



**TECNOLOGIES | Versió impresa**

# **MÀQUINES: TRANSMISSIÓ I TRANSFORMACIÓ DEL MOVIMENT**



# INTRODUCCIÓ

Una **màquina** és un aparell capaç de transformar energia en treball útil.

Des de l'escombra fins a la rentadora, passant per l'aspiradora o la bicicleta, les màquines es caracteritzen per: fer un treball útil, consumir energia i estar formades per un conjunt de mecanismes.

Aquests mecanismes que formen les màquines els permeten realitzar la funció per a la qual van ser dissenyades.

Un **mecanisme** és un conjunt d'elements, mòbils uns respecte als altres, que transmeten i transformen el moviment.

Aquest moviment pot ser lineal (en línia recta), circular (de rotació) o alternatiu (d'anada i tornada). Es transmet i es transforma des d'un element **conductor**, que l'inicia, fins a un element **conduït**, que el rep.

L'element conductor també s'anomena **element motriu**.

## 1. MECANISMES DE TRANSMISSIÓ DEL MOVIMENT

### 1.1. Introducció

El tret que defineix els mecanismes de transmissió de moviment és que el conductor i el conduït tenen el mateix tipus de moviment.

Així doncs, els mecanismes de transmissió de moviment poden ser de:

- **Transmissió de moviment lineal**

El conductor i el conduït tenen moviment lineal.

La palanca i la politja en són alguns exemples.

- **Transmissió de moviment circular**

El conductor i el conduït tenen moviment circular.

Les rodes de fricció, els engranatges, les politges unides amb corretja i les rodes dentades unides amb cadena en són alguns exemples.

### 1.2. Moviment lineal

#### 1.2.1. Palanques

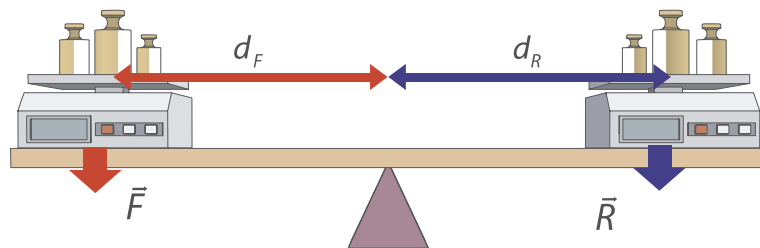
Una **palanca** és una barra rígida que pivota sobre un punt de suport o **fulcre**.

Si s'utilitza correctament, fa possible vèncer una força de resistència amb una força exercida menor.

### 1.2.1.1. Llei fonamental de la palanca

L'equilibri d'una palanca depèn de les magnituds següents:

- La força aplicada
- La resistència
- La distància entre el punt d'aplicació de la força i el fulcre
- La distància entre el punt d'aplicació de la resistència i el fulcre



Cadascuna d'aquestes forces i la distància associada són magnituds inversament proporcionals. A més, la constant de proporcionalitat de cadascuna d'aquestes parelles de magnituds és la mateixa.

Aquest enunciat es coneix com a **llei fonamental de la palanca**, i s'escriu matemàticament així:

$$\frac{F}{R} = \frac{d_R}{d_F} \Rightarrow F \cdot d_F = R \cdot d_R$$

### 1.2.1.2. Tipus

Podem classificar les palanques segons la posició del fulcre respecte als punts d'aplicació de la força i de la resistència.

- **Palanca de primer gènere**  
El fulcre es troba entre la força i la resistència.
- **Palanca de segon gènere**  
La resistència es troba entre el fulcre i la força.
- **Palanca de tercer gènere**  
La força es troba entre el fulcre i la resistència.

## 1.2.2. Politges

Una **politja** és una roda acanalada en la seva perifèria que gira al voltant del seu eix. Per la seva canal o gorja hi passa una corda.

### 1.2.2.1. Tipus

- **Politja fixa**

Té l'eix fix.

Està en equilibri si  $F = R$ .

- **Politja mòbil**

Té moviment de translació i rotació.

Està en equilibri si  $F = R / 2$ .

- **Polispast**

Un polispast és un conjunt de politges fixes i mòbils.

## 1.3. Moviment circular

### 1.3.1. Velocitat de rotació

La **velocitat de rotació** ( $n$ ) és el nombre de voltes que fa una roda per unitat de temps.

Generalment s'expressa en  $\text{min}^{-1}$  o rpm.

La velocitat de rotació es mesura amb un tacòmetre.

### 1.3.2. Relació de transmissió

La **relació de transmissió** ( $i$ ) és el quocient entre la velocitat de rotació de la roda conduïda i la velocitat de rotació de la roda conductora.

És adimensional.

Si els dispositius de transmissió de moviment circular funcionen correctament, la velocitat lineal de la perifèria de tots els elements giratoris és la mateixa. Per això, la relació de transmissió pot escriure's en termes de la geometria d'aquests elements:

$$i \equiv \frac{n_c}{n_m} = \frac{r_m}{r_c} = \frac{D_m}{D_c},$$

on les  $r$  fan referència als radis ( $m$ , element motriu;  $c$ , element conduït) i les  $D$  als diàmetres corresponents.

La relació de transmissió és una característica fonamental dels mecanismes de transmissió de moviment circular. Tenint en compte aquesta relació, es classifiquen en:

- **Directes** ( $i = 1$ )

El motriu i el conduït tenen el mateix diàmetre  $i$ , en conseqüència, giren a la mateixa velocitat de rotació.

$$n_c = n_m$$

$$D_c = D_m$$

- **Multiplicadors** ( $i > 1$ )

El motriu té un diàmetre major que el conduït  $i$ , en conseqüència, el conduït gira a major velocitat de rotació.

$$n_c > n_m$$

$$D_m > D_c$$

- **Reductors** ( $i < 1$ )

El motriu té un diàmetre menor que el conduït  $i$ , en conseqüència, el conduït gira a menor velocitat de rotació.

$$n_c < n_m$$

$$D_m < D_c$$

### 1.3.3. Rodes de fricció

Les **rodes de fricció** són cilindres o troncs de con que estan en contacte. Transmeten moviment per fregament.

#### 1.3.3.1. Tipus

Podem classificar les rodes de fricció segons quina sigui la superfície de fricció.

- **Rodes de fricció exteriors**

Les rodes són cilíndriques. Les seves superfícies laterals exteriors estan en contacte  $i$ , per tant, es veuen forçades a girar en sentits contraris.

- **Rodes de fricció interiors**

Les rodes són cilíndriques. La superfície lateral interior de la roda gran està en contacte amb la superfície lateral exterior de la roda petita, de manera que es veuen forçades a girar en el mateix sentit.

- **Rodes de fricció troncocòniques**

Les rodes tenen forma de tronc de con. Les seves superfícies laterals exteriors estan en contacte  $i$ , per tant, giren en sentits contraris.

### 1.3.4. Engranatges

Els **engranatges** són rodes dentades que encaixen.

Gràcies a això, transmeten el moviment: les dents de l'engranatge conductor empenyen les dents de l'engranatge conduït. Amb aquest mètode s'evita la possibilitat que es produeixi lliscament, com podia passar en el cas de les rodes de fricció.

Dos engranatges encaixats giren sempre en sentits contraris.

El mòdul ( $m$ ) d'un engranatge és el quocient entre el seu diàmetre ( $D$ ) i el seu nombre de dents ( $Z$ ). Generalment, s'expressa en mil·límetres.

$$m = \frac{D}{Z}$$

Perquè dos engranatges encaixin, han de tenir el mateix mòdul. Això fa que la relació de transmissió es pugui escriure així:

$$i \equiv \frac{n_c}{n_m} = \frac{D_m}{D_c} = \frac{Z_m}{Z_c}$$

### 1.3.4.1. Tipus

Alguns dels tipus d'engranatges més comuns són els següents:

- **Cilíndrics rectes**  
Són els engranatges més simples.  
Transmeten moviment entre eixos paral·lels.
- **Helicoïdals**  
Tenen les dents inclinades en forma d'hèlix.  
Transmeten moviment entre eixos paral·lels o que s'encreuen.
- **Cònics**  
Tenen les dents rectes o helicoïdals.  
Transmeten moviment entre eixos que es tallen.
- **De caragol sense fi**  
Estan formats per una roda dentada que encaixa amb un caragol sense fi.  
Transmeten moviment entre eixos que s'encreuen a 90°.

### 1.3.5. Politges i corretja

S'anomena mecanisme de **politges i corretja** un sistema de transmissió de moviment format per rodes acanalades situades a certa distància, que estan unides per una corretja.

El moviment es transmet per fregament entre les politges i la corretja.

Les dues politges giren en el mateix sentit, excepte si la corretja està creuada, cas en què giren en sentits contraris.

### 1.3.5.1. Tipus

#### De politges

- **Politja**  
Una politja és una roda acanalada en la seva perifèria que gira al voltant del seu eix. Per la seva canal o gorja hi passa una corda o corretja.
- **Politja escalonada**  
Una politja escalonada és un conjunt de politges de diàmetres diferents, ordenades per mides i unides formant una sola peça.

#### De corretges

- **Corretja plana**  
La superfície lateral més ampla està en contacte amb la politja.
- **Corretja trapezoïdal**  
La secció transversal és un trapezi.  
  
La cara interior està en contacte amb la politja.
- **Corretja rodona**  
La secció és un cercle.  
  
Part de la superfície de la corretja es troba en contacte amb la politja.
- **Corretja dentada**  
La cara dentada es troba en contacte amb la politja, que també ha de ser dentada.

### 1.3.6. Rodes dentades i cadena

El mecanisme de **rodes dentades i cadena** està format per dues rodes dentades, el plat i el pinyó, que estan unides per una cadena.

El moviment es transmet per la força exercida per les dents de les rodes sobre la cadena i viceversa.

Les dues rodes dentades giren en el mateix sentit.

## 2. MECANISMES DE TRANSFORMACIÓ DEL MOVIMENT

### 2.1. Introducció

En un **mecanisme de transformació de moviment**, el conductor i el conduït tenen tipus diferents de moviment.

- **Transformació de moviment lineal/circular**

Pot passar d'un moviment lineal del conductor a un moviment circular en el conduït, o a l'inrevés, d'un moviment circular del conductor a un moviment lineal en el conduït.

El caragol i la femella, i el pinyó i la cremallera en són alguns exemples.

- **Transformació de moviment circular / lineal alternatiu**

Pot passar d'un moviment circular del conductor a un moviment lineal alternatiu en el conduït, o a l'inrevés, d'un moviment lineal alternatiu del conductor a un moviment circular en el conduït.

La biela i la manovella, l'excèntrica i la lleva en són alguns exemples.

- **Transformació de moviment circular / circular intermitent**

Passa d'un moviment circular continu del conductor a un moviment circular intermitent en el conduït.

La creu de malta n'és un exemple.

## 2.2. Entre lineal i circular

### 2.2.1. Caragol i femella

Es transforma el moviment circular d'un element (caragol o femella) en moviment lineal relatiu: d'un element respecte a l'altre.

S'utilitza per a les aixetes, els caragols de banc, les claus angleses, els llevataps, els gats de cotxe, etc.

#### 2.2.1.1. Parts

- **Caragol**

El caragol és una peça cilíndrica amb rosca i cap.

- **Femella**

La femella és una peça amb forat per enroscar un caragol.

### 2.2.2. Pinyó i cremallera

Transforma el moviment circular del pinyó en moviment rectilini relatiu. És un mecanisme reversible.

S'utilitza per a la direcció assistida d'automòbils, trepants de taula, portes automàtiques, trípod, etc.



### 2.2.2.1. Parts

- **Pinyó**  
El pinyó és la roda dentada.
- **Cremallera**  
La cremallera és una barra dentada.

## 2.3. Entre circular i lineal alternatiu

### 2.3.1. Biela i manovella

Transforma el moviment circular de la manovella o cigonyal en moviment lineal alternatiu d'un sistema guiat.

És un mecanisme reversible i s'utilitza per motors d'explosió, màquines de cosir, etc.

#### 2.3.1.1. Parts

- **Manovella o cigonyal**
- **Biela**  
La biela és una barra rígida que uneix la manovella o cigonyal i el sistema guiat.
- **Sistema guiat**

### 2.3.2. Excèntrica

Transforma el moviment circular de la mateixa excèntrica en moviment lineal alternatiu del seguidor.

És un mecanisme no reversible.

#### 2.3.2.1. Parts

- **Excèntrica**  
L'excèntrica és un disc o cilindre amb l'eix desplaçat respecte al centre.
- **Seguidor**  
El seguidor és una barreta que es troba en contacte amb l'excèntrica.

### 2.3.3. Lleva

Transforma el moviment circular de la lleva en moviment lineal alternatiu del seguidor.

És un mecanisme no reversible que s'utilitza en motors d'explosió, entre molts altres mecanismes.

### 2.3.3.1. Parts

- **Lleva**  
La lleva acostuma a ser un disc, però també n'hi ha de cilíndriques o de tambor i de campana.
- **Seguidor**  
El seguidor és una barreta que està en contacte amb la lleva.  
  
De fet, l'excèntrica és un tipus concret de lleva.

## 2.4. Entre circular i circular intermitent

### 2.4.1. Creu de malta

Transforma el moviment circular de la roda motriu en moviment circular intermitent de la roda conduïda.

S'utilitza en rellotges mecànics, projectors de pel·lícules, màquines envasadores, etc.

La creu de malta també es coneix com a roda de Ginebra.

## 3. ELEMENTS AUXILIARS

Els elements auxiliars també formen part dels mecanismes de transmissió o transformació del moviment de les màquines.

- **Caragols**  
Fixen els eixos de transmissió als elements que giren.
- **Passadors**  
Fixen els eixos de transmissió als elements que giren.
- **Clavetes**  
Bloquegen el moviment relatiu entre dues parts.
- **Acoblaments**  
Uneixen dos eixos de transmissió pels extrems per transmetre moviment de gir.  
  
Poden ser de brida o maneguet partit, de platet, juntes elàstiques, eixos estriats o lliscants o juntes de Cardan.
- **Embragatges**  
Permeten unir i separar, manualment o automàticament, l'eix conductor de l'eix conduït.  
  
Poden ser de dents, de fricció, centrífugs o hidràulics.

- **Frens**  
Redueixen la velocitat de rotació.  
Poden ser de cinta, de tambor, de disc, etc.
- **Carraques**  
Permeten el gir en un sentit i l'impedeixen en l'altre.
- **Escalemeres**  
Sostenen els eixos de transmissió.
- **Coixinets**  
Permeten la rotació i eviten el lliscament.
- **Rodaments**  
Permeten la rotació i eviten el lliscament.