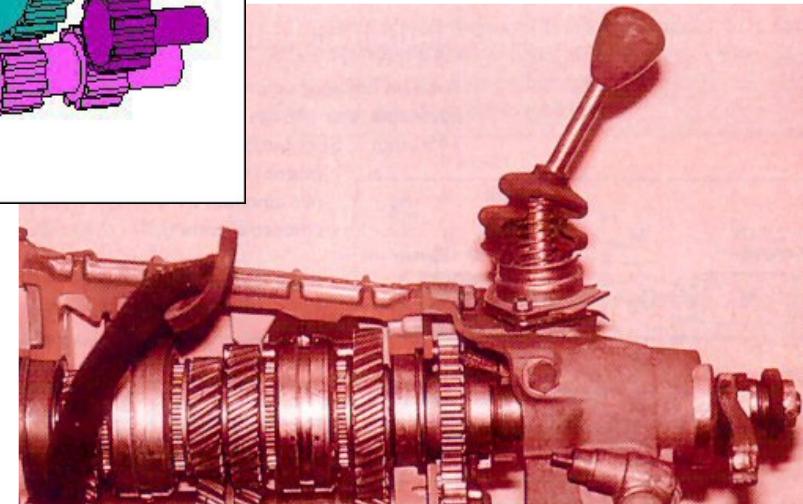
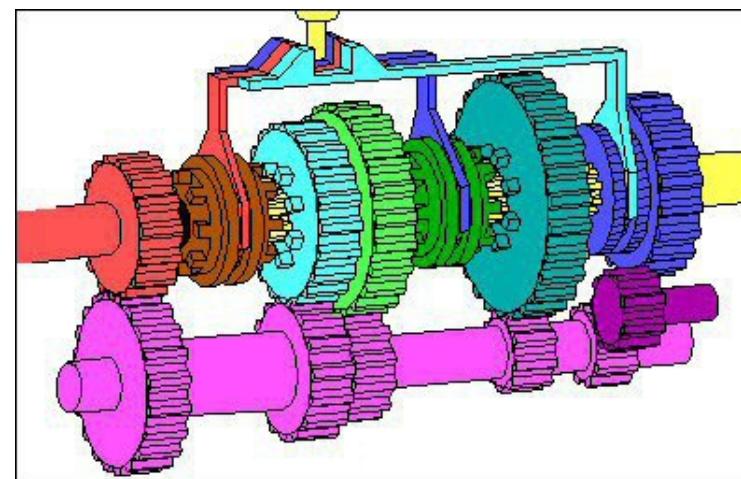
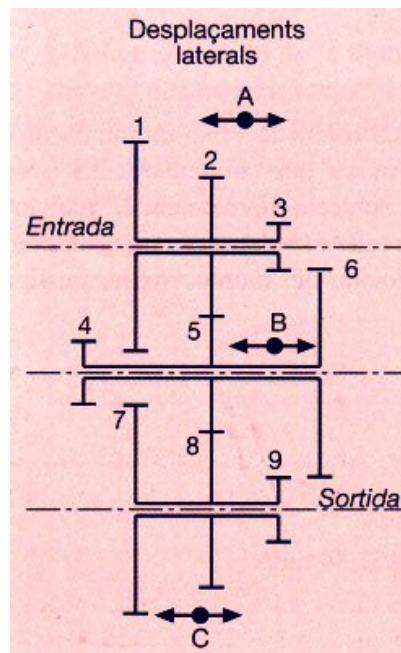
En els cotxes i en moltes màquines s'utilitzen canvis de marxes amb combinacions de politges o d'engranatges.

Un exemple clar n'és el canvi de marxes d'un trepat de peu. En aquest cas es col·loquen en l'arbre motriu i escalonadament politges de diferents diàmetres, i a l'arbre conduit les mateixes politges però invertides (**con de politges**). Si canviem la posició de la corretja que enllaça tots dos conjunts s'obtenen diferents relacions de velocitat i de moment op parell motor.



• CANVIS DE MARXES ALS AUTOMÒBILS I A D'ALTRES MÀQUINES
(2)

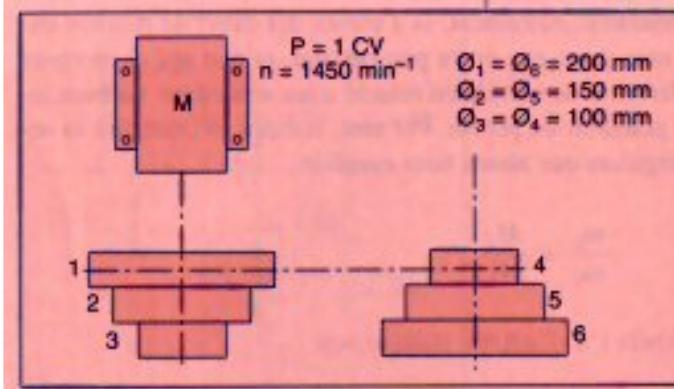
En els cotxes i màquines es munten jocs d'engranatges en diferents arbres, de manera que si desplaçem lateralment a dreta o esquerra els arbres, obtenim diferents combinacions de rodes en contacte, que ens permeten d'obtenir diferents velocitats a l'arbre de sortida.



CANVIS DE MARXES ALS AUTOMÒBILS I A D'ALTRES MÀQUINES
(3)

A continuació podem veure un exemple resolt d'un canvi de marxes:

exemple 13



En el con de politges de la figura, l'arbre motriu està accionat directament per un motor d'1 CV que gira a 1450 min^{-1} . Determina les velocitats angulars i els moments al con conduït.

Primer determinarem les característiques del motor en unitats SI.

$$P = 1 \text{ CV} = 736 \text{ W}; \quad \omega_m = 1450 \text{ min}^{-1} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 151,84 \text{ rad/s}$$

$$M_m = \frac{P_m}{\omega_m} = \frac{736 \text{ W}}{151,84 \text{ rad/s}} = 4,84 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Posició corretja 1:

$$i_{1-4} = \frac{D_1}{D_4} = \frac{200}{100} = 2$$

$$\omega_1 = 151,84 \text{ rad/s} \cdot 2 = 303,68 \text{ rad/s}$$

$$M_1 = \frac{4,84 \text{ N} \cdot \text{m}}{2} = 2,42 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Posició corretja 2:

$$i_{2-5} = \frac{D_2}{D_5} = \frac{100}{100} = 1; \text{ per tant, no hi ha}$$

modificació ni de velocitat ni de moviment.

$$\omega_2 = 151,84 \text{ rad/s}$$

$$M_2 = 4,84 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Posició corretja 3:

$$i_{3-6} = \frac{D_3}{D_6} = \frac{100}{200} = 0,5$$

$$\omega_3 = 151,84 \text{ rad/s} \cdot 0,5 = 75,92 \text{ rad/s}$$

$$M_3 = \frac{4,84 \text{ N} \cdot \text{m}}{0,5} = 9,68 \text{ N} \cdot \text{m}$$

TRENS DE MECANISMES

CÀLCUL DE VELOCITATS I
RELACIONS DE TRANSMISSIÓ

CAIXES DE CANVI DE
MARXES I REDUCTORS

CANVI DE MARXES A LES BICICLETES

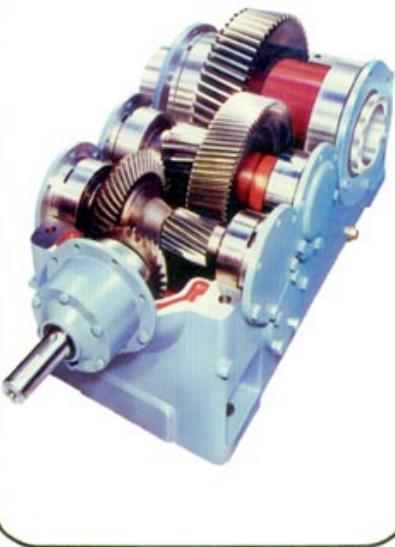
CANVI DE MARXES ALS
AUTOMÒBILS I D'ALTRES MÀQUINES

REDUCTORS

• REDUCTORS (1)

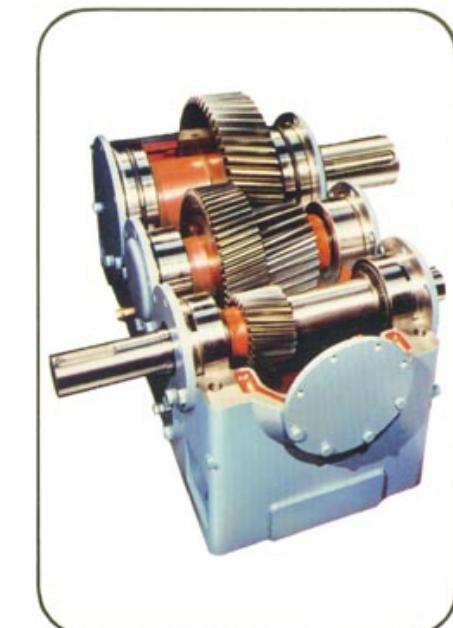
Els reductors o caixes reductores són un tren de mecanismes que serveixen per reduir la velocitat angular de forma notable i, per tant, augmentar-ne el parell entre un o dos arbres, ocupant el menor volum possible.

El tren de mecanismes està format per engranatges i/o visos sens fi, col·locats dins d'una caixa estanca amb lubrificants. Duen un arbre d'entrada i un de sortida on s'acobra el motor i la màquina o a accionar respectivament.



Les característiques més importants d'un reductor són:

- Relació de reducció (i)
- Moment de sortida màxim (M_{\max})
- Rendiment (η)



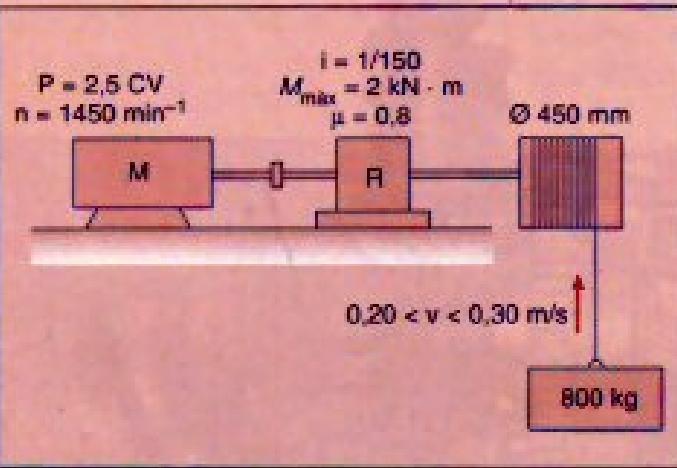
CAIXES DE CANVI DE MARXES I REDUCTORS (6) TRENS DE MECANISMES (10)

REDUCTORS (2)

A continuació podem veure un exemple resolt de reductors:

Exemple 14

Amb un reductor de $i = 1/150$, $M_{\max} = 2 \text{ kN} \cdot \text{m}$ i $\eta = 0,8$ volem accionar un muntacàrregues amb una càrrega total de 800 kg a través d'un motor que subministra 2,5 CV a 1450 min^{-1} . Si el tambor d'enrotllament del cable que subjecta directament el muntacàrregues té 450 mm de Ø, determina si el reductor i el motor seran suficients per aguantar el moment i perquè la velocitat del muntacàrregues estigui compresa entre 0,20 i 0,30 m/s.



Característiques del motor:

$$P_m = 2,5 \text{ CV} \cdot \frac{736 \text{ W}}{1 \text{ CV}} = 1840 \text{ W}$$

$$\omega_m = 1450 \text{ min}^{-1} \cdot \frac{2 \pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 151,84 \text{ rad/s}$$

$$M_m = \frac{1840 \text{ W}}{151,84 \text{ rad/s}} = 12,11 \text{ N} \cdot \text{m}$$

REDUCTORS (3)

Potència de sortida del reductor amb $\eta = 0,8$:

$$P_r = P_m \cdot 0,8 = 1\,840 \text{ W} \cdot 0,8 = 1\,472 \text{ W}$$

$$\omega_r = \omega_m \cdot i = 151,84 \text{ rad/s} \cdot \frac{1}{150} = 1,012 \text{ rad/s}$$

$$M_r = \frac{P_r}{\omega_r} = \frac{1\,472 \text{ W}}{1,012 \text{ rad/s}} = 1\,454,54 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Velocitat d'ascensió:

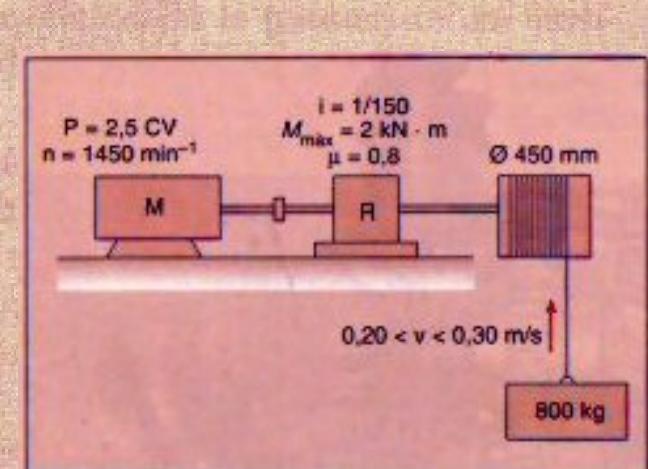
$$v = \omega_r r = 1,012 \text{ rad/s} \cdot 0,225 \text{ m} = 0,2278 \text{ m/s}$$

La velocitat, per tant, seria correcta.

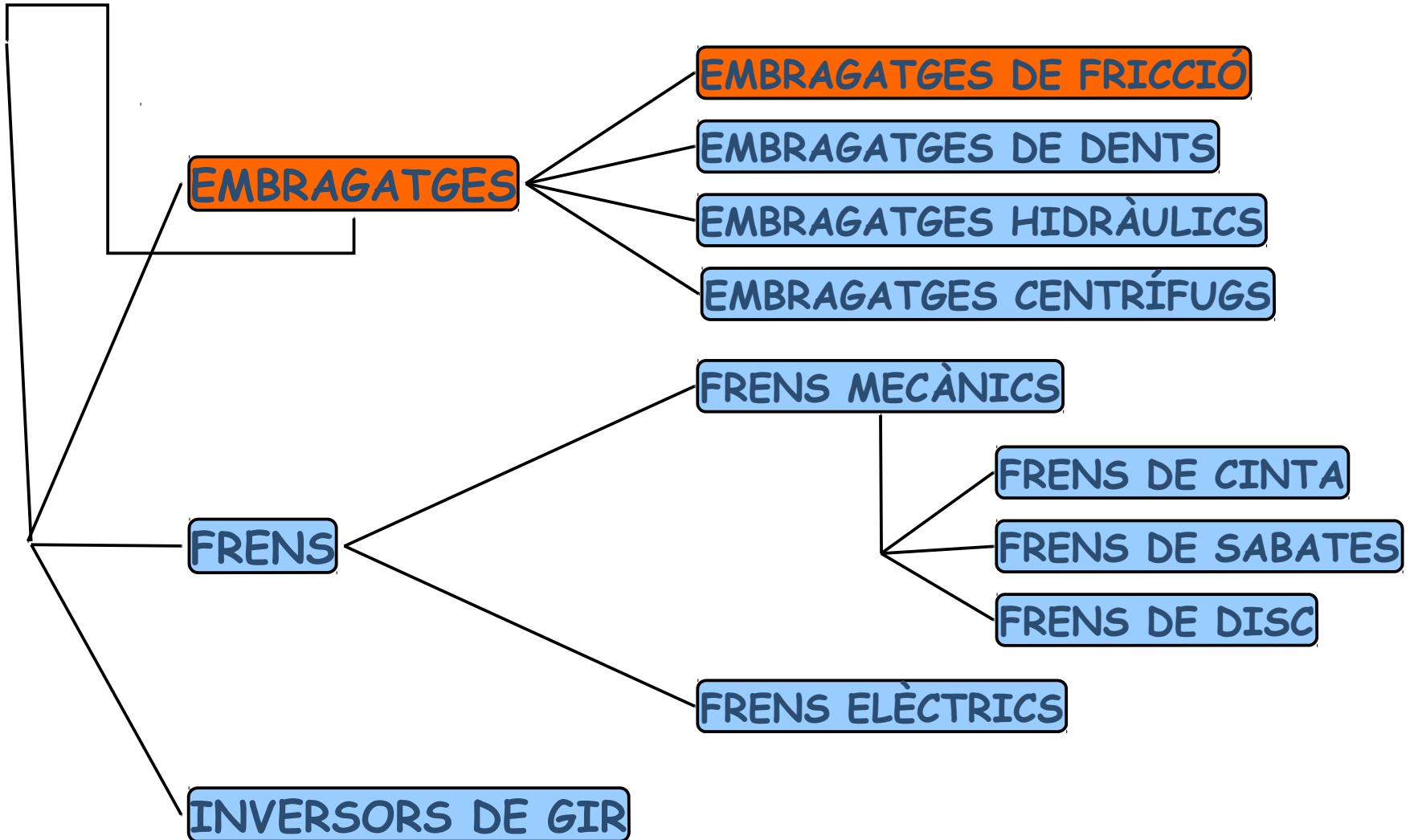
El moment desenvolupat és de $1\,454,54 \text{ N} \cdot \text{m}$ a través del motor i del reductor, però el necessari real per a $P = 800 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ ms}^{-2} = 7\,840 \text{ N}$ és:

$$M = F r = 7\,840 \text{ N} \cdot 0,225 \text{ m} = 1\,764 \text{ N} \cdot \text{m}.$$

Llavors, el reductor és suficient, però no la potència del motor, que ha de ser superior, per a poder subministrar un parell igual o superior a $1\,764 \text{ N} \cdot \text{m}$.



EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES

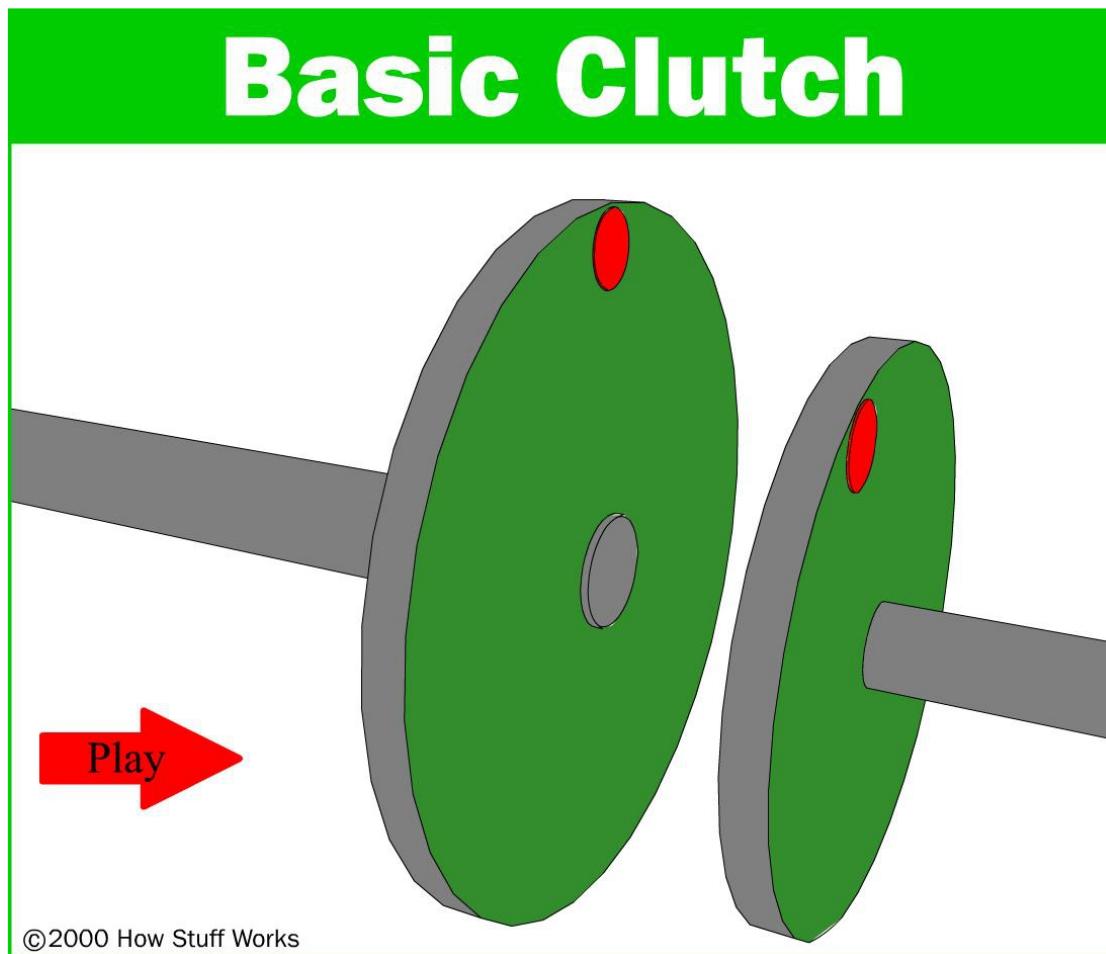


● EMBRAGATGES (1)

EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES (1)

Un *embragatge* és un mecanisme que permet connectar i disconnectar a voluntat o automàticament un dispositiu, normalment un arbre, conductor o motriu, amb un altre que és el conduit.

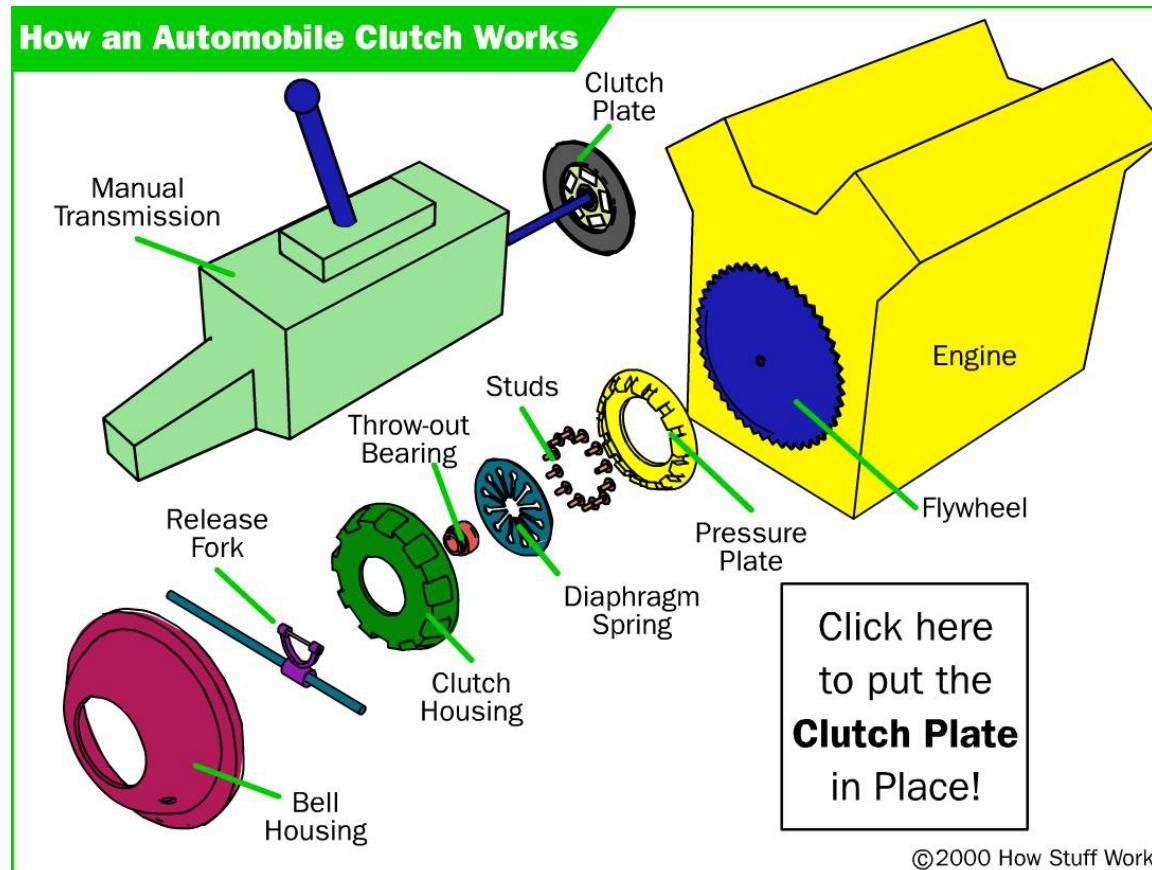
Per tant, *embragar* és connectar dos eixos alineats entre ells de forma que mantinguin la velocitat angular (ω).



EMBRAGATGES (2)

EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES (2)

Els embragatges són molt utilitzats en tot tipus de màquines, essent els més coneguts els que duen els automòbils entre el motor i la caixa de canvis.



● EMBRAGATGES (3)

EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES (3)

◆ EMBRAGATGES DE FRICCIÓ (1)

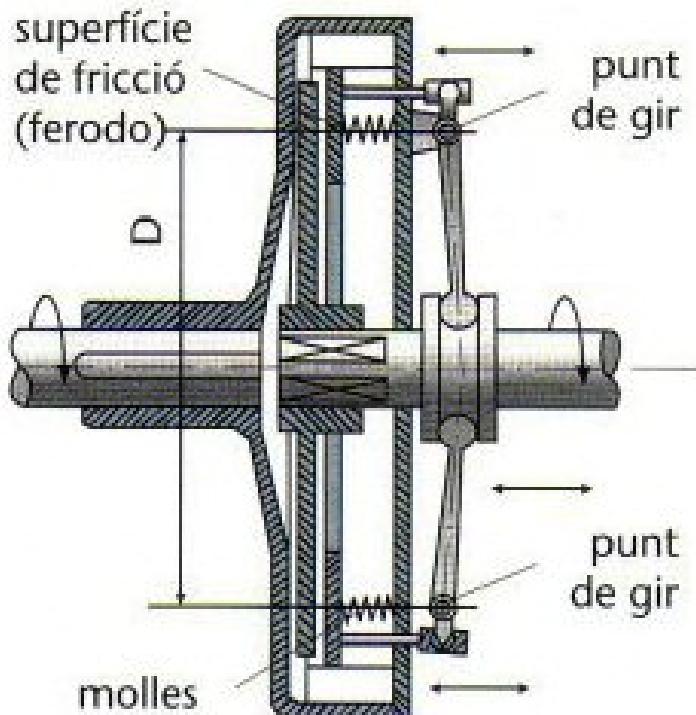
Transmeten el moviment a través d'una superfície que per forces de fricció connecta el dispositiu motriu amb el conduit. Segons sigui la superfície poden ser cònics o de disc (aquests darrers més usats en els automòbils). Les superfícies estan recobertes d'un material, *el FERODO*, que té un elevat coeficient de fricció i impedeix el lliscament.



EMBRAGATGES (4)

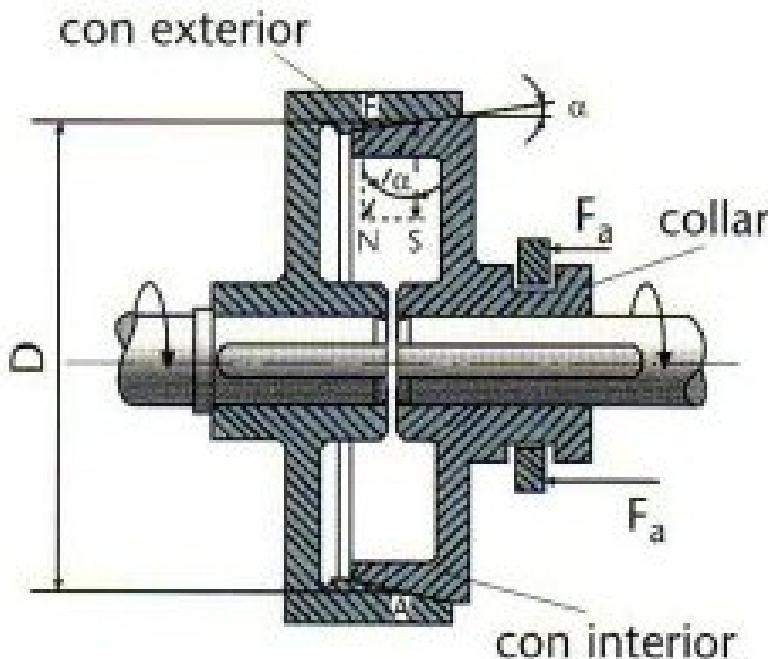
◆ EMBRAGATGES DE FRICCIÓ (2)

En els *embragatges cònics*, l'arbre motriu i el conduit duen dues rodes en forma cònica que s'acoblen: mitjançant un desplaçament lateral d'una de les parts es pot acoblar o desacoblar la transmissió.



EMBRAGATGE DE FRICCIÓ PLA

EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES (4)



**EMBRAGATGE CÒNIC
ACCIONAMENT PER COLLAR**

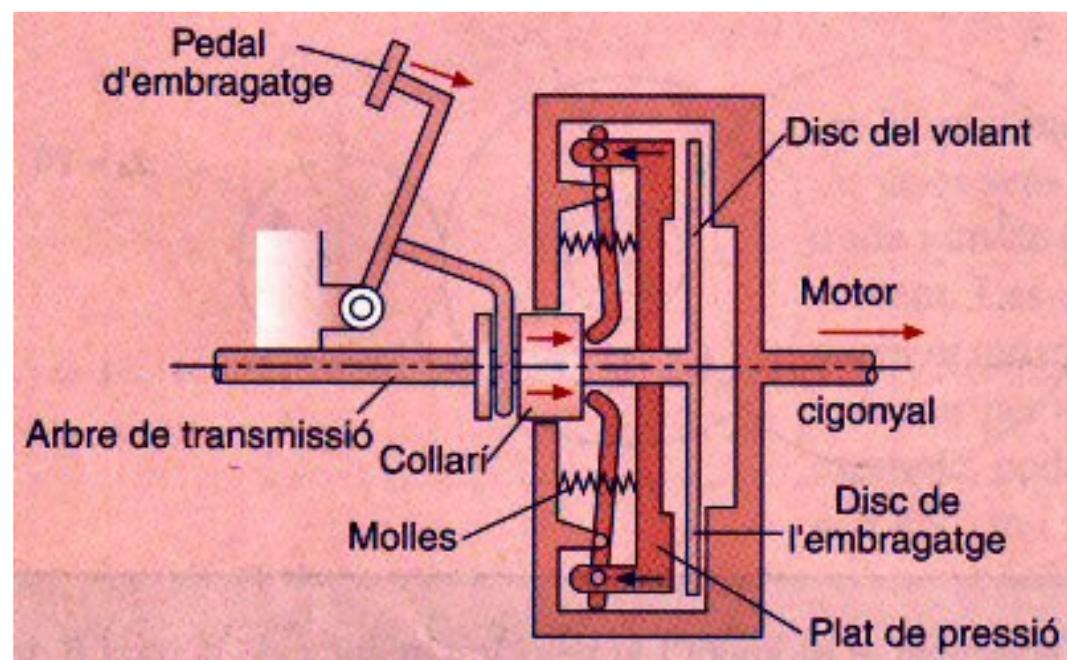
EMBRAGATGES (5)

◆ EMBRAGATGES DE FRICCIÓ (3)

EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES (5)

En el cas dels automòbils un conjunt de molles mantenent el disc, que està connectat a l'eix conduït, premut entre dues superfícies connectades a l'arbre motriu. A través d'un dispositiu mecànic, pedal, maneta,..., i un joc de palanques, es poden desbloçar les molles, alliberant el disc de la pressió que fa contra les superfícies de l'òrgan motriu, amb la qual cosa el moviment deixa de transmetre's.

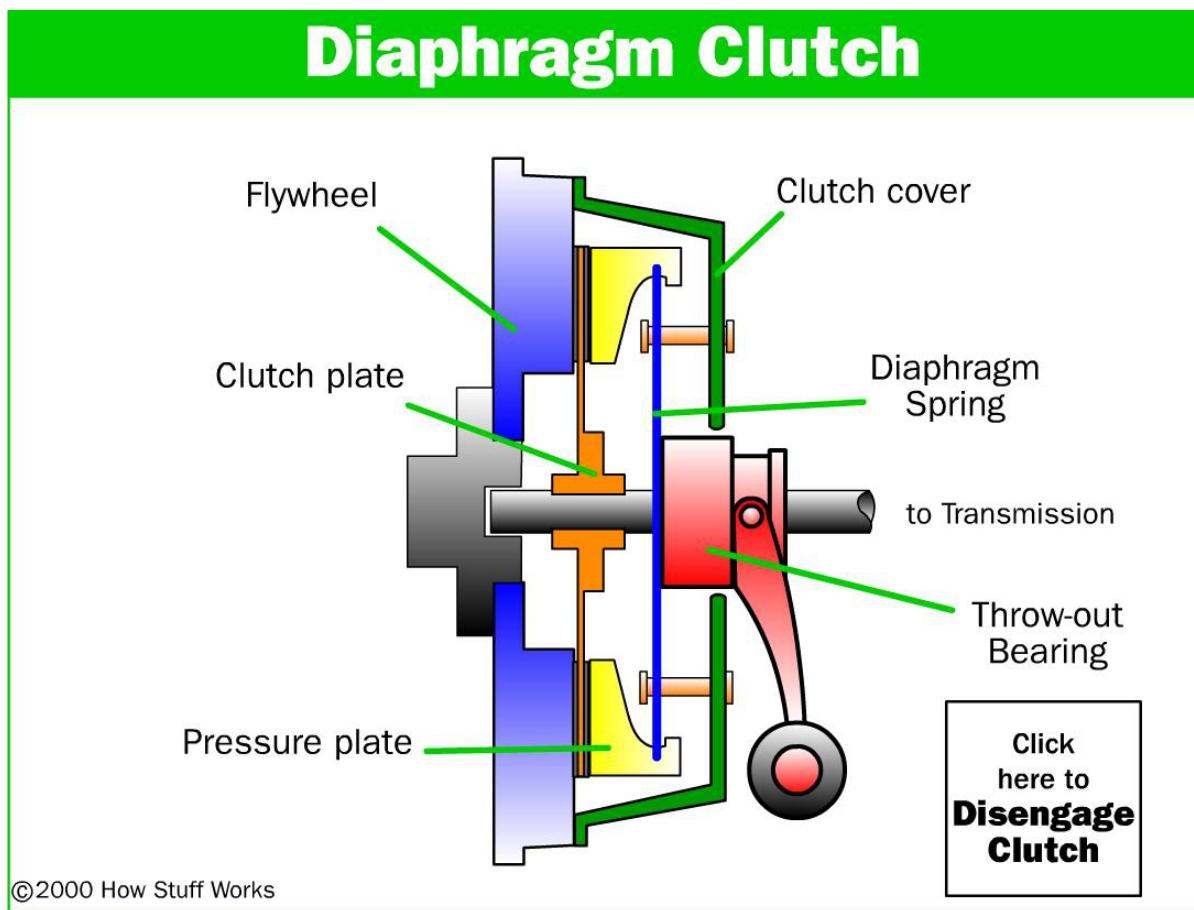
Gràcies al sistema de fricció es pot fer una connexió o desconexió suau i progressiva, sobretot en el sistema de disc, motiu per qual són els més usats en el camp de l'automoció.



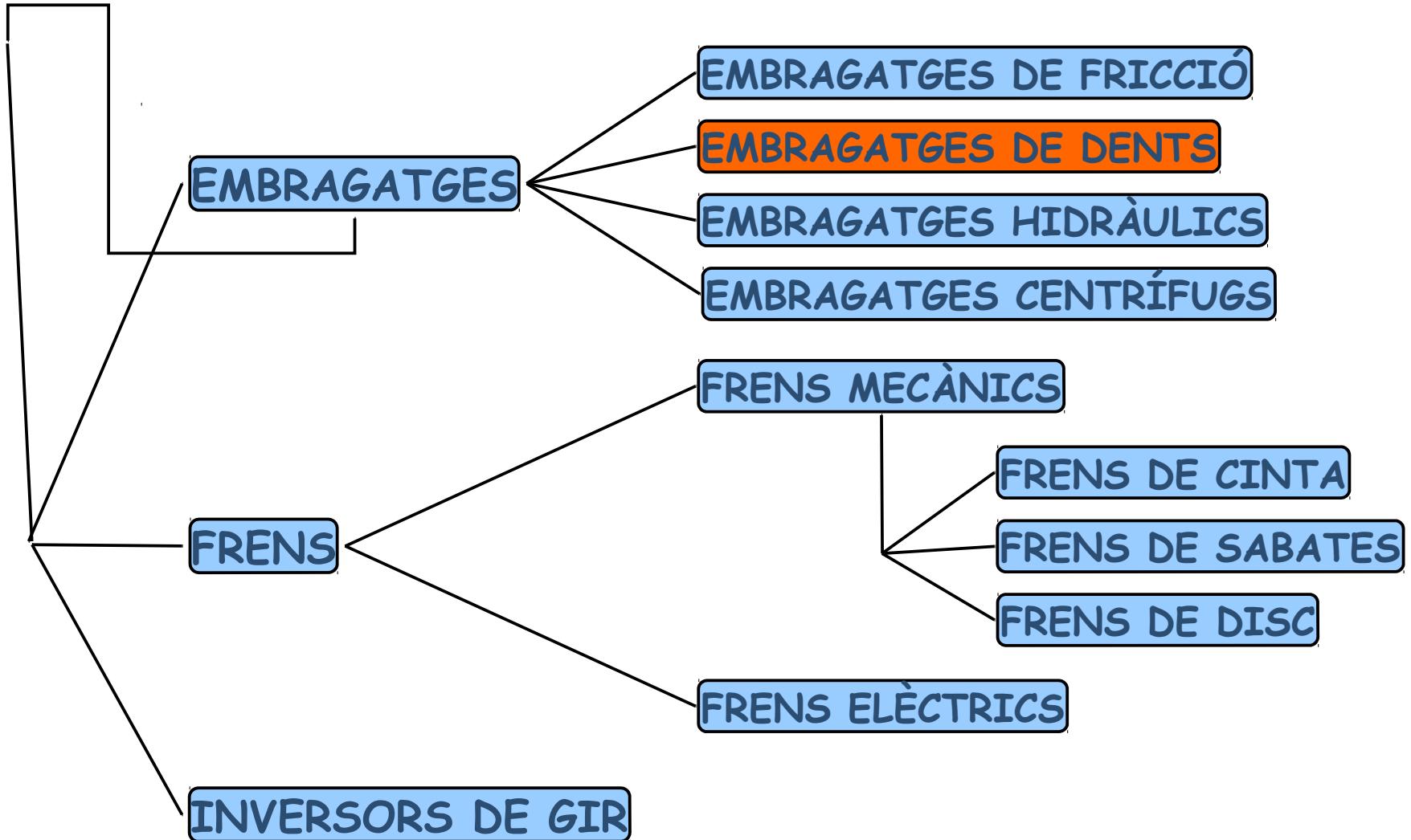
EMBRAGATGES (6)

◆ EMBRAGATGES DE FRICCIÓ (4)

EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES (6)



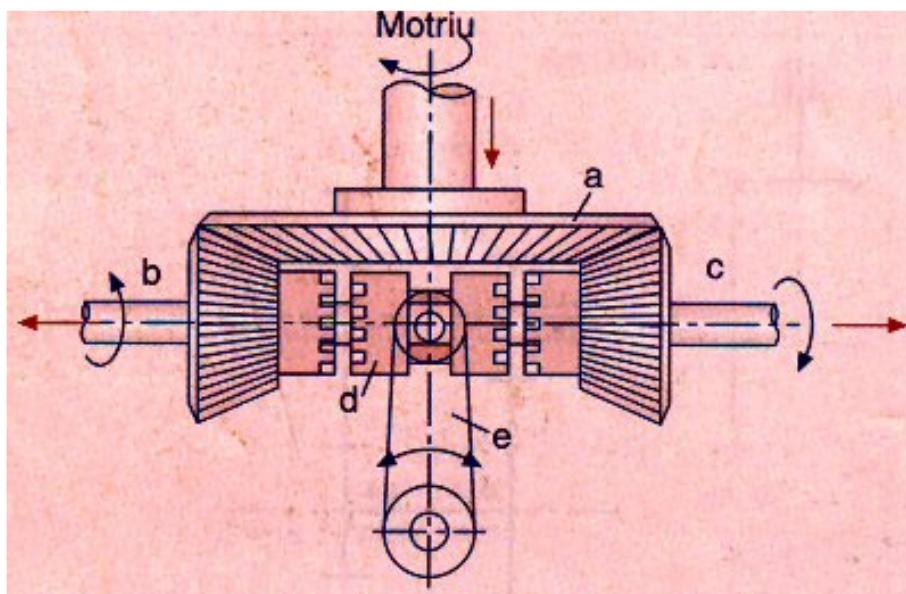
EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES



EMBRAGATGES (7)

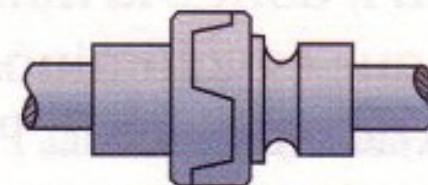
EMBRAGATGES DE DENTS O RÍGIDS

En aquest tipus d'embragatge la connexió es fa a través de rodes dentades encarades frontalment, i l'connexió és brusca, per la qual cosa el seu ús queda restringit a màquines on la velocitat angular i les inèrcies no siguin gaire grans i puguin ser perjudicials. Tanmateix, són els que poden transmetre esforços més elevats.

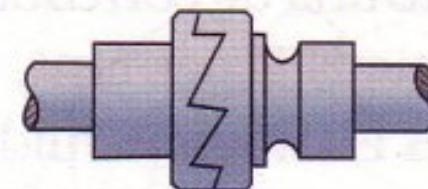


EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES (7)

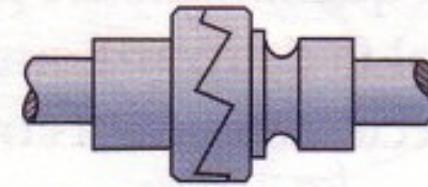
EMBRAGATGE DE DENTS



moviment en ambdós sentits

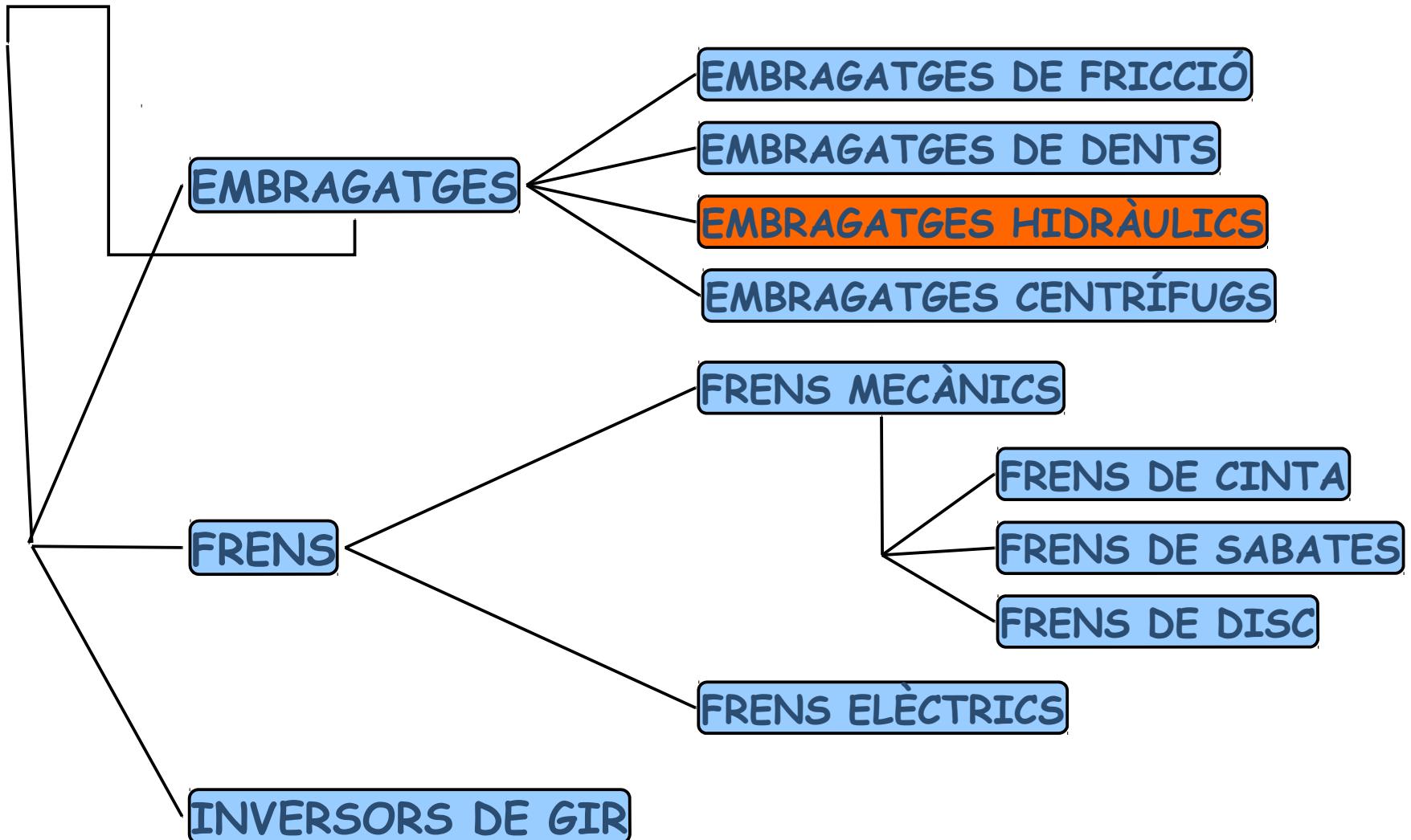


moviment en un sol sentit



en ambdós sentits,
preferentment en un

EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES



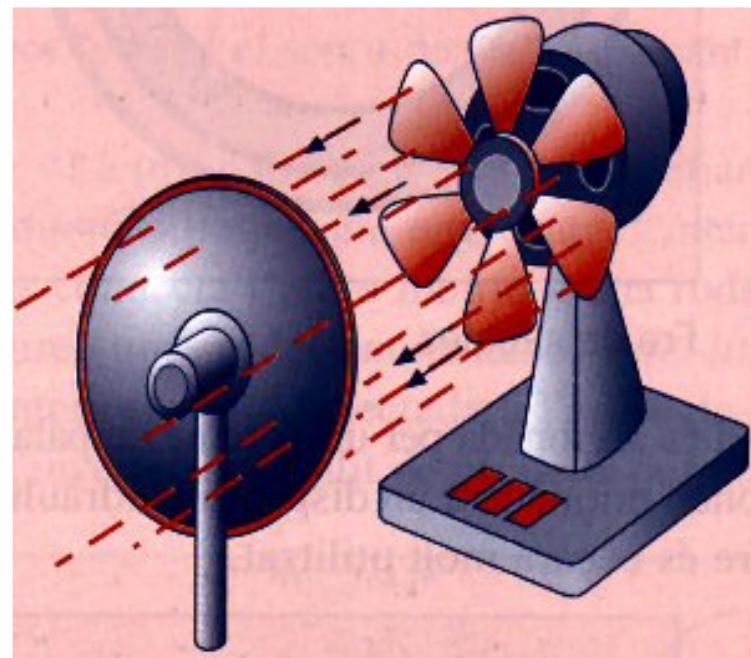
● EMBRAGATGES (8)

◆ EMBRAGATGES HIDRÀULICS

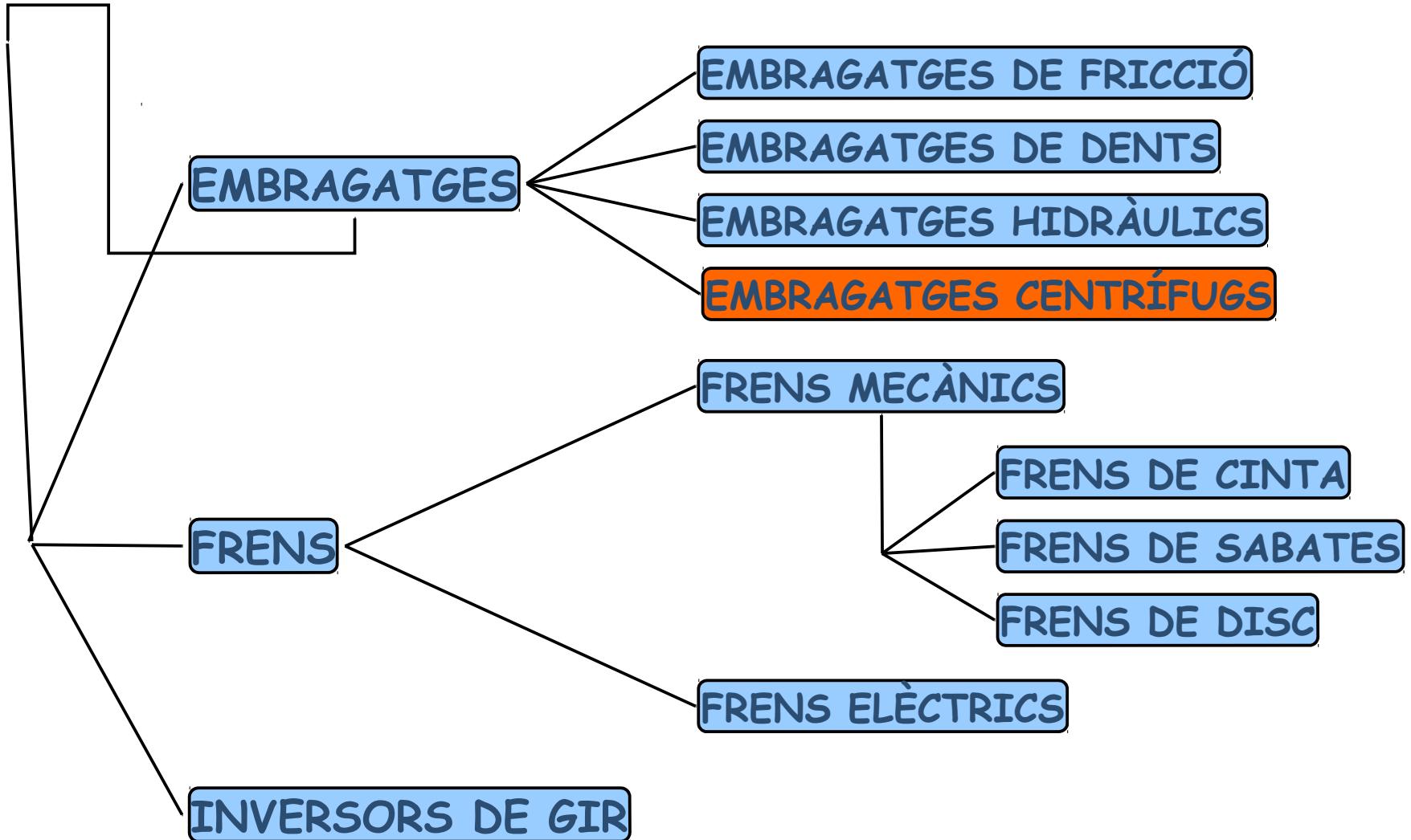
En els embragatges hidràulics la transmissió del moviment es fa a través d'un líquid, que normalment és oli.

Dins d'un càrter ple d'oli hi ha una roda turbina connectada a l'arbre motriu i una altra de connectada a l'arbre conduit. La turbina connectada a l'arbre conductor actua com una bomba impulsant l'oli cap a les pales de la turbina de l'arbre conduït. A partir d'una certa velocitat angular es genera un moment prou gran a les pales de la turbina solidària amb l'arbre conduit que és arrossegat i gira.

EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES (8)



EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES

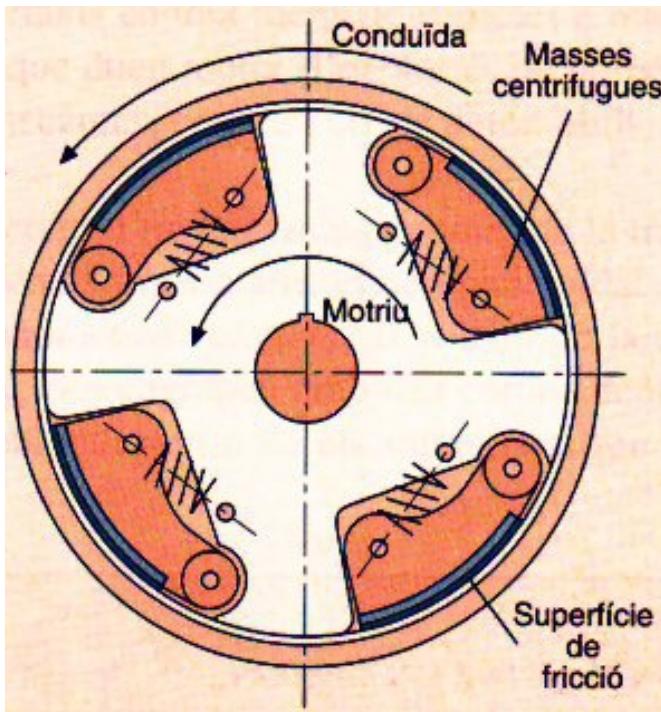


● EMBRAGATGES (9)

◆ EMBRAGATGES CENTRÍFUGS

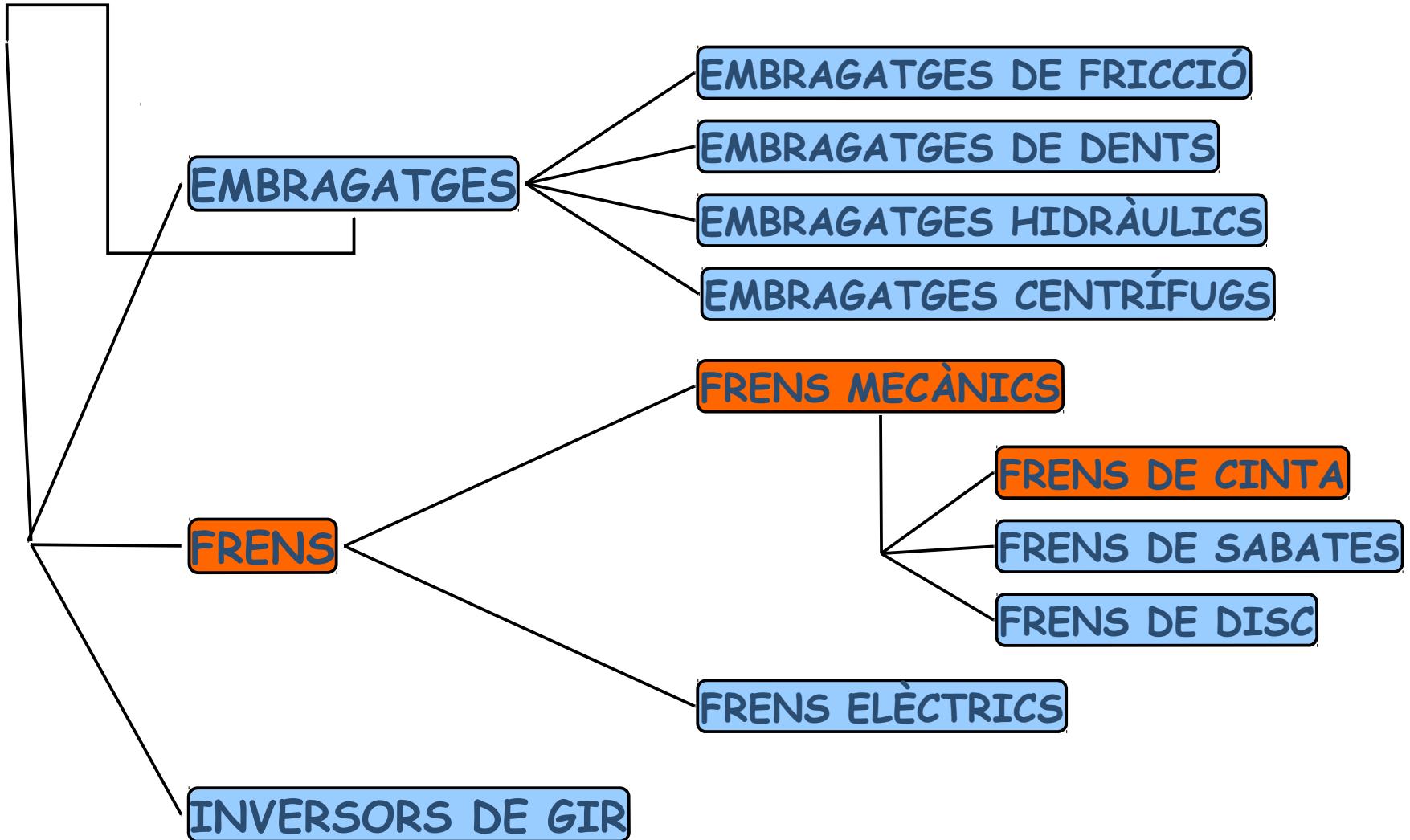
Aquests embragatges són molt habituals en ciclomotors i altres màquines.

L'arbre motriu duu unes masses connectades i retingudes amb unes molles. Al augmentar la velocitat angular degut a la força centrífuga, les masses vencen la resistència de la molla separant-se i connectant-se a través d'unes superfícies de fricció amb un tambor connectat a l'arbre conduït.



EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES (9)

EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES

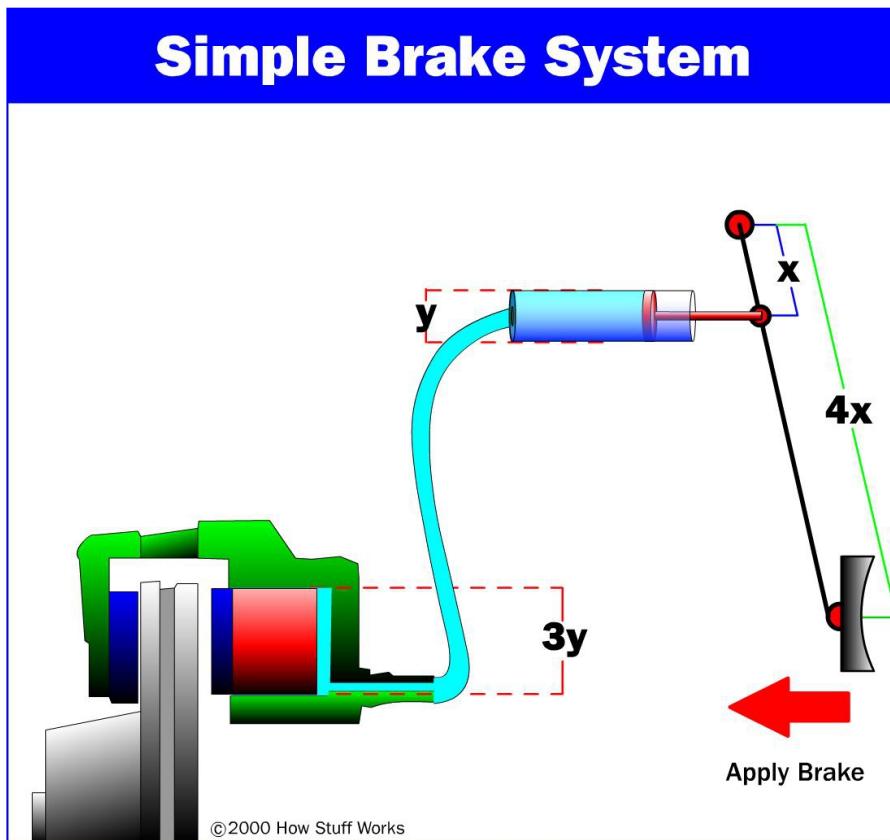


Els **frens** són dispositius que permeten desaccelerar i, per tant, reduir fins aturar-lo, un mecanisme o una màquina. El que fan és absorbit l'energia cinètica de la màquina o el mecanisme que se sol transformar en energia tèrmica, la qual posteriorment és dissipada a l'ambient.

Existeixen diferents tipus de frens, essent els més importants:

Els **frens mecànics**, que basen el seu efecte en dispositius de fricció.

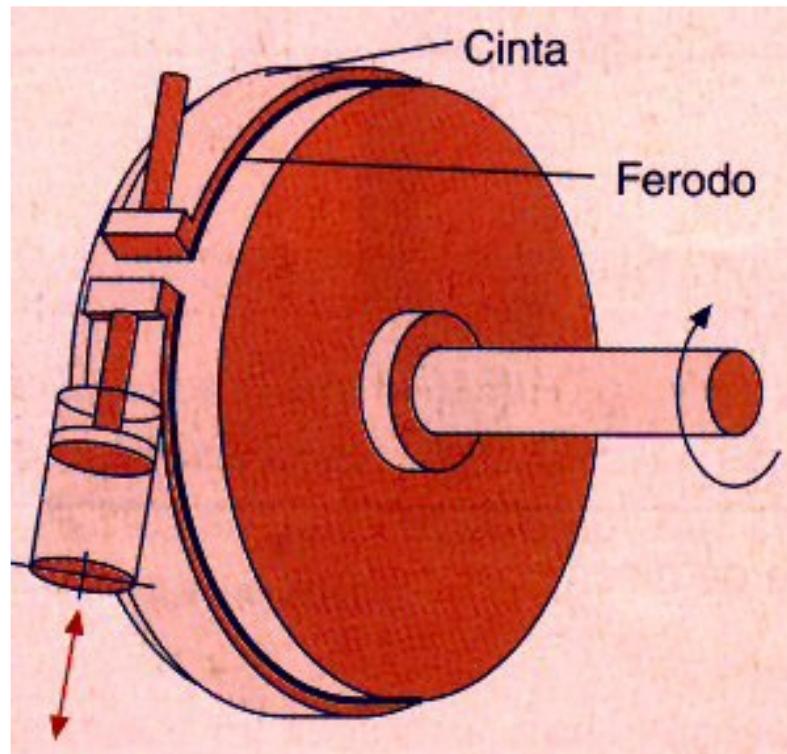
Els **frens elèctrics**, que basen el seu efecte dispositius electromagnètics.



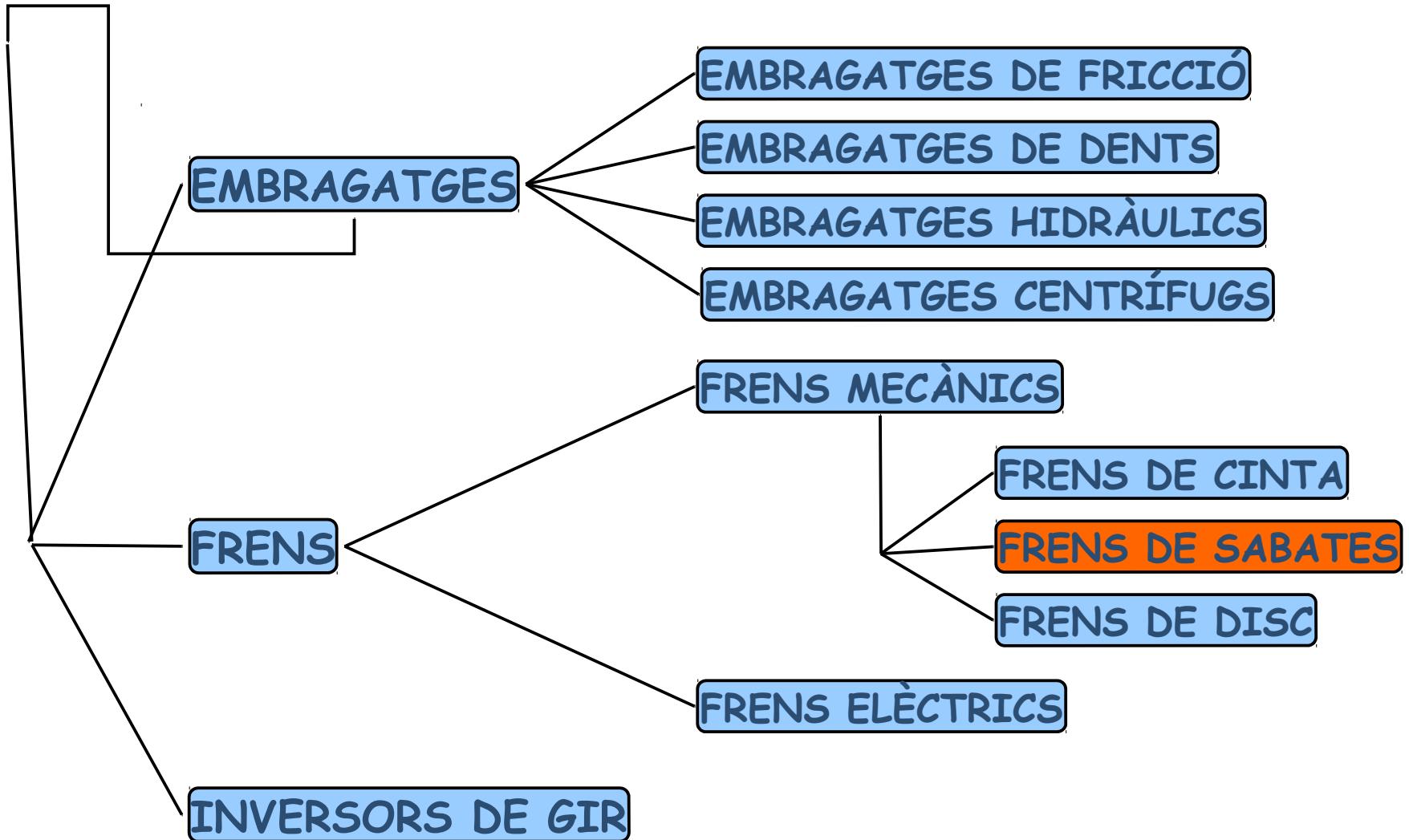
◆ FRENS DE CINTA

En aquest tipus de frens una cinta recoberta interiorment **ferodo** (material resistant al desgast) abraça exteriorment la roda que es vol aturar. A través d'una palanca o un altre dispositiu mecànic, es tensa la cinta de forma que faci pressió a la perifèria de la roda, que per fricció genera un moment d'aturada.

Actualment quasi no s'utilitza.



EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES

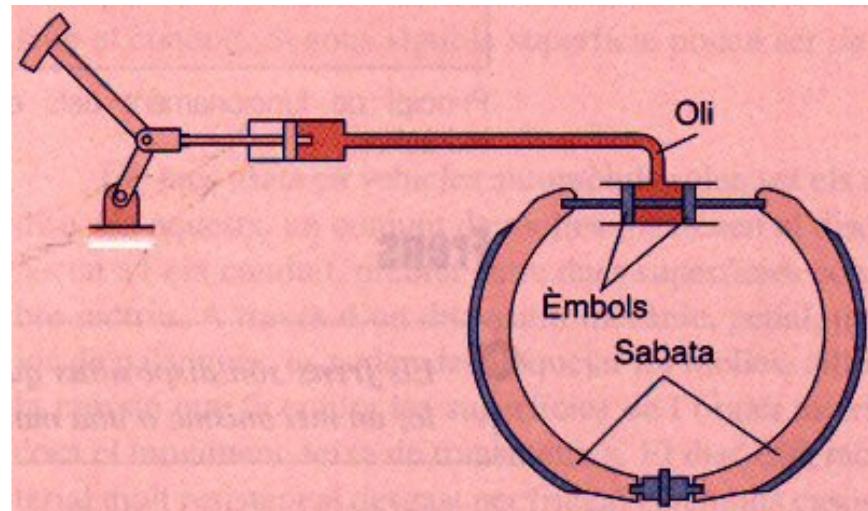
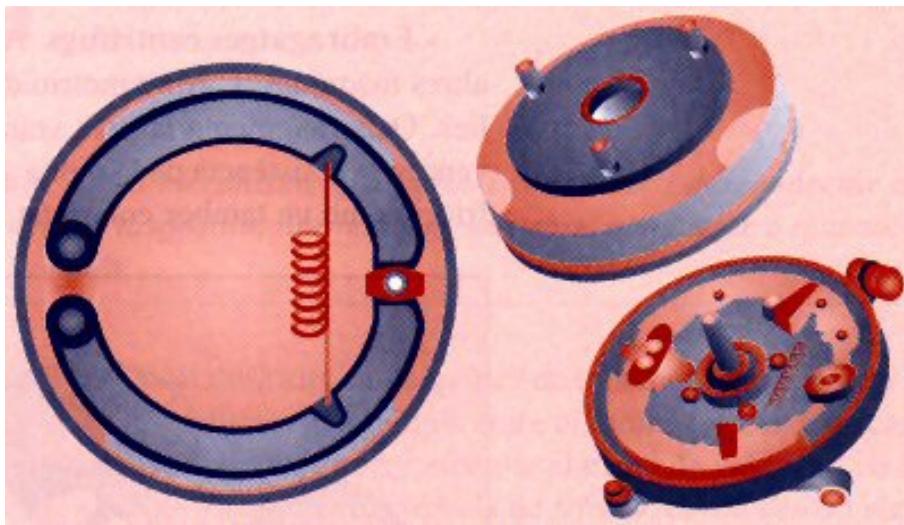


FRENS (3)

EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES (12)

◆ FRENS DE SABATES O DE TAMBOR (1)

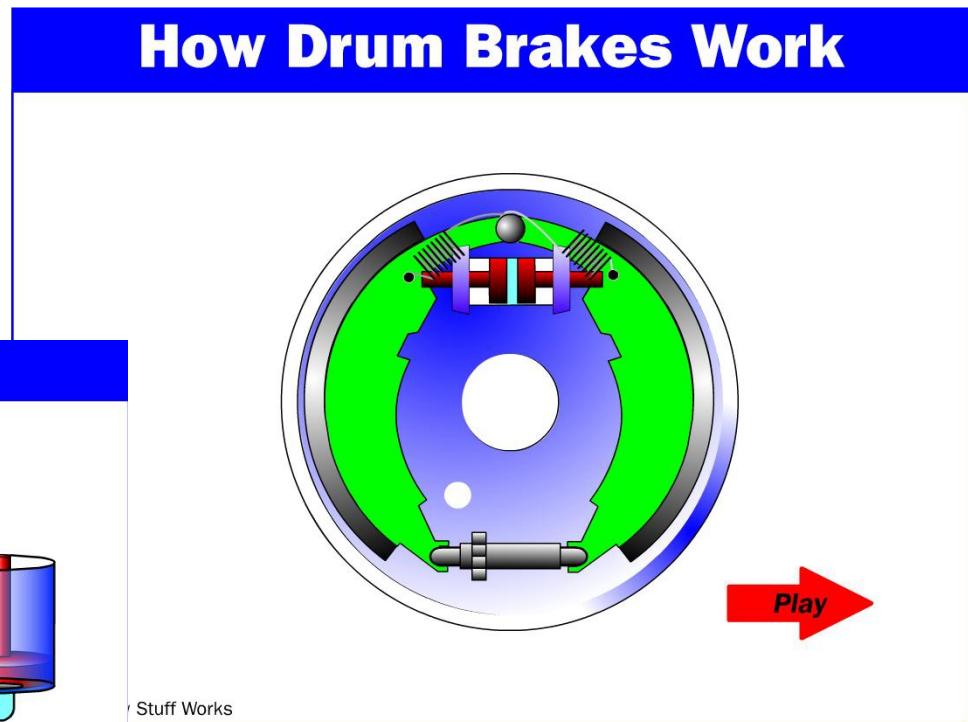
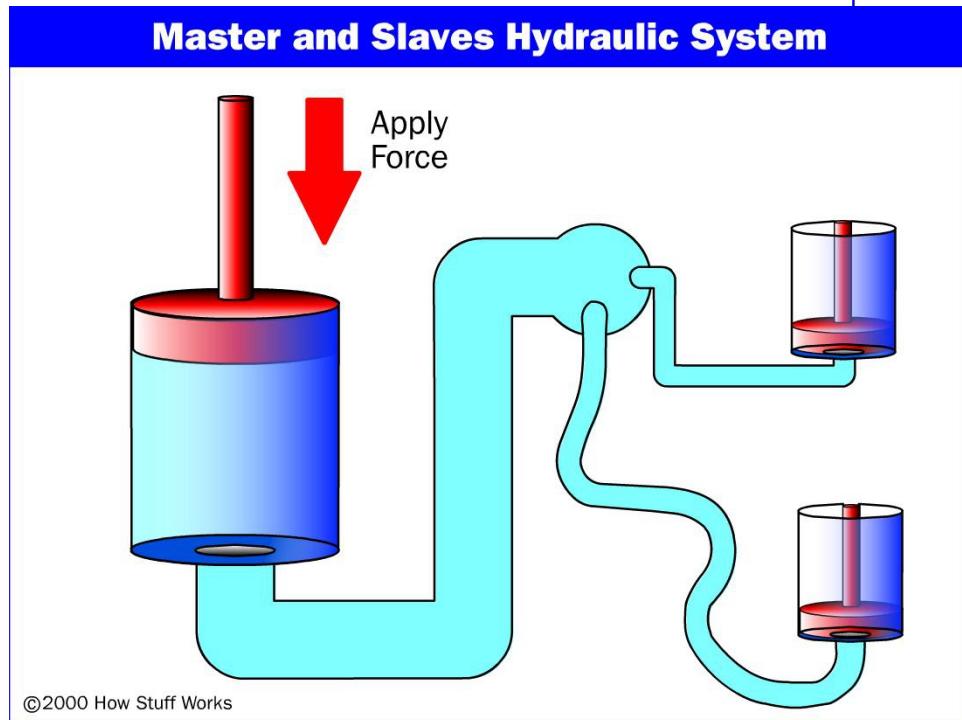
En aquest cas dues peces anomenades *sabates*, recobertes de *ferodo*, són accionades per una lleva, un dispositiu hidràulic,... que les separa, obligant-les a fer pressió contra la part interior d'un tambor solidari amb l'arbre o eix que és vol frenar. La lleva és accionada per un sistema de palanques o bé per un dispositiu hidràulic.



FRENS (4)

EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES (13)

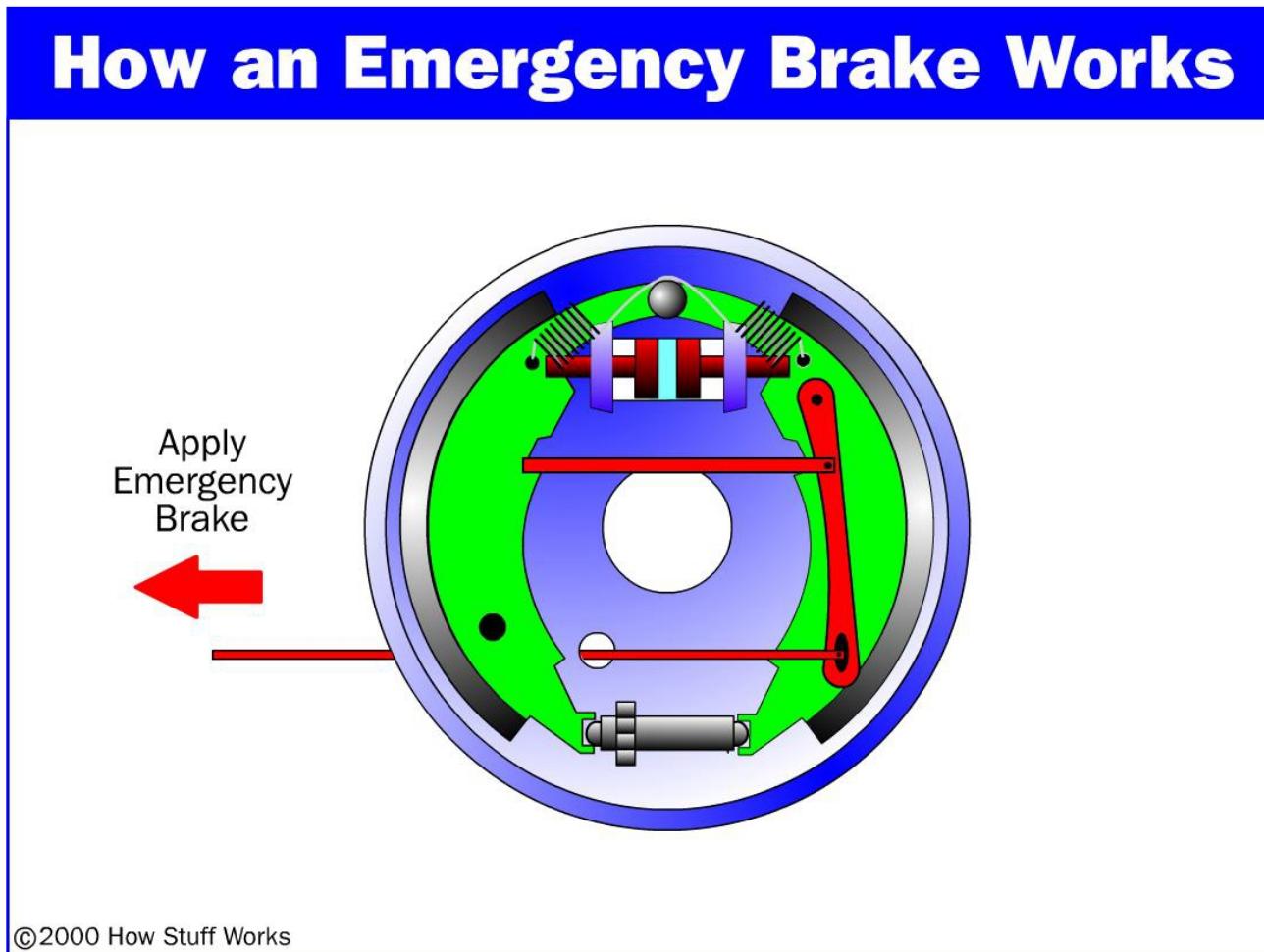
◆ FRENS DE SABATES O DE TAMBOR (2)



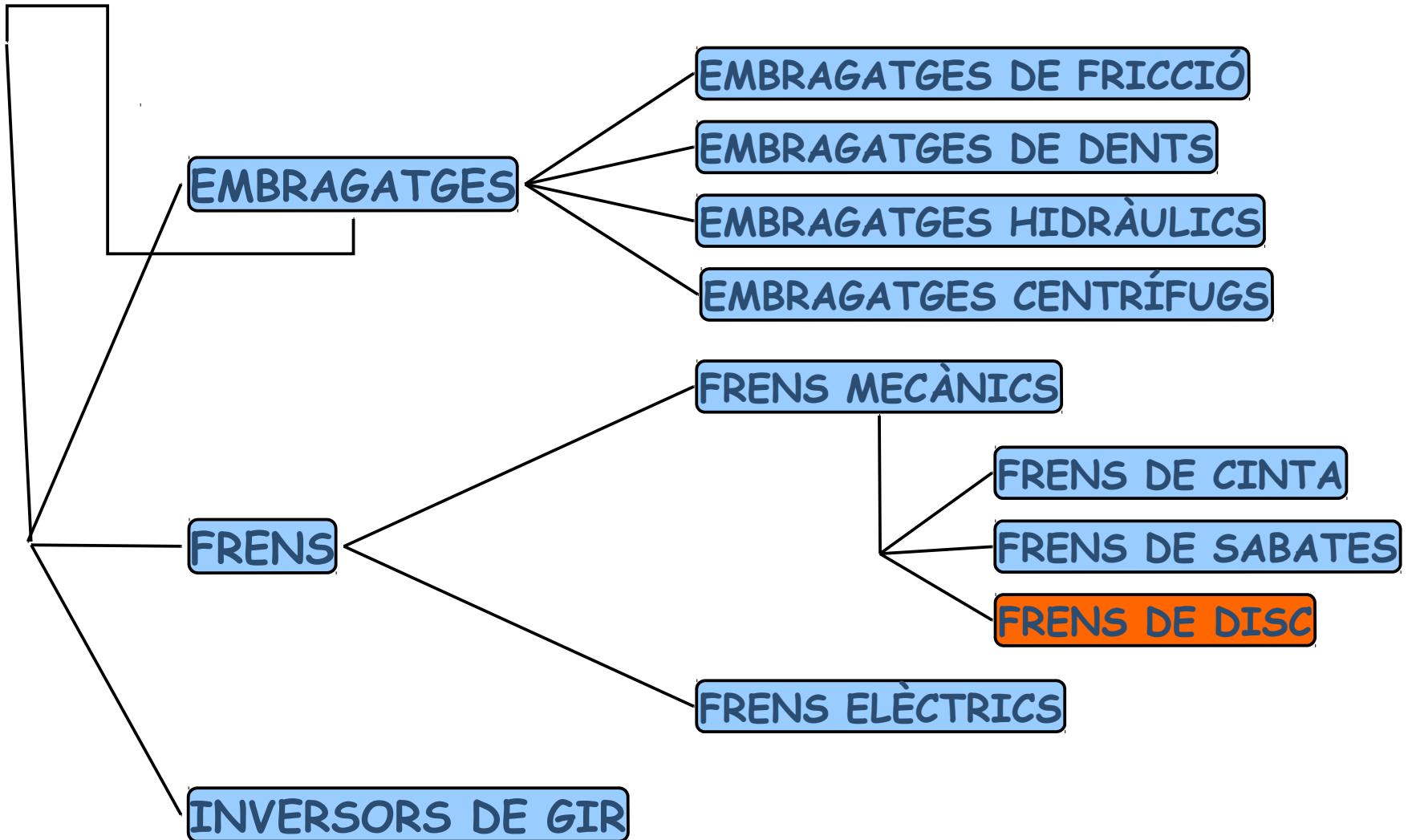
FRENS (5)

EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES (14)

◆ FRENS DE SABATES O DE TAMBOR (3)



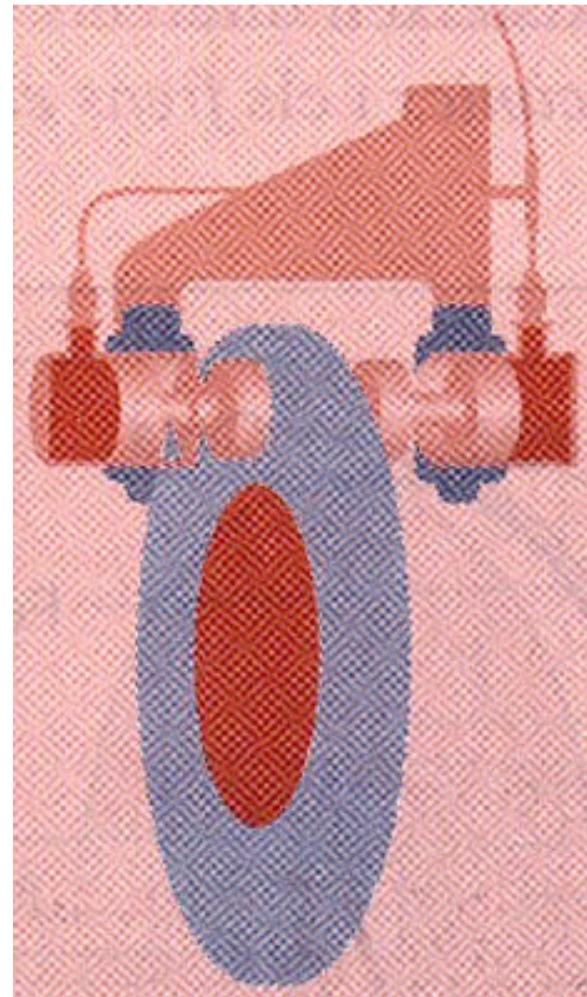
EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES



◆ FRENS DE DISC (1)

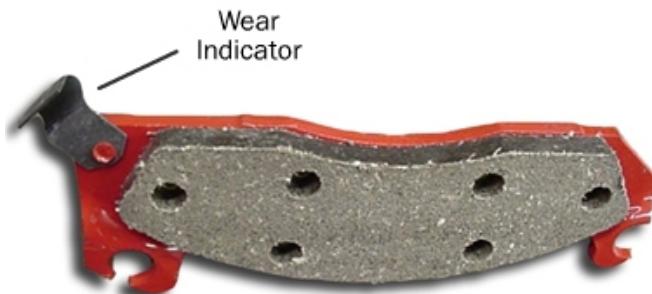
Són els frens més eficients i els més emprats en vehicles automòbils de tota mena. L'arbre o element que s'ha de frenar duu un disc solidari, sobre el qual exerceixen una forta pressió dues pastilles recobertes de **ferodo** col·locades en una mordassa. Les pastilles s'accionen normalment a través d'un èmbol hidràulic, de manera similar a com ho fan les dels frens de tambor.

La forta generació de calor que es produeix com a conseqüència de la fricció cal refrigerar-la, ja que les elevades temperatures podrien malmetre els discs. Per fer-ho s'utilitzen, normalment, sistemes de ventilació que actuen sobre els discs.



FRENS (7)

◆ FRENS DE DISC (2)



©2000 How Stuff Works



EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES (16)

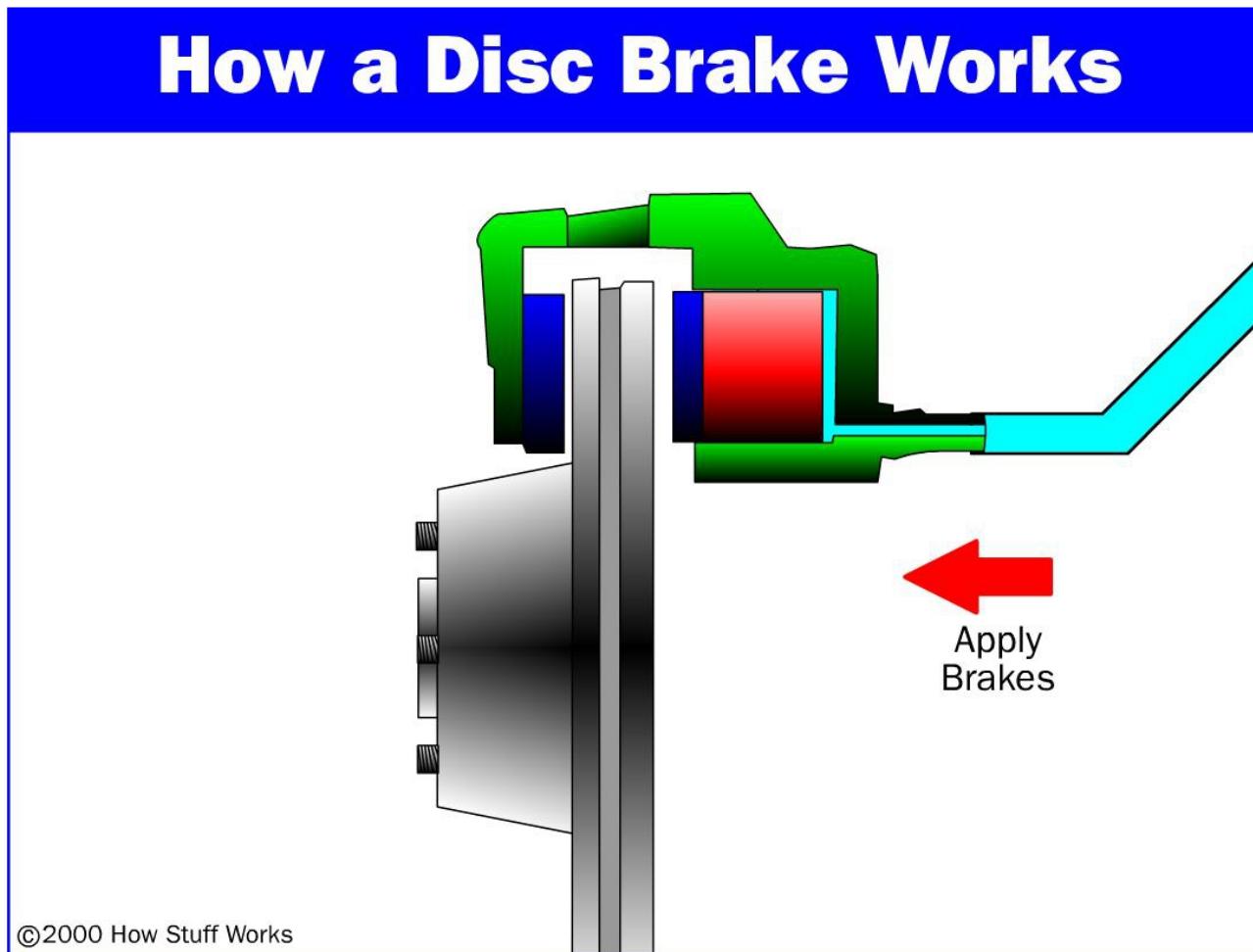
FRENS (8)

◆ FRENS DE DISC (3)

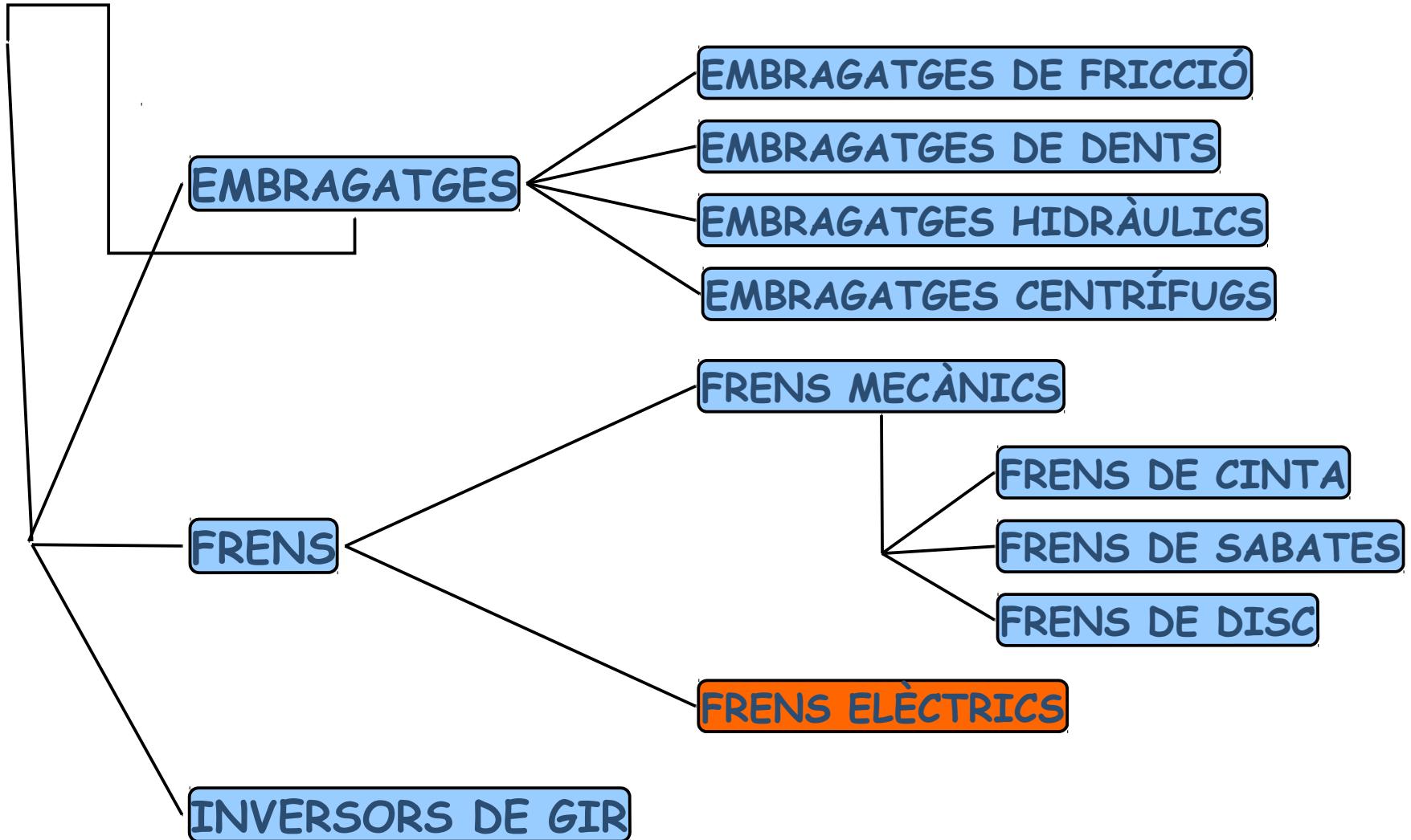
EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES (17)



◆ FRENS DE DISC (4)



EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES

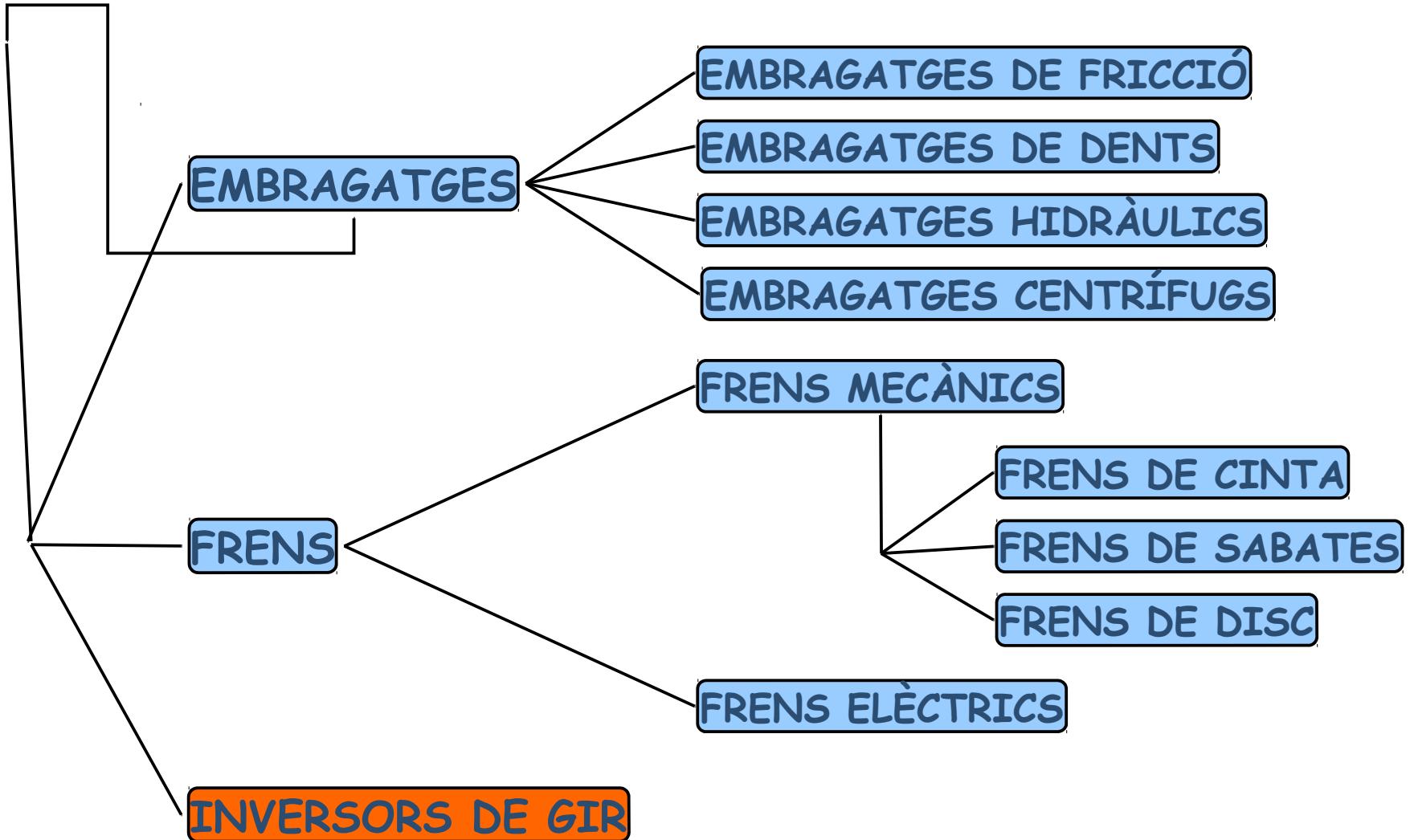


◆ FRENS ELÈCTRICS

Tracten de frenar, sense arribar a l'aturada, grans càrregues durant temps llargs (camions, autocars,...). S'utilitzen en els casos en que els frens convencionals provocarien un sobreescalfament perillós.

Per fer-ho utilitzen dispositius electromagnètics. Es col·loca un disc metàl·lic (Cu o Al) a l'arbre de transmissió del vehicle que cal frenar. Davant del disc es situen electroimants, que quan es connecten generen un potent camp magnètic que queda enfrontat al disc metàl·lic provocant una forta atracció del mateix que l'obliga a reduir la seva velocitat.

EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES



● INVERSORS DE GIR (1)

EMBRAGATGES, FRENS I ALTRES MECANISMES (20)

Són mecanismes molt importants en tota mena de vehicles o màquines que funcionen en dos sentits.

La inversió del gir se sol fer mitjançant la inserció d'un engranatge enmig de la transmissió o mitjançant engranatges interiors, anomenats planetaris.

