



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona

Representació de màquines i mecanismes. Esquemes de símbols

Salvador Cardona
Daniel Clos
Lluïsa Jordi
2003



Departament d'Enginyeria Mecànica

Representació de màquines i mecanismes.
Esquemes de símbols

Primera edició març 2003

© Els autors, 2003

Edita: Salvador Cardona i Foix

I.S.B.N.: 84-688-1309-5

Dipòsit Legal: B-14709-03

Són rigurosament prohibides, sense l'autorització escrita dels titulars del copyright, sota les sancions establertes a la llei, la reproducció total o parcial d'aquesta obra per qualsevol procediment, inclosos la reprografia i el tractament informàtic, i la distribució d'exemplars mitjançant lloguer o préstec públics.

A l'hora de fer l'estudi d'un mecanisme, és bo primer fer-ne una representació que inclogui les característiques suficients per realitzar l'estudi que es vol fer i obviar la resta. Aquesta representació s'anomena esquema o representació esquemàtica.

1 Tipus de representació

La representació d'una màquina o mecanisme pot ser de maneres molt diverses:

I. Maquetes reals. Poden ser destinades a un públic, no necessàriament expert, que ha d'estudiar i jutjar, per exemple, aspectes estètics o de volum, i poden ser construïdes amb suficients detalls per fer estudis exhaustius de la màquina o mecanisme, etc. Fins i tot, pot ser que calgui no una maqueta sinó un prototipus -igual que la màquina o mecanisme en estudi, construït expressament per analitzar el seu comportament.

El primer cas pot ser, per exemple, el d'una maqueta d'un nou producte destinada a fer-ne una presentació en una conferència o en un aparador d'un comerç.

En el cas del prototipus es podria incloure una maqueta d'una nova palanca de canvi que, per estudiar la seva ergonomia, requereix tenir els mateixos moviments i resistències que una palanca que estigués acoblada al canvi al qual va destinada.

II. Maquetes virtuals que utilitzen les capacitats gràfiques dels medis audiovisuals i la capacitat dels ordinadors per resoldre els models matemàtics del comportament de les màquines i dels mecanismes -simulació¹ de sistemes mecànics.

En aquest nivell es poden situar les maquetes dels vehicles dels videojocs o les simulacions de suport al disseny, cada cop més utilitzades.

III. Pintures o fotografies de difusió més senzilla que la de les maquetes però, usualment, també més difícils d'interpretar. S'utilitzen en catàlegs comercials, en introducció de capítols de llibres, etc.

IV. Dibuixos. Destaquen els aspectes dels mecanismes útils per assolir l'objectiu de la presentació eliminant elements no rellevants i simplificant-ne d'altres. Aquests

¹ Una simulació d'un mecanisme permet avaluar-ne molts aspectes com ara zones accessibles, volum de treball, interferències entre membres, etc. Això pot fer que no calgui recórrer a la construcció de prototipus, que poden ser cars i de difícil realització, per tal de fer un estudi experimental del mecanisme. Pot permetre també la possibilitat d'entrar virtualment dins del sistema per veure'n qualsevol racó des de qualsevol punt de vista.

A més, en el cas que es disposés d'un prototipus, hi ha aspectes que podrien ser difícils, o fins i tot impossibles d'analitzar experimentalment, com poden ser: interferències entre membres, velocitats relatives, lliscaments, forces en elements mòbils, etc. Aquesta dificultat pot radicar en fets diversos: i) la dificultat d'accés a components interns, ii) la dificultat o impossibilitat de disposar dels transductors necessaris, i de situar-los en els llocs adequats per mesurar les variables desitjades sense interferir en el comportament del sistema, iii) la dificultat de transmetre els senyals fornits pels transductors a l'exterior i el seu posterior tractament. La simulació de sistemes mecànics permetrà superar un major nombre d'aquestes dificultats a mesura que es basi en models més complets.

dibuixos poden ser més o menys conceptuals o pròxims a la realitat que representen però, usualment, tenen un contingut simbòlic per ajudar a contextualitzar-los. Aquest és el cas de la gran majoria de les presentacions de màquines i mecanismes als llibres de text.

V. Plànols de mecanismes i màquines amb més o menys detalls -generals, de muntatge, d'espadaçament- per estudiar-ne la funcionalitat, els procediments de fabricació, les toleràncies, etc.

VI. Esquemes o diagrames de blocs. S'utilitzen quan només cal fer un estudi conceptual de les funcions. Per exemple, s'utilitza un diagrama de blocs per indicar que un motor seguit d'un reductor acciona un carro porta-eines, Fig. 1.

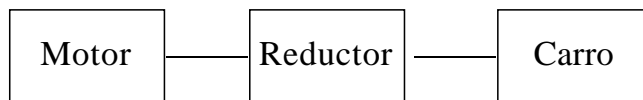


Fig 1. Esquema de blocs

VIII. Esquema de símbols associats a cada tipus d'element d'un mecanisme. Aquests esquemes s'utilitzen quan la forma concreta dels elements és irrellevant pel que fa a la seva funció. Per exemple, en un mecanisme pot haver-hi molts detalls de la forma dels seus membres o de la grandària dels seus elements d'enllaç que siguin irrellevants per a la determinació del moviment del mecanisme, Fig. 2. Normalment s'acompanya dels paràmetres que caracteritzen el comportament dels elements, els valors dels quals es concreten fora de l'esquema com en l'exemple de la Fig. 2.

Els esquemes de símbols són utilitzats també per descriure circuits: pneumàtics, hidràulics, elèctrics, etc., o instal·lacions.

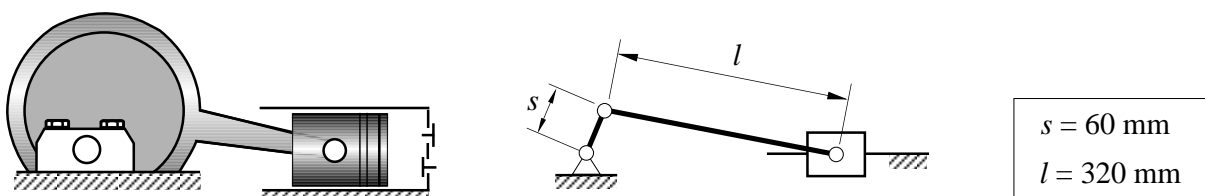


Fig. 2 Pistó-biela-manovella i el seu esquema de símbols

En funció de la informació que es vulgui obtenir o l'estudi que es vulgui realitzar un en farà un esquema o altre:

- Si la informació que es vol representar és únicament la de les relacions o connexions que hi ha entre els diferents grups o unitats que formen una màquina es pot fer servir un diagrama de blocs,
- Per estudiar les possibilitats de moviment d'un mecanisme, cal fer un esquema de símbols que ha d'incloure una representació de cada membre i de cada parell cinemàtic.

- Si l'estudi que es vol realitzar és geomètric o cinemàtic, cal afegir a l'esquema de símbols la localització dels parells respecte a cada membre: distància entre punts i angles entre direccions.
- Si l'estudi és dinàmic, cal incloure, a més, les característiques inercials dels elements, com també les càrregues que hi actuen.

2 Esquemes de símbols de mecanismes

En aquest fascicle la representació de mecanismes se centra en la utilització d'esquemes de símbols. L'esquema de símbols d'un mecanisme cal que contingui la informació geomètrica necessària per determinar les configuracions accessibles i el moviment dels seus membres. Posteriorment, per poder realitzar l'anàlisi dinàmica, s'afegiran a l'esquema les propietats inercials dels membres -situació del centre d'inèrcia, massa i torsor d'inèrcia-, i tots els altres elements que intervenen en la dinàmica -motors, molles, etc.

Els esquemes de símbols d'un mecanisme no contemplen l'estudi de les interferències entre elements -membres, actuadors, etc.- ja que aquestes depenen de característiques dels elements no incloses en els esquemes.

Els sòlids constitutius dels mecanismes és consideren rígids, de manera que es pot considerar que la seva funció cinemàtica és mantenir constant la distància entre punts, per exemple centres d'articulacions. Per això, en els esquemes de símbols, els sòlids rígids es representen, en principi, mitjançant segments rectes -barres- que uneixen els punts significatius de cada membre del mecanisme. Si cal unir més de dos punts coplanaris d'un mateix membre, aquest se sol representar mitjançant una superfície poligonal (en mecanismes que requereixin un esquema tridimensional es poden utilitzar poliedres), Fig. 3.

Per representar els altres elements, en particular els parells cinemàtics, s'utilitzen símbols gràfics normalitzats de la norma UNE-EN ISO 3952.

Per fer l'esquema de símbols bàsic d'un mecanisme es pot procedir de la manera següent, Fig. 3:

- I. Identificar els membres i parells cinemàtics sobre el mecanisme real, la maqueta, la fotografia o el dibuix de què es disposi.
- II. Situar els símbols dels parells en un dibuix de manera que la seva disposició espacial s'aproximi a la real.
- III. Unir mitjançant segments -barres- o superfícies poligonals els símbols dels parells cinemàtics pertanyents a un mateix membre. Algunes vegades, si la complicació del mecanisme ho requereix, es poden esquematitzar primer cadascun dels membres per separat -amb els parells cinemàtics que contenen- i ajuntar-los posteriorment en un altre dibuix. En tot cas, cal obtenir un dibuix entenedor i

pot ser necessari de vegades partir l'esquema i utilitzar la mateixa identificació per als membres i enllaços compartits.

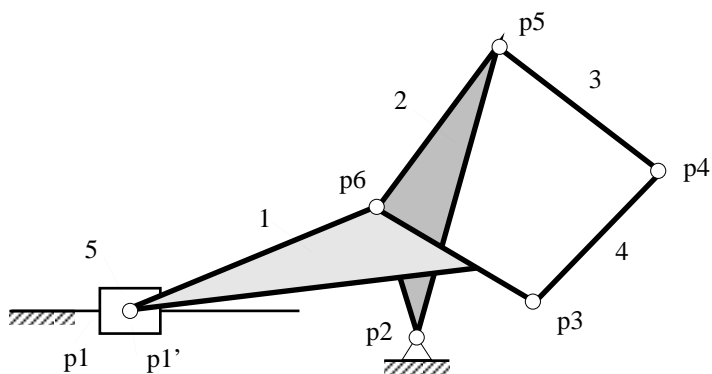
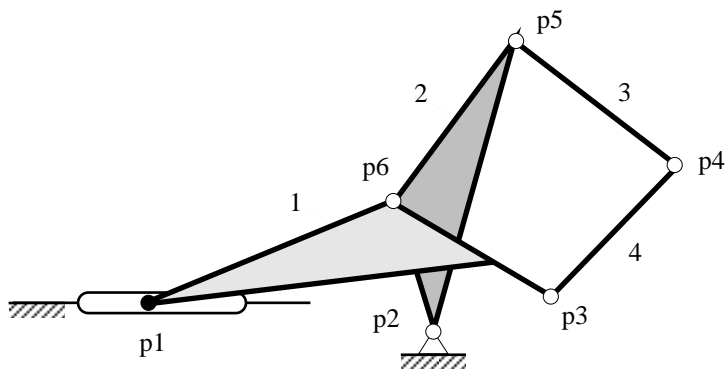
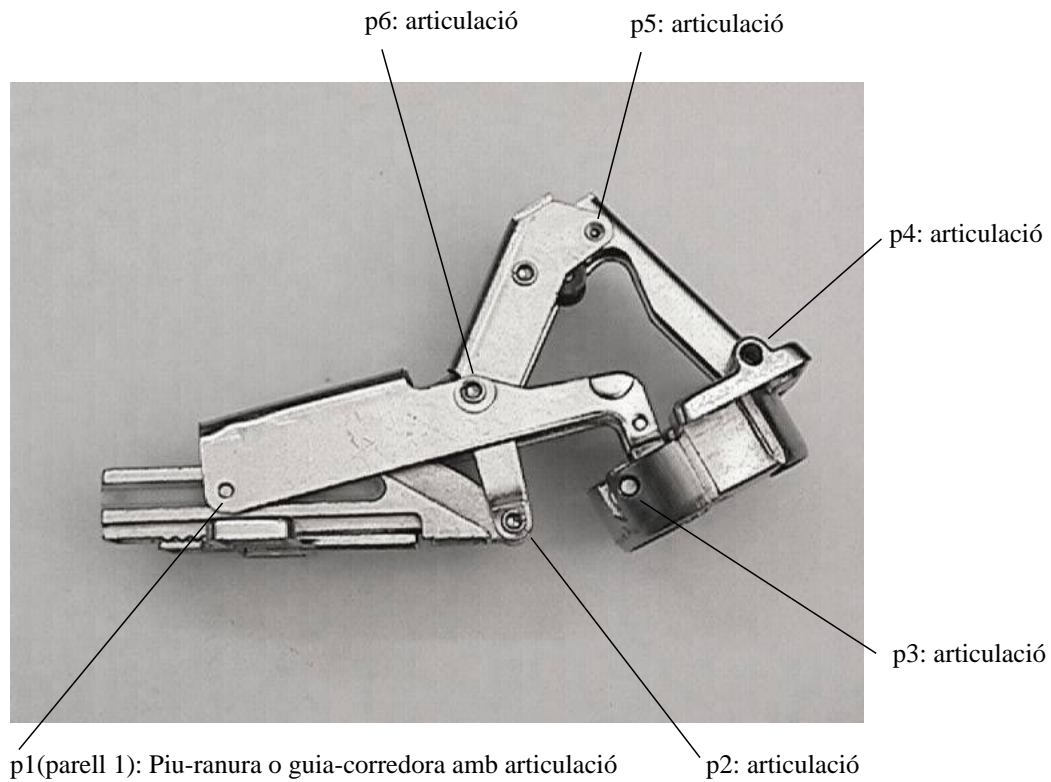


Fig. 3 Frontissa i esquemes de símbols

A continuació, per poder realitzar el muntatge i l'anàlisi cinemàtica del mecanisme cal incloure a l'esquema els paràmetres que permeten la localització dels parells respecte a cada membre: distància entre punts -per exemple, entre centres d'articulacions- i angles entre direccions -per exemple, entre la direcció definida per dues articulacions i la d'una guia d'un parell prismàtic.

Quan en un mecanisme hi ha parells superiors de rodolament, el punt o generatriu de contacte entre membres del mecanisme varia al llarg del temps en cada membre i, per tant, cal incloure també les variables que els posicionin.

En els mecanismes amb moviment pla, cal fer coincidir el pla del dibuix amb el pla del moviment i dibuixar tots els membres en el mateix pla, encara que realment estiguin en plans paral·lels. Altrament, la representació es complica innecessàriament.

Si una màquina té, per exemple, dos mecanismes, cadascun amb moviment pla, ja estiguin situats aquests en plans paral·lels o no, és millor dibuixar cada mecanisme en un esquema separat i utilitzar la mateixa identificació per als elements, membres i enllaços, compartits -usualment el número assignat -, Fig. 4.

La representació plana d'un mecanisme amb moviment pla permet l'estudi complet de la seva cinemàtica, ara bé, cal tenir present que per al seu estudi dinàmic no és necessàriament així (veieu l'annex 6.II del llibre Cardona, S.; Clos.D. -2000-. *Teoria de Màquines*. Barcelona: Edicions UPC).

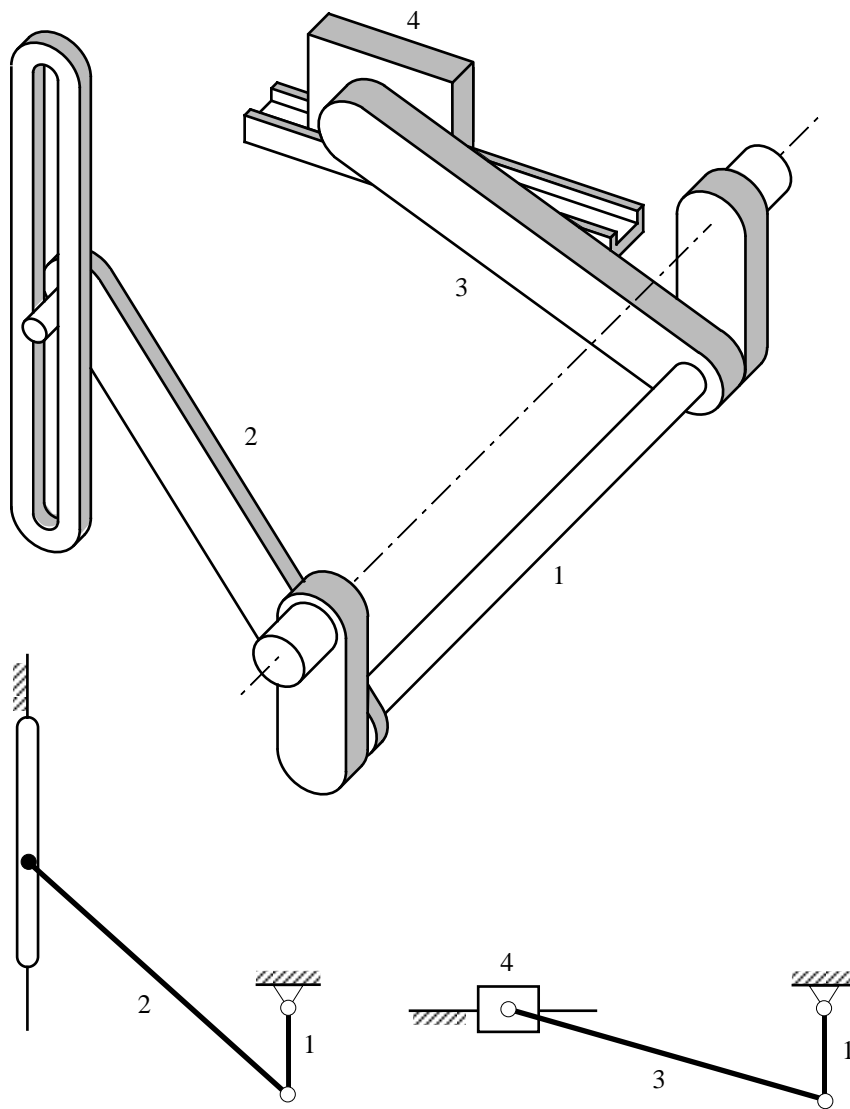


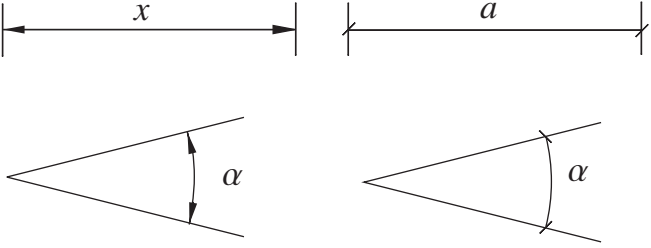
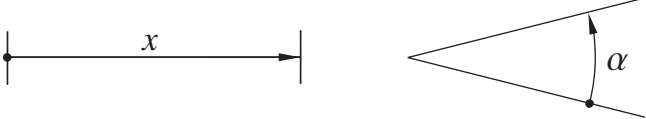
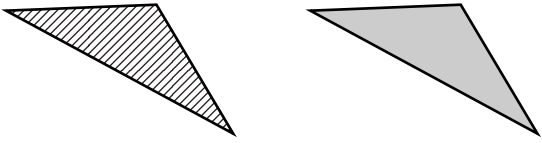
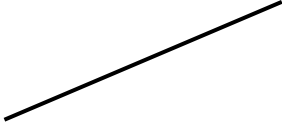

Fig. 4 Esquematització d'un conjunt de dos mecanismes situats en plans paral·lels

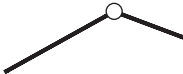



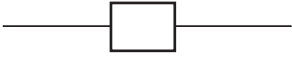
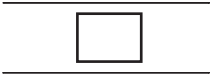


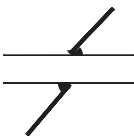


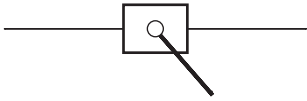
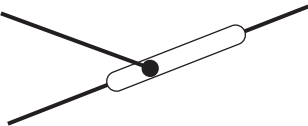





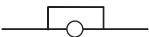
3 Modelització

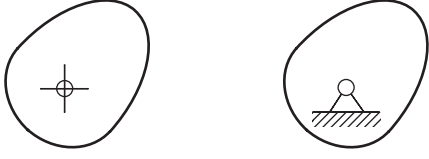
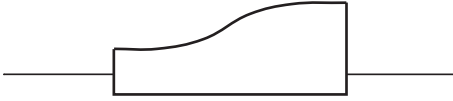
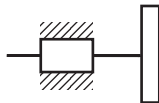

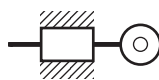

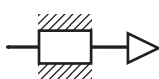

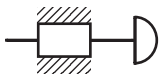

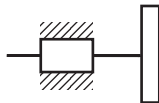

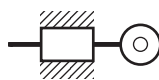

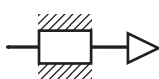

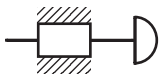

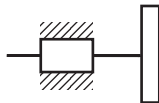

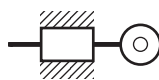

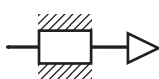

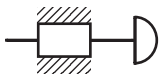

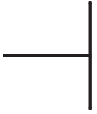
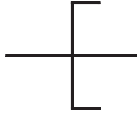
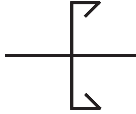
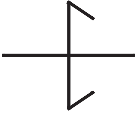
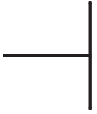
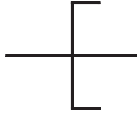
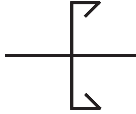
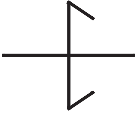
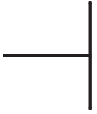
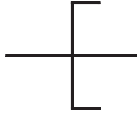
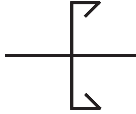
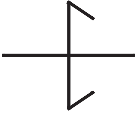
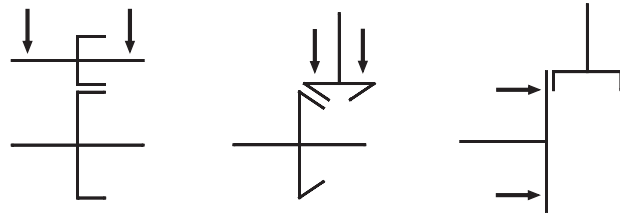
Així mateix, per fer l'estudi d'un mecanisme cal establir el model que ha de descriure'n el comportament físic i que té en compte la representació -matemàtica- de les diverses realitats físiques que hi intervenen -frec sec de Coulomb, sòlid rígid, etc.-, de manera que la modelització es pot definir com aquell procés en el qual s'estableix una representació matemàtica del comportament físic del mecanisme a fi d'obtenir-ne una descripció quantificable.

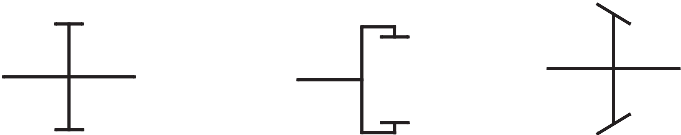
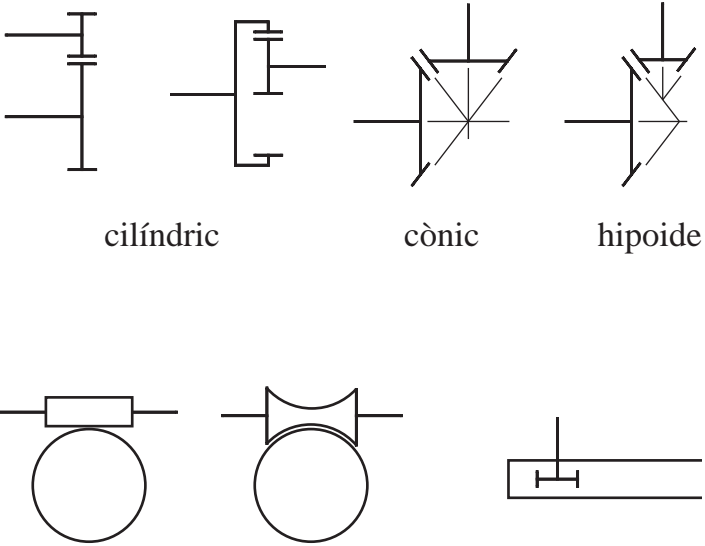

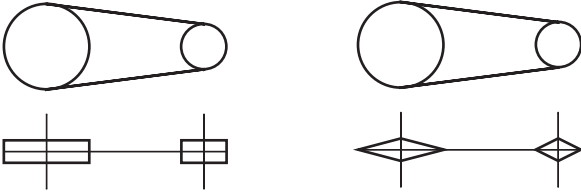
4 Símbols per a mecanismes

Recull de símbols per a la representació d'elements i parells cinemàtics que cal emprar en l'esquematització, segons la norma UNE-EN ISO 3952.

variables i paràmetres	 <p>The diagram shows two horizontal dimension lines. The first is labeled x and the second is labeled a. Below each dimension line is a triangle with an angle labeled α.</p>
coordenades de posició i d'orientació	 <p>The diagram shows a horizontal dimension line labeled x and a triangle with an angle labeled α.</p>
membres en general	 <p>The diagram shows two triangles. The first is filled with diagonal hatching, and the second is filled with a solid grey color.</p>
element barra	 <p>The diagram shows a single diagonal line representing a bar element.</p>
element fix	 <p>The diagram shows a small rectangle filled with diagonal hatching, representing a fixed element.</p>

	moviment pla	moviment a l'espai		
parell de revolució o articulació	 entre barres	 amb el terra	 	
parell prismàtic o guia-corredora				
parell helicoïdal				
parell cilíndric				
parell pla				
parell esfèric o ròtula esfèrica				
junta universal				
corredora amb articulació				
parell piu-guia				
unió rígida entre membres				
articulacions enmig de barres				

<p>lleva plana de rotació</p>	 <p>amb articulació fixa</p>															
<p>lleva plana de translació</p>																
<p>palpadors</p>	<table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>de translació</td> <td>de rotació</td> </tr> <tr> <td>pla</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>de corró</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>puntual</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>curvilini</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		de translació	de rotació	pla			de corró			puntual			curvilini		
	de translació	de rotació														
pla																
de corró																
puntual																
curvilini																
<p>rodes de fricció</p>	<table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>plana</td> <td>cilíndrica</td> <td>cònica interior</td> <td>cònica exterior</td> </tr> </table>					plana	cilíndrica	cònica interior	cònica exterior							
																
plana	cilíndrica	cònica interior	cònica exterior													
<p>transmissió per rodes de fricció</p>																

<p>rodes dentades</p>	 <p>cilíndrica exterior cilíndrica interior cònica</p>
<p>transmissió per rodes dentades (engranatges)</p>	 <p>cilíndric cònic hipoide</p> <p>vis sens fi cilíndric vis sens fi glòbic pinyó-cremallera</p>
<p>embragatges i frens</p>	 <p>embragatge fre</p>
<p>transmissions per corretja i cadena</p>	 <p>corretja cadena</p>