

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

Grau en Enginyeria Mecànica

**DISSENY D'UN MECANISME PER A UN PROCÉS DE TERMOCONFORMAT I
TROQUELAT SIMULTANI**

Memòria

**JOAN JOVÉ PERALTA
PONENT: ELENA BLANCO**

PRIMAVERA 2015



**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Agraïments

En primer lloc, voldria agrair a la meva família, i en especial als meus pares i als meus germans per la confiança i el suport que em demostren dia a dia,

En segon lloc, agrair a la meva ponent Elena Blanco per la dedicació i la formació que m'ha impartit durant tot el projecte, i també a tots els components del CDEI (Centre de Disseny d'Equips Industrials)

Per últim voldria agrair a tots els professors que m'han format durant els meus anys de carrera, i en especial al professor Pablo Genovese per la seva ajuda desinteressada, per la formació, i per la predisposició a l'hora d'ajudar-me sempre que l'he necessitat.

Resum

L'objectiu d'aquest projecte és dissenyar i seleccionar un mecanisme que permeti el procés de termoconformat i troquelat simultani de plàstic i que s'adeqüi a una sèrie de requeriments.

S'estudiaran tots els paràmetres de força, velocitat i resistència amb els que es desenvoluparan els càlculs necessaris per seleccionar la opció més adequada. S'haurà de demostrar i verificar la seva viabilitat en tots els seus àmbits de treball.

Es presentarà una memòria completa per a la seva fabricació, recolzada pel disseny en 3D de la solució definitiva.

Resumen

El objetivo de este proyecto es diseñar i seleccionar un mecanismo que permita el proceso de termoconformado y troquelado simultáneo de plástico y que se adecue a una serie de requerimientos.

Se estudiarán todos los parámetros de fuerza, velocidad y resistencia con los que se desarrollarán los cálculos necesarios para seleccionar la opción más adecuada. Se tendrá que demostrar y verificar su viabilidad en todos los ámbitos de trabajo.

Se presentará una memoria completa para su fabricación, acompañada por el diseño en 3D de la solución definitiva.

Abstract

The objective of this project is to design and select a mechanism that will allow a simultaneous process of thermoforming and punching while meeting all the desired requirements.

We will study all the parameters of strength, speed and endurance and will carry out the necessary calculations to select the most suitable option. We will have to demonstrate and verify its viability in all working situations

II

We will present a complete report for its manufacturability, supported by its 3D design of the selected solution.

Índex.

| | |
|---|----|
| Índex de figures..... | V |
| Índex de taules..... | IX |
| Glossari de termes..... | XI |
| 1 Objectius..... | 1 |
| 1.1 Propòsit..... | 1 |
| 1.2 Finalitat..... | 1 |
| 1.3 Objecte..... | 1 |
| 1.4 Abast..... | 1 |
| 2 Continguts teòrics..... | 3 |
| 2.1 Procés de termoconformat..... | 3 |
| 2.2 Procés de troquelat..... | 4 |
| 2.3 Mecanisme de genollera..... | 5 |
| 2.4 Centres instantanis de rotació..... | 5 |
| 2.4.1 Velocitats relatives..... | 8 |
| 2.4.2 Teorema d'Aronhol-Kennedy..... | 8 |
| 2.4.3 Resolució del CIR a partir del mètode gràfic..... | 9 |
| 2.5 Potències virtuals..... | 10 |
| 3 Especificacions tècniques..... | 13 |
| 4 Cerca de Patents..... | 15 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5 | Enginyeria de detall..... | 17 |
| 5.1 | Síntesis del mecanisme..... | 17 |
| 5.1.1 | Síntesi inicial del mecanisme..... | 17 |
| 5.1.2 | Síntesi final del mecanisme..... | 19 |
| 5.2 | Dades inicials i estudi geomètric..... | 20 |
| 5.3 | Anàlisi de la cinemàtica..... | 22 |
| 5.3.1 | Centres instantanis de rotació..... | 22 |
| 5.3.2 | Càlcul de les velocitats..... | 22 |
| 5.4 | Anàlisi de forces..... | 27 |
| 5.5 | Estudi dels últims 5mm de recorregut..... | 31 |
| 5.6 | Càlculs de força definitius..... | 32 |
| 5.7 | Selecció del material..... | 33 |
| 5.8 | Dimensionament del mecanisme..... | 33 |
| 5.9 | Càlcul del vinclament..... | 38 |
| 5.10 | Selecció de l'accionament..... | 39 |
| 5.11 | Càlcul dels bolons..... | 42 |
| 5.12 | Càlcul dels coixinets..... | 45 |
| 6 | Disseny del mecanisme..... | 47 |
| 7 | Planificació de l'enginyeria de detall..... | 55 |
| 8 | Impacte mediambiental..... | 57 |
| 9 | Conclusions..... | 59 |

10 Referències..... 62

Índex de figures.

| | |
|---|----|
| Fig. 2.1. Procés de termoconformat [1] | 3 |
| Fig. 2.2. Procés de troquelat [2] | 4 |
| Fig. 2.3 Mecanisme de Genollera [3]..... | 5 |
| Fig. 2.4 Exemple de les direccions de les velocitats..... | 7 |
| Fig. 2.5 Moviment de translació | 7 |
| Fig. 2.6. Translació de A + Rotació de B respecte A = Moviment general..... | 8 |
| Fig. 2.7 Esquema de centres..... | 9 |
| Fig. 5.1. Síntesis del mecanisme quan es troba desplegat | 18 |
| Fig. 5.2. Síntesis del mecanisme quan es troba a la meitat del seu recorregut | 18 |
| Fig. 5.3. Síntesis del mecanisme quan es troba plegat..... | 18 |
| Fig. 5.4.. Síntesis del mecanisme quan es troba desplegat | 19 |
| Fig. 5.5. Síntesis del mecanisme quan es troba en moviment..... | 20 |
| Fig. 5.6. Estudi geomètric del mecanisme | 21 |
| Fig. 5.7. Esquema amb les barres numerades | 23 |
| Fig. 5.8. CIR immediats del mecanisme | 24 |
| Fig. 5.9. Centres instantanis de rotació del mecanisme | 24 |
| Fig. 5.10. Components de la velocitat al punt B..... | 25 |
| Fig. 5.11. Forces i velocitats sobre les articulacions mòbils del mecanisme.. | 27 |

| | |
|---|----|
| Fig. 5.12. Cinemàtica del punt B' | 28 |
| Fig. 5.13. Mecanisme considerant el pes de les barres principals | 28 |
| Fig. 5.14. Mecanisme considerant el pes de les barres principals | 29 |
| Fig. 5.15. Mecanisme considerant el pes de les barres principals | 29 |
| Fig. 5.16. Representació de les forces quan $x=2\text{mm}$ | 34 |
| Fig. 5.17. Forces al nus C..... | 35 |
| Fig. 5.18. Forces al nus B..... | 36 |
| Fig. 5.19. Forces al nus A..... | 36 |
| Fig. 1.20. Longitud de vinclament L_K per diferents fixacions de barra [11].. | 38 |
| Fig. 5.21. Accessori D5160 seleccionat per al muntatge del cilindre[4] | 41 |
| Fig. 5.22. Accessori GKM seleccionat per a la fixació del plançó[4] | 42 |
| Fig. 5.23. Forces que actuen sobre el boló..... | 43 |
| Fig. 5.24. Diagrama de Moments i Esforços tallants del boló..... | 43 |
| Fig. 7.1. Disseny final del mecanisme | 47 |
| Fig. 7.2. Unió al punt B | 48 |
| Fig. 7.3 Unió al punt B | 48 |
| Fig. 7.4. Geometria final dels perfils escollits | 49 |
| Fig. 7.5. Unió al punt D..... | 50 |
| Fig. 7.6. Accessori per al muntatge del cilindre..... | 50 |

| | |
|--|----|
| Fig. 7.7. Sistema de guies per fixar el motllo | 51 |
| Fig. 7.8. Unió al punt A..... | 51 |
| Fig. 7.9. Vista superior del mecanisme | 52 |
| Fig. 7.10. Disseny definitiu a la posició inicial..... | 52 |
| Fig. 7.11. Disseny definitiu a la posició final | 53 |
| Fig. 7.12. Vista isomètrica de la solució plantejada | 53 |
| Fig. 8.1. Dades de la planificació..... | 56 |
| Fig. 8.2. Diagrama de Gantt | 56 |

Índex de taules.

| | |
|---|----|
| Taula 3.1. Llistat de referència d'especificacions..... | 14 |
| Taula 5.1. Dades conegudes abans dels càlculs | 20 |
| Taula 5.2. Taula resum dels valors de velocitats per a diferents x | 27 |
| Taula 5.3. Càlculs de força durant tot el recorregut del mecanisme per a 15000N | 31 |
| Taula 5.4. Càlculs de força durant tot el recorregut del mecanisme per a 30000N | 31 |
| Taula 5.5 Càlculs de força en els últims mm de recorregut del mecanisme... | 31 |
| Taula 5.6 Càlculs de força en els últims mm de recorregut del mecanisme... | 32 |
| Taula 5.7. Càlculs de força durant tot el recorregut del mecanisme..... | 33 |
| Taula 5.8 Càlculs de força en els últims mm de recorregut del mecanisme... | 33 |
| Taula 5.9. Paràmetres a tenir amb compte per seleccionar el cilindre..... | 40 |
| Taula 5.10. Esforç teòric del cilindre seleccionat[4] | 41 |
| Taula 5.11. Esforç teòric del cilindre seleccionat[4] | 41 |

Glossari de termes.

CIR → Centre instantani de rotació

ω → Velocitat angular

m → massa

F → Força

σ → Tensió

S → Secció

c → costat

$\sigma_{\text{màx adm}}$ → Tensió màxima admissible

σ_k → Tensió vinclament

E → Mòdul Elàstic

A → Àrea Secció

L_k → Longitud vinclament

r → distància

I → Centre instantani de rotació

h → alçada

B'D → Carrera del cilindre

1 Objectius.

1.1 Propòsit

Disseny i selecció d'un mecanisme que permeti un procés de termoconformat i troquelat simultani per a l'obtenció de blisters de plàstic.

1.2 Finalitat

Calcular i dissenyar un mecanisme per a un procés de termoconformat i troquelat que requereixi una baixa inversió econòmica, que sigui de dimensions reduïdes per poder transportar-lo i adaptar-lo amb facilitat a una línia de treball amb tirades curtes de producció i que cobreixi una sèrie de requeriments marcats pel client.

1.3 Objecte

Disseny amb Solidworks del mecanisme complet amb 3D i una memòria completa per a la seva fabricació amb tots els càlculs previs realitzats per desenvolupar el disseny final.

1.4 Abast

El projecte inclourà les següents tasques:

- Plantejament d'alternatives i selecció de la més adequada per cobrir les necessitats del procés.
- Definició d'especificacions tècniques
- Cerca de patents i mecanismes similars existents
- Síntesi del mecanisme: definició de l'esquema cinemàtic del mecanisme que compleix les condicions de forces i moviments requerits. Disseny en 2D d'aquest esquema amb el programa Autocad.
- Estudi cinemàtic: càlcul de velocitats dels punts claus del mecanisme.
- Estudi de forces: càlcul de forces que actuen sobre el mecanisme.
- Selecció de l'accionament amb el qual es generarà la força per actuar el mecanisme.

- Disseny de detall del mecanisme: disseny de tots els elements mecànics necessaris per a que la màquina pugui funcionar correctament. Disseny en 3D amb el programa de CAD Solidworks i l'elaboració de tots els plànols i informació necessària per a una possible fabricació en un futur.
- Càlculs mecànics per al dimensionament i comprovació de la resistència del mecanisme. Simulacions mitjançant elements finits necessaris per validar el mecanisme.

El projecte no inclou el disseny del control elèctric o electrònic ni cap mena de càlcul en quan a la programació del mecanisme. No conté cap document relacionat amb la instal·lació pneumàtica, i tampoc conté l'anàlisi de la resta de la línia de producció, tot i que el mecanisme s'ha dissenyat compatible i adaptable a aquesta línia de treball.

2 Continguts teòrics.

En aquest apartat es troben explicats els principals conceptes teòrics que s'han de tenir clars per al desenvolupament del projecte, així com l'explicació teòrica sobre alguns mètodes utilitzats per a la realització d'alguns càlculs del mecanisme.

Concretament s'explicarà el procés de termoconformat, com funciona el procés de troquelat, que és el mecanisme de genollera, en que consisteix el mètode d'anàlisi cinemàtic conegut com a centres instantanis de rotació, i el mètode de càlcul de les potències virtuals.

2.1 Procés de termoconformat

El procés de termoconformat consisteix en l'obtenció de peces de plàstic a partir de la conformació d'una làmina o planxa de plàstic. El procés implica l'escalfament del plàstic fins a un rang de temperatures en el que aquest canvia les seves propietats, i després l'estirament de la làmina contra la superfície d'un motlle fred. Quan aquesta s'ha refredat fins al punt en el que es manté la forma del motlle, se l'extreu d'aquest i es retalla l'excés de material de la peça.

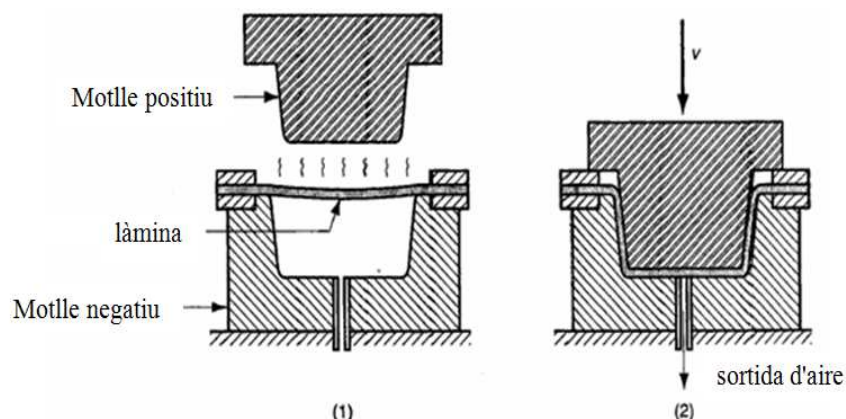


Fig. 2.1. Procés de termoconformat [1]

El termoconformat és una denominació genèrica per a un grup de processos que inclou el conformat per buit, per recobriment, ondulació, doblegat mecànic, conformació en motlles coincidents i els nous processos de conformat per pressió i conformat de làmines bessones.

Normalment els processos de termoconformat es poden dividir segons l'espessor de la làmina que s'utilitza. Quan aquesta es inferior a 1,5mm, el procés de termoconformat es denomina d'espessors fins. Quan la làmina es troba al voltant de 250 micròmetres es sol denominar film. El termoconformat d'espessors gruixudes s'utilitza quan es superior a 3 mm d'espessor. Per últim, quan la làmina es de més de 13 mm d'espessor, es denomina placa.

El termoconformat utilitza lamines plàstiques, que son escalfades, estirades, refredades i tallades mecànicament. Per la majoria de plàstics, la làmina es manipula com un sòlid elastomèric o un líquid elàstic. En conseqüència, les propietats sòlides dels polímers són més importants que les propietats viscoses en el procés de termoconformat. A continuació s'anomenen els polímers que sovint s'utilitzen en aquest procés.

- Poliestirè
- PVC
- Polimetacrilat
- Policarbonats

2.2 Procés de troquelat

El procés de troquelat és el pas següent al del termoconformat. Un cop s'ha refredat la làmina fins al punt en el que es manté la forma del motlle, se l'extreu d'aquest i es realitza el procés de troquelat. Aquest per tant consisteix en el tall dels excessos de material que es queden a la peça.

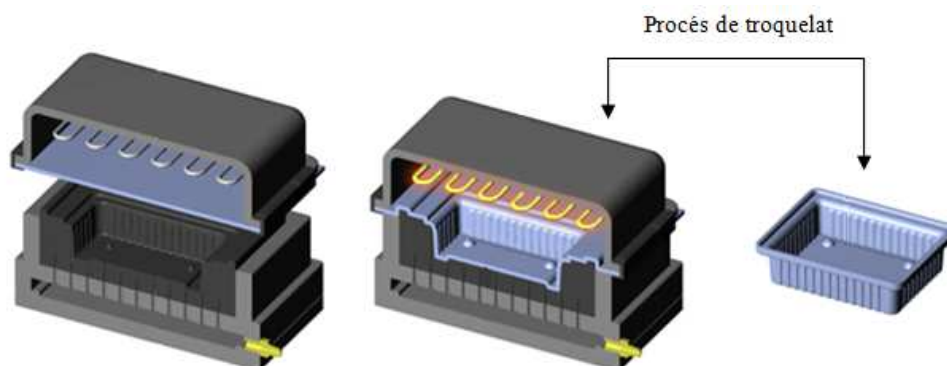


Fig. 2.2. Procés de troquelat [2]

Com es pot observar a la figura 2.2, a la segona imatge es mostra el film de plàstic agafant la forma del motlle a causa del buit que s'ha realitzat i tot seguit es deixa refredar. En aquesta imatge es pot veure la làmina completa encara, mentre que a la tercera imatge ja apareix amb la forma definitiva. Un cop s'ha obtingut la forma del plàstic, s'ha tallat el material sobrant de la peça. Aquest s'anomena procés de troquelat.

2.3 Mecanisme de genollera

El mecanisme de genollera és un sistema mecànic basat en tres punts, on un és fix, el punt del mig és lliure i pot ser flexible, semblant al punt central d'un genoll en una cama, i l'últim punt està fixat en l'eix vertical. Aquest permet generar molta força amb molt poc esforç. Sovint va accionat per un pistó que està connectat directament al punt del mig del mecanisme.

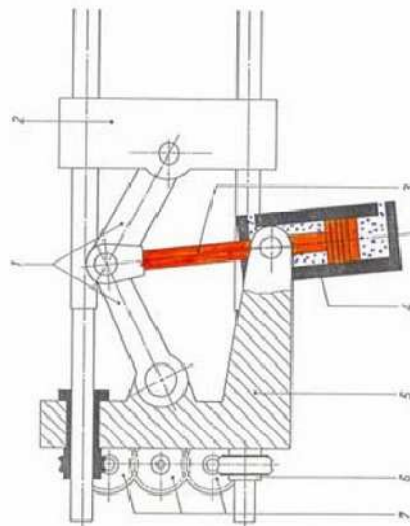


Fig. 2.3 Mecanisme de Genollera [3]

2.4 Centres instantanis de rotació

El mètode dels centres instantanis de rotació facilita la interpretació del moviment dels mecanismes amb moviment pla i ajuda al seu estudi cinemàtic. Es defineix com l'eix de rotació d'un cos on la velocitat en aquell instant de temps és nul·la.

Està definit per la ubicació instantània d'un parell de punts coincidents de dos cossos rígids on les velocitats absolutes dels dos punts són iguals. Aquesta propietat només serà vàlida

per aquest moment en concret, ja que al següent instant s'originarà un nou parell de punts coincidents que es transformaran en els nous centres instantanis.

Demostra l'existència d'un eix comú entre dos cossos rígids en el que es pot considerar que qualsevol d'ells girarà respecte de l'altre. El moviment de l'eix sempre serà respecte un sistema de referència fix en el que qualsevol sòlid amb moviment pla tindrà a cada instant un punt on la velocitat serà nul·la, ja que en un increment de temps molt petit la seva posició no varia.

Es convenient assignar els centres instantanis de rotació utilitzant els nombres de les barres associades a ell. Així doncs, I_{12} identifica el centre instantani entre les barres 1 i 2. Aquest centre també es podria identificar com I_{21} ja que l'ordre dels nombres és insignificant.

Es poden trobar tres casos possibles a la determinació del CIR:

- Casos evidents: Quan existeix un punt sense velocitat en un instant, aquest serà el CIR. Acostuma a trobar-se a la barra que es considera com a terra.
- Casos on es coneixen dos direccions de moviment: Aquests fan referència a tres possibilitats. La primera quan les velocitats no són paral·leles, el segon quan les velocitats són paral·leles i perpendiculars a la recta que els uneix, i el tercer on les velocitats són paral·leles i iguals. En aquesta última opció el CIR tendirà a l'infinit.
- Casos d'indeterminació: Quan no es tenen dades suficients per trobar els CIR. Aquest cas s'haurà de resoldre a partir del teorema dels tres centres d'Aronhold-Kennedy.

Coneixent el CIR d'una barra es pot determinar la velocitat (mòdul, direcció i sentit) de qualsevol dels seus punts.

En l'estudi de mecanismes amb moviment pla, és usual prendre com a velocitats generalitzades les velocitats angulars dels membres, i a partir d'aquestes obtenir la velocitat de qualsevol punt del mecanisme.

La velocitat de tota la resta de punts del sòlid és sempre perpendicular a la recta que l'uneix amb el CIR, i la seva magnitud és proporcional a la distància.

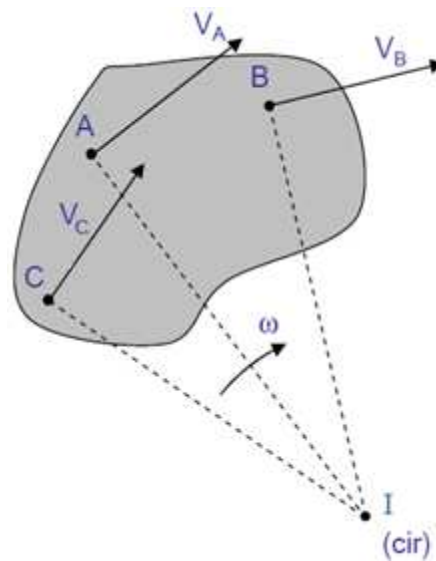


Fig. 2.4 Exemple de les direccions de les velocitats

La velocitat angular es defineix com la relació entre la velocitat d'un punt i la seva distància al CIR. Aquesta és constant per tots els punts del sòlid i s'expressa amb la següent fórmula:

$$w = \frac{v}{r} \rightarrow v = w \cdot r \quad (2.1)$$

El moviment relatiu d'un cos rígid respecte d'un pla pot ser de rotació, de translació o d'una combinació dels dos. En el cas de rotació, la velocitat és perpendicular a la distància i el sentit de la velocitat angular segueix la regla de la mà dreta. En el cas de translació, es trobaran dos punts d'un mateix sòlid amb trajectòries paral·leles que farà que la velocitat angular sigui 0 ja que els CIRs tendiran a l'infinit.

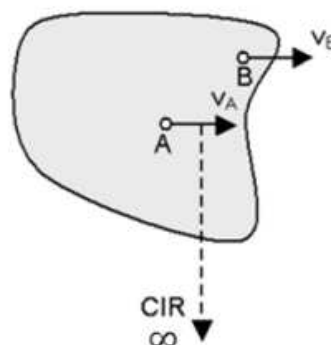


Fig. 2.5 Moviment de translació

La combinació d'un moviment de translació i rotació és el cas més general i dona lloc a l'equació fonamental de la cinemàtica i l'estudi de les velocitats relatives. [6]- [7]- [8]- [9]

2.4.1 Velocitats relatives

L'equació fonamental de la cinemàtica en un moviment pla planteja que la velocitat del punt B és igual a la velocitat del punt A més la velocitat del punt B en relació a A, aquesta última degut a la rotació de B vist des de A. És a dir, el punt de B té una velocitat en relació a A, definida com $v_{B/A}$.

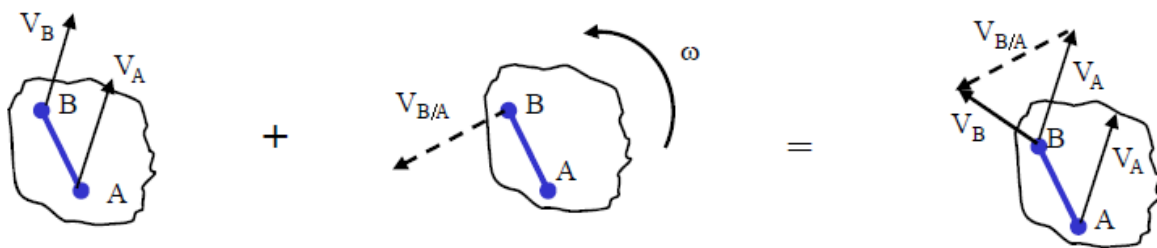


Fig. 2.6. Translació de A + Rotació de B respecte A = Moviment general

$$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}_{B/A} = \vec{v}_A + \vec{\omega} \times \vec{r}_{B/A} \quad (2.2)$$

La $v_{B/A}$ es defineix com la diferència entre les velocitats entre dos punts de la mateixa barra.

$$\vec{v}_{B/A} = \vec{v}_B - \vec{v}_A \quad (2.3)$$

2.4.2 Teorema d'Aronhol-Kennedy

Els centres instantanis que no es poden localitzar per simple inspecció directa, es localitzen aplicant el teorema de Aronhol-Kennedy dels tres centres. Aquest afirma que tres centres instantanis compartits per tres cossos rígids en moviment relatiu un respecte als altres es troben sobre una mateixa recta.

El procediment per determinar els CIR aplicant aquest teorema són els següents:

- Es calcula el nombre de CIR.
- S'identifiquen els CIR relatius i absoluts aplicant les propietats.

- Per identificar la resta de CIR es construeix un polígon auxiliar que tingui tants vèrtexs com barres tingui el mecanisme.
- Es numeren els vèrtexs en sentit horari. Els CIR del sistema seran costats i diagonals del polígon.
- Es formen dos grups de barres formant triangles on el costat comú sigui el CIR desconegut. Cada grup tindrà en comú la parella de barres que s'està buscant i una tercera barra diferent.
- El CIR desconegut es trobarà a la intersecció de les línies que formen les dos parelles dels grups seleccionats.

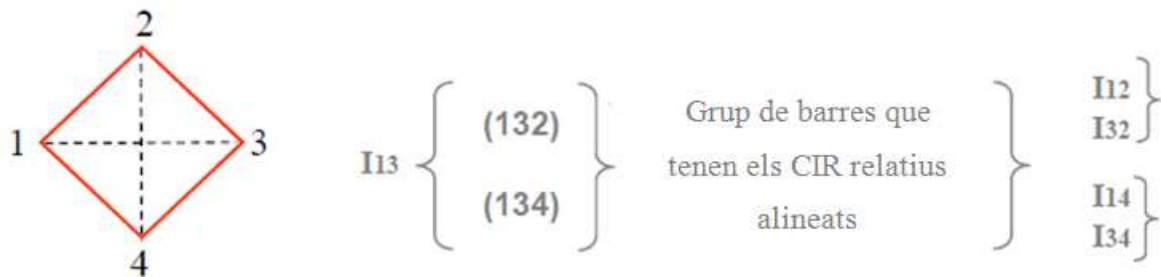


Fig. 2.7 Esquema de centres

2.4.3 Resolució del CIR a partir del mètode gràfic

Les propietats dels centres instantanis ofereixen també un mètode gràfic per l'anàlisi de les velocitats amb moviment pla. Es poden trobar els diferents centres de rotació a través de la línia de centres. Aquest mètode es descriu amb els següents passos:

- S'identifiquen el nombre de barres associats a la velocitat coneguda i la que s'ha de determinar, la barra 1 casi sempre es una d'aquestes.
- Després es localitzen els tres centres instantanis definits per la barra de pas 1 i es traça la línia dels centres.
- Es troba la velocitat del centre instantani comú, tractant-lo com un punt de la barra en que la seva velocitat es coneguda.
- Una vegada es coneix la velocitat del centre instantani comú, se la considera com un punt de la barra que es determinarà la seva velocitat. Ara es factible trobar la velocitat de qualsevol punt en aquella barra.

2.5 Potències virtuals

El mètode de les potències virtuals permet plantejar l'anàlisi de la dinàmica d'un mecanisme de manera selectiva, és a dir, sense haver de plantejar un nombre elevat d'equacions dinàmiques per tal d'aïllar posteriorment allò que interessa. Per exemple, permet plantejar directament una equació del moviment del mecanisme sense haver d'emprar altres equacions per eliminar accions d'enllaç, com succeeix sovint en emprar els teoremes vectorials. Així doncs, determina l'expressió d'aquella força o moment d'enllaç del mecanisme que interessa sense haver de plantejar l'estudi de tot el conjunt de forces.

El mètode de les potències virtuals parteix del fet que, en una referència galileana, la suma de forces sobre una partícula P, inclosa la força d'inèrcia de d'Alembert $\mathcal{F}(P)$, és igual a zero:

$$F(P) + f(P) = 0 \text{ amb } f(P) = -m(P)a(P) \quad (2.4)$$

Si es multiplica de forma escalar aquesta equació vectorial per un vector arbitrari $v^*(P)$, s'obté una única equació escalar:

$$F(P) \cdot v^*(P) + f(P) \cdot v^*(P) = 0 \quad (2.5)$$

Al vector escollit se li dóna significat de velocitat, i aleshores els termes de l'equació escalar tenen significat de potència. Ara bé, aquest vector no té per què correspondre a la velocitat real de la partícula, i per això s'anomena velocitat virtual (notació amb *). La potència obtinguda així s'anomena potència virtual de les forces que actuen sobre la partícula.

Per al conjunt de partícules d'un sistema mecànic es compleix:

$$\sum_{sist.} [F(P) \cdot v^*(P) + f(P) \cdot v^*(P)] = 0 \quad (2.6)$$

Aquesta és l'expressió bàsica del mètode de les potències virtuals i es pot enunciar de la manera següent: La potència virtual del conjunt de forces que actuen sobre un sistema mecànic, incloses les forces d'inèrcia de d'Alembert, és nul·la. Escollint adequadament les velocitats virtuals es poden obtenir les equacions del moviment o les equacions per a la determinació de forces i moments desconeguts.

El principi d'Alembert tracta la dinàmica sota els principis de l'estàtica, i diu que no es generen esforços sinó que només es transmeten. Existeix una força F igual i contrària que s'oposa a la seva progressió i un par d'inèrcia M igual i contrari que s'oposa al seu gir. Per tant la suma vectorial de totes les forces externes i les forces d'inèrcia que actuen sobre un cos rígid són zero, i la suma vectorial de tots els moments externs i tots els moments de torsió d'inèrcia que actuen sobre un cos rígid també són zero.

En l'anàlisi estàtica de sistemes mecànics –estructures i mecanismes en repòs–, les forces d'inèrcia de d'Alembert són òbviamment nul·les i l'expressió 2.- queda simplificada ja que només inclou les forces d'interacció exteriors i interiors, i les forces d'inèrcia d'arrossegament si la referència d'estudi no és galileana. [9]

3 Especificacions tècniques.

En aquest apartat es determina el conjunt de determinacions, característiques i prestacions que ha de seguir el disseny i el desenvolupament del projecte. Aquest apartat ja es va especificar a l'avantprojecte però s'ha cregut convenient incorporar-lo com un nou punt de la memòria donada la seva importància i transcendència.

Abans però s'ha de diferenciar entre les especificacions considerades com un requeriment o en el seu defecte com un desig. Un requeriment es defineix com una especificació sense la qual el producte perd el seu objectiu. Un desig és tota especificació que, sense ser estrictament necessària per l'objectiu final del producte, ajuda a millorar certs aspectes.

Tot seguit es detallen els objectius i especificacions tècniques del projecte mitjançant una taula resumida a on s'hi troba el concepte genèric, si el proposa l'enginyer o l'empresa, si es tracta d'un desig o d'un requeriment, i per últim es troba la descripció de les diferents especificacions.

| LLISTA DE REFERÈNCIA D'ESPECIFICACIONS | | | |
|---|----------------|------------|---|
| Conceptes | Proposa | R/D | Descripció |
| Funció | Empresa | R | Mecanisme que permeti el procés de termoconformat i de troquelat simultani. |
| | Empresa | R | Regulació del contacte troquel-plàstic: 1mm |
| | Empresa | R | Possibilitat de ser transportable i adaptable a la línia de treball. |
| Dimensions | Empresa | R | La profunditat del motlle serà de 110 mm. |
| | Empresa | R | El pes total màxim del conjunt mecanisme i motlle serà de 150 Kg. |
| | Empresa | R | L'espai longitudinal pel mecanisme haurà de ser inferior a 1 m. |
| | Empresa | R | L'espai vertical del mecanisme serà de 500 mm. |

| | | | |
|-------------------------|----------|---|---|
| Moviments | Empresa | R | La velocitat a la que es mourà serà de 20 cicles/minut. |
| | Enginyer | R | El mecanisme es mourà en una força vertical. |
| Forces | Empresa | R | La força que haurà de realitzar el mecanisme serà de 3000kg en els últims 5 mm de recorregut. |
| Energia | Empresa | R | S'haurà d'accionar mitjançant un motor elèctric o pneumàtic. |
| | Enginyer | D | Aconseguir una potència elevada amb un mecanisme de petites dimensions. |
| Materials | Enginyer | R | El material utilitzat per a fabricar el mecanisme serà l'acer. Els adients per a donar suficient rigidesa al mecanisme. |
| Senyals i control | Enginyer | R | Botó elèctric per a la posada en funcionament |
| Vida útil i manteniment | Enginyer | D | Vida útil: 5 anys |
| | Enginyer | R | Greixat periòdic de les parts del mecanisme que ho requereixin. |
| Costos i terminis | Empresa | R | El cost de fabricació no superarà els 5.000 €. El termini d'entrega serà el juny del 2014. |
| Seguretat i ergonomia | Enginyer | R | El nou mecanisme complirà les normatives de seguretat de les màquines. S'evitarà coincidir amb possibles patents existents. |
| Impacte ambiental | Enginyer | D | Es mirarà de respectar el medi ambient en el màxim de les nostres possibilitats utilitzant sempre que es pugui productes reciclables i sostenibles. |
| Aspectes legals | Enginyer | R | Es complirà la normativa vigent marcada per la UE i es treballarà amb productes homologats i que compleixin totes les certificacions. |

Taula 3.1. Llistat de referència d'especificacions

4 Cerca de Patents.

Tenint en compte que el mecanisme de genollera que s'ha realitzat en aquest projecte és un mecanisme bastant comú que s'utilitza per a molts dissenys on es volen obtenir valors elevats de forces a partir d'un disseny de petites dimensions i sense perill de trencar-se.

Tot i això s'ha cregut convenient realitzar una cerca de patents per verificar que no existeixi cap patent sobre aquest mecanisme que es pugui solapar amb el disseny desenvolupat durant el projecte.

S'ha realitzat una cerca d'informació a la pàgina de patents [10] i no s'ha trobat cap patent que interfereixi en aquest projecte ni cap que s'hi assembla.

5 Enginyeria de detall.

5.1 Síntesis del mecanisme

S'entén per síntesi el procés que es desenvolupa per determinar quin mecanisme satisfarà o s'aproximarà a satisfer unes necessitats de moviment que ja es coneixen. Així doncs, es realitzarà un anàlisi inicial del mecanisme que es dissenyarà que permeti entendre el seu funcionament i veure de forma clara la seva estructura.

La síntesi del mecanisme es divideix en tres parts. Primer de tot s'ha de realitzar una síntesi estructural on es determina el tipus de mecanisme que s'ha d'emprar. Tot seguit s'ha de determinar el nombre de membres i enllaços necessaris pel seu funcionament, i per últim s'ha de realitzar una síntesi dimensional on s'han de definir els límits de les dimensions de les barres.

La síntesi estructural es va desenvolupar a l'apartat de selecció de l'alternativa més adequada de l'avantprojecte on és va escollir el mecanisme de genollera com l'opció més adient, per tant només faltaria concretar els altres dos punts.

S'hauran de tenir amb compte les dimensions màximes del mecanisme marcades al principi del projecte que són de 500mm per l'espai vertical i de 1000 mm per l'espai longitudinal.

La representació simbòlica dels elements està basada en la normativa UNE-EN ISO 3952 [6].

5.1.1 Síntesi inicial del mecanisme

D'entrada s'ha realitzat una primera síntesi on no es tindrà en compte el tipus d'accionament que s'utilitzarà, així com tampoc el tipus de barra, la seva secció, etc.

S'han definit tres articulacions situades als punts C,B,A on C és completament fix, B és lliure, i A únicament es podrà desplaçar per l'eix vertical ja que està fixat horitzontalment. Al punt A es troba la part del motlle que anirà solidària al mecanisme i es representa amb un rectangle. A partir de les dimensions, i respectant el moviment que ha de realitzar l'estructura, s'ha obtingut la següent síntesi.

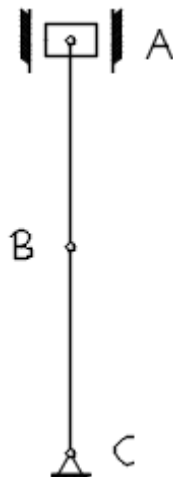


Fig. 5.1. Síntesis del mecanisme quan es troba desplegat

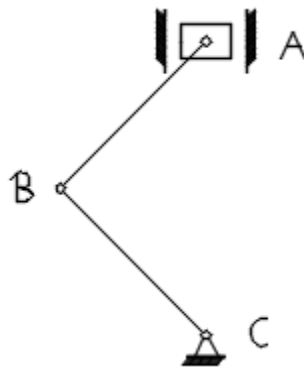


Fig. 5.2. Síntesis del mecanisme quan es troba a la meitat del seu recorregut

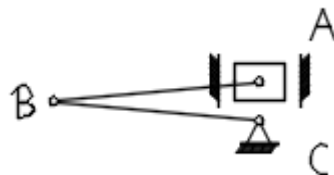


Fig. 5.3. Síntesis del mecanisme quan es troba plegat

Com es pot observar a la Fig. 5.1 es troba el mecanisme en la seva posició desplegada, a la Fig. 5.2 es troba al punt mig del seu moviment, és a dir als 45 graus, i a la Fig. 5.3 a la posició més baixa. Aquesta última no és trobarà als 0 graus ja que en aquest cas es trobarien els tres centres instantanis de rotació alineats i seria mecànicament inviable, per això s'ha deixat una mica de marge abans d'arribar a aquesta posició.

5.1.2 Síntesi final del mecanisme

D'entrada és van realitzar tots els càlculs a partir de la síntesi inicial del mecanisme amb la que s'esperava obtenir uns resultats aproximats que permetessin escollir el tipus d'accionament que seria necessari. És evident que cada tipus d'accionament donarà unes propietats i unes característiques de comportament diferents. Per això, després dels primers càlculs orientatius realitzats amb el mecanisme inicial, s'han realitzat de nou els càlculs tenint en compte tots els elements del mecanisme per obtenir així uns valors definitius dels resultats. Com es pot veure a l'apartat '1.6 selecció de l'accionament' s'ha escollit un cilindre normalitzat amb plançó. Cal remarcar aquesta elecció en aquest punt de la memòria ja que els següents apartats es trobaran resolts amb el mecanisme definitiu.

A l'incorporar el cilindre al mecanisme, queden definides quatre articulacions situades als punts D,C,B,A on D i C són completament fixos, B és lliure, i A únicament es podrà desplaçar per l'eix vertical, com ja s'havia explicat anteriorment. El cilindre es connectarà directament al punt on estan unides les dos barres, per així permetre el moviment a partir d'aquest. Així doncs la síntesi definitiva és la següent.

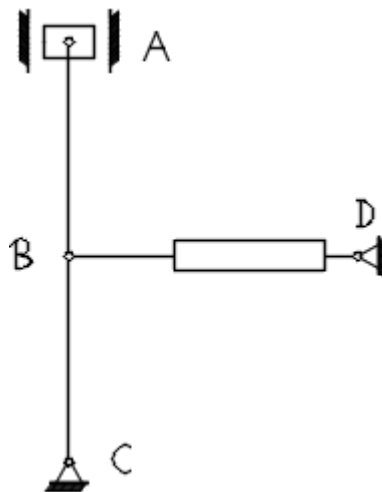


Fig. 5.4.. Síntesi del mecanisme quan es troba desplegat

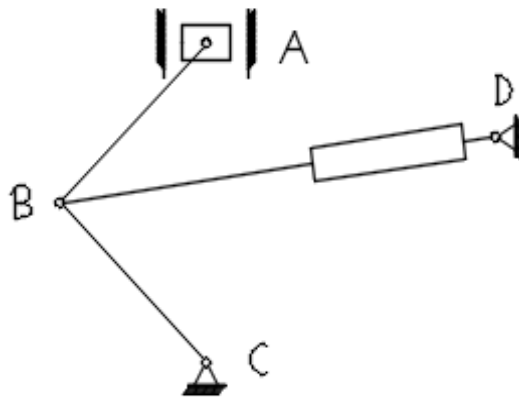


Fig. 5.5. Síntesis del mecanisme quan es troba en moviment

Com es pot observar a la Fig.1.1 es troba el mecanisme en la seva posició desplegada, i a la Fig 1.2 es troba en un punt qualsevol un cop ha iniciat el seu moviment. Com que no serà necessari que el mecanisme es plegui totalment, mai ens trobarem en la situació on el mecanisme estarà a la posició més baixa.

5.2 Dades inicials i estudi geomètric

Abans d'entrar amb càlculs s'han definit les distàncies de les barres, la massa del motllo que venia donada pel client, i la de les dues barres principals que s'ha estipulat després d'un primer disseny amb Solidworks. Aquest donarà una referència aproximada, pel que sovint s'utilitzaran coeficients de seguretat durant els càlculs. També s'ha analitzat la geometria del mecanisme d'una forma més concreta que en els apartats anteriors i s'han plantejat les primeres equacions a partir de les relacions geomètriques.

| DADES INICIALS | | |
|----------------|--------|---------|
| Paràmetres | Valors | Unitats |
| $R(A,B)$ | 0,25 | m |
| $R(B,C)$ | 0,25 | m |
| $R(B,D)$ | 0,35 | m |
| h | 0,5 | m |
| Massa barres | 4,14 | kg |
| Massa motllo | 10 | kg |

Taula 5.1. Dades conegudes abans dels càlculs

Les dues barres principals de l'estructura seran simètriques ja que així es simplificaran molt els càlculs. S'ha fixat la seva longitud a 250 mm, arribant així a la màxima llargada possible ja que l'espai vertical del mecanisme era un requeriment limitat a 500mm. Com més llarga serà la barra, més força es podrà aconseguir.

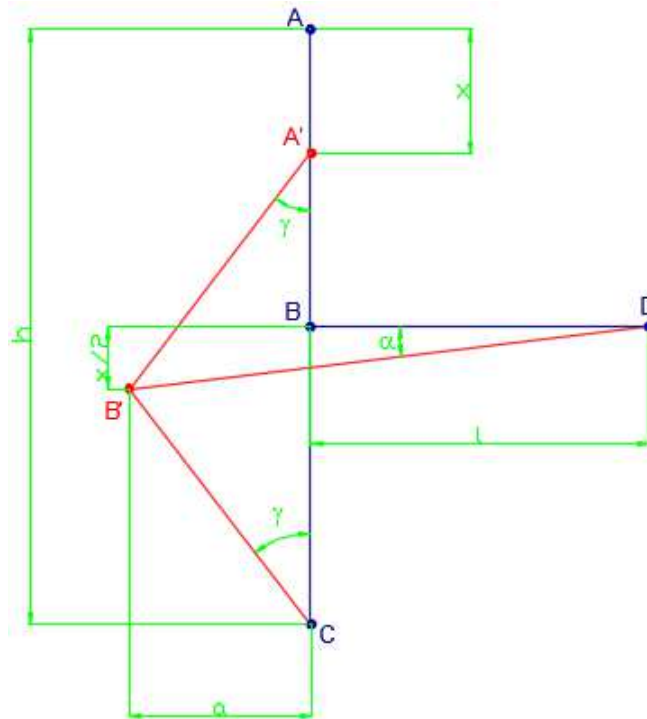


Fig. 5.6. Estudi geomètric del mecanisme

La distància x variarà en funció del recorregut del mecanisme. Per a qualsevol posició, coneixent x i h es podrà definir l'angle γ .

$$\cos \gamma = 1 - \frac{x}{h} \quad (5.1)$$

El valor de a també varia en funció del recorregut i es relaciona amb l'alçada h i l'angle γ .

$$a = \frac{h}{2} \cdot \sin \gamma \quad (5.2)$$

La distància B'D determinarà la carrera que tindrà l'accionament. El seu valor s'obindrà de resoldre la diferència entre els valors BD i B'D.

$$B'D = \sqrt{(l + a)^2 + \left(\frac{x}{2}\right)^2} \quad (5.3)$$

5.3 Anàlisi de la cinemàtica

Un cop definida la síntesi, s'estudiarà el comportament i el moviment del mecanisme per resoldre la seva cinemàtica.

El fet de que el mecanisme plantejat desenvolupi un moviment pla permetrà un procediment d'anàlisi simplificat i una interpretació gràfica senzilla a través del mètode dels centres instantanis de rotació (CIR). S'entén per moviment pla el mecanisme on les velocitats de tots els seus punts són paral·leles a un pla fix.

5.3.1 Centres instantanis de rotació

Aquest mètode s'ha explicat als continguts teòrics de la memòria, però tot i això es farà un petit recordatori dels conceptes bàsics i les seves propietats principals.

- És el punt del sòlid rígid respecte al que giren totes les partícules del sòlid.
- $v_{CIR} = 0$
- És instantani. A cada instant el CIR canvia de posició.
- Si $CIR \rightarrow \infty$; $\omega = 0$ (moviment de translació)
- Els CIR absoluts són els que estan relacionats amb la barra 1, que és fixa.
- Els CIR relatius són els que relacionen a dos sòlids rígids amb un punt en comú on els dos sòlids tindran les mateixes velocitats.
- Els CIR immediats es troben fàcilment a partir de les definicions de les propietats.
- Els CIR no immediats es localitzen aplicant el teorema dels tres centres d'Aronhol-Kennedy.
- Les velocitats de tots els punts d'una barra tenen direcció perpendicular als centres instantanis de rotació.
- Coneixent la posició del CIR i la velocitat angular del cos, es pot calcular la velocitat de qualsevol punt.

5.3.2 Càlcul de les velocitats

S'hauran de calcular les velocitats al punt A i al punt B ja que en aquests es concentren les forces més importants del mecanisme.

Abans però, es localitzen els centres instantanis de rotació necessaris per al càlcul de les velocitats.

Es numeren les diferents barres de l'estructura. La barra 1 s'ha considerat com a terra, la barra 2 es troba entre el punt B i C, la barra 3 es troba entre el punt B i A, la barra 4 és la guia del motlle, la barra 5 és la que connecta el punt B amb el mecanisme d'accionament, i la barra 6 és la del mecanisme d'accionament.

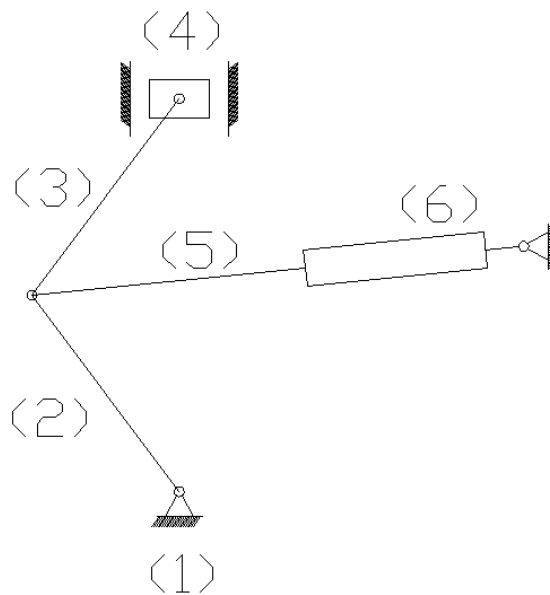


Fig. 5.7. Esquema amb les barres numerades

Un cop numerades les barres es calcula el nombre de CIR del mecanisme mitjançant la fórmula, el paràmetre n farà referència al nombre de barres que contindrà el mecanisme.

$$CIR = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{6(6-1)}{2} = 15 \quad (5.4)$$

El càlcul ha determinat que el mecanisme tindrà 15 centres instantanis de rotació.

S'identifiquen de forma immediata els centres $I_{12}, I_{23}, I_{34}, I_{52}, I_{53}, I_{16}$. Els centres I_{14} i I_{56} tendeixen a infinit.

La resta de centres no es localitzen de forma immediata i comporten un procediment més complex pel que no s'identificaran tots els CIR restants, només els necessaris per trobar les velocitats al punt A i B.

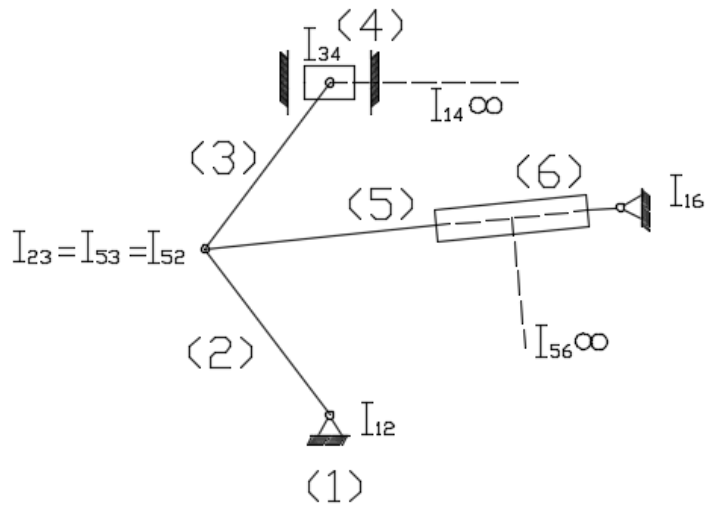


Fig. 5.8. CIR immediats del mecanisme

A través de la llei dels tres centres del teorema d'Aronhol-Kennedy es localitza el centre I_{13} . S'obté de la prolongació de la recta $I_{12} - I_{23}$ i la recta $I_{14} - I_{34}$.

$$\text{CIR } I_{13} \left\{ \begin{array}{l} \text{Grup de barres que tenen els} \\ \text{CIR alineats} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} I_{12} - I_{23} \\ I_{14} - I_{34} \end{array} \right.$$

Tot seguit es mostra el mecanisme amb tots els CIR necessaris per al càlcul de les velocitats.

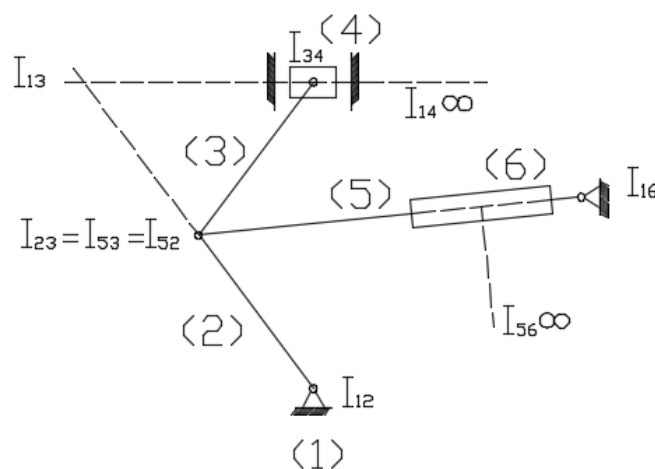


Fig. 5.9. Centres instantanis de rotació del mecanisme

Un cop s'han trobat els centres instantanis de rotació, ja es poden calcular les velocitats.

El punt C i el punt D no tenen velocitat ja que estan fixats al terra. S'ha desestimat l'opció de resoldre l'exercici gràficament ja que s'hauria de realitzar manualment un anàlisi gràfic per a moltes posicions diferents, el que comportaria moltes hores de treball. Per evitar-ho es resoldrà a partir de les fórmules que s'obtenen del mètode de velocitats relatives. Amb l'ajuda d'un full de càlcul s'obtindran valors per a diferents posicions del mecanisme i així es podrà analitzar el comportament de la velocitat al llarg de tot el moviment.

Plantejant l'expressió de velocitats relatives pel mecanisme s'obté:

$$\vec{v}_{B_5} = \vec{v}_D + \vec{v}_{B/D} \quad (5.5)$$

Tenint en compte que la velocitat al punt B és nul·la i que la velocitat al punt B respecte de D tindrà una component de velocitat de translació i una de velocitat deguda a la rotació, la fórmula queda:

$$\vec{v}_{B_5} = \vec{v}_{B/D \text{ rot}} + \vec{v}_{B/D \text{ lineal}} \quad (5.6)$$

La velocitat de translació serà la mateixa que la velocitat del cilindre ja que comparteixen mòdul, direcció i sentit. La velocitat de rotació és determinarà gràficament. Tot seguit s'adjunta el resultat gràfic d'aquestes components.

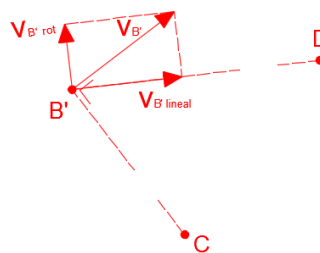


Fig. 5.10. Components de la velocitat al punt B

A partir d'aquesta relació geomètrica s'obté una velocitat deguda a la rotació de 0,06 m/s per a una velocitat de translació fixada en els paràmetres inicials de 0,1 m/s. S'ha considerat que aquest valor es podrà adequar a les necessitats del mecanisme. Així doncs es calcula el valor absolut de la velocitat al punt B.

$$|v_B| = \sqrt{(v_{B/D \text{ lineal}})^2 + (v_{B/D \text{ rot}})^2} \rightarrow v_B = 0,12 \text{ m/s} \quad (5.7)$$

Aquestes magnituds es mantindran durant pràcticament tot el recorregut del mecanisme ja que la velocitat del cilindre serà un valor constant.

La velocitat al punt B afectarà a la barra 2 i a la barra 3 ja que és podrà mirar des de les dues barres, el valor tant d'una com de l'altre serà el mateix però hi intervindran paràmetres diferents.

$$v_{B_{2/1}} = v_{B_{3/1}} \quad (5.7)$$

$$\text{Respecte la barra 2: } v_{B_{2/1}} = w_2 \cdot r_{B/I_{12}} \quad (5.8)$$

$$\text{Respecte la barra 3: } v_{B_{3/1}} = w_3 \cdot r_{B/I_{13}} \quad (5.9)$$

D'aquestes dues equacions es trobaran les velocitats angulars de la barra 2 i de la barra 3.

$$w_2 = \frac{V_B}{r_{B/I_{12}}} = \frac{0,12 \text{ m/s}}{0,25 \text{ m}} \rightarrow w_2 = 0,47 \text{ rad/s}$$

$$w_3 = \frac{V_B}{r_{B/I_{13}}} = \frac{0,12 \text{ m/s}}{0,25 \text{ m}} \rightarrow w_3 = 0,47 \text{ rad/s}$$

Tal com es veu a les equacions anteriors, les velocitats angulars tindran el mateix valor tot i que tindran sentits contraris.

Coneixent el valor de la velocitat angular a la barra 3, es podrà calcular la velocitat al punt A en funció de $r_{A/I_{13}}$ que variarà segons la posició del mecanisme.

$$v_A = w_3 \cdot r_{A/I_{13}} \quad (\text{rad/s}) \quad (5.10)$$

Finalment s'adjunta una taula resum dels valors obtinguts del càlcul de velocitat amb diferents valors de x. (Posició de la part mòbil del motllo, punt A)

| | x (mm) | | | | | | |
|-----------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0,01 | 0,1 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,4 | 0,49 |
| v_{cilindre} (m/s) | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| v_B (m/s) | 0,117 | 0,117 | 0,117 | 0,117 | 0,117 | 0,117 | 0,117 |
| v_{G2} | 0,058 | 0,058 | 0,058 | 0,058 | 0,058 | 0,058 | 0,058 |
| v_{G3} | 0,067 | 0,115 | 0,145 | 0,155 | 0,162 | 0,172 | 0,175 |

| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| v_A | 0,047 | 0,140 | 0,187 | 0,202 | 0,214 | 0,229 | 0,234 |
| v_C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| v_D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| w_2 | 0,467 | 0,467 | 0,467 | 0,467 | 0,467 | 0,467 | 0,467 |
| w_3 | 0,467 | 0,467 | 0,467 | 0,467 | 0,467 | 0,467 | 0,467 |

Taula 5.2. Taula resum dels valors de velocitats per a diferents x

5.4 Anàlisi de forces

En aquest apartat s'estudiaran les forces del mecanisme utilitzant el mètode de les potències virtuals explicat al capítol 2. Abans es realitza un anàlisi geomètric del mecanisme en el que es mostren les forces i les velocitats dels punts més importants.

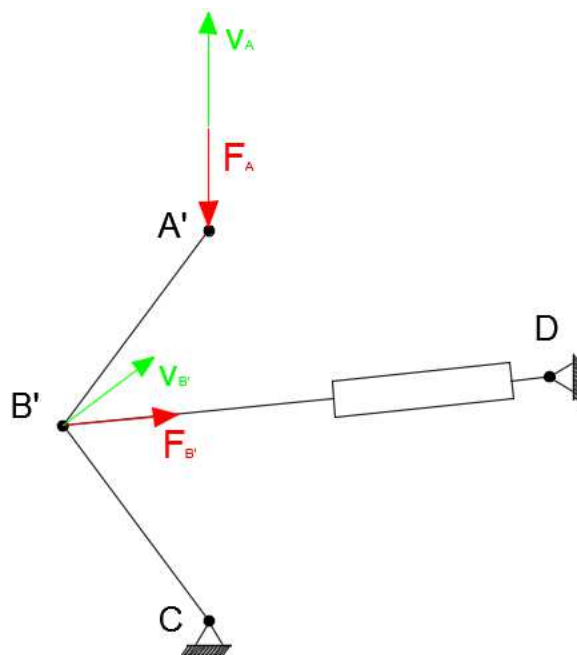


Fig. 5.11. Forces i velocitats sobre les articulacions mòbils del mecanisme

Aplicant les condicions del mètode de les potències virtuals en deriva la següent expressió:

$$\vec{F}_{B'} \cdot \vec{v}_{B'} + \vec{F}_A \cdot \vec{v}_A = 0 \quad (5.11)$$

Tal i com es veu a la figura (5.11) la velocitat al punt B no segueix la mateixa direcció que la força en aquest punt. S'ha decidit projectar v_B sobre el mateix eix de la força.

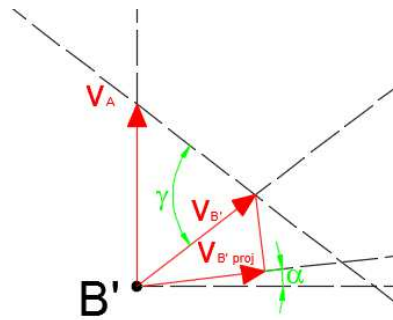


Fig. 5.12. Cinemàtica del punt B'

Així doncs, es substitueix el paràmetre de $v_{B'}$ per $v_{B'projectada}$ del que en resulta:

$$\vec{F}_{B'} \cdot \vec{v}_{B'projectada} + \vec{F}_A \cdot \vec{v}_A = 0 \quad (5.12)$$

Aplicant trigonometria a la figura 5.12 s'obtenen les següents equacions.

$$v_A = 2 \cdot v_{B'} \cdot \sin(\gamma) \quad (5.13)$$

$$v_{B'projectada} = v_{B'} \cdot \cos(\gamma - \alpha) \quad (5.14)$$

En aquest primer estudi s'ha negligit el pes de les barres i del motllo per simplificar el procés d'anàlisi. Un cop s'han plantejat les equacions, s'estudia el sistema considerant les masses.

S'adjunta dibuix del mecanisme considerant el pes del motllo i el pes de les barres 2 3.

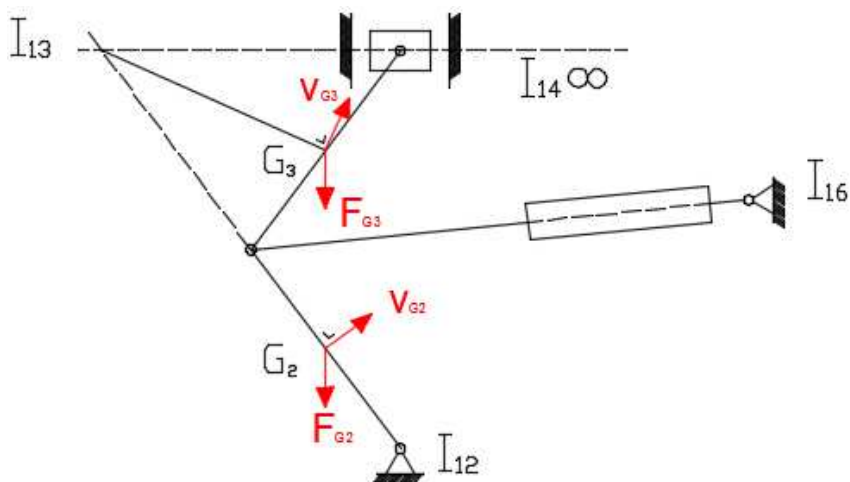


Fig. 5.13. Mecanisme considerant el pes de les barres principals

Es plantegen novament les equacions de càlcul tenint amb compte les masses.

$$\vec{F}_{B'} \cdot \vec{v}_{B'proj} + (\vec{F}_A + \vec{p}_{mottle}) \cdot \vec{v}_A + \vec{p}_2 \cdot \vec{v}_{G2} + \vec{p}_3 \cdot \vec{v}_{G3} = 0 \quad (5.15)$$

$$|F_{B'}| \cdot |v_{B'proj}| \cdot \cos \beta_2 + |F_A + p_{mottle}| \cdot |v_A| \cdot \cos \beta_1 + |p_2| \cdot |v_{G2}| \cdot \cos \beta_4 + |p_3| \cdot |v_{G3}| \cdot \cos \beta_3 = 0$$

L'angle β_2 serà 0 ja que F_B i $v_{B'proj}$ tenen la mateixa direcció i el mateix sentit. En canvi l'angle β_1 sempre serà 180 ja que \vec{F}_A i \vec{v}_A són oposats. Així doncs:

$$F_{B'} \cdot v_{B'proj} - (F_A + p_{mottle}) \cdot v_A + p_2 \cdot v_{G2} \cdot \cos \beta_4 + p_3 \cdot v_{G3} \cdot \cos \beta_3 = 0$$

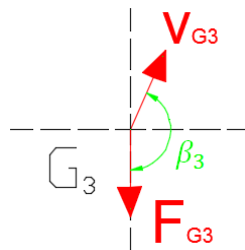


Fig. 5.14. Mecanisme considerant el pes de les barres principals

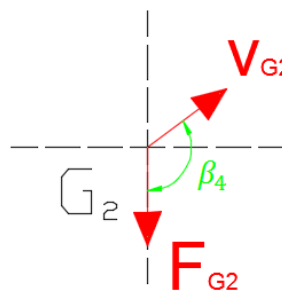


Fig. 5.15. Mecanisme considerant el pes de les barres principals

Per raons geomètriques, l'angle β_4 serà igual a $180 - \gamma$ mentre que l'angle β_3 serà igual a $90 + \gamma$. Per tant, l'expressió queda:

$$F_{B'} \cdot v_{B'proj} - (F_A + p_{mottle}) \cdot v_A + m_2 \cdot g \cdot v_{G2} \cdot \cos \beta_4 + m_3 \cdot g \cdot v_{G3} \cdot \cos \beta_3 = 0$$

On:

$$v_{G3} = w_3 \cdot r_{I_{13}/G3} \text{ (m/s)} \quad (5.16)$$

$$v_{G2} = w_2 \cdot r_{A/G2} \text{ (m/s)} \quad (5.17)$$

$$m_2 = m_3 = 4,14\text{Kg} \cdot \text{coeficient de seguretat} = 4,14 \cdot 1,5 = 6,21 \text{ Kg}$$

Es substitueix el valor de v_A i $v_{B',projectada}$ tal com es veu a (5.13) i (5.14) respectivament i s'obté una equació definida per dues forces desconegudes i dos angles que variaran en funció de la posició del mecanisme.

$$F_{B'} = \frac{2 \cdot (F_A + P_{motllo}) \cdot \sin \gamma - m_2 \cdot g \cdot v_{G2} \cdot \cos \beta_4 - m_3 \cdot g \cdot v_{G3} \cdot \cos \beta_3}{\cos(\gamma - \alpha)} \quad (5.18)$$

Tal com es veu a (5.18) s'obté una equació en funció de les forces al Punt B i al punt A i dels angles que seran valors coneguts en funció de la posició del mecanisme.

Així doncs, per resoldre aquests sistema és fixarà una de les dues forces, i a partir d'aquesta es determinarà l'altra. Totes les hipòtesis vindran donades en funció de la força que s'ha d'obtenir a la part final del recorregut en el punt A. Exactament es demana arribar als 3000kg de força (29430N) en els últims 5mm de recorregut.

S'ha decidit suposar la força en el punt B, ja que serà la que es veurà directament condicionada per l'accionament del mecanisme que s'elegeixi. Tal i com s'ha fet a les velocitats, amb l'ajuda del full de càlcul, es donaran diferents valors de $F_{B'}$ i a partir d'aquests es calcularà la força al punt A per a diferents posicions.

Per estudiar el comportament de les forces durant el recorregut del mecanisme, s'ha fixat el valor de $F_{B'}$ a 15000N per obtenir la variació de la força al punt A. També es realitzarà un segon estudi amb $F_{B'}$ a 30000N i amb tots aquests valors es tindrà una referència bastant aproximada que ens permetrà decidir quina haurà de ser la força del l'accionament per cobrir les necessitats del projecte.

S'adjunta una taula resum dels valors obtinguts del càlcul de les forces per a diferents valors de x i amb $F_{B'}$. A 15000N i a 30000N.

| | x (m) | | | | | | |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0,02 | 0,1 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,4 | 0,48 |
| Fcilindre (N) | 15.000 | 15.000 | 15.000 | 15.000 | 15.000 | 15.000 | 15.000 |
| F_B (N) | 15.000 | 15.000 | 15.000 | 15.000 | 15.000 | 15.000 | 15.000 |
| F_A (N) | 25.729 | 10.544 | 6.725 | 5.694 | 4.900 | 3.692 | 2.917 |

Taula 5.3. Càlculs de força durant tot el recorregut del mecanisme per a 15000N

| | x (m) | | | | | | |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0,02 | 0,1 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,4 | 0,48 |
| Fcilindre (N) | 30.000 | 30.000 | 30.000 | 30.000 | 30.000 | 30.000 | 30.000 |
| F_B (N) | 30.000 | 30.000 | 30.000 | 30.000 | 30.000 | 30.000 | 30.000 |
| F_A (N) | 51.615 | 21.241 | 13.601 | 11.539 | 9.949 | 7.533 | 5.982 |

Taula 5.4. Càlculs de força durant tot el recorregut del mecanisme per a 30000N

5.5 Estudi dels últims 5mm de recorregut

Un dels requeriments d'aquest projecte és arribar als 29430N de força en els últims 5 mm de recorregut. Aquesta posició serà clau per determinar quina serà la força que s'haurà d'obtenir a través del accionament. Donada aquesta importància s'ha cregut convenient realitzar un anàlisi detallat del comportament del mecanisme en aquest últims mil·límetres de recorregut. Es calcularan les forces a falta de 5mm, 4mm, 3mm, 2mm, i 1mm.

A partir del full de càlcul es calcularan les forces tal i com s'ha fet en l'apartat anterior però en aquest cas s'obtindran als últims 5mm de recorregut. Cal recordar que el valor conegut amb la variable x fa referència al recorregut del mecanisme. Com més petit serà aquest valor, més recte es trobarà el mecanisme.

S'adjunta una taula resum dels valors obtinguts del càlcul de les forces per als últims 5mm i amb $F_{B,r}$, a 15000N i a 30000N.

| | x (m) | | | | |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | 0,005 | 0,004 | 0,003 | 0,002 | 0,001 |
| Fcilindre (N) | 15.000 | 15.000 | 15.000 | 15.000 | 15.000 |
| F_B (N) | 15.000 | 15.000 | 15.000 | 15.000 | 15.000 |
| F_A (N) | 52.520 | 58.811 | 68.020 | 83.451 | 118.240 |

Taula 5.5 Càlculs de força en els últims mm de recorregut del mecanisme

| | x (m) | | | | |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 0,005 | 0,004 | 0,003 | 0,002 | 0,001 |
| Fcilindre (N) | 30.000 | 30.000 | 30.000 | 30.000 | 30.000 |
| F _B (N) | 30.000 | 30.000 | 30.000 | 30.000 | 30.000 |
| F _A (N) | 105.202 | 117.786 | 136.206 | 167.072 | 236.658 |

Taula 5.6 Càlculs de força en els últims mm de recorregut del mecanisme

5.6 Càlculs de força definitius

Després d'estudiar el comportament del mecanisme i els resultats de força obtinguts a partir d'una força inicial de 15000N i de 30000N, ja es poden definir els valors definitius.

Amb l'ajuda del full de càlcul és podrà determinar la força inicial necessària per obtenir els 29430N de força requerits en els últims mm de recorregut.

S'ha decidit aplicar un factor de seguretat de 2mm a l'hora de calcular aquests valors de força. Així doncs, almenys d'obtenir la força de 29430N a falta de 5 mm com s'havia marcat, s'obtindrà aquest valor a falta de 7mm. Així mateix també s'ha aplicat un coeficient de seguretat del 10% a la força que s'ha d'obtenir.

$$\text{S'aplica coeficient de seguretat} \rightarrow 29430N \cdot 1,1 = 32373N$$

Aquest serà el valor que s'haurà d'obtenir a F_A a falta de 7mm per arribar a la posició final, és a dir, quan el mecanisme es troba totalment desplegat. Aquests coeficients de seguretat permetran treballar sempre amb un marge d'error

Amb les taules fetes al full de càlculs, s'han provat diferents combinacions de forces d'entrada i finalment s'ha decidit que l'accionament haurà de realitzar una força de 11000N. Amb aquest s'obtindrà una força de 32410N a falta de 7mm de recorregut.

Tot seguit s'han calculat els valors definitius que s'obtindrà durant el moviment del mecanisme en diferents valors de x i també en els últims 5mm de recorregut.

S'adjunten dos taules on es mostren els valors més destacats dels resultats obtinguts.

| | x (m) | | | | | | |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0,01 | 0,1 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,4 | 0,49 |
| Fcilindre (N) | 11.000 | 11.000 | 11.000 | 11.000 | 11.000 | 11.000 | 11.000 |
| F_B (N) | 11.000 | 11.000 | 11.000 | 11.000 | 11.000 | 11.000 | 11.000 |
| F_A (N) | 26.994 | 7.692 | 4.891 | 4.136 | 3.553 | 2.668 | 2.033 |

Taula 5.7. Càlculs de força durant tot el recorregut del mecanisme

| | x (m) | | | | | |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0,007 | 0,005 | 0,004 | 0,003 | 0,002 | 0,001 |
| Fcilindre (N) | 11.000 | 11.000 | 11.000 | 11.000 | 11.000 | 11.000 |
| F_B (N) | 11.000 | 11.000 | 11.000 | 11.000 | 11.000 | 11.000 |
| F_A (N) | 32.410 | 38.471 | 43.085 | 49.837 | 61.152 | 86.662 |

Taula 5.8 Càlculs de força en els últims mm de recorregut del mecanisme

5.7 Selecció del material

El material seleccionat és l'acer ST-52 (S355) amb les següents característiques mecàniques:

- Límit elàstic: 400N/mm
- Resistència a la tracció: 470 – 630 N/mm²
- Allargament A 5%:

Aquest material es fa servir àmpliament per peces de màquines de responsabilitat mitja segons les seves característiques.

5.8 Dimensionament del mecanisme

El mecanisme es dimensionarà a la posició en la que estarà sotmès al màxim esforç. S'ha decidit que es deixarà de moure quan el mecanisme es trobi a 2mm del final del seu recorregut ($x=0,002m$) ja que en aquest moment s'hauran cobert els paràmetres de força necessaris. Així doncs, els càlculs es realitzaran en aquesta posició.

Per trobar la secció d'una barra és necessari trobar la força màxima que haurà de suportar i definir el material que s'utilitzarà per saber la tensió màxima admissible del material. Aquests paràmetres es relacionen a partir de la següent fórmula:

$$\sigma_{m\grave{a}xima\ admissible} = \frac{F_{m\grave{a}x}}{Secció} \quad (5.19)$$

És realitzarà un estudi dels esforços als que es sotmetran les barres individualment i es comprovarà si actuen a tracció o a compressió, tot i que d'entrada sembla bastant evident que actuaran a compressió. Per comprovar-ho s'utilitzarà el mètode analític dels nusos. La barra BD no es tindrà en compte pel dimensionament ja que formarà part del mecanisme d'accionament i aquest s'escollirà d'un producte de fàbrica capaç de suportar qualsevol dels valors als que s'arribarà. Per tant només s'haurà de dimensionar la barra 2 i la barra 3.

Primer es calcularan les forces del mecanisme a partir de les condicions d'equilibri de l'estructura.

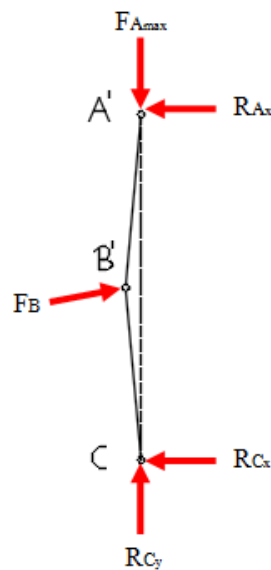


Fig. 5.16. Representació de les forces quan $x=2\text{mm}$

A la figura 1.1 es mostren les forces que actuen sobre el mecanisme en la posició de $x=0,002\text{m}$. La força al punt B seguirà la direcció de la barra BD. S'assigna una hipotètica direcció de les forces als recolzaments i després del càlcul és verificarà si aquestes direccions són correctes.

Les dades necessàries per fer els càlculs en aquesta posició són:

$$\gamma=5,13^\circ ; AC=0,4979\text{m} ; \alpha=0,15^\circ$$

Als 5,13 graus s'obté una força de 61152N al punt A, amb 11000N al punt B. Tot seguit es plantegen les equacions d'equilibri.

$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_{Bx} - R_{Ax} - R_{Cx} = 0 \quad (5.20)$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow R_{Cy} + F_{By} - F_A = 0 \quad (5.21)$$

$$\sum M_C = 0 \rightarrow -R_{Ax} \cdot 0,498 + F_{Bx} \cdot 0,249 + F_{By} \cdot 0,02 = 0$$

Abans de resoldre aquestes equacions, s'han calculat les components de F_B .

$$F_{Bx} = \cos \alpha \cdot F_B = 10999,96\text{N} \quad (5.22)$$

$$F_{By} = \sin \alpha \cdot F_B = 28,798\text{N} \quad (5.23)$$

Resolent les equacions plantejades s'han obtingut els següents valors:

$$R_{Ax} = 5501,14\text{N} ; R_{Cx} = 5498,82\text{N} ; R_{Cy} = 61123,2\text{N}$$

A continuació s'analitzaran les forces que actuen a cada nus.

NUS C

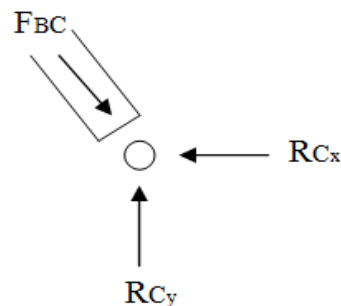


Fig. 5.17. Forces al nus C

Aplicant les condicions d'equilibri s'obté:

$$(+\uparrow) \sum F_y = 0 \rightarrow R_{Cy} - F_{BCy} = 0 \rightarrow R_{Cy} = F_{BCy} \rightarrow F_{BCy} = 61123,2\text{N}$$

$$(\rightarrow) \sum F_x = 0 \rightarrow F_{BCx} - R_{Cx} = 0 \rightarrow F_{BCx} = R_{Cx} \rightarrow F_{BCx} = 5498,82\text{N}$$

$$|F_{BC}| = \sqrt{(F_{BCx})^2 + (F_{BCy})^2} \quad (5.24)$$

$$|F_{BC}| = \sqrt{5498,82^2 + 61123,2^2} \rightarrow F_{BC} = 61370,04N$$

Com s'ha obtingut un resultat positiu i acord amb el signe que s'havia establert anteriorment, la barra BC actua a compressió.

NUS B

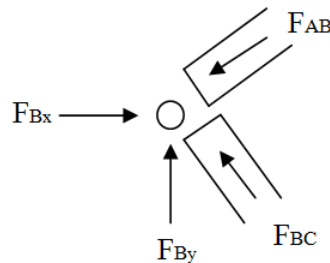


Fig. 5.18. Forces al nus B

S'estudiarà amb el mateix procediment que s'ha analitzat el nus C. Obtenint:

$$F_{ABy} = 61151,998N ; F_{ABx} = 5501,14N ; F_{AB} = 61398,94N$$

La força a la barra AB també es positiva i per tant també actuarà en compressió. Com ja s'han obtingut els esforços que rebran les dues barres no s'haurà d'analitzar el nus A.

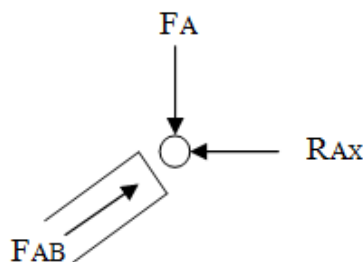


Fig. 5.19. Forces al nus A

$$\text{RESULTATS FINALS} \left\{ \begin{array}{l} F_{AB} = 61398,94N \\ F_{BC} = 61370,04N \end{array} \right.$$

Observant els dos resultats es veu que són valors molt semblants. Això es degut a que amb el mecanisme pràcticament vertical la força es repartirà d'igual manera a les dues barres. Per fer els càlculs de dimensionament s'haurà d'agafar el valor de compressió més alt, el de la barra AB.

$$\sigma_{m\grave{a}x adm} = \frac{F_{m\grave{a}x}}{secció} \rightarrow Secció = \frac{F_{m\grave{a}x}}{\sigma_{m\grave{a}x adm}} \quad (5.25)$$

Per saber la tensió màxima admissible del material, s'haurà de decidir quin tipus de perfil s'utilitzarà.

A partir del catàleg de tubs s'han valorat diferents alternatives. Donat que no és un mecanisme complex ni d'uns grans requeriments no es necessitaran perfils amb tractaments especials sinó que s'utilitzarà un perfil normal en forma de tub com podria ser un tub quadrat o una barra cilíndrica massissa. Tot seguit es troba la referència d'un tub quadrat amb el valor del seu límit elàstic.

Tub quadrat: Mecatubo St-52 $\rightarrow 400 \text{ N/mm}^2$

Es realitza el càlcul de la secció necessària per a aquesta tensió màxima admissible.

$$Secció = \frac{F_{m\grave{a}x}}{\sigma_{m\grave{a}x adm}} = \frac{61398,94N}{400 \text{ N/mm}^2} = 153,497mm^2 \rightarrow secció = 1,535cm^2$$

A partir d'aquest valor es podrà calcular el radi necessari aproximat pel cas del cilindre, o el costat en el cas del tub quadrat.

secció tub quadrat: $s = c^2 \rightarrow c = 12,39mm$

Sabent el costat en el cas del tub quadrat, es pot determinar quin perfil comercial s'utilitzarà ja que aquests estan definits per mesures estàndards.

S'ha elegit un tub quadrat en comptes d'un circular perquè s'ha considerat que serà més pràctic a l'hora de dissenyar-lo.

Així doncs, el perfil seleccionat haurà de tenir una secció mínima de 13x13mm.

5.9 Càlcul del vinclament

Un element important que s'ha de tenir en compte a l'hora de dissenyar estructures que estan sotmeses a esforços de compressió és el vinclament. Aquest es defineix com un fenomen d'inestabilitat elàstica que es pot produir en elements estructurals esvelts sotmesos a compressió. Acostuma a aparèixer una flexió lateral suficientment gran com per produir una pèrdua d'inestabilitat que provoca la deformació de l'element, i en molts casos la seva ruptura.

Per a comprovar que no es produirà vinclament en els perfils seleccionats es considera la màxima força de compressió, que es dona quan l'estructura està totalment estirada.

S'utilitza la fórmula d'Euler per a calcular-ho [11].

$$\sigma_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_K^2 \cdot A} \quad [N] \quad (5.26)$$

σ_k : tensió de vinclament.

E: Mòdul elàstic del material del perfil, en aquests cas l'acer.

I: Moment d'inèrcia.

A: Àrea de la secció.

L_K : Longitud de vinclament lliure de la barra, dependrà del tipus fixació que porti als seus extrems.

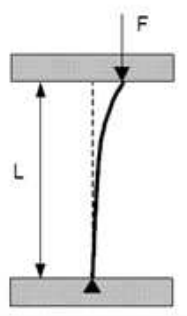
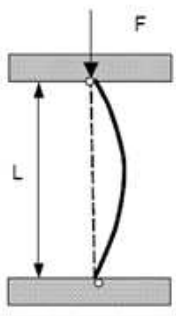
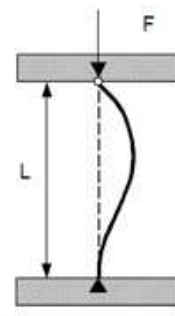
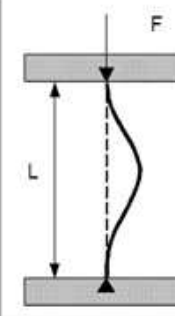
| Un extrem lliure i un extrem encastat | Dos extrems articulats | Un extrem articulat i un extrem encastat | Dos extrems encastats |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| <i>Cas I:</i> $L_K = 2L$ | <i>Cas II:</i> $L_K = 1L$ | <i>Cas III:</i> $L_K = 0,7L$ | <i>Cas IV:</i> $L_K = 0,5L$ |

Fig. 1.20. Longitud de vinclament L_K per diferents fixacions de barra [11]

En aquest cas es té una doble articulació, per tant es tracta del segon cas.

secció $1,57 \text{ cm}^2$; tub quadrat de $13 \times 13 \times 1,60$

Inèrcia = $2,451 \text{ cm}^4$

El càlcul que en resulta és:

$$\lambda = \frac{L_k}{\sqrt{I/A}} = \frac{25 \text{ cm}}{\sqrt{\frac{2,451 \text{ cm}^4}{1,818 \text{ cm}^2}}} = 21,53 \quad (5.27)$$

$$\sigma_k = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \text{ N/mm}^2}{21,53^2} = 4471,27 \text{ N/mm}^2 \quad (5.28)$$

$$S_k = \frac{\sigma_k}{\sigma_{m\grave{a}x}} = \frac{4471,27 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2} = 11,17 \quad (5.29)$$

El valor de la tensió de vinclament està molt per sobre del límit elàstic i s'obté un factor de seguretat suficientment alt.

5.10 Selecció de l'accionament

Tenint en compte el moviment que farà el mecanisme i que s'ha d'aconseguir una potència elevada amb un accionament de petites dimensions s'ha escollit un cilindre neumàtic com a mecanisme d'accionament.

Per poder escollir el tipus de cilindre, serà necessari determinar la carrera, el diàmetre i la força que haurà de realitzar.

Aquesta última s'ha definit com 11000N a l'apartat de càlculs definitius de les forces.

Tot seguit s'haurà de calcular la carrera que haurà de tenir el cilindre. Aquesta es definirà en funció del recorregut que es vulgui donar al mecanisme i la geometria. Si té un recorregut llarg, la carrera haurà de ser llarga, i si té un recorregut curt, la carrera també serà curta.

El moviment del mecanisme es fixarà en funció de l'espai que es necessiti per realitzar el procés de termoconformat.

Després d'analitzar diferents motlles de termoconformat, s'ha dictaminat que l'espai necessari per carregar el motlle serà de 200 mm, per tant segons els resultats obtinguts al full de càlcul adjuntat al annex, el valor calculat de B'D quan $x=0,2$ m és de 0,560 m.

Al valor de B'D s'ha de tenir en compte que s'inclou la llargada que es va suposar del pistó, 0,35m. Per tant aquests s'hauran de restar al valor de B'D i així s'obindrà la mesura de la carrera. Així doncs la carrera serà de 210 mm.

L'últim pas serà calcular el diàmetre del cilindre, considerant que la pressió de treball és de 6 bars.

$$\text{Pressió} = 6 \text{ bars} \cdot \frac{100 \text{ KN/m}^2}{1 \text{ bar}} = 600 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \cdot \frac{1000\text{N}}{1\text{KN}} \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{1000000 \text{ mm}^2} = 0,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$6 \text{ bars} = 0,0006 \text{ KN/mm}^2 = 0,6 \text{ MPa}$$

$$F = P \cdot A \rightarrow A = \frac{F}{P} = \frac{11000\text{N}}{0,6 \text{ N/mm}^2} = 18333,33 \text{ mm}^2 \quad (5.30)$$

$$A = \pi \cdot r^2 \rightarrow r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{18333,33 \text{ mm}^2}{\pi}} \quad (5.31)$$

$$r = 76,39 \text{ mm} \rightarrow \varnothing = 152,78 \text{ mm}$$

El diàmetre de l'èmbol haurà de ser de 160 mm aproximadament.

| Paràmetres necessaris per a la selecció de l'accionament | |
|---|--------------|
| Pressió de servei | 0,6 Mpa |
| Força | 11000 N |
| Diàmetre del cilindre | 160 mm |
| Carrera | 210 mm |
| Funcionament | Doble efecte |

Taula 5.9. Paràmetres a tenir amb compte per seleccionar el cilindre

S'ha seleccionat un cilindre de doble efecte amb plançó simple del catàleg. Aquest és un model que fabrica SMC i que es pot trobar disponible al seu catàleg de productes amb la referència C95SD160-210 [4].

Tot seguit s'adjunta una taula amb les seves característiques principals.

| Característiques | |
|--------------------------------|---|
| Funcionament | Doble efecte |
| Fluid | Aire |
| Pressió de prova | 1.5 MPa |
| Pressió màxima de treball | 1.0 MPa |
| Pressió mínima de treball | 0.05 MPa |
| Temperatura ambient i de fluid | Sense detector magnètic -10 a 70°C (sense congelació) |
| Lubricació | No necessària (sense lubricació) |
| Velocitat de l'èmbol | 50 a 500 mm/seg |
| Amortiment | Ambdós extrems (amortiguació pneumàtica) |
| Tolerància de rosca | Classe 2 JIS |
| Mida de connexió | G 3/4 |
| Muntatge | Fixació oscil·lant femella |

Taula 5.10. Esforç teòric del cilindre seleccionat[4]

| Diàmetre del cilindre (mm) | Diàmetre del plançó (mm ²) | Sentit de moviment | Àrea efectiva (mm) | Pressió de treball (MPa) | | | | | |
|----------------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| 160 | 40 | SORTIDA | 20106 | 6032 | 8042 | 10053 | 12064 | 14074 | 16085 |
| | | ENTRADA | 18850 | 5655 | 7540 | 9425 | 11310 | 13195 | 15080 |

Taula 5.11. Esforç teòric del cilindre seleccionat[4]

Tal com es veu a la taula 5.2. per una pressió de 0,6MPa s'obindrà un esforç teòric de 12064N, valor més que suficient per cobrir els 11000N necessaris.

Per muntar el cilindre a l'estructura s'ha escollit l'accessori D5160, una fixació oscil·lant femella.

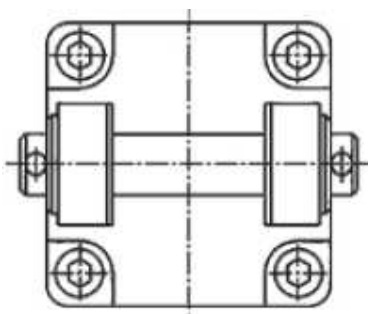


Fig. 5.21. Accessori D5160 seleccionat per al muntatge del cilindre[4]

Per a la fixació del plançó al mecanisme s'ha seleccionat l'accessori GKM en forma de forquilla.

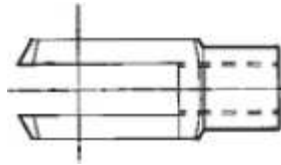


Fig. 5.22. Accessori GKM seleccionat per a la fixació del plançó[4]

5.11 Càlcul dels bolons

Es col·locarà 3 bolons a les articulacions de tot el mecanisme. El primer es situarà al punt C, entre la barra 2 i el recolzament del terra. El segon es situarà al punt B, aquest unirà el cilindre amb les dues barres principals, la 2 i la 3. El tercer i últim boló es situarà al punt A com a junta entre la part inferior del motlle i la barra 3. El boló del punt D no es tindrà en compte ja que vindrà incorporat amb la part posterior del cilindre i ja estarà acomodat per les necessitats del mecanisme.

S'ha decidit que únicament es calcularà i dimensionarà el boló més desfavorable i la resta es faran en funció d'aquest, així s'estalviarà temps i a la vegada es tindrà un coeficient de seguretat més elevat.

De les tres opcions s'ha considerat com a més desfavorable la unió entre el cilindre i les dues barres ja que serà el punt on es concentraran els esforços més elevats. Així doncs es calcularà el boló situat al punt B, serà el calculat.

Tot seguit s'estudia i es realitza el càlcul de moments i esforços tallants d'aquest boló a la posició del mecanisme a la que rebrà els esforços més grans. Sense dubte aquest moment serà a la part final del mecanisme quan estarà estirat.

Es procedeix a realitzar el diagrama de moments flectors i d'esforços tallants del boló.

Abans però, s'ha realitzat un diagrama de forces que intervindran tan a l'eix y com a l'eix x.

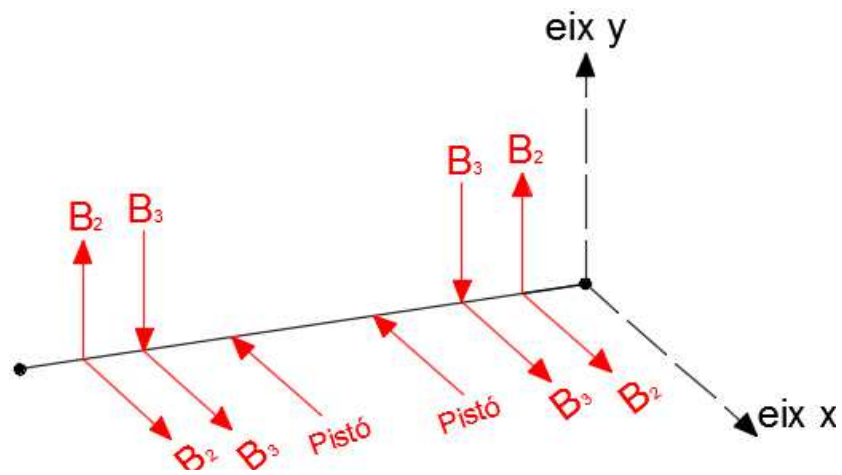


Fig. 5.23. Forces que actuen sobre el boló

Tal com es veu a la Fig 5.23.sobre el boló hi actuen forces en el sentit de l'eix x, i forces en el sentit a l'eix y. Per resoldre aquest sistema s'estudiaran els dos eixos per separat.

Es procedeix a realitzar el diagrama de Moments flectors i d'esforços tallants. A l'esquerra es troba el càlcul a l'eix x i a la dreta el càlcul a l'eix y.

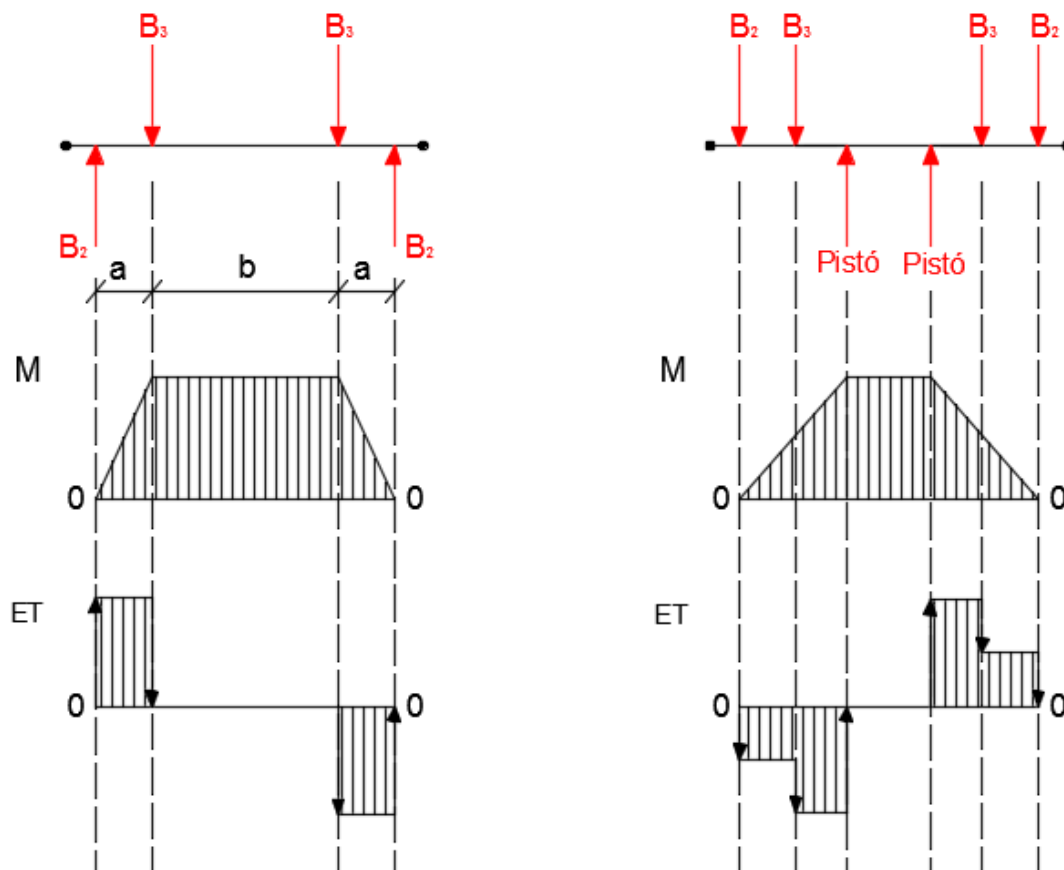


Fig. 5.24. Diagrama de Moments i Esforços tallants del boló

Es calcula el moment flector màxim d'aquest boló.

$$M_{f \max} = \sqrt{(M_{x \max})^2 + (M_{y \max})^2} \quad (5.32)$$

En l'eix y es pot determinar el valor de B_3 i B_2 a partir del valor de la força al punt A de 62000N. La distància entre les barres és de 4mm. Es calcula el moment màxim a l'eix y.

$$M_{y \max} = \left(\frac{62000N}{2}\right) \cdot 4mm = 124000 N \cdot mm$$

En l'eix x es farà el mateix però a partir de la força coneguda del pistó de 11000N. La distància entre B_3 i el cilindre és de 8mm. Es calcula el moment màxim a l'eix x.

$$M_{x \max} = \left(\frac{11000N}{4}\right) \cdot 8mm + \left(\frac{11000N}{4}\right) \cdot 4mm = 33000 N \cdot mm$$

Es calcula el mòdul d'aquestes components tal com s'indica a (5.32).

$$M_{f \max} = 128316,02 N \cdot mm$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{f \max} \cdot y_{\max}}{I} \quad (5.32)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{f \max} \cdot y_{\max}}{I} = \frac{M_{f \max} \cdot Radi}{\pi \cdot \frac{Radi^4}{4}}$$

La tensió màxima que es produirà a al boló haurà de ser inferior o igual a la tensió màxima admissible del material. S'ha decidit aplicar un coeficient de seguretat de 1,5 a la tensió màxima del material.

$$\sigma_{\max \text{ boló}} \leq \sigma_{\max \text{ material}}$$

$$\frac{4 \cdot M_{f \max}}{\pi \cdot R^3} = \frac{400N/mm^2}{1,5}$$

Resolent l'equació s'obté un radi necessari de 8,5mm o bé un diàmetre de 17mm. Aquest serà el diàmetre mínim que haurà de tenir aquest boló tot i que a l'hora de realitzar el disseny se n'haurà d'escollir un de comercial.

5.12 Càlcul dels coixinets

S'utilitzaran coixinets autolubricants ja que ens assegurin un llarg període de duració sense necessitar d'aplicar cap tipus de manteniment. Entre les propietats més rellevants es destaca la gran fiabilitat, el baix manteniment, el gir silenciós, i que no tindrà pèrdues d'olis [5].

Segons les necessitats és comptabilitzaran els coixinets autolubricants llisos, i els coixinets autolubricants amb valona que s'utilitzaran per evitar la fricció entre materials. Ambdós casos seran del fabricant Schaeffler ja que ens ofereix una gran varietat de mesures. Els coixinets es podran mecanitzar per aconseguir la llargada que es necessiti.

S'especifica que la pressió màxima admissible del coixinet és de 140 N/mm². El valor calculat haurà de ser inferior al teòric,

$$\text{\textit{Àrea de pressió}} = \frac{\text{\textit{Força}}}{d_i \cdot l} \quad (5.33)$$

Es calculen els esforços als que estaran sotmesos els coixinets.

$$F = \sqrt{\left(\frac{62000}{2}\right)^2 + \left(\frac{11000}{2}\right)^2} = 31484,12 \text{ N}$$

$$\text{\textit{Àrea de pressió}} = \frac{\text{\textit{Força}}}{d_i \cdot l}$$

S'ha seleccionat un coixinet de 40mm de diàmetre i 6,3 mm d'espessor. L'àrea de pressió serà de 125 N/mm² pel que es verifica que el coixinet suportarà els esforços.

6 Disseny del mecanisme.

En aquest apartat s'explica el mecanisme que s'ha dissenyat en 3D a partir del programa Solidworks. Es comentaran els punts més rellevants del disseny i s'adjuntaran unes fotografies per complementar la informació escrita.

D'entrada s'adjunta una visió isomètrica del mecanisme definitiu per tenir una visió global del disseny final.

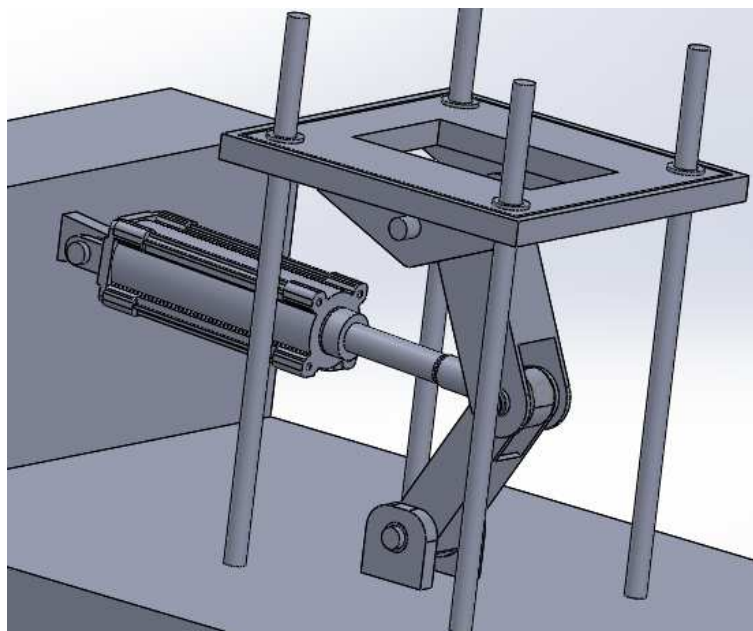


Fig. 7.1. Disseny final del mecanisme

El punt més important del disseny es troba a la unió de les barres i el mecanisme. Aquest determinarà completament el disseny que s'acabarà desenvolupant.

Com ja s'ha vist en apartats anteriors, el boló situat al punt B unirà el mecanisme d'accionament amb les dues barres. L'accessori de connexió del mecanisme d'accionament vindrà amb un diàmetre fixat de fàbrica ja que s'ha escollit un cilindre normalitzat.

El diàmetre de l'accessori de connexió és de 38mm. Aquest valor i els coixinets que es seleccionaran determinaran el diàmetre del boló. En aquest cas s'ha decidit incorporar dos coixinets amb valona autolubrificants per evitar el contacte directe entre els perfils, i tres coixinets autolubrificants llisos per a la resta d'unions.

Cal dir que d'entrada, la connexió del cilindre es va plantejar amb un accessori amb forma de forquilla, però finalment s'ha utilitzat una ròtula ja que amb els perfils quadrats quedarà a la part interior i amb un punt d'unió ja serà suficient.

Tot seguit es presenta el disseny de la unió al punt B.

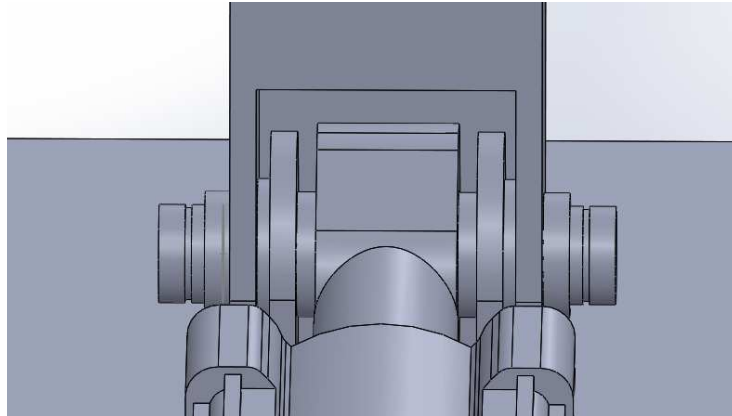


Fig. 7.2. Unió al punt B

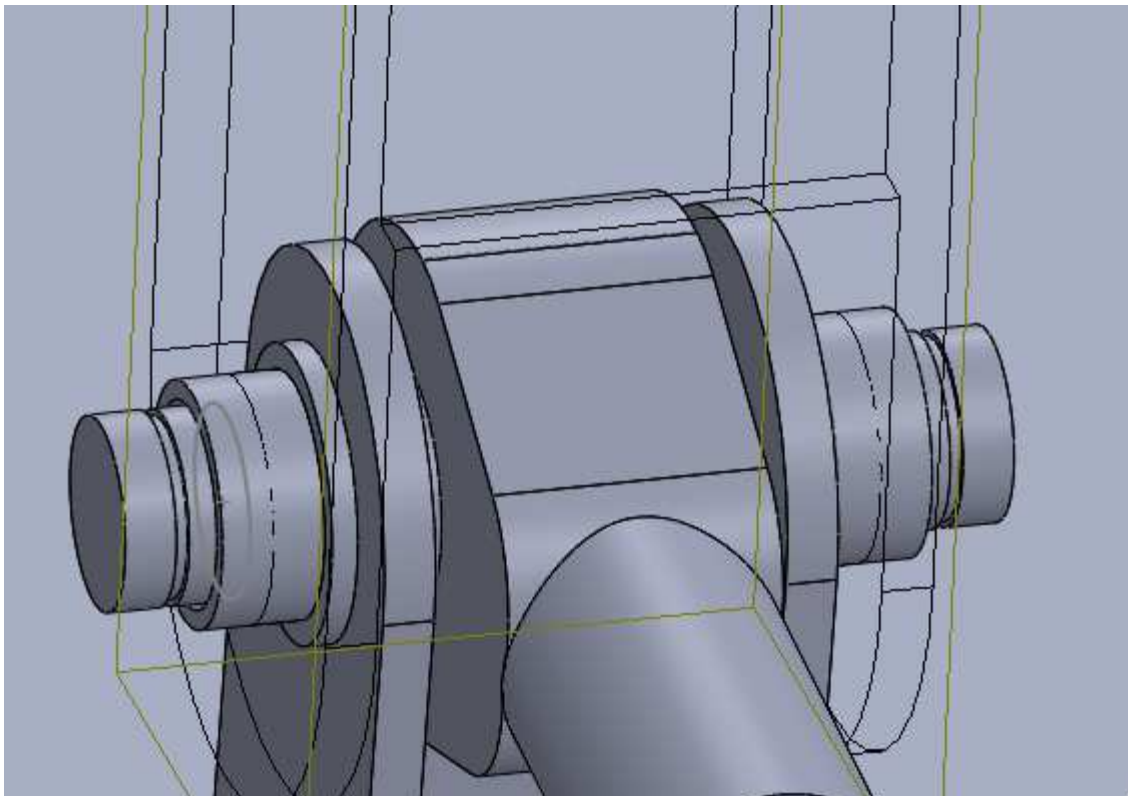


Fig. 7.3 Unió al punt B

Als extrems del boló caldrà incorporar dos anells de compressió per fixar aquesta unió. Tal com s'observa a la figura (7.3), la ròtula és bastant gran en comparació a la resta d'elements. Això es degut a que el cilindre ha de realitzar forces elevades. La resta de components s'han tornat a dissenyar en funció de les dimensions de la ròtula.

Així doncs l'ordre dels components en aquesta unió seria anell de compressió , barra superior, coixinet amb valona, barra inferior, ròtula, barra inferior, coixinet amb valona, barra superior, i anell de compressió. Entre els dos coixinets amb valona s'incorporaran 3 coixinets més 20mm de longitud.

Aquest punt també ha determinat la forma dels perfils que s'han seleccionat. Per permetre que el mecanisme pugui desenvolupar el seu moviment, s'ha tingut que adaptar la geometria dels perfils i foradar les barres per permetre el moviment del mecanisme ja que sinó xocarien les dues barres i el mecanisme es trencaria.

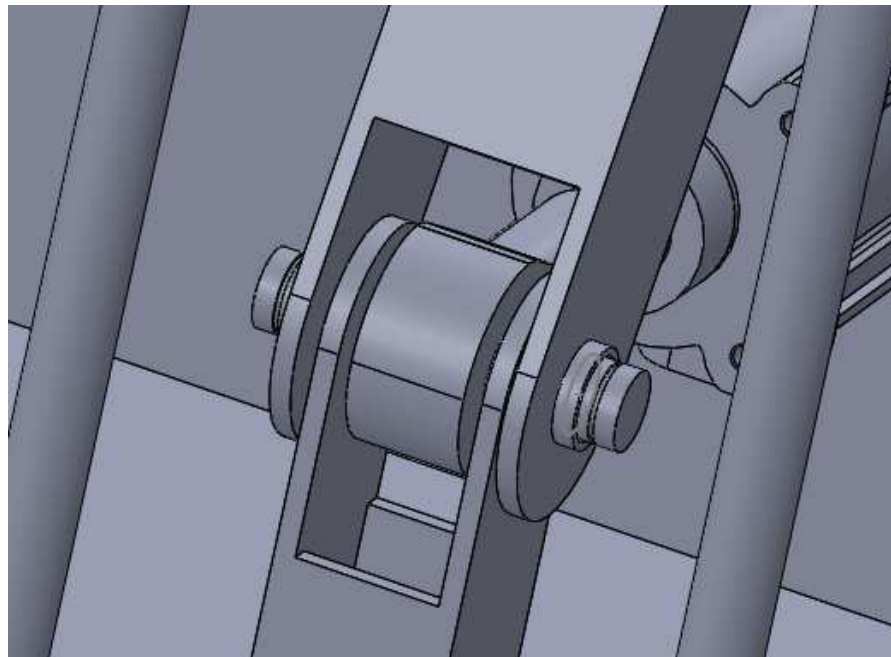


Fig. 7.4. Geometria final dels perfils escollits

Aquest tall es realitzarà en laser a partit dels plànols de fabricació.

La geometria d'aquestes barres serà un punt important per analitzar amb elements finits ja que es fàcil que el mecanisme pateixi més que als altres punts.

Per a la part posterior del cilindre, s'ha escollit un accessori de muntatge amb fixació oscil·lant. Aquest també serà un producte de catàleg i per tant resistirà qualsevol esforç que es trobi entre els paràmetres calculats. S'adjunta el disseny d'aquesta part on es pot veure la unió al punt D.

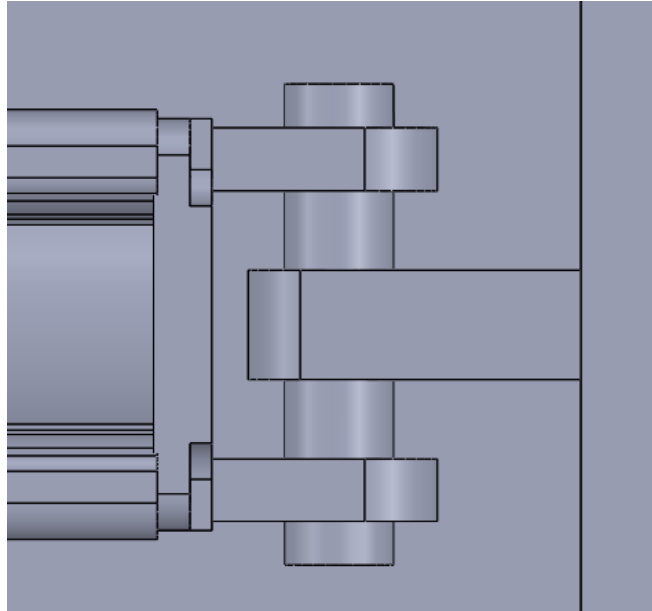


Fig. 7.5. Unió al punt D

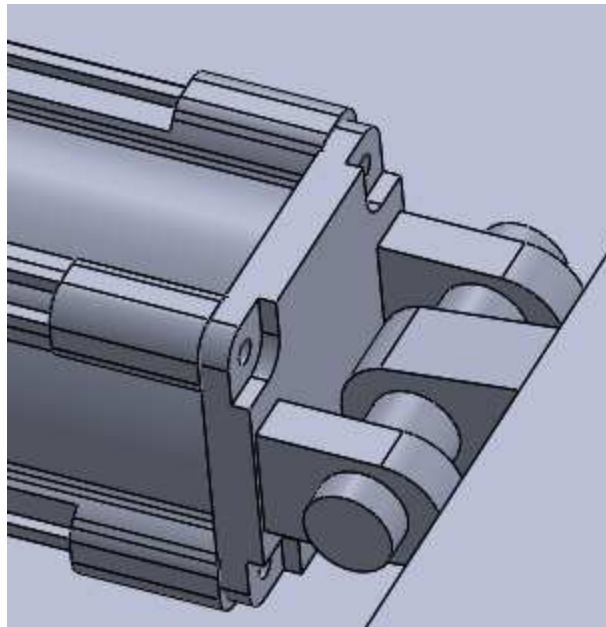


Fig. 7.6. Accessori per al muntatge del cilindre

Un altre punt important del disseny és el sistema que permetrà el moviment del motlle de forma adequada. El disseny que es proposa són 4 guies en posició vertical que es soldaran a la part inferior amb la bancada i que fixaran el moviment del motlle a l'eix vertical per a qualsevol posició del mecanisme.

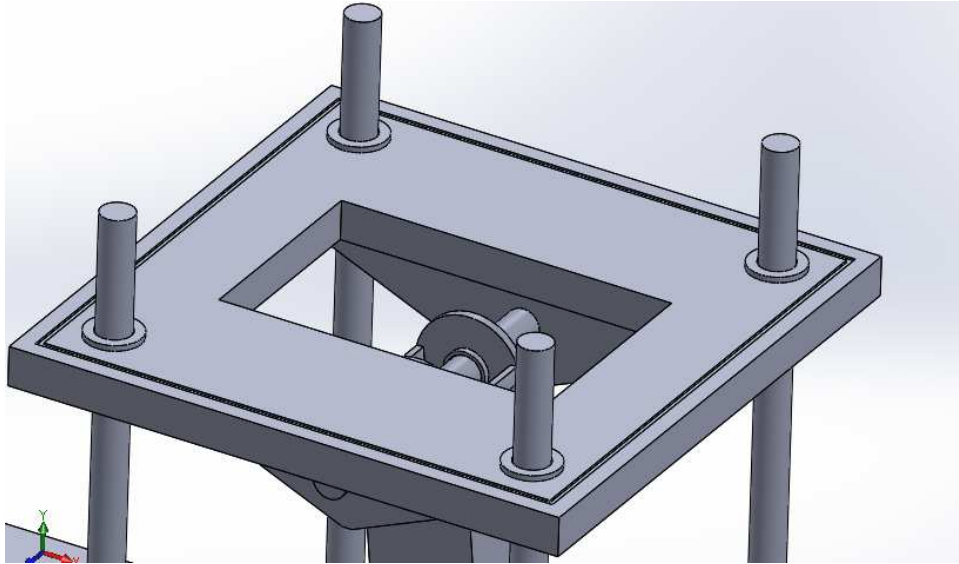


Fig. 7.7. Sistema de guies per fixar el motlle

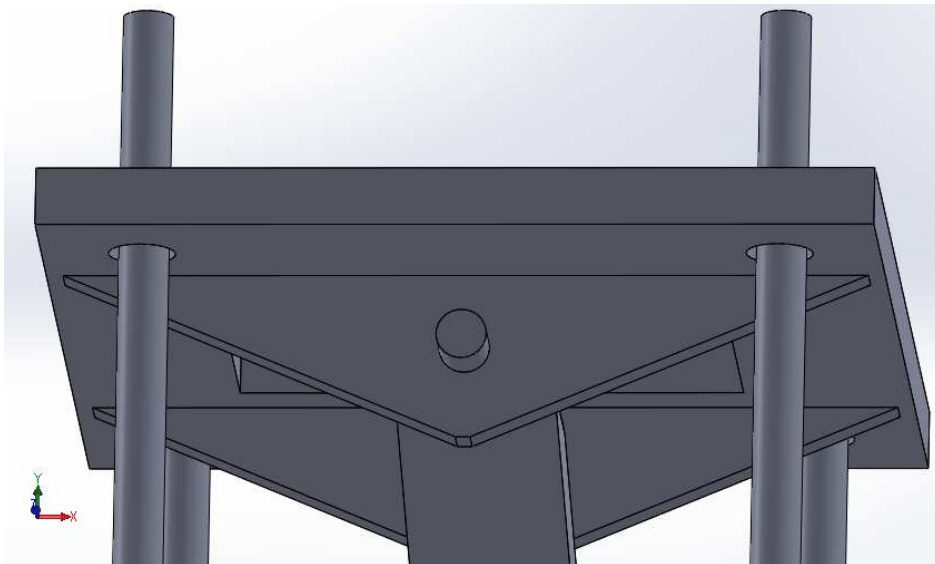


Fig. 7.8. Unió al punt A

Cada guia porta incorporat un coixinet llis autolubricant a la part superior del motlle.

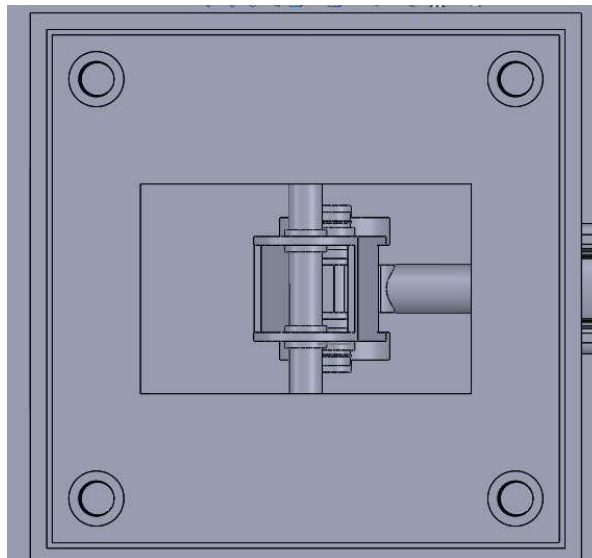


Fig. 7.9. Vista superior del mecanisme

Els bolons del punt A i del punt C s'han dissenyat en funció del boló més desfavorable, la unió al punt B. Tots tindran el mateix diàmetre i únicament variarà la longitud de cada boló i l'elecció dels coixinets en funció dels elements que es trobaran a cada unió.

Per finalitzar l'explicació del disseny realitzat, s'adjunten diferents imatges del mecanisme complet per a dues posicions diferents.

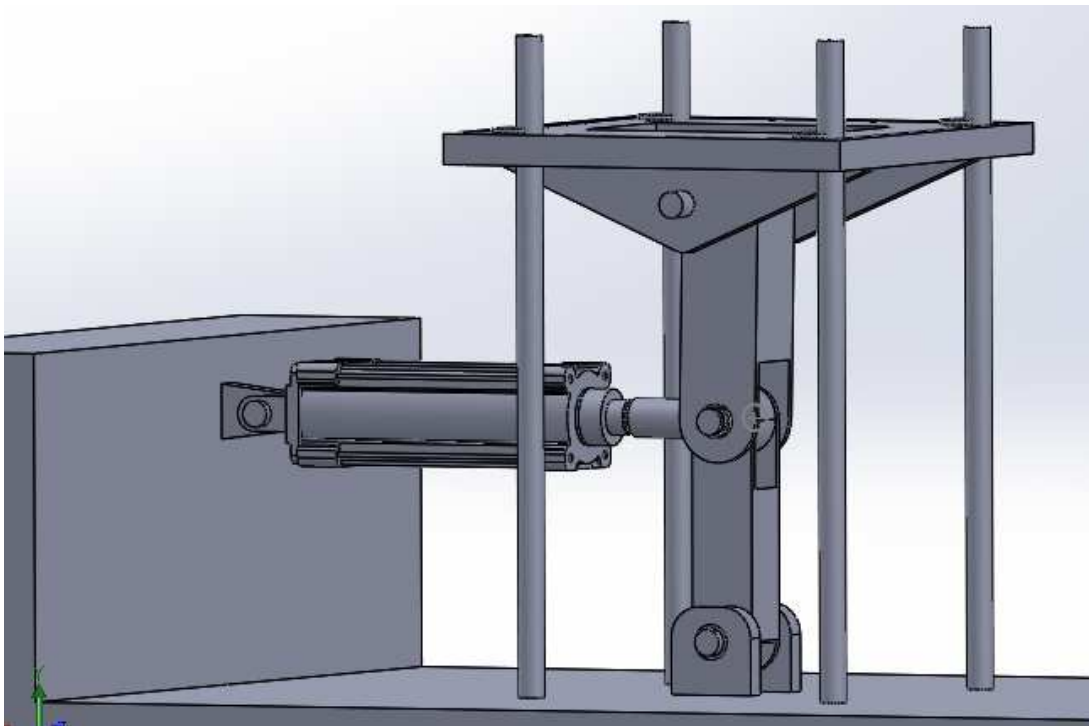


Fig. 7.10. Disseny definitiu a la posició inicial

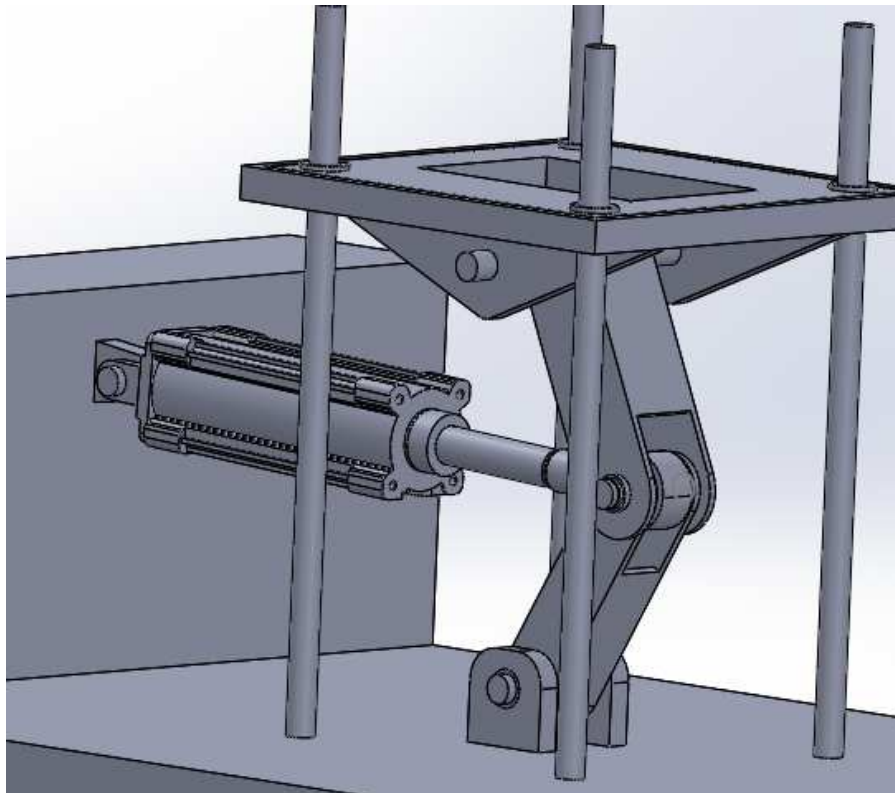


Fig. 7.11. Disseny definitiu a la posició final

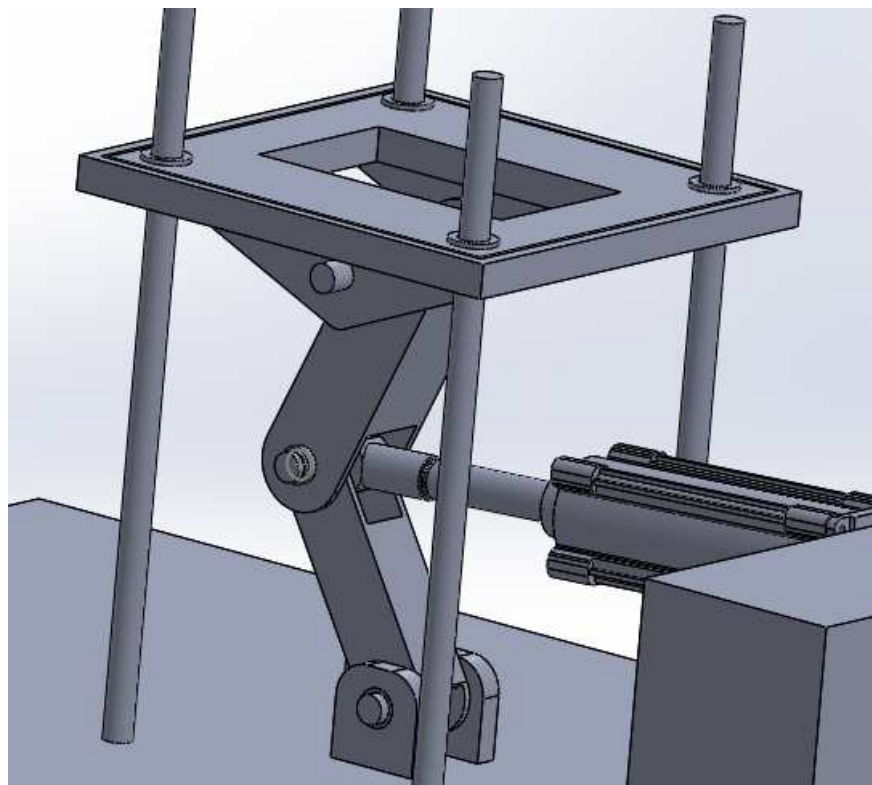


Fig. 7.12. Vista isomètrica de la solució plantejada

Amb el disseny del mecanisme finalitzat ja es pot realitzar l'anàlisi d'elements finits per veure el comportament del mecanisme i per comprovar la seva resistència amb els esforços als que serà sotmès. El fet d'haver sobre dimensionat el mecanisme aportarà un factor de seguretat molt elevat i es negligirà aquests apartat de la memòria, tot i que s'aconsella realitzar-lo en cas de fer un prototip real.

7 Planificació de l'enginyeria de detall

Les tasques que s'han tingut en compte per a la planificació definitiva són les següents:

- Necessitats del projecte i cerca d'informació prèvia
- Definir l'objecte del projecte
- Definir l'abast del projecte
- Realitzar la planificació del projecte
- Definir les especificacions tècniques
- Plantejament i valoració de diferents alternatives
- Selecció de l'alternativa adequada
- Viabilitat del projecte
- Desenvolupament del pressupost
- Cerca i control de patents
- Síntesi del mecanisme
- Estudi cinemàtic
- Estudi de forces
- Selecció del material
- Selecció de l'accionament
- Càlcul d'unions
- Càlculs mecànics per dimensionament i comprovació de resistència
- Compliment de les normatives vigents
- El disseny de detall que s'ha subdividit amb tres tasques. El disseny dels elements mecànics en CAD 3D, la selecció dels elements i dels components, i la realització dels plànols.
- Redacció de la memòria.
- Tancament i conclusions del projecte.

La planificació de l'enginyeria de detall inclou 606 hores de treball, molt semblants a les estipulades a la planificació inicial que es va desenvolupar a l'avantprojecte. S'han incorporat algunes tasques i la principal desviació s'ha trobat en la necessitat de combinar algunes tasques i de variar el repartiment de les hores ja que alguns punts del projecte han

esdevingut més complexos del que s'esperava en un principi i això ha perjudicat en l'execució d'algunes de les tasques finals.

Tot seguit s'observen els resultats obtinguts a la nova planificació.

| | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Predecesoras |
|----|--|----------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | Necessitats del projecte i cerca d'informació prèvia | 40 horas | mar 18/11/14 | lun 01/12/14 | |
| 2 | Definir l'objecte del projecte | 12 horas | mar 02/12/14 | jue 04/12/14 | 1 |
| 3 | Definir l'abast del projecte | 10 horas | vie 05/12/14 | mar 09/12/14 | 2 |
| 4 | Planificació del projecte | 6 horas | mar 09/12/14 | mié 10/12/14 | 3 |
| 5 | Definir especificacions tècniques | 35 horas | mar 09/12/14 | lun 22/12/14 | 3 |
| 6 | Plantejament i valoració de diferents alternatives | 30 horas | lun 22/12/14 | jue 29/01/15 | 5 |
| 7 | Escollir l'alternativa adequada | 30 horas | jue 29/01/15 | mar 10/02/15 | 6 |
| 8 | Viabilitat del projecte | 25 horas | mar 10/02/15 | mié 18/02/15 | 7 |
| 9 | Desenvolupament del pressupost | 12 horas | mar 10/02/15 | vie 13/02/15 | 7 |
| 10 | Cerca i control de patents | 8 horas | jue 29/01/15 | lun 02/02/15 | 6 |
| 11 | Sintesi del mecanisme | 50 horas | jue 29/01/15 | mar 17/02/15 | 6 |
| 12 | Estudi cinemàtic | 50 horas | mar 17/02/15 | jue 05/03/15 | 11 |
| 13 | Estudi de forces | 50 horas | jue 05/03/15 | mar 24/03/15 | 12 |
| 14 | Selecció del material | 6 horas | mar 24/03/15 | mié 25/03/15 | 13 |
| 15 | Càlculs mecànics per dimensionament i comprovació de resistència | 35 horas | mié 25/03/15 | mar 07/04/15 | 14 |
| 16 | Selecció de l'accionament | 20 horas | mar 07/04/15 | mar 14/04/15 | 15 |
| 17 | Càlcul d'unions | 25 horas | mar 14/04/15 | jue 23/04/15 | 16 |
| 18 | Compliment de les normatives vigents | 10 horas | jue 23/04/15 | mar 28/04/15 | 17 |
| 19 | □ Disseny de detall | 14 días | jue 23/04/15 | mié 20/05/15 | |
| 20 | Disseny dels elements mecànics en CAD 3D | 55 horas | jue 23/04/15 | jue 14/05/15 | 17 |
| 21 | Selecció d'elements/components estandars | 10 horas | jue 23/04/15 | mar 28/04/15 | 17 |
| 22 | Realització plans de Disseny | 15 horas | jue 14/05/15 | mié 20/05/15 | 20 |
| 23 | Redacció de la memòria | 60 horas | mar 28/04/15 | mié 20/05/15 | 18 |
| 24 | Tancament i conclusions del projecte | 12 horas | mié 20/05/15 | lun 25/05/15 | 23 |

Fig. 8.1. Dades de la planificació

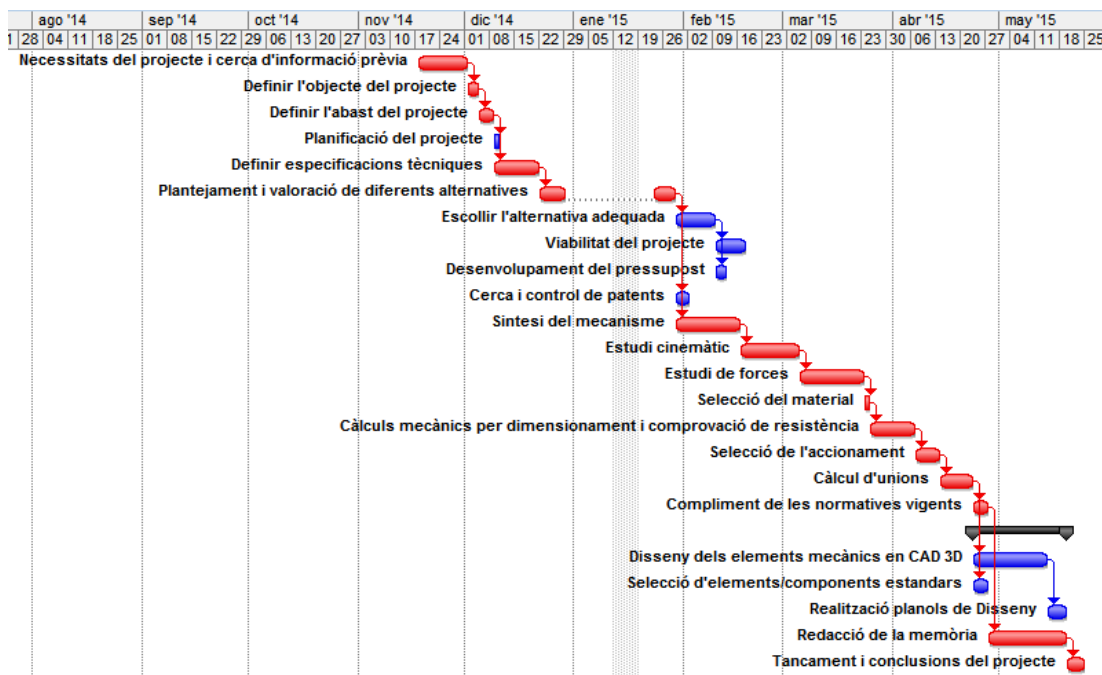


Fig. 8.2. Diagrama de Gantt

8 Impacte mediambiental.

Els components i materials utilitzats en el desenvolupament del projecte no estan classificats en el grup de perillosos per al medi ambient. S'ha mirat de respectar el medi ambient en el màxim de les nostres possibilitats utilitzant sempre que s'han pogut productes reciclables i sostenibles.

Les tècniques utilitzades per al desenvolupament del projecte i per una possible fabricació del mecanisme no suposen un risc per a la naturalesa.

L'acer no presenta cap problema mediambiental ja que pot ser reciclat un cop hagi arribat a la fi de la seva vida útil ja que es separen els materials que el componen fins que s'aconsegueix un residu conegut com a ferralla que es premsa i s'envia a les foneries a on torna a començar un nou cicle de vida.

Per definir com es gestionarà el seu reciclatge, s'ha identificat la ferralla en el Catàleg de residus de Catalunya. Aquest parla de pràcticament tots els residus industrials que existeixen, i els identifica a través d'una classificació per grups i subgrups, els codifica, i determina la correcta gestió que ha de tenir cadascun d'aquests.

En aquest cas, la ferralla pertany al grup de residus procedents del procés de mecanitzat. Aquests grup té les següents característiques:

- Residus procedents del procés de mecanitzat (1)

Grup: 12 (Residus de mecanització)

Codi de residu: 120101

Descripció: Granalles, llimadures, ferralla, i partícules metàl·liques.

Origen: Mecanització, poliment, rectificació i acabat de superfícies.

Classificació: IN (inert)

Valorització: V41 (Reciclatge i recuperació de metalls)

Tractament del rebuig: T11 (Deposició de residus inerts)

Després d'aquest anàlisis del material que s'utilitzarà per al mecanisme i amb les característiques que s'han esmentat, es pot concloure que aquest projecte és mediambientalment viable.

El fet d'haver realitzat tots els càlculs i la possibilitat de fer simulacions a partir del disseny amb CAD, evitarà que s'hagin de desenvolupar prototips de prova per a comprovar la seva viabilitat, amb el que s'estalviaran el material d'aquests i s'evitaran el processos de fabricació que afecten al medi ambient, sense dubte és un gran avantatge

9 Conclusions.

En aquest apartat es presenten les conclusions que s'han extret del desenvolupament del projecte i es valora la solució definitiva que s'ha presentat.

D'entrada aquest projecte suposava un repte en quant a treball i aplicació de molts conceptes que fins ara s'havien treballat per separat, però el projecte requeria agrupar-los per a un mateix cas.

El fet de partir amb molts paràmetres desconeguts ha dificultat la resolució dels càlculs ja que les equacions plantejades tenien moltes incògnites. Això ha propiciat la realització de varis fulls de càlcul amb els que s'han plantejat totes les equacions i s'han resolt per a molts valors diferents, obtenint així resultats aproximats que han servit de referència per a la resolució dels càlculs. Per altra banda, el fet de treballar amb molts càlculs relacionats entre ells ha fet que constantment s'hagi hagut d'iterar entre disseny i càlculs, el que ha suposat canvis constants en la planificació diària.

Un cop s'han finalitzat tots els càlculs s'ha pogut desenvolupar el disseny en 3D. Els càlculs que es van realitzar en un primer moment només s'han pogut utilitzar com una referència ja que a l'hora de fer el disseny molts paràmetres s'han trobat limitats pels fabricants. Això ha comportat un disseny bastant més llarg del que es preveia en un inici, i d'unes dimensions més grans de les que s'esperava. Així doncs, es pot afirmar que tot i realitzar els càlculs necessaris per al seu disseny, els paràmetres que realment defineixen el mecanisme s'han d'adaptar als productes de mercat i al disseny constructiu del mecanisme.

El fet d'haver treballat amb coeficients de seguretat durant bona part dels càlculs comporta una major seguretat a l'hora de realitzar el disseny.

El mecanisme compleix les normatives de seguretat de les màquines, tot i que s'hauria de completar el disseny amb proteccions i afegir aturada d'emergència per situacions de perill.

Pel que fa a les desviacions de planificació, s'han redistribuït les hores d'algunes tasques. Tot i això, no han comportat canvis importants a la planificació final, tot i que serien necessaris més dies de treball ja que, tot i complir pràcticament tots els punts del projecte,

caldrà aprofundir en el disseny 3D i realitzar un anàlisi d'elements finits per a verificar la funcionalitat del disseny.

Pel que fa a les desviacions econòmiques no es troben variacions importants ja que quan es van realitzar els pressupostos inicials es van tenir en compte marges d'error que han proporcionat una certa tolerància.

Finalment, es pot concloure que el mecanisme seleccionat de genollera accionat per un cilindre pneumàtic és la solució més adequada perquè genera molta força amb un accionament molt simple amb velocitat baixa. Econòmicament també tindrà un plus respecte a altres solucions ja que no requerirà de cap procés automatitzat per al seu funcionament i serà fàcil d'adaptar a una línia de producció.

10 Referències.

- [1] www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=thermoforming
- [2] www.custompartnet.com/wu/thermoforming (fotografia troquelat)
- [3] www.eleplasticos.blogspot.com
- [4] www.smc.eu
- [5] www.schaeffler.es
- [6] Budynas·Nisbett,·Shigley's *Mechanical Engineering Design*.· McGraw,·Hill Primis·2006.
- [7] S.Cardona Foix,·D.Clos·Costa,·*Teoria de Màquines*·UPC·2008.
- [8] Dr. Ing. Marcelo Tulio Piovan·*Elementos de máquinas* UTN-FRBB·2009.
- [9] J.E.Shigley·i·J.J.Vicker,JR·*Teoría de Máquinas y Mecanismos*·McGraw,·Hill·2001
- [10] www.espacenet.com
- [11] G.Niemann, *Elementos de máquinas*, LABOR 1987

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

Grau en enginyeria mecànica

DISSENY D'UN MECANISME PER UN PROCÉS DE TERMOCONFORMAT I TROQUELAT SIMULTANI

Plànols

**JOAN JOVÉ PERALTA
PONENT: ELENA BLANCO**

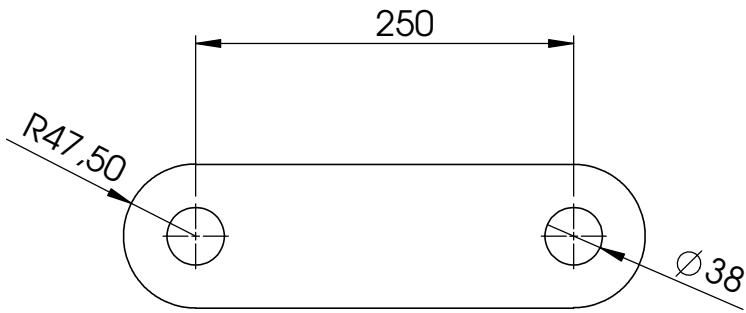
PRIMAVERA 2015



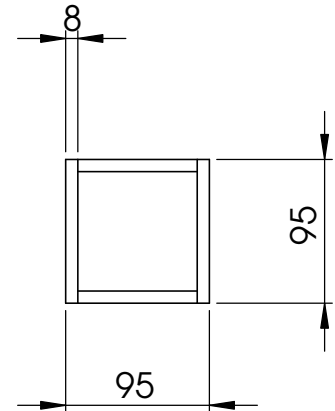
**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Índex.

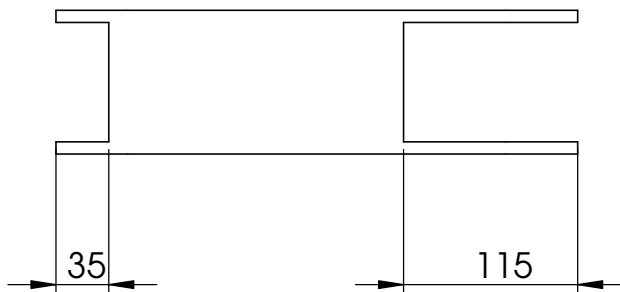
| | |
|-----------------------------------|---|
| Document A-1. Barra inferior..... | 3 |
| Document A-2. Barra superior..... | 5 |



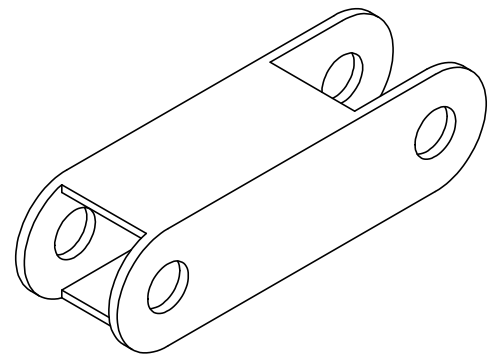
Vista Frontal



Vista lateral



Vista en planta



LES COTES S'EXPRESSEN EN MIL·LIMETRES

ACABAT:

| | NOM | DATA | | | |
|--------|-------------------|----------|--|--|--|
| DIBUJ. | JOAN JOVÉ PERALTA | 01/06/15 | | | |
| VERIF. | ELENA BLANCO | | | | |
| APROB. | | | | | |
| FABR. | | | | | |
| CALIT. | | | | | |

MATERIAL:

EUPMT - TECNOCAMPUS MATARÓ

TÍTOL

Disseny d'un mecanisme per a un procés de termoconformat i troquelat simultani

N.º DE DIBUJ

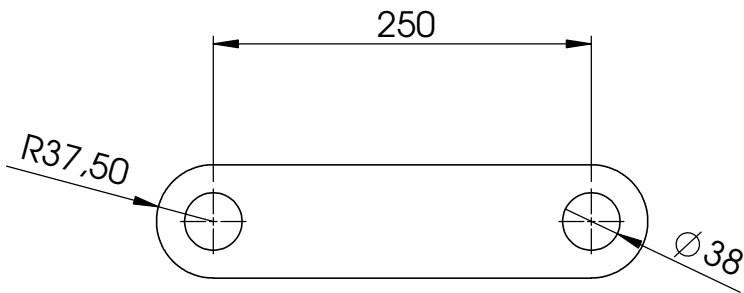
Barra superior

A4

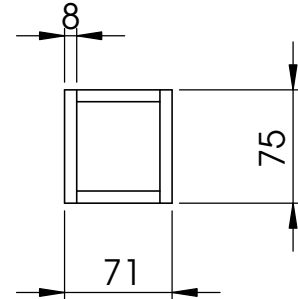
Licencia educacional de SolidWorks
Sólo para uso académico

ESCALA: 1:5

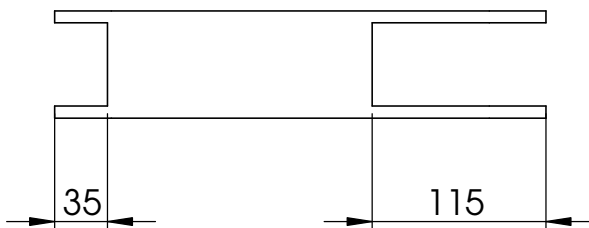
FULL 1 DE 1



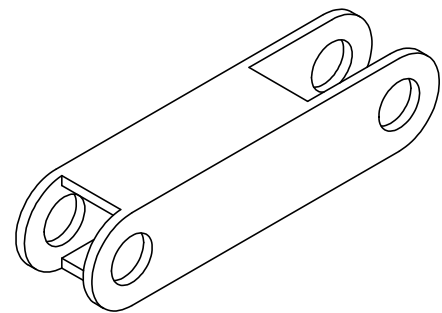
Vista Frontal



Vista lateral



Vista en planta



LES COTES S'EXPRESSEN EN MILIMETRES

ACABAT:

| | NOM | DATA | | | |
|--------|-------------------|----------|--|--|-----------|
| DIBUJ. | JOAN JOVÉ PERALTA | 01/06/15 | | | |
| VERIF. | ELENA BLANCO | | | | |
| APROB. | | | | | |
| FABR. | | | | | |
| CALIT. | | | | | MATERIAL: |

EUPMT - TECNOCAMPUS MATARÓ

TÍTOL

Disseny d'un mecanisme per a un procés de termoconformat i troquelat simultani

N.º DE DIBUIX

Barra inferior

A4

Licencia educacional de SolidWorks
Sólo para uso académico

ESCALA: 1:5

FULL 1 DE 1

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

Grau en Enginyeria Mecànica

DISSENY D'UN MECANISME PER UN PROCÉS DE TERMOCONFORMAT I TROQUELAT SIMULTANI

Estudi econòmic

**JOAN JOVÉ PERALTA
PONENT: ELENA BLANCO**

TARDOR/PRIMAVERA ANY



**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Índex.

| | |
|---|---|
| 1. Cost del prototip. | 3 |
| 1.1. Cost del material. | 3 |
| 1.2. Costos de recursos humans. | 4 |
| 1.3. Amortització equips, instrumental i software. | 5 |
| 1.4. Despeses indirectes. | 6 |
| 1.5. Cost de fabricació del prototip. | 6 |

1. Cost del prototip.

En l'estudi econòmic es detallen les principals despeses relacionades amb l'elaboració del projecte. Algunes d'aquestes despeses són:

- Les despeses de material.
- Cost d'enginyeria
- Despeses d'edifici (llum, telèfon, aigua).
- Cost d'amortització de les eines (hardware i software).
- Altres despeses que s'hagin fet imputables al projecte.

1.1. Cost del material.

Cost del material per al muntatge d'un prototip:

| CAPÍTOL 1.1 Material | | | | |
|--|--|---------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| COSTOS MATERIAL PROTOTIP | | | | |
| <u>Codi</u> | <u>Material</u> | <u>Unitats Totals</u> | <u>Preu unitari (€)</u> | <u>Import (€)</u> |
| 2,1 | Cilindre pneumàtic -Smc | 1 | 670,00 € | 670,00 € |
| 2,2 | Coixinet llis autolubricat -Epidor | 10 | 6,00 € | 60,00€ |
| 2,3 | Coixinet amb balona autolubricat - Epidor | 6 | 10,00 € | 60,00 € |
| 2,4 | Tall de les peces mitjançant làser segons geometria | 2 | 35,00 € | 70,00 € |
| 2,5 | Perfils d'acer rectangulars | 2 | 67,00 € | 134,00 € |
| 2,6 | Guies de motllo | 4 | 45,00 € | 180,00 € |
| 2,7 | Anelles pels bolons | 6 | 5,00 € | 30,00 € |
| | | | TOTAL | 1.204,00 € |
| COSTOS INDIRECTES | | | | |
| 2.24 | Costos indirectes de material (15% dels Costos Directes) | | | 180,60 € |
| TOTAL DEL CAPITOL 1.1 (15% d'imprevistos) | | | | 1.592,29 € |

1.2. Costos de recursos humans.

| CAPÍTOL 1.2: Elaboració del projecte | | | | |
|---|---|------------------------------|---|--------------------------|
| COSTOS D'ENGINYERIA (COSTOS DIRECTES) | | | | |
| <u>Codi</u> | <u>Descripció</u> | <u>Unitats totals</u> | <u>Preu unitari</u> <u>(€)</u> | <u>Import (€)</u> |
| 1.1 | Hores de projectista destinades a les necessitats del projecte i cerca d'informació prèvia | 40 | 40,00 € | 1.600,00 € |
| 1.2 | Hores de projectista destinades a determinar l'objecte del projecte | 12 | 40,00 € | 480,00 € |
| 1.3 | Hores de projectista destinades a concretar l'abast del projecte | 10 | 40,00 € | 400,00 € |
| 1.4 | Hores de projectista destinades a la planificació del projecte | 6 | 40,00 € | 240,00 € |
| 1.5 | Hores de projectista destinades a definir les especificacions tècniques | 35 | 40,00 € | 1.400,00 € |
| 1.6 | Hores de projectista destinades al plantejament i valoració de diferents alternatives | 30 | 40,00 € | 1.200,00 € |
| 1.7 | Hores de projectista destinades a escollir l'alternativa adequada | 30 | 40,00 € | 1.200,00 € |
| 1.8 | Hores de projectista destinades a la viabilitat del projecte | 25 | 40,00 € | 1.000,00 € |
| 1.9 | Hores de projectista destinades al desenvolupament del pressupost | 12 | 40,00 € | 480,00 € |
| 1.10 | Hores de projectista destinades a la cerca de patents | 8 | 40,00 € | 320,00 € |
| 1.11 | Hores de projectista destinades a la síntesi del mecanisme | 50 | 40,00 € | 2.000,00 € |
| 1.12 | Hores de projectista destinades a l'estudi cinemàtic | 50 | 40,00 € | 2.000,00 € |
| 1.13 | Hores de projectista destinades a l'estudi de forces | 50 | 40,00 € | 2.000,00 € |
| 1.14 | Hores de projectista destinades a la selecció del material | 6 | 40,00 € | 240,00 € |
| 1.15 | Hores de projectista destinades a la selecció de l'accionament | 20 | 40,00 € | 800,00 € |
| 1.16 | Hores de rojectista destinades al càlcul d'unions | 25 | 40,00 € | 1.000,00 € |
| 1.17 | Hores de projectista destinades als càlculs mecànics per al dimensionament i la comprovació de la resistència del mecanisme | 35 | 40,00 € | 1.400,00 € |

| | | | | |
|--|---|----|--------------|--------------------------|
| 1.18 | Hores de projectista destinades al compliment de les normatives vigents | 10 | 40,00 € | 400,00 € |
| 1.19 | Hores de projectista destinades al disseny de detall | 80 | 40,00 € | 3.200,00 € |
| 1.20 | Hores de projectista destinades a la redacció de la memòria | 60 | 40,00 € | 2.400,00 € |
| 1.21 | Hores de projectista destinades al tancament i conclusions del projecte | 12 | 40,00 € | 480,00 € |
| | | | TOTAL | 24.240,00 € |
| COSTOS INDIRECTES | | | | |
| <u>Codi</u> | <u>Descripció</u> | | | <u>Import (€)</u> |
| 1.20 | Costos indirectes de mà d'obra (15% dels Costos Directes) | | | 3.636,00 € |
| TOTAL DEL CAPITOL 1,2 (25% de Marge) | | | | 34.845,00 € |

1.3. Amortització equips, instrumental i software.

| CAPÍTOL 1.3: Amortitzacions | | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| <u>Codi</u> | <u>Descripció</u> | <u>Costos Inversió</u> | <u>N (anys)</u> | <u>Import (€)</u> |
| 3.1 | Llicència software SolidWorks | 12.000,00 € | 3 | 4.000,00 € |
| 3.2 | Paquet Office | 500,00 € | 3 | 166,67 € |
| 3.3 | 1 Ordinador | 900,00 € | 3 | 300,00 € |
| 3.4 | Llicència software Autocad | 4.775,00 € | 3 | 1.591,67 € |
| TOTAL DEL CAPITOL 1.3 | | | | 6.058,33 € |

1.4. Despeses indirectes.

Les despeses indirectes consideren les despeses diverses per l'ús de les instal·lacions on s'ha desenvolupat el projecte/treball, com poden ser els consums d'energia elèctrica i aigua, el lloguer del local, etc.

Aquestes despeses indirectes s'acostumen a incloure amb un percentatge sobre el cost del projecte/treball, d'entre el 15 i el 25%.

En aquest s'ha aplicat un 20%.

1.5. Cost de fabricació del prototip.

| Cost de fabricació del prototip | |
|---------------------------------|--------------------|
| <u>Descripció</u> | <u>Import (€)</u> |
| Costos de material | 1.592,29 € |
| Costos d'enginyeria | 34.845,00 € |
| Cost d'amortitzacions | 6.058,33 € |
| Subtotal | 42.495,62 € |
| Despeses indirectes (20%) | 8.499,12 € |
| Total | 50.994,74 € |

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

Grau en enginyeria mecànica

**DISSENY D'UN MECANISME PER A UN PROCÉS DE TERMOCONFORMAT I
TROQUELAT SIMULTANI**

Avantprojecte

**JOAN JOVÉ PERALTA
PONENT: ELENA BLANCO**

PRIMAVERA 2014



**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Índex.

| | |
|---|-----|
| Índex de figures..... | III |
| Índex de taules..... | V |
| 1. Objecte del projecte..... | 1 |
| 2. Antecedents i necessitats d'informació. | 3 |
| 2.1. Procés de termoconformat. | 3 |
| 2.2. Procés de troquelat..... | 4 |
| 3. Abast del projecte..... | 5 |
| 4. Objectius i especificacions tècniques..... | 7 |
| 5. Generació i plantejament de possibles solucions alternatives. | 9 |
| 5.1. Mecanisme de genollera | 9 |
| 5.2. Premsa hidràulica..... | 10 |
| 5.3. Premsa excèntrica | 10 |
| 5.4. Criteris de valoració..... | 11 |
| 6. Anàlisi de viabilitat..... | 15 |
| 6.1. Viabilitat tècnica | 15 |
| 6.2. Viabilitat econòmica | 15 |
| 6.3. Viabilitat mediambiental..... | 16 |
| 6.4. Selecció de l'alternativa més adequada..... | 17 |
| 7. Planificació del projecte..... | 19 |
| 8. Pressupost..... | 21 |
| 8.1. Amidaments | 21 |
| 8.2. Quadre de preus | 23 |
| 8.3. Pressupost parcial | 24 |
| 8.4. Pressupost global | 27 |
| 9. Referències..... | 29 |

Índex de figures.

| | |
|--|----|
| Fig. 1.1. Blister | 1 |
| Fig. 2.1. Procés de termoconformat..... | 3 |
| Fig. 5.1. Mecanisme de genollera | 9 |
| Fig. 5.2. Premsa hidràulica..... | 10 |
| Fig. 7.1. Dades de la planificació | 20 |
| Fig. 7.2. Diagrama de Gantt..... | 20 |

Índex de taules.

| | |
|---|----|
| Taula 4.1. Llistat de referència d'especificacions..... | 8 |
| Taula 5.1. Valoració d'alternatives..... | 12 |
| Taula 6.1. Pressupost..... | 15 |
| Taula 8.1. Capítol 1. Amidaments..... | 22 |
| Taula 8.2. Capítol 2. Amidaments..... | 22 |
| Taula 8.3. Capítol 1. Quadre de preus..... | 24 |
| Taula 8.4. Capítol 2. Quadre de preus..... | 24 |
| Taula 8.5. Capítol 1. Pressupost parcial..... | 25 |
| Taula 8.6. Capítol 2. Pressupost parcial..... | 26 |
| Taula 8.7. Capítol 3. Pressupost parcial..... | 26 |
| Taula 8.8. Pressupost global..... | 27 |

1. Objecte del projecte.

L'objecte del projecte és el disseny d'un mecanisme per a realitzar un procés de termoconformat i troquelat simultani per a l'obtenció de blisters de plàstic.

Habitualment aquests processos es realitzen amb equips de grans dimensions ja que treballen amb produccions molt elevades. En aquest projecte es dissenyarà un mecanisme enfocat a una aplicació per a tirades curtes de producció on no es volen utilitzar els equips més comuns ja que requereixen una inversió molt elevada. Es buscarà a més unificar els dos processos perquè aquests es desenvolupin de forma simultània a partir d'una baixa inversió econòmica.

Els blisters són envasos de plàstic bastant simples que s'utilitzen per envasar i comercialitzar peces petites de tot tipus: cargols, xinxetes, femelles, medicaments, etc. A la següent foto es pot veure un exemple d'un blister.



Fig. 1. 1. Blister

Per trobar el mecanisme adequat s'han d'analitzar les diferents possibilitats que poden ser adients per aquest tipus de màquina i, a partir d'aquestes, decidir quina es considera la més adequada per cobrir les necessitats i els requeriments proposats dels que es parteix.

Aquests requeriments contemplen aspectes com la força a desenvolupar, el recorregut, el pes, la velocitat, les dimensions, etc. A partir d'aquí es realitzaran les següents tasques:

- Síntesi del mecanisme
- Estudi cinemàtic i de forces
- Selecció de l'accionament
- Disseny de detall en 3D i plànols
- Càlculs de resistència

Per altra banda, el mecanisme també ha de ser de dimensions reduïdes per poder transportar-lo i adaptar-lo amb facilitat a la línia de treball.

2. Antecedents i necessitats d'informació.

Com ja s'ha esmentat anteriorment, actualment els processos de termoconformat i troquelat requereixen mecanismes de grans dimensions ja que treballen amb produccions elevades. La nova aplicació està enfocada a tirades curtes, i per això es demana un nou disseny.

Per poder definir el mecanisme que es desenvoluparà, i per tant la solució que es buscarà per solucionar el problema, es realitzarà una recerca acurada dels diferents tipus de mecanismes que poden ser útils per aquesta aplicació, i en concret, quins s'utilitzen per desenvolupar tasques similars.

Tot i així, abans però s'ha d'estudiar com funciona una màquina de termoconformat, i com funciona el procés de troquelat.

2.1. Procés de termoconformat.

El procés de termoconformat consisteix amb l'obtenció de peces de plàstic a partir de la conformació d'una làmina o planxa de plàstic. El procés implica l'escalfament del plàstic fins a un rang de temperatures en el que aquest canvia les seves propietats, i després l'estirament de la làmina contra la superfície d'un motlle fred. Quan aquesta s'ha refredat fins al punt en el que es manté la forma del motlle, se l'extreu d'aquest i es retalla l'excés de material de la peça.

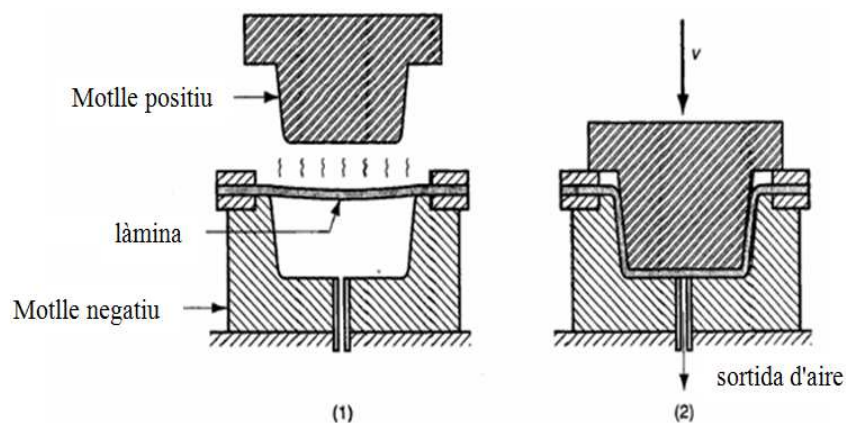


Fig. 2.1. Procés de termoconformat

El termoconformat es una denominació genèrica per un grup de processos que inclou el conformat per buit, per recobriment, ondulació, doblegat mecànic, conformació en motlles coincidents i els nous processos de conformat per pressió i conformat de làmines bessones.

Normalment els processos de termoconformat es poden dividir segons l'espessor de la làmina que s'utilitza. Quan aquesta es inferior a 1,5mm, el procés de termoconformat es denomina d'espessors fins. Quan la làmina es troba al voltant de 250 micròmetres es sol denominar film. El termoconformat d'espessors gruixudes s'utilitza quan es superior a 3 mm d'espessor. Per últim, quan la làmina es de més de 13 mm d'espessor, es denomina placa.

El termoconformat utilitza lamines plàstiques, que son escalfades, estirades, refredades i tallades mecànicament. Per la majoria de plàstics, la làmina es manipula com un sòlid elastomèric o un líquid elàstic. En conseqüència, les propietats sòlides dels polímers són més importants que les propietats viscoses en el procés de termoconformat. A continuació s'anomenen els polímers que sovint s'utilitzen en aquest procés.

- Poliestirè
- PVC
- Polimetacrilat
- Policarbonats

2.2. Procés de troquelat.

El procés de troquelat és el pas següent del procés de termoconformat. Un cop s'ha refredat la làmina fins al punt en el que es manté la forma del motlle, se l'extreu d'aquest i es realitza el procés de troquelat. Aquest per tant consistiria amb el tall dels excessos de material que es queden a la peça.

3. Abast del projecte.

El projecte inclourà les següents tasques:

- Plantejament d'alternatives i selecció de la més adequada per cobrir les necessitats del procés.
- Definició d'especificacions tècniques: aquestes marcaran els límits del disseny de tot el projecte.
- Cerca de patents i mecanismes similars existents: es buscaran i s'analitzaran les diferents patents que es puguin trobar vigents amb relació amb aquest sector per evitar una possible col·lisió amb aquestes.
- Síntesi del mecanisme: definició de l'esquema cinemàtic del mecanisme que compleixi les condicions de forces i moviments requerits. Es realitzarà un disseny en 2D d'aquest esquema amb el programa Autocad.
- Estudi cinemàtic: càlcul de velocitats dels punts claus del mecanisme.
- Estudi de forces: càlcul de forces que actuen sobre el mecanisme.
- Selecció de l'accionament: es decidirà quin és l'accionament amb el qual es generarà la força per actuar el mecanisme.
- Disseny de detall del mecanisme: comprendrà el disseny de tots els elements mecànics necessaris per a que la màquina pugui funcionar correctament. Es realitzarà el disseny en 3D amb un programa de CAD i s'elaboraran tots els plànols d'aquests i tota la informació necessària per a una possible fabricació en un futur.
- Càlculs mecànics per al dimensionament i la comprovació de la resistència del mecanisme: es realitzaran els càlculs i les simulacions mitjançant elements finits necessaris per validar el mecanisme.

Cal tenir en compte que tots els càlculs i procediments del projecte es faran d'acord amb les normatives vigents, homologacions i certificacions.

El projecte no inclourà el disseny del control elèctric o electrònic ni cap mena de càlcul en quan a la programació del mecanisme. No contindrà cap document relacionat amb la instal·lació pneumàtica si fos necessària, i tampoc contindrà l'anàlisi de la resta de la línia de producció, tot i que si que es dissenyarà el mecanisme compatible i adaptable a aquesta línia de treball.

4. Objectius i especificacions tècniques.

Els objectius i especificacions tècniques que es trobaran al projecte es detallen seguidament en una taula resumida a on s'hi troba el concepte genèric, si el proposa l'enginyer o l'empresa, si es un desig o un requeriment i per tant serà de caire obligatori, i per últim es troba la descripció de les diferents especificacions.

| LLISTA DE REFERÈNCIA D'ESPECIFICACIONS | | | |
|---|----------------|------------|--|
| Conceptes | Proposa | R/D | Descripció |
| Funció | Empresa | R | Mecanisme que permeti el procés de termoconformat i de troquelat simultani. |
| | Empresa | R | Regulació del contacte troquel-plàstic: 1mm |
| | Empresa | R | Possibilitat de ser transportable i adaptable a la línia de treball. |
| Dimensions | Empresa | R | La profunditat del motlle serà de 110 mm. |
| | Empresa | R | El pes total màxim del conjunt mecanisme i motlle serà de 150 Kg. |
| | Empresa | R | L'espai longitudinal pel mecanisme haurà de ser inferior a 1 m. |
| | Empresa | R | L'espai vertical del mecanisme serà de 500 mm. |
| Moviments | Empresa | R | La velocitat a la que es mourà serà de 20 cicles/minut. |
| | Enginyer | R | El mecanisme es mourà en una força vertical. |
| Forces | Empresa | R | La força que haurà de realitzar el mecanisme serà de 3000kg en els últims 5 mm de recorregut. |
| Energia | Empresa | R | S'haurà d'accionar mitjançant un motor elèctric o pneumàtic. |
| | Enginyer | D | Aconseguir una potència elevada amb un mecanisme de petites dimensions. |
| Materials | Enginyer | R | El material utilitzat per a fabricar el mecanisme serà l'acer. Els adients per a donar suficient rigidesa al mecanisme. |
| Senyals i control | Enginyer | R | Botó elèctric per a la posada en funcionament |

| | | | |
|-------------------------|----------|---|---|
| Vida útil i manteniment | Enginyer | D | Vida útil: 5 anys |
| | Enginyer | R | Greixat periòdic de les parts del mecanisme que ho requereixin. |
| Costos i terminis | Empresa | R | El cost de fabricació no superarà els 5.000 €. El termini d'entrega serà el juny del 2014. |
| Seguretat i ergonomia | Enginyer | R | El nou mecanisme complirà les normatives de seguretat de les màquines. S'evitarà coincidir amb possibles patents existents. |
| Impacte ambiental | Enginyer | D | Es mirarà de respectar el medi ambient en el màxim de les nostres possibilitats utilitzant sempre que es pugui productes reciclables i sostenibles. |
| Aspectes legals | Enginyer | R | Es complirà la normativa vigent marcada per la UE i es treballarà amb productes homologats i que compleixin totes les certificacions. |

Taula 4. 1. Llistat de referència d'especificacions

5. Generació i plantejament de possibles solucions alternatives.

A continuació s'analitzen les diferents alternatives de mecanismes que s'han considerat apropiades per desenvolupar el projecte. D'entrada es troba un gran ventall de possibilitats en quant a tipus de premses i de mecanismes, però tenint en compte el tipus de màquina amb la que es treballarà, el funcionament d'aquesta, i també en funció de les especificacions donades, s'ha cregut que les alternatives que més es poden apropar a la solució en un primer cop d'ull són la premsa hidràulica, la premsa excèntrica i el mecanisme de genollera.

Abans de definir els criteris de valoració, el primer que es farà es donar una breu definició de cadascun d'aquests processos per entendre bé en que consisteixen.

5.1. Mecanisme de genollera

El mecanisme de genollera és un sistema mecànic basat en tres punts, on un és fix, el punt del mig és lliure i pot ser flexible, semblant al punt central d'un genoll en una cama, i l'últim punt està fixat en l'eix vertical. Aquest permet generar molta força amb molt poc esforç. Sovint va accionat per un pistó que està connectat directament al punt del mig del mecanisme.

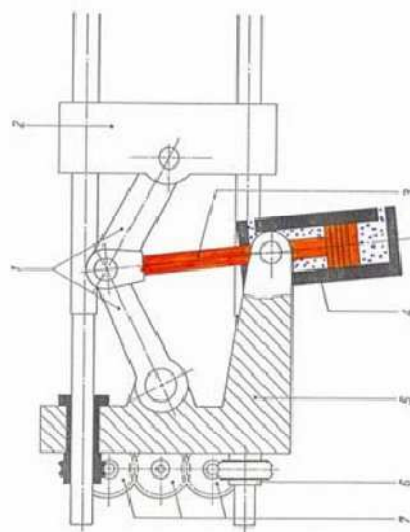


Fig. 5. 1. Mecanisme de Genollera

5.2. Premsa hidràulica

La premsa hidràulica és un mecanisme format per recipients que es troben comunicats interiorment, coneguts com a vasos comunicants, que estan impulsats per pistons de diferents àrees que a partir d'una petita força n'aconsegueixen de majors. Aquests fan funcionar conjuntament a les premses hidràuliques a través de motors. Els pistons solen ser de gran diàmetre amb fluid a alta pressió i baix caudal que permet aconseguir altíssimes forces resultants.

Aquests tipus de premses estan basades en el conegut principi de Pascal. L'entrega d'energia es controlada en tot moment tant en força com en velocitat per al que es manté el control constant del procés.

S'utilitzen en operacions d'embotició i en processos de grans requeriments. .



Fig. 5. 2. Premsa hidràulica

5.3. Premsa excèntrica

La premsa excèntrica es un mecanisme mecànic que aconseguix força a partir d'una relació entre volants i engranatges. L'energia del volant es transmetre a l'eix principal a través d'un tren d'engranatges.

El moviment circular del motor d'accionament es transforma en moviment rectilini per mitjà d'una excèntrica.

Aquest tipus de màquina han de portar a l'eix principal un sistema de fre de cinta per absorbir l'energia sobrant en el retrocés al punt mort.

S'utilitza generalment per les operacions de punxonat i troquelat, i per treballs amb una potència entre 10 i 100 tonelades.

Els tipus de premses excèntriques més utilitzades a l'estampació en fred de la xapa són el coll de cigne i les de dos muntants.

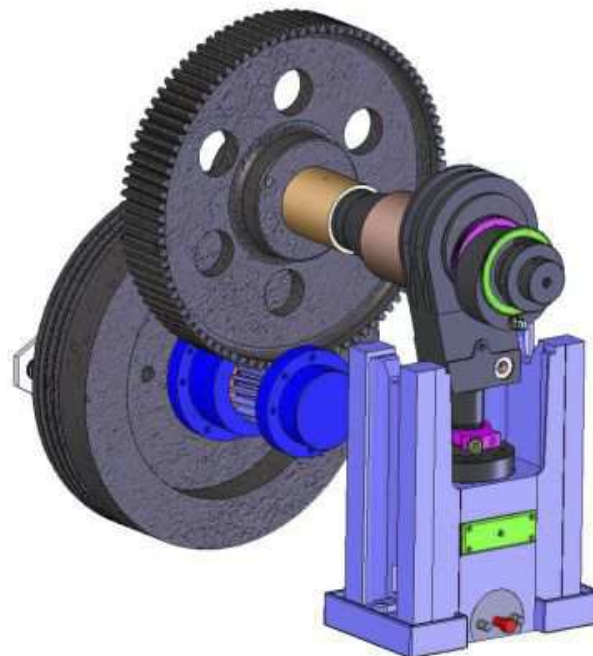


Fig. 5. 3. Premsa excèntrica

5.4. Criteris de valoració

Per decidir quina de les tres alternatives és la millor solució s'han establert uns criteris de valoració amb els que es puntuen del 0 al 5 els tres mecanismes. El 0 serà la pitjor valoració, i el 5 serà la millor. El que obtingui el millor resultat serà l'opció que s'escollirà per desenvolupar el projecte.

Tot seguit és defineixen els cinc criteris de valoració que es consideren els més importants i els més determinants a l'hora de fer el projecte.

Dimensions: S'avalua si els mecanismes són de dimensions reduïdes tal i com requereix el projecte.

Força que desenvolupen: s'avalua la quantitat de força que poden generar i si compleixen els requeriments de força proposats.

Viabilitat del disseny: s'avalua la viabilitat tècnica i la facilitat de transportar i adaptar a la línia de producció.

Simplicitat del disseny: s'avalua la complexitat de l'estructura del disseny.

Cost de fabricació: S'avalua si els mecanismes requereixen uns costos de fabricació baixos.

Com tots els criteris tenen la mateixa importància, es ponderaran tots de la mateixa manera.

| CRITERIS DE VALORACIÓ | ALTERNATIVES | | | PONDERACIÓ |
|--------------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|------------|
| | Mecanisme de genollera | Premsa hidràulica | Premsa excèntrica | |
| DIMENSIONS | 4 | 2 | 2 | 20% |
| FORÇA QUE DESENVOLUPA | 3 | 5 | 5 | 20% |
| VIABILITAT DEL DISSENY | 5 | 4 | 4 | 20% |
| SIMPLICITAT DEL DISSENY | 5 | 3 | 1 | 20% |
| COST DE FABRICACIÓ | 4 | 1 | 1 | 20% |
| | 4,2 | 3 | 2,6 | |

Taula 5. 1. Valoració d'alternatives

Valoració dimensions: El mecanisme de genollera és el més petit dels tres i per tant el que millor s'adapta en aquest criteri. Tant la premsa hidràulica com la premsa excèntrica requereixen unes dimensions més elevades.

Valoració de la força que desenvolupen: Al ser uns mecanismes més grans, la premsa hidràulica i la premsa excèntrica generen més força. Tot i això el mecanisme de genollera és capaç d'obtenir perfectament la força que és necessita ja que quan es troba en posició fixa a l'eix vertical genera molta força amb un accionament molt simple.

Valoració viabilitat del disseny: Tots tres mecanismes són viables tècnicament ja que es poden incorporar a una màquina de termoconformat i troquelat. D'altra banda també s'ha valorat quin és el més fàcil d'adaptar a la línia de producció i per això la puntuació del mecanisme de genollera és més alta ja que les seves dimensions facilitaran aquest procés.

Simplicitat del disseny: El disseny d'un mecanisme de genollera és molt més simple que qualsevol dels altres dos dissenys que resulten més complexes, especialment el de la premsa excèntrica que conté bastants més elements a la seva estructura.

Valoració del cost de fabricació: Novament el mecanisme de genollera es troba més valorat. Tenir un disseny més simple i unes dimensions petites implica un cost de fabricació més baix que la resta de mecanismes.

Valoració Global: La premsa hidràulica i la premsa excèntrica es veuen clarament penalitzades per la producció baixa que es demana. Aquestes estan pensades per grans produccions. Per altra banda el mecanisme de genollera queda molt per sobre ja que s'adequa molt als requeriments del projecte.

6. Anàlisis de viabilitat.

6.1. Viabilitat tècnica

Per aconseguir que el projecte sigui viable tècnicament s'hauran de complir tots els requeriments i especificacions que ja s'han esmentat en apartats anteriors. Aquests són determinants perquè el projecte es pugui desenvolupar correctament.

Per altra banda, es buscarà aconseguir la màxima eficiència i rendiment evitant que puguin haver possibles pèrdues hidràuliques o d'aire comprimit per exemple.

Es pot considerar un projecte completament viable tècnicament ja que el mecanisme que es dissenyarà no és complex. A part també s'inclouran tots els plànols per a que es pugui fabricar perfectament. Totes les peces utilitzades en el mecanisme es podran adquirir amb facilitat amb mitjans convencionals de fabricació.

6.2. Viabilitat econòmica

En primer lloc es mostrarà el pressupost global del projecte en forma de taula resum.

| PRESSUPOST | | |
|-------------------|-------------------------|--------------------|
| Capítol | Descripció | Import (€) |
| 1 | Elaboració del projecte | 34.787,50 € |
| 2 | Materials | 4.959,38 € |
| 3 | Amortitzacions | 6.058,33 € |
| | Total | 45.805,21 € |
| | IVA(21%) | 9.619,09 € |
| | TOTAL FINAL | 55.424,30 € |

Taula 6. 1. Pressupost

Aquest pressupost es troba a l'apartat 8, desglossat per capítols i analitzat pas a pas. S'han calculat els costos de l'elaboració del projecte, s'ha estipulat un preu orientat del cost del material i s'han calculat les amortitzacions.

Al tractar-se d'un disseny específic per a un client, no ens haurem de preocupar per cap número de punt d'equilibri, càlculs de rendibilitat, etc. Únicament s'haurà de vigilar de complir les condicions econòmiques que es van pactar abans de l'inici del projecte. El cost de fabricació no pot ser superior a 5000€ euros, i el client es farà responsable del pressupost del projecte. Així doncs, es pot afirmar que el projecte serà viable econòmicament.

6.3. Viabilitat mediambiental

Els components i materials utilitzats en el desenvolupament del projecte no estan classificats en el grup de perillosos per al medi ambient, i es mirarà de respectar el medi ambient en el màxim de les nostres possibilitats utilitzant sempre que es pugui productes reciclables i sostenibles.

Les tècniques utilitzades per al desenvolupament del projecte i per una possible fabricació del mecanisme no suposen un risc per a la naturalesa.

L'acer no presenta cap problema mediambiental ja que pot ser reciclat un cop hagi arribat a la fi de la seva vida útil ja que es separen els materials que el componen fins que s'aconsegueix un residu conegut com a ferralla que es premsa i s'envia a les foneries a on torna a començar un nou cicle de vida.

Per definir com es gestionarà el seu reciclatge, s'ha identificat la ferralla en el Catàleg de residus de Catalunya. Aquest parla de pràcticament tots els residus industrials que existeixen, i els identifica a través d'una classificació per grups i subgrups, els codifica, i determina la correcta gestió que ha de tenir cadascun d'aquests.

En aquest cas, la ferralla pertany al grup de residus procedents del procés de mecanitzat. Aquests grup té les següents característiques:

- Residus procedents del procés de mecanitzat (1)

Grup: 12 (Residus de mecanització)

Codi de residu: 120101

Descripció: Granalles, llimadures, ferralla, i partícules metàl·liques.

Origen: Mecanització, poliment, rectificació i acabat de superfícies.

Classificació: IN (inert)

Valorització: V41 (Reciclatge i recuperació de metalls)

Tractament del rebuig: T11 (Deposició de residus inerts)

Després d'aquest anàlisi del material que s'utilitzarà per al mecanisme i amb les característiques que s'han esmentat, es pot concloure que aquest projecte és mediambientalment viable.

6.4. Selecció de l'alternativa més adequada

Després d'analitzar les diferents alternatives que s'han considerat les més adequades per al tipus de projecte que s'ha de realitzar (mecanisme de genollera, premsa hidràulica, premsa excèntrica) s'ha obtingut que l'alternativa més adequada és el mecanisme de genollera. Aquesta solució és la que millor s'adapta als requeriments i especificacions tècniques amb les que es treballa.

Aquests tipus de mecanisme permet uns costos de fabricació baixos, una estructura poc complexa i simple de dissenyar, cobrir els paràmetres de velocitats i força requerits, i adaptar-lo amb facilitat a la línia de producció ja que té unes dimensions petites.

7. Planificació del projecte.

Les tasques que s'han tingut en compte per a la planificació són les següents:

- Necessitats del projecte i cerca d'informació prèvia
- Definir l'objecte del projecte
- Definir l'abast del projecte
- Realitzar la planificació del projecte
- Definir les especificacions tècniques
- Plantejament i valoració de diferents alternatives
- Selecció de l'alternativa adequada
- Viabilitat del projecte
- Desenvolupament del pressupost
- Cerca i control de patents
- Síntesi del mecanisme
- Estudi cinemàtic
- Estudi de forces
- Selecció de l'accionament
- Càlculs mecànics per dimensionament i comprovació de resistència
- Compliment de les normatives vigents
- El disseny de detall que s'ha subdividit amb tres tasques. El disseny dels elements mecànics en CAD 3D, la selecció dels elements i dels components, i la realització dels plànols.
- Redacció de la memòria.
- Tancament i conclusions del projecte.

La planificació del projecte inclourà les 600 hores corresponents als crèdits del projecte aproximadament. L'inici del projecte és el 18 de Novembre i com es pot apreciar a la planificació finalitza el 28 de maig. S'han tingut en compte els dies festius que es troben durant aquest període, així com les dues setmanes d'exàmens del Gener on tampoc és treballarà amb el projecte.

La distribució està feta amb 4 hores de treball els dies laborals de dilluns a divendres. Tot seguit s'observen els resultats obtinguts a la planificació.

| № | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Predecesoras |
|----|--|----------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 1 | Necessitats del projecte i cerca d'informació prèvia | 40 horas | lun 18/11/13 | vie 29/11/13 | |
| 2 | Definir l'objecte del projecte | 12 horas | lun 02/12/13 | mié 04/12/13 | 1 |
| 3 | Definir l'abast del projecte | 10 horas | jue 05/12/13 | mar 10/12/13 | 2 |
| 4 | Planificació del projecte | 6 horas | mar 10/12/13 | mié 11/12/13 | 3 |
| 5 | Definir especificacions tècniques | 45 horas | mar 10/12/13 | vie 27/12/13 | 3 |
| 6 | Plantejament i valoració de diferents alternatives | 55 horas | vie 27/12/13 | vie 31/01/14 | 5 |
| 7 | Escollir l'alternativa adequada | 30 horas | vie 31/01/14 | mar 11/02/14 | 6 |
| 8 | Viabilitat del projecte | 25 horas | mié 12/02/14 | jue 20/02/14 | 7 |
| 9 | Desenvolupament del pressupost | 12 horas | mié 12/02/14 | vie 14/02/14 | 7 |
| 10 | Cerca i control de patents | 8 horas | vie 31/01/14 | mar 04/02/14 | 6 |
| 11 | Sintesi del mecanisme | 50 horas | lun 17/02/14 | mié 05/03/14 | 9 |
| 12 | Estudi cinemàtic | 40 horas | mié 05/03/14 | mié 19/03/14 | 11 |
| 13 | Estudi de forces | 40 horas | mié 05/03/14 | mié 19/03/14 | 11 |
| 14 | Selecció de l'accionament | 10 horas | mié 19/03/14 | vie 21/03/14 | 12;13 |
| 15 | Càlculs mecànics per dimensionament i comprovació de resistència | 50 horas | lun 24/03/14 | mié 09/04/14 | 14 |
| 16 | Compliment de les normatives vigents | 30 horas | mié 09/04/14 | lun 21/04/14 | 15 |
| 17 | Disseny de detall | 10 días | mié 09/04/14 | vie 09/05/14 | |
| 18 | Disseny dels elements mecànics en CAD 3D | 60 horas | mié 09/04/14 | vie 02/05/14 | 15 |
| 19 | Selecció d'elements/components estandars | 10 horas | mié 09/04/14 | vie 11/04/14 | 15 |
| 20 | Realització planols de Disseny | 20 horas | vie 02/05/14 | vie 09/05/14 | 18 |
| 21 | Redacció de la memòria | 40 horas | vie 09/05/14 | vie 23/05/14 | 20 |
| 22 | Tancament i conclusions del projecte | 12 horas | vie 23/05/14 | mié 28/05/14 | 21 |

Fig. 7. 1. Dades de la planificació

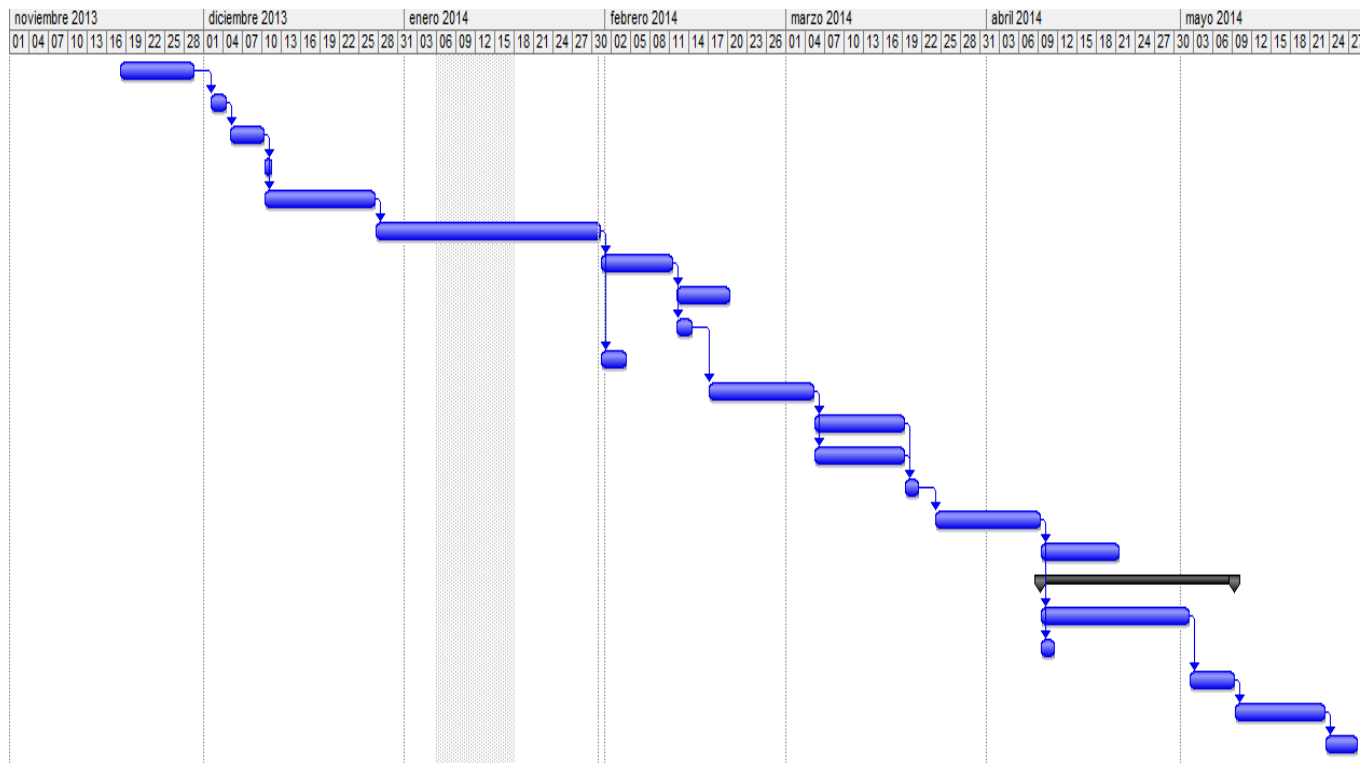


Fig. 7. 2. Diagrama de Gantt

8. Pressupost

8.1. Amidaments

En aquest apartat es troba una primera taula amb la descripció de les diferents tasques que s'han tingut en compte per l'elaboració del projecte, i una segona taula relacionada amb el material. En aquest moment del projecte encara no es poden saber els materials concrets que s'utilitzaran, i per això es parlarà en un mateix bloc de tot el material que s'utilitzarà. Durant la realització del projecte és desglossarà el capítol de materials igual que s'ha fet ara amb el de l'elaboració del projecte.

| CAPÍTOL 1: Elaboració del projecte | | |
|---|--|----------------------------|
| <u>Codi</u> | <u>Descripció</u> | <u>Parts iguals</u> |
| 1.1 | Hores de projectista destinades a les necessitats del projecte i cerca d'informació prèvia | 40 |
| 1.2 | Hores de projectista destinades a determinar l'objecte del projecte | 12 |
| 1.3 | Hores de projectista destinades a concretar l'abast del projecte | 10 |
| 1.4 | Hores de projectista destinades a la planificació del projecte | 6 |
| 1.5 | Hores de projectista destinades a definir les especificacions tècniques | 45 |
| 1.6 | Hores de projectista destinades al plantejament i valoració de diferents alternatives | 55 |
| 1.7 | Hores de projectista destinades a escollir l'alternativa adequada | 30 |
| 1.8 | Hores de projectista destinades a la viabilitat del projecte | 25 |
| 1.9 | Hores de projectista destinades al desenvolupament del pressupost | 12 |

| | | |
|-------------|---|----|
| 1.10 | Hores de projectista destinades a la cerca de patents | 8 |
| 1.11 | Hores de projectista destinades a la síntesi del mecanisme | 50 |
| 1.12 | Hores de projectista destinades a l'estudi cinemàtic | 40 |
| 1.13 | Hores de projectista destinades a l'estudi de forces | 40 |
| 1.14 | Hores de projectista destinades a la selecció de l'accionament | 10 |
| 1.15 | Hores de projectista destinades als càlculs mecànics per al dimensionament i la comprovació de la resistència del mecanisme | 50 |
| 1.16 | Hores de projectista destinades al compliment de les normatives vigents | 30 |
| 1.17 | Hores de projectista destinades al disseny de detall | 90 |
| 1.18 | Hores de projectista destinades a la redacció de la memòria | 40 |
| 1.19 | Hores de projectista destinades al tancament i conclusions del projecte | 12 |

Taula 8. 1. Capítol 1. Amidaments

| CAPÍTOL 2: Material | | |
|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| <u>Codi</u> | <u>Material</u> | <u>Parts iguals</u> |
| 2.1 | Material global del mecanisme | 1 |

Taula 8. 2. Capítol 2. Amidaments

8.2. Quadre de preus

En aquest apartat es troben els preus unitaris de cada material i el preu per cada hora en la que es desenvoluparan les tasques mostrades anteriorment. El sou que s'ha establert per a l'enginyer és de 40€/hora.

| CAPÍTOL 1: Elaboració del projecte | | |
|---|-----------------------|----------------------------------|
| <u>Codi</u> | <u>Unitats</u> | <u>Preu unitari (€)</u> |
| 1.1 | Hores | 40 |
| 1.2 | Hores | 40 |
| 1.3 | Hores | 40 |
| 1.4 | Hores | 40 |
| 1.5 | Hores | 40 |
| 1.6 | Hores | 40 |
| 1.7 | Hores | 40 |
| 1.8 | Hores | 40 |
| 1.9 | Hores | 40 |
| 1.10 | Hores | 40 |
| 1.11 | Hores | 40 |
| 1.12 | Hores | 40 |
| 1.13 | Hores | 40 |
| 1.14 | Hores | 40 |
| 1.15 | Hores | 40 |
| 1.16 | Hores | 40 |
| 1.17 | Hores | 40 |

| | | |
|------|-------|----|
| 1.18 | Hores | 40 |
| 1.19 | Hores | 40 |

Taula 8. 3. Capítol 1. Quadre de preus

Per determinar el valor global del que costarà el material s'ha partit del cost total de fabricació que s'ha establert amb el client. Aquest és de 5000€, i s'ha desglossat amb un 75% a costos de material, i amb un 25% a costos de muntatge. Així doncs s'obté:

| CAPÍTOL 2: Material | | |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------|
| <u>Codi</u> | <u>Material</u> | <u>Preu unitari (€)</u> |
| 2.1 | Material global del mecanisme | 3.750,00 € |

Taula 8. 4. Capítol 2. Quadre de preus

8.3. Pressupost parcial

| CAPÍTOL 1: Elaboració del projecte | | | | |
|--|--|-----------------------|-------------------------|-------------------|
| COSTOS D'ENGINYERIA (COSTOS DIRECTES) | | | | |
| <u>Codi</u> | <u>Descripció</u> | <u>Unitats totals</u> | <u>Preu unitari (€)</u> | <u>Import (€)</u> |
| 1.1 | Hores de projectista destinades a les necessitats del projecte i cerca d'informació prèvia | 40 | 40,00 € | 1.600,00 € |
| 1.2 | Hores de projectista destinades a determinar l'objecte del projecte | 12 | 40,00 € | 480,00 € |
| 1.3 | Hores de projectista destinades a concretar l'abast del projecte | 10 | 40,00 € | 400,00 € |
| 1.4 | Hores de projectista destinades a la planificació del projecte | 6 | 40,00 € | 240,00 € |
| 1.5 | Hores de projectista destinades a definir les especificacions tècniques | 45 | 40,00 € | 1.800,00 € |
| 1.6 | Hores de projectista destinades al plantejament i valoració de diferents alternatives | 55 | 40,00 € | 2.200,00 € |
| 1.7 | Hores de projectista destinades a escollir l'alternativa adequada | 30 | 40,00 € | 1.200,00 € |

| | | | | |
|--|---|----|---------|--------------------|
| 1.8 | Hores de projectista destinades a la viabilitat del projecte | 25 | 40,00 € | 1.000,00 € |
| 1.9 | Hores de projectista destinades al desenvolupament del pressupost | 12 | 40,00 € | 480,00 € |
| 1.10 | Hores de projectista destinades a la cerca de patents | 8 | 40,00 € | 320,00 € |
| 1.11 | Hores de projectista destinades a la síntesi del mecanisme | 50 | 40,00 € | 2.000,00 € |
| 1.12 | Hores de projectista destinades a l'estudi cinemàtic | 40 | 40,00 € | 1.600,00 € |
| 1.13 | Hores de projectista destinades a l'estudi de forces | 40 | 40,00 € | 1.600,00 € |
| 1.14 | Hores de projectista destinades a la selecció de l'accionament | 10 | 40,00 € | 400,00 € |
| 1.15 | Hores de projectista destinades als càlculs mecànics per al dimensionament i la comprovació de la resistència del mecanisme | 50 | 40,00 € | 2.000,00 € |
| 1.16 | Hores de projectista destinades al compliment de les normatives vigents | 30 | 40,00 € | 1.200,00 € |
| 1.17 | Hores de projectista destinades al disseny de detall | 90 | 40,00 € | 3.600,00 € |
| 1.18 | Hores de projectista destinades a la redacció de la memòria | 40 | 40,00 € | 1.600,00 € |
| 1.19 | Hores de projectista destinades al tancament i conclusions del projecte | 12 | 40,00 € | 480,00 € |
| | | | TOTAL | 24.200,00 € |
| COSTOS INDIRECTES | | | | |
| <u>Codi</u> | <u>Descripció</u> | | | <u>Import (€)</u> |
| 1.20 | Costos indirectes de mà d'obra (15% dels Costos Directes) | | | 3.630,00 € |
| TOTAL DEL CAPÍTOL 1 (25% de Marge) | | | | 34.787,50 € |

Taula 8. 5. Capítol 1. Pressupost parcial

Es troba el cost indirecte fen el 15% dels costos directes, i tot seguit es fa la suma dels costos directes i dels costos indirectes i es suma el 25% d'aquest per tenir en compte un marge d'error.

TOTAL CAPÍTOL 1 (25% de Marge) = 34.787,50 €

| CAPÍTOL 2: Material | | | | |
|--|--|---------------------------|-----------------------------|-------------------|
| COSTOS MATERIAL PROTOTIP | | | | |
| Codi | Material | Unitats Totals | Preu unitari (€) | Import (€) |
| 2.1 | Material global del mecanisme | 1 | 3.750,00 € | 3.750,00€ |
| | | | TOTAL | 3.750,00 € |
| COSTOS INDIRECTES | | | | |
| 2.24 | Costos indirectes de material (15% dels Costos Directes) | | | 562,50 € |
| TOTAL DEL CAPITOL 2 (15% d'imprevistos) | | | | 4.959,38 € |

Taula 8. 6. Capítol 2. Pressupost parcial

Per resoldre el quadre de preus dels materials, es segueix el mateix procediment que a l'apartat d'elaboració del projecte però en canvi de ficar un 25% de marge, s'ha de tenir en compte un percentatge d'imprevistos, i aquests s'ha escollit que sigui del 15%. S'obtenen els següents resultats:

TOTAL CAPÍTOL 2 (15% d'imprevistos) = 4.959,38 €

Pel capítol de les amortitzacions s'ha tingut en compte un ordinador, les llicències dels diferents softwares com el Solidworks i l'Autocad, i el paquet Office. El temps d'amortització que s'ha estipulat serà de 3 anys.

| CAPÍTOL 3: Amortitzacions | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------|-------------------|
| Codi | Descripció | Costos Inversió | N (anys) | Import (€) |
| 3.1 | Llicència software SolidWorks | 12.000,00 € | 3 | 4.000,00 € |
| 3.2 | Paquet Office | 500,00 € | 3 | 166,67 € |
| 3.3 | 1 Ordinador | 900,00 € | 3 | 300,00 € |
| 3.4 | Llicència software Autocad | 4.775,00 € | 3 | 1.591,67 € |
| TOTAL DEL CAPITOL 3 | | | | 6.058,33 € |

Taula 8. 7. Capítol 3. Pressupost parcial

8.4. Pressupost global

| PRESSUPOST | | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| <u>Capítol</u> | <u>Descripció</u> | <u>Import (€)</u> |
| 1 | Elaboració del projecte | 34.787,50 € |
| 2 | Materials | 4.959,38 € |
| 3 | Amortitzacions | 6.058,33 € |
| | Total | 45.805,21 € |
| | IVA(21%) | 9.619,09 € |
| | TOTAL FINAL | 55.424,30 € |

Taula 8. 8. Pressupost global

Després d'haver realitzat el pressupost del projecte, s'ha obtingut un resultat de 55.424,30€, incloent el 21% de l'IVA.

9. Referències.

<http://www.upc.edu/pct/ca/equip/173/premsa-hidraulica.html>

<http://diccionario.motorgiga.com/diccionario/hidraulica-definicion-significado/gmx-niv15-con194379.htm>

<http://mantenim.files.wordpress.com/2008/01/prensas.pdf>

<http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=thermoforming>

Apunts processos de conformació

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

Grau en enginyeria mecànica

**DISSENY D'UN MECANISME PER UN PROCÉS DE TERMOCONFORMAT
TROQUELAT SIMULTANI**

Annexos

**JOAN JOVÉ PERALTA
PONENT: ELENA BLANCO**

PRIMAVERA 2015



**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Índex.

| | |
|---|---|
| Annex I. Fitxa tècnica del cilindre. | 1 |
| Annex II. Representació simbòlica dels elements. | 3 |
| Annex III. Contingut del CD-ROM. | 7 |

Annex I. Full de càlculs.

| | | ANALISIS DELS ÚLTIMS 5 MM DE RECORREGUT | | | | | |
|--|------------|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 5mm | 4mm | 3mm | 2mm | 1mm | 7mm |
| | | 0,005 | 0,004 | 0,003 | 0,002 | 0,001 | 0,007 |
| Fcilindre | N | 11000 | 11000 | 11000 | 11000 | 11000 | 11000 |
| R(A,B) | m | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| R(B,C) | m | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| R(B,D) | m | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 |
| h | m | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| x | m | 0,005 | 0,004 | 0,003 | 0,002 | 0,001 | 0,007 |
| vcilindre | (m/s) | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Massa barres | kg | 4,14134 | 4,14134 | 4,14134 | 4,14134 | 4,14134 | 4,14134 |
| Massa motllo | kg | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Coef.seg | | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| CÀLCULS PREVIS | | | | | | | |
| Angle γ | $^{\circ}$ | 8,11 | 7,25 | 6,28 | 5,13 | 3,62 | 9,60 |
| a | 0 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,04 |
| Angle α | $^{\circ}$ | 0,37 | 0,30 | 0,23 | 0,15 | 0,08 | 0,51 |
| B'D | m | 0,39 | 0,38 | 0,38 | 0,37 | 0,37 | 0,39 |
| R (B/l ₁₂) | m | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| R (B/l ₁₃) | m | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| R (A/l ₁₃) | m | 0,035 | 0,032 | 0,027 | 0,022 | 0,016 | 0,042 |
| R (l ₁₃ /G3) | m | 0,135 | 0,133 | 0,131 | 0,129 | 0,127 | 0,138 |
| CÀLCUL DE VELOCITATS | | | | | | | |
| VB/D lineal | m/s | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| VB/D rotativa | m/s | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| v _B (m/s) | m/s | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| w ₂ | rad/s | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| w ₃ | rad/s | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| v _A | m/s | 0,016 | 0,015 | 0,013 | 0,010 | 0,007 | 0,019 |
| CÀLCUL DE FORCES | | | | | | | |
| β_1 | $^{\circ}$ | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| β_2 | $^{\circ}$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| β_3 | $^{\circ}$ | 98,11 | 97,25 | 96,28 | 95,13 | 93,62 | 99,60 |
| β_4 | $^{\circ}$ | 171,89 | 172,75 | 173,72 | 174,87 | 176,38 | 170,40 |
| v _{G2} | m/s | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| v _{G3} | m/s | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| m ₂ ·g·v _{G2} ·cos β_3 | (N) | -0,50 | -0,45 | -0,39 | -0,32 | -0,23 | -0,59 |
| m ₃ ·g·v _{G3} ·cos β_4 | (N) | -3,80 | -3,75 | -3,70 | -3,66 | -3,61 | -3,88 |
| F _A | (N) | 38471,21 | 43084,57 | 49837,39 | 61152,47 | 86662,15 | 32410,10 |
| RESUM DELS RESULTATS | | | | | | | |
| x | | 0,005 | 0,004 | 0,003 | 0,002 | 0,001 | 0,007 |
| v _B | | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| v _A | | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| F _B | | 11000 | 11000 | 11000 | 11000 | 11000 | 11000 |
| F _A | | 38471 | 43085 | 49837 | 61152 | 86662 | 32410 |

| 0,3 | | 0,35 | | 0,4 | | 0,45 | | 0,48 | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 15000 | 30000 | 15000 | 30000 | 15000 | 30000 | 15000 | 30000 | 15000 | 30000 |
| 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 |
| 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| 0,3 | 0,3 | 0,35 | 0,35 | 0,4 | 0,4 | 0,45 | 0,45 | 0,48 | 0,48 |
| 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 4,14134 | 4,14134 | 4,14134 | 4,14134 | 4,14134 | 4,14134 | 4,14134 | 4,14134 | 4,14134 | 4,14134 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 66,42 | 66,42 | 72,54 | 72,54 | 78,46 | 78,46 | 84,26 | 84,26 | 87,71 | 87,71 |
| 0,23 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| 14,521 | 14,521 | 16,561 | 16,561 | 18,581 | 18,581 | 20,595 | 20,595 | 21,808 | 21,808 |
| 0,602 | 0,602 | 0,619 | 0,619 | 0,635 | 0,635 | 0,649 | 0,649 | 0,657 | 0,657 |
| 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| 0,46 | 0,46 | 0,48 | 0,48 | 0,49 | 0,49 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| 0,35 | 0,35 | 0,36 | 0,36 | 0,37 | 0,37 | 0,37 | 0,37 | 0,37 | 0,37 |
| 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 |
| 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 |
| 0,21 | 0,21 | 0,22 | 0,22 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 |
| 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 156,42 | 156,42 | 162,54 | 162,54 | 168,46 | 168,46 | 174,26 | 174,26 | 177,71 | 177,71 |
| 113,58 | 113,58 | 107,46 | 107,46 | 101,54 | 101,54 | 95,74 | 95,74 | 92,29 | 92,29 |
| 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,18 | 0,18 |
| -3,26 | -3,26 | -3,40 | -3,40 | -3,49 | -3,49 | -3,54 | -3,54 | -3,56 | -3,56 |
| -3,96 | -3,96 | -3,07 | -3,07 | -2,10 | -2,10 | -1,06 | -1,06 | -0,43 | -0,43 |
| 4899,64 | 9948,87 | 4249,53 | 8648,11 | 3692,36 | 7533,30 | 3195,68 | 6539,54 | 2917,02 | 5982,00 |
| 0,3 | 0,35 | 0,4 | 0,45 | 0,48 | | | | | |
| 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| 0,21 | 0,21 | 0,22 | 0,22 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 |
| 15000 | 30000 | 15000 | 30000 | 15000 | 30000 | 15000 | 30000 | 15000 | 30000 |

ANALISIS DELS ÚLTIMS 5 MM DE RECORREGUT

| | | 5mm | | 4mm | | 3mm | | 2mm | |
|-------------------------------------|------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| | | 0,005 | 0,005 | 0,004 | 0,004 | 0,003 | 0,003 | 0,002 | 0,002 |
| Fcilindre | N | 15000 | 30000 | 15000 | 30000 | 15000 | 30000 | 15000 | 30000 |
| R(A,B) | m | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| R(B,C) | m | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| R(B,D) | m | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 |
| h | m | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| x | m | 0,005 | 0,005 | 0,004 | 0,004 | 0,003 | 0,003 | 0,002 | 0,002 |
| vcilindre | (m/s) | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Massa barres | kg | 4,14134 | 4,14134 | 4,14134 | 4,14134 | 4,14134 | 4,14134 | 4,14134 | 4,14134 |
| Massa motllo | kg | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Coef.seg | | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| CÀLCULS PREVIS | | | | | | | | | |
| Angle γ | $^{\circ}$ | 8,11 | 8,11 | 7,25 | 7,25 | 6,28 | 6,28 | 5,13 | 5,13 |
| a | 0 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Angle α | $^{\circ}$ | 0,37 | 0,37 | 0,30 | 0,30 | 0,23 | 0,23 | 0,15 | 0,15 |
| B'D | m | 0,39 | 0,39 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,37 | 0,37 |
| R (B/l ₁₂) | m | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| R (B/l ₁₃) | m | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| R (A/l ₁₃) | m | 0,035 | 0,035 | 0,032 | 0,032 | 0,027 | 0,027 | 0,022 | 0,022 |
| R (l ₁₃ /G3) | m | 0,135 | 0,135 | 0,133 | 0,133 | 0,131 | 0,131 | 0,129 | 0,129 |
| CÀLCUL DE VELOCITATS | | | | | | | | | |
| VB/D lineal | m/s | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| VB/D rotativa | m/s | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| VB (m/s) | m/s | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| w ₂ | rad/s | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| w ₃ | rad/s | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| vA | m/s | 0,016 | 0,016 | 0,015 | 0,015 | 0,013 | 0,013 | 0,010 | 0,010 |
| CÀLCUL DE FORCES | | | | | | | | | |
| β_1 | $^{\circ}$ | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| β_2 | $^{\circ}$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| β_3 | $^{\circ}$ | 98,11 | 98,11 | 97,25 | 97,25 | 96,28 | 96,28 | 95,13 | 95,13 |
| β_4 | $^{\circ}$ | 171,89 | 171,89 | 172,75 | 172,75 | 173,72 | 173,72 | 174,87 | 174,87 |
| vG2 | m/s | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| vG3 | m/s | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| m ₂ ·g·vG2·cos β_3 | (N) | -0,50 | -0,50 | -0,45 | -0,45 | -0,39 | -0,39 | -0,32 | -0,32 |
| m ₃ ·g·vG3·cos β_4 | (N) | -3,80 | -3,80 | -3,75 | -3,75 | -3,70 | -3,70 | -3,66 | -3,66 |
| FA | (N) | 52519,74 | 105201,73 | 58811,19 | 117786,05 | 68020,35 | 136206,47 | 83451,31 | 167071,93 |
| RESUM DELS RESULTATS | | | | | | | | | |
| x | | 0,005 | | 0,004 | | 0,003 | | 0,002 | |
| vB | | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| vA | | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| FB | | 15000 | 30000 | 15000 | 30000 | 15000 | 30000 | 15000 | 30000 |
| FA | | 52520 | 105202 | 58811 | 117786 | 68020 | 136206 | 83451 | 167072 |

| 1mm | | 7mm |
|-----------|-----------|----------|
| 0,001 | 0,001 | 0,007 |
| 15000 | 30000 | 11000 |
| 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| 0,35 | 0,35 | 0,35 |
| 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| 0,001 | 0,001 | 0,007 |
| 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 4,14134 | 4,14134 | 4,14134 |
| 10 | 10 | 10 |
| 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| | | |
| 3,62 | 3,62 | 9,60 |
| 0,02 | 0,02 | 0,04 |
| 0,08 | 0,08 | 0,51 |
| 0,37 | 0,37 | 0,39 |
| 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| 0,016 | 0,016 | 0,042 |
| 0,127 | 0,127 | 0,138 |
| | | |
| 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| 0,007 | 0,007 | 0,019 |
| | | |
| 180 | 180 | 180 |
| 0 | 0 | 0 |
| 93,62 | 93,62 | 99,60 |
| 176,38 | 176,38 | 170,40 |
| 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| -0,23 | -0,23 | -0,59 |
| -3,61 | -3,61 | -3,88 |
| 118240,18 | 236657,78 | 32410,10 |
| | | |
| 0,001 | | 0,007 |
| 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| 15000 | 30000 | 11000 |
| 118240 | 236658 | 32410 |

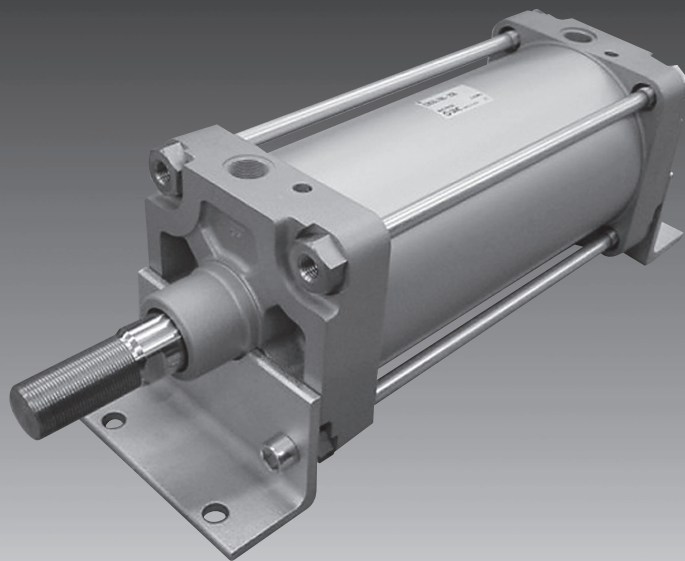
Annex II. Fitxa tècnica del cilindre.

Cilindro ISO/VDMA: Modelo de gran diámetro

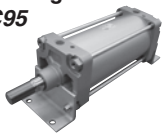
Serie C95

ø160, ø200, ø250

De conformidad con ISO 6431/CETOP RP43P/VDMA 24562

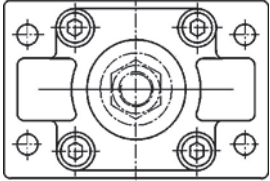
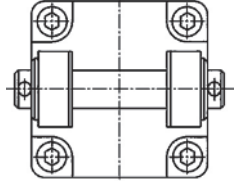
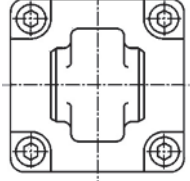
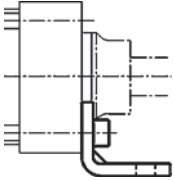


Versiones de la serie

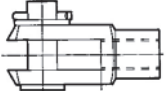
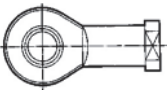
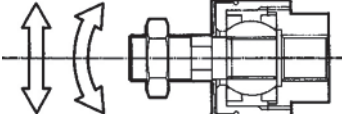
| Serie | Funcionamiento | Modelo | | Básico | Variaciones estándar | | Opcional | Diámetro (mm) | Pág. |
|---|----------------|----------------|-----------------|--------|----------------------|-----------------------------|----------|-------------------|-------|
| | | | | | Imán integrado | Vástago de acero inoxidable | | | |
| Modelo de gran diámetro Serie C95  | Doble efecto | Vástago simple | Sin lubricación | ● | ● | ● | | 160 200 250 | 1-216 |

Accesorio

Accesorio de montaje, Cilindro

| | F Brida en culata anterior/posterior | D Charnela posterior hembra (corresponde a los accesorios E) | C Charnela posterior macho |
|-------------------|--|--|--|
| Diámetro (mm) |  Con 4 tornillos |  Con perno, dispositivo de seguridad y 4 tornillos |  Con 4 tornillos |
| 160 200 250 | F5160 F5200 F5250 | D5160 D5200 D5250 | C5160 C5200 C5250 |
| | Consulte las dimensiones en la página 1-221. | Consulte las dimensiones en la página 1-221. | Consulte las dimensiones en la página 1-222. |
| Diámetro (mm) | L Escuadra  Con dos piezas Con 4 tornillos | | |
| 160 200 250 | L5160 L5200 L5250 | | |
| | Consulte las dimensiones en la página 1-221. | | |

Accesorio de montaje, Vástago

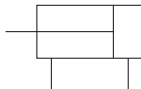
| | GKM Fijación del vástago ISO 8140 | KJ Rótula articulada de vástago ISO 8139 | JA Articulación flotante |
|-------------------|---|---|---|
| Diámetro (mm) |  Con pernos y dispositivos de seguridad |  |  |
| 160 200 250 | GKM35-54 GKM35-54 GKM40-84 | KJ36D KJ36D KJ42D | JA160-36-200 JA160-36-200 |
| | Consulte las dimensiones en la página 1-223. | Consulte las dimensiones en la página 1-223. | Consulte las dimensiones en la página 1-223. |

Características

| Diámetro (mm) | 160 | 200 | 250 |
|----------------------------------|--|-----|-----|
| Funcionamiento | Doble efecto | | |
| Fluido | Aire | | |
| Presión de prueba | 1.5 MPa | | |
| Presión máx. de trabajo | 1.0 MPa | | |
| Presión mínima de trabajo | 0.05 MPa | | |
| Temperatura ambiente y de fluido | Sin detector magnético: -10 a 70°C (sin congelación) Con detector magnético: -10 a 60°C (sin congelación) | | |
| Lubricación | No necesaria (sin lubricación) | | |
| Velocidad del émbolo | 50 a 500 mm/seg | | |
| Tolerancia de carrera admisible | Hasta 250: $^{+1.0}_0$, 251 a 1000: $^{+1.4}_0$, 1001 a 1500: $^{+1.8}_0$ | | |
| Amortiguación | Ambos extremos (amortiguación neumática) | | |
| Tolerancia de rosca | Clase 2 JIS | | |
| Tamaño conexión | G 3/4 | | G 1 |
| Montaje | Modelo básico, escuadra, brida en culata posterior. brida en culata anterior, fijación oscilante macho, fijación oscilante hembra, muñón central | | |

Símbolo JIS

Doble efecto



Carrera mínima para el montaje del detector magnético

Véase en la página 1-224 "las carreras mínimas para el montaje de detectores magnéticos."

Carrera estándar

| Diámetro (mm) | Carrera máx.* |
|---------------|---------------|
| 160 | 1600 |
| 200 | 2000 |
| 250 | 2400 |

Carreras intermedias disponibles.

*Consulte con SMC en caso de carreras más largas.

Esfuerzo teórico

| Diámetro (mm) | Diámetro del vástago (mm) | Sentido de movimiento | Área efectiva (mm ²) | Presión de trabajo (MPa) | | | | | | | | |
|---------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 |
| 160 | 40 | SALIDA | 20106 | 4021 | 6032 | 8042 | 10053 | 12064 | 14074 | 16085 | 18095 | 20106 |
| | | ENTRADA | 18850 | 3770 | 5655 | 7540 | 9425 | 11310 | 13195 | 15080 | 16965 | 18850 |
| 200 | 40 | SALIDA | 31416 | 6283 | 9425 | 12566 | 15708 | 18850 | 21991 | 25133 | 28274 | 31416 |
| | | ENTRADA | 30159 | 6032 | 9048 | 12064 | 15080 | 18095 | 21111 | 24127 | 27143 | 30159 |
| 250 | 50 | SALIDA | 49087 | 9817 | 14726 | 19635 | 24544 | 29452 | 34361 | 39270 | 44178 | 49087 |
| | | ENTRADA | 47124 | 9425 | 14137 | 18850 | 23562 | 28274 | 32987 | 37699 | 42412 | 47124 |

Nota) Esfuerzo teórico (N) = Presión (MPa) x Área efectiva (mm²)

Peso/Tubo de aluminio

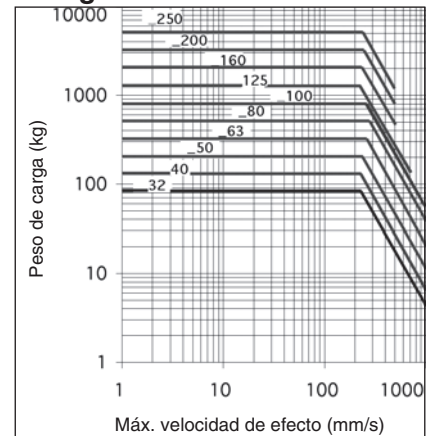
| Diámetro (mm) | | 160 | 200 | 250 |
|---|-------------------------------------|-------|-------|-------|
| Peso básico | Básico | 14.54 | 20.20 | 37.17 |
| | Escuadra | 4.90 | 7.76 | 15.00 |
| | Brida | 2.45 | 11.75 | 20.29 |
| | Fijación oscilante macho | 6.90 | 9.10 | 18.60 |
| | Fijación oscilante hembra | 6.30 | 9.25 | 18.46 |
| | Muñón | 4.50 | 7.23 | 14.40 |
| Peso adicional por cada 15mm de carrera | Todas las fijaciones de montaje | 0.83 | 0.90 | 1.60 |
| Accesorio | Fijación oscilante macho | 1.62 | 1.62 | 2.76 |
| | Fijación oscilante hembra (con eje) | 3.92 | 3.92 | 6.69 |

Cálculo:(Ejemplo) CP95SD160-100

- Peso básico 14.54 (kg) (Básico, ø160)
- Montaje 6.30 (kg) (Fijación oscilante hembra)
- Peso adicional ... 0.83 (kg/50mm)
- Carrera del cilindro 100 (mm)

$$14.54 + 0.83 \times 100 / 50 + 6.30 = 22.50 \text{ kg}$$

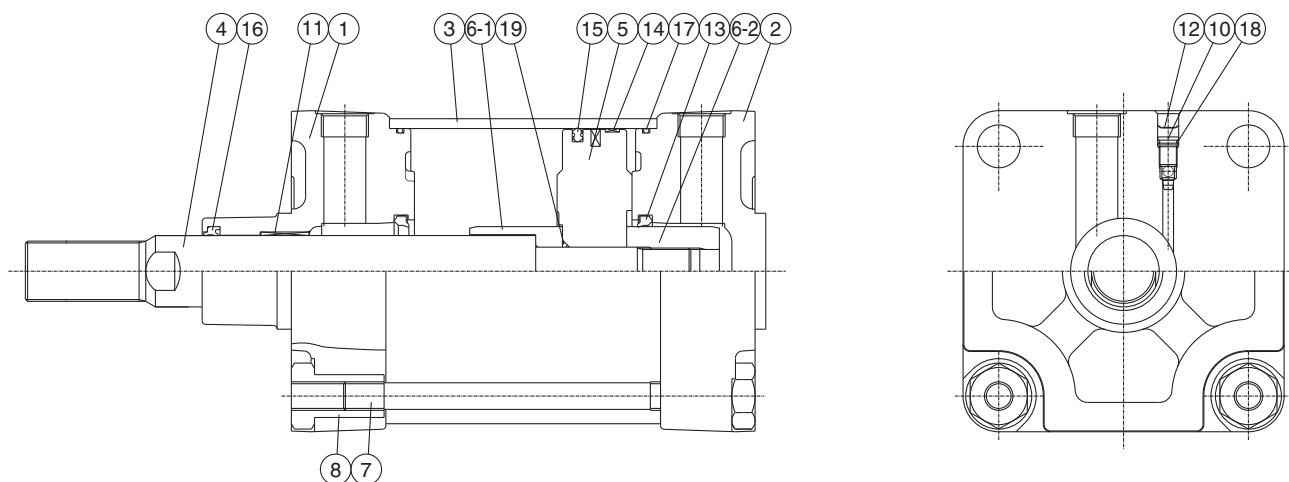
Energía cinética admisible



Ejemplo: Límite de carga en el extremo de vástago cuando el cilindro ø200 se pone en funcionamiento con una velocidad máxima de 500mm/s. Observe la intersección entre el eje lateral 500 mm/s y la línea del ø200, y prolongue la intersección hacia la izquierda. Por consiguiente, la carga admisible es de 800kg.

Construcción

[Proyección primer ángulo]



Lista de componentes

| Nº | Descripción | Materiales | Cant. | Observaciones |
|----|-----------------------------------|-------------------------|-------|---------------|
| ① | Culata anterior | Aluminio fundido | 1 | |
| ② | Culata posterior | Aluminio fundido | 1 | |
| ③ | Camisa del cilindro | Aleación de aluminio | 1 | |
| ④ | Vástago | Acero al carbono | 1 | |
| ⑤ | Émbolo | Aleación de aluminio | 1 | |
| ⑥ | Tornillos amortiguación A | Acero laminado | 1 | |
| ⑥ | Tornillo amortiguación B | Acero laminado | 1 | |
| ⑦ | Tirante | Acero al carbono | 4 | |
| ⑧ | Tuerca del tirante | Acero | 8 | |
| ⑩ | Válvula de amortiguación | Alambre de acero | 2 | |
| ⑪ | Casquillo | Bronce autolubrificante | 1 | |
| ⑫ | Anillo elástico | Acero para muelle | 2 | |
| ⑬ | Junta de amortiguación | Uretano | 2 | |
| ⑭ | Anillo gula | Resina | 1 | |
| ⑮ | Junta del émbolo | NBR | 1 | |
| ⑯ | Junta del vástago | NBR | 1 | |
| ⑰ | Junta del tubo | NBR | 2 | |
| ⑱ | Junta de amortiguación de válvula | NBR | 2 | |
| ⑲ | Junta estanqueidad émbolo | NBR | 1 | |
| ⑳ | Anillo magnético | | 1 | |

Lista de repuestos: Juego de juntas

| Diámetro (mm) | Referencia juego | Contenidos |
|---------------|------------------|---|
| 160 | CS95-160 | Los juegos incluyen los elementos ⑬ a ⑰ de la tabla anterior. |
| 200 | CS95-200 | |
| 250 | CS95-250 | |

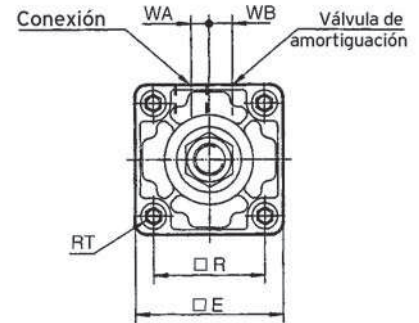
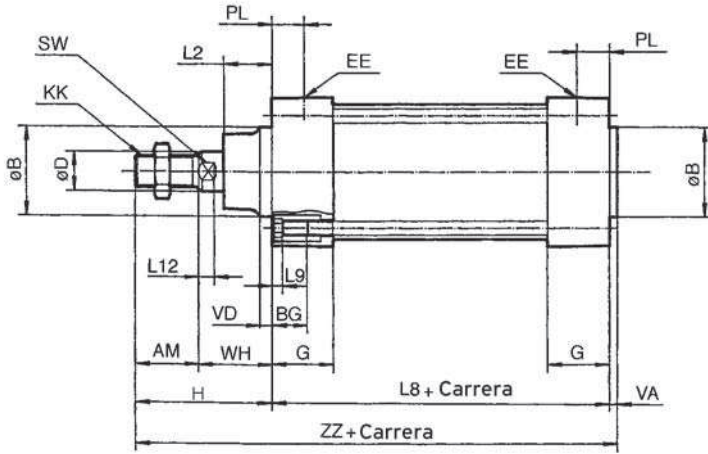
*Cada juego de juntas consta de los elementos de ⑬ a ⑰ y pueden pedirse mediante la referencia correspondiente a cada diámetro.

Serie C95

Dimensiones: Sin fijación de montaje

[Proyección primer ángulo]

C95SB Diámetro - Carrera

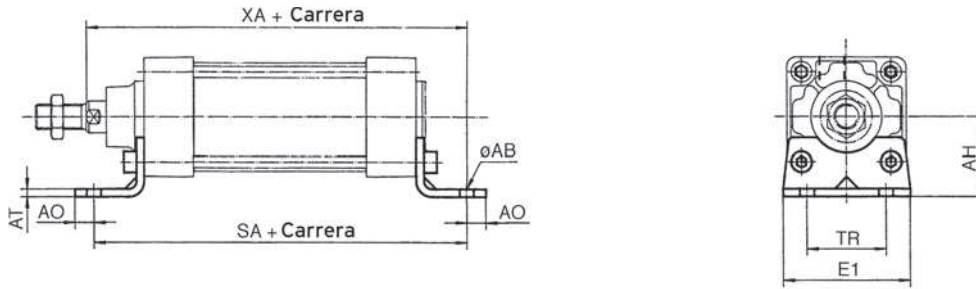


| Diámetro (mm) | AM | ϕB e11 | ϕD | EE | PL | RT | L12 | KK | SW | G | BG (Mín.) | L8 | VD | VA | WA | WB | WH | ZZ | $\square E$ | $\square R$ | L2 | L9 |
|---------------|----|--------------|----------|-------|----|-----------|-----|---------|----|----|-----------|-----|----|----|----|----|-----|-----|-------------|-------------|----|----|
| 160 | 72 | 65 | 40 | G 3/4 | 30 | M16 x 2 | 15 | M36 x 2 | 36 | 55 | 27 | 180 | 8 | 6 | 15 | 25 | 80 | 338 | 180 | 140 | 50 | 0 |
| 200 | 72 | 75 | 40 | G 3/4 | 35 | M16 x 2 | 15 | M36 x 2 | 36 | 57 | 27 | 180 | 15 | 6 | 18 | 25 | 95 | 353 | 220 | 175 | 55 | 0 |
| 250 | 84 | 90 | 50 | G 1 | 31 | M20 x 2.5 | 20 | M42 x 2 | 46 | 59 | 29 | 200 | 20 | 10 | 20 | 28 | 105 | 399 | 270 | 220 | 65 | 0 |

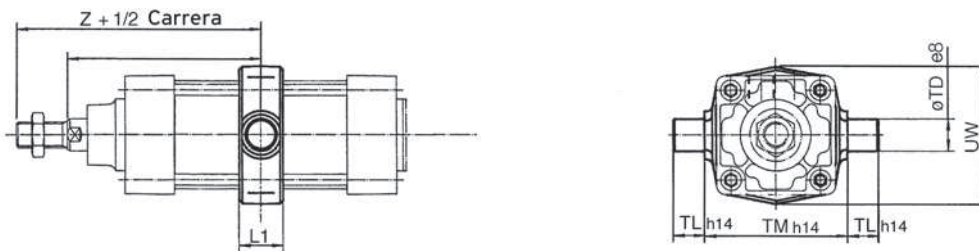
Dimensiones: Accesorio de montaje del cilindro

[Proyección primer ángulo]

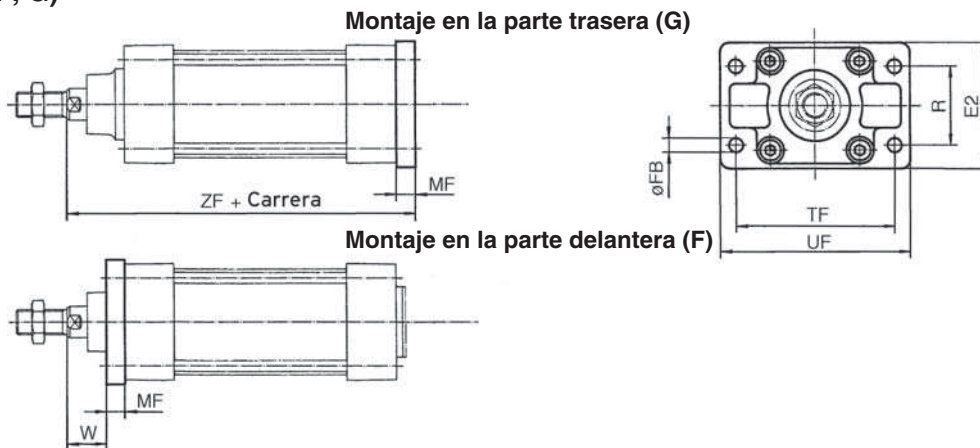
Escuadra (L)



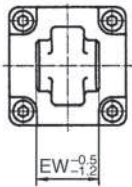
Muñón central (T)



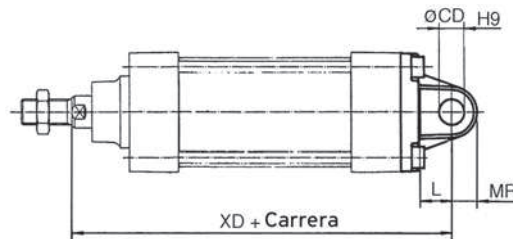
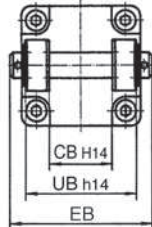
Brida (F, G)



Fijación oscilante macho trasera (C)



Fijación oscilante hembra trasera (C)



| Díametro (mm) | E1 | R | W | MF | ZF | øFB | øCD H9 | EB | L | XD | UB h14 | CB H14 | EW -0.5 -1.2 | MR | TR | AO | AT | XA | SA | AH | øAB | L1 | XV | Z | TL h14 | øTD e8 | TM h14 | UW | TF | UF | E2 |
|---------------|----------|-----|----|----|-----|-----|--------|----------|---------|-----|--------|--------|--------------|---------|-----|---------|------|-----|-----|-----|-----|---------|-----|-----|--------|--------|--------|----------|-----|----------|----------|
| 160 | Máx. 195 | 115 | 60 | 20 | 280 | 18 | 30 | Máx. 209 | Mín. 35 | 315 | 170 | 90 | 90 | Máx. 31 | 115 | Máx. 25 | 9 | 320 | 300 | 115 | 18 | Máx. 50 | 170 | 242 | 32 | 32 | 200 | Máx. 220 | 230 | Máx. 280 | Máx. 195 |
| 200 | Máx. 238 | 135 | 70 | 25 | 300 | 22 | 30 | Máx. 209 | Mín. 35 | 335 | 170 | 90 | 90 | Máx. 31 | 135 | Máx. 35 | 12 | 345 | 320 | 135 | 22 | Máx. 50 | 185 | 257 | 32 | 32 | 250 | Máx. 260 | 270 | Máx. 320 | Máx. 238 |
| 250 | Máx. 290 | 165 | 80 | 25 | 330 | 26 | 40 | Máx. 249 | Mín. 45 | 375 | 200 | 110 | 110 | Máx. 41 | 165 | Máx. 40 | 14.5 | 380 | 350 | 165 | 26 | Máx. 60 | 205 | 289 | 40 | 40 | 320 | Máx. 320 | 330 | Máx. 395 | Máx. 290 |

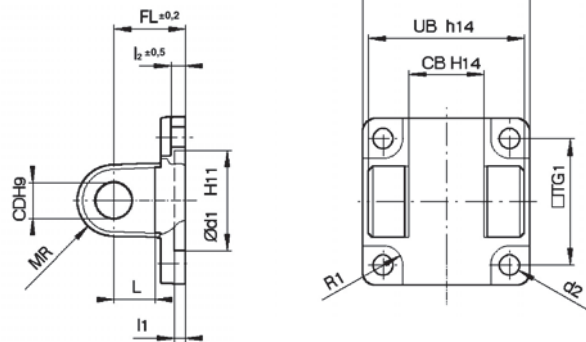
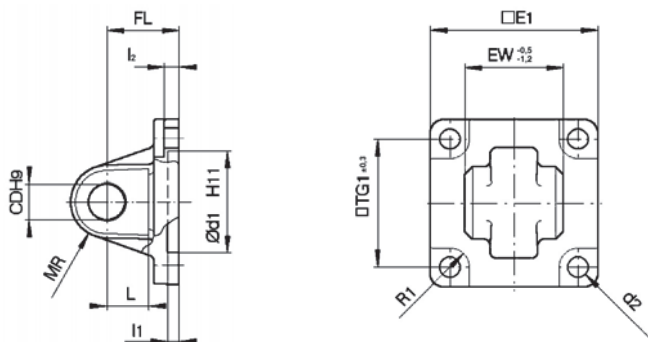
Serie C95

Dimensiones: Accesorio de montaje del cilindro C, D, E y CR

[Proyección primer ángulo]

Modelo de montaje (C)

Modelo de montaje (D)



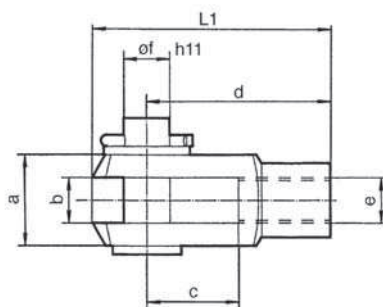
| Diámetro (mm) | □E1 | EW | □TG1 | FL | l1 | l2 | Ød1 | CD | MR | d2 | R1 | □E2 | UB | CB |
|---------------|-----|-----|------|----|----|----|-----|----|----|----|------|-----|-----|-----|
| 160 | 180 | 90 | 140 | 55 | 7 | 10 | 65 | 30 | 25 | 18 | 13 | 180 | 170 | 90 |
| 200 | 220 | 90 | 175 | 60 | 7 | 11 | 75 | 30 | 25 | 18 | 13 | 220 | 170 | 90 |
| 250 | 270 | 110 | 220 | 70 | 11 | 11 | 90 | 40 | 40 | 22 | 16.5 | 270 | 200 | 110 |

Dimensiones: Accesorio de montaje del vástago

[Proyección primer ángulo]

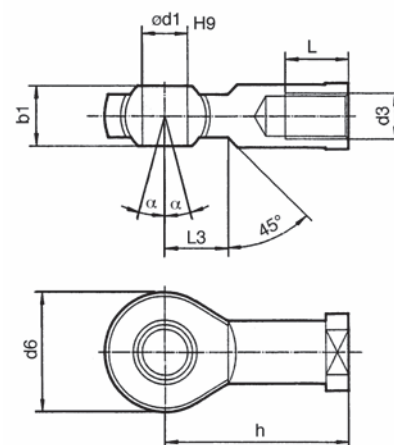
**Fijación del vástago (ISO 8140)
Acero, cincado cromado**

| Referencia | Diámetro (mm) | e | b | d | øf h11 | L1 máx. | c mín. | a máx. | L mín. |
|------------|---------------|---------|----------------------|-----|--------|---------|--------|--------|--------|
| GKM35-54 | 160/200 | M36 x 2 | 35 +0.60 +0.15 | 144 | 35 | 201 | 54 | 70 | 57 |
| GKM40-84 | 250 | M42 x 2 | 40 +0.60 +0.15 | 168 | 40 | 245 | 84 | 85 | 77 |



**Rótula articulada de vástago (ISO 8139)
Acero, cincado cromado**

| Referencia | Diámetro (mm) | d3 | d1 H9 | h | d6 máx. | b1 h12 | L mín. | α | L3 |
|------------|---------------|---------|-------|-----|---------|--------|--------|----|----|
| KJ36D | 160/200 | M36 x 2 | 35 | 125 | 80 | 43 | 56 | 16 | 55 |
| KJ42D | 250 | M42 x 2 | 40 | 142 | 90 | 49 | 60 | 4 | 46 |

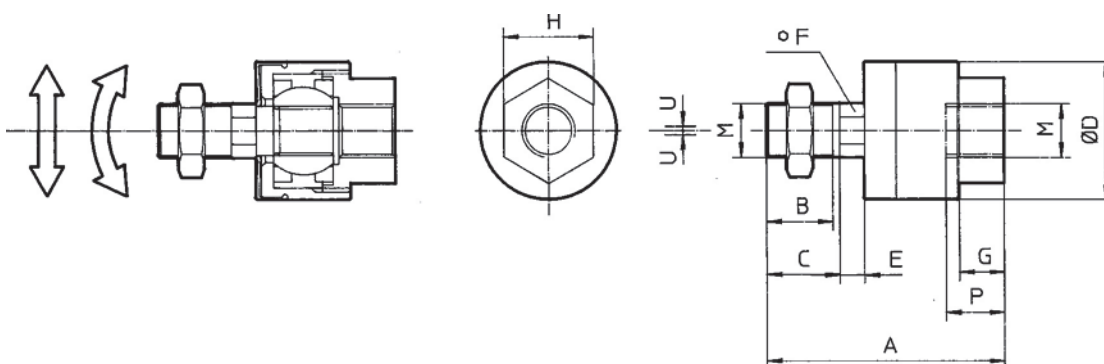


Dimensiones: Accesorio de montaje del vástago

[Proyección primer ángulo]

**Junta flotante JA
Acero**

| Diámetro (mm) | M | Referencia | A | B | C | øD | E | F | G | H | P | U | Carga (kN) | Peso (g) | Ángulo |
|---------------|---------|--------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|------------|----------|--------|
| 160, 200 | M36 x 2 | JA160-36-200 | 178 | 51 | 55 | 96 | 16 | 55 | 24 | 55 | 42 | 3 | 71 | 4700 | 5 |



Serie C95

Características de los detectores magnéticos

Detector magnético aplicable



| Modelo | Modelo detector magnético | Entrada eléctrica (función) |
|---------------------------|---------------------------|---|
| Detector tipo Reed | D-A5□/A6□ | Salida directa a cable |
| | D-A59W | Salida directa a cable (2 LED) |
| | D-Z7□/Z80 | Salida directa a cable |
| | D-A3□ | Caja de conexiones |
| | D-A44 | Terminal DIN |
| Detector de estado sólido | D-F5□/J5□ | Salida directa a cable |
| | D-F5□W/J59W | Salida directa a cable (2 LED) |
| | D-F5BAL | Salida directa a cable (2 LED, resistente al agua) |
| | D-F59F | Salida directa a cable (2 LED, salida diagnóstico) |
| | D-F5NTL | Salida directa a cable (con temporizador) |
| | D-Y59□ | Salida directa a cable (en línea) |
| | D-Y69□ | Salida directa a cable (perpendicular) |
| | D-Y7P | Salida directa a cable (en línea) |
| | D-Y7PV | Salida directa a cable (perpendicular) |
| | D-Y7□W | Salida directa a cable (2 LED, en línea) |
| | D-Y7□WV | Salida directa a cable (2 LED, perpendicular) |
| | D-Y7BAL | Salida directa a cable (resistente al agua, en línea) |
| | D-G39/K39 | Caja de conexiones |

Carrera mínima para el montaje de detectores magnéticos

| Modelo detector magnético | Nº de detectores magnéticos | Estructura de soporte salvo muñón central | | | Muñón central | | |
|-------------------------------|-----------------------------|---|------|------|--|--|--|
| | | ø160 | ø200 | ø250 | ø160 | ø200 | ø250 |
| A5□ A6□ | 1, 2 | 10 | 10 | 10 | 125 | 125 | 145 |
| | n | $10 + 55(n-2)/2$ n = 2, 4, 6, 8... | ← | ← | $125 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... | $125 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... | $145 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... |
| A59W | 2 | ← | ← | ← | 135 | 135 | 155 |
| | n | ← | ← | ← | $135 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... | $135 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... | $155 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... |
| F5□(W)/J5□/J59W F5BAL/F59F | 1 | 15 | 15 | 15 | 135 | 135 | 155 |
| | n | $10 + 55(n-2)/2$ n = 2, 4, 6, 8... | ← | ← | $135 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... | $135 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... | $155 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... |
| F5NTL | 1, 2 | 15 | 15 | 15 | 150 | 145 | 165 |
| | n | $15 + 55(n-2)/2$ n = 2, 4, 6, 8... | ← | ← | $150 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... | $145 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... | $165 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... |
| A3□ K3□ G3□ | 1 | 10 | 10 | — | 140 | 140 | — |
| | 2 (mismo lado) | 100 | 100 | — | 140 | 140 | — |
| | 2 (lados diferentes) | 35 | 35 | — | 140 | 140 | — |
| | n (mismo lado) | ← | ← | — | $140 + 100(n-2)$ n = 2, 4, 6, 8... | $140 + 100(n-2)$ n = 2, 4, 6, 8... | — |
| A44 | n (lados diferentes) | ← | ← | — | $140 + 100(n-2)$ n = 2, 4, 6, 8... | $140 + 100(n-2)$ n = 2, 4, 6, 8... | — |
| | 1 | 10 | 10 | — | 100 | 100 | — |
| | 2 (mismo lado) | 55 | 55 | — | 100 | 100 | — |
| | 2 (lados diferentes) | 35 | 35 | — | 100 | 100 | — |
| Z7□/Z80 | n (mismo lado) | ← | ← | — | $100 + 100(n-2)$ n = 2, 4, 6, 8... | $100 + 100(n-2)$ n = 2, 4, 6, 8... | — |
| | n (lados diferentes) | ← | ← | — | $100 + 100(n-2)$ n = 2, 4, 6, 8... | $100 + 100(n-2)$ n = 2, 4, 6, 8... | — |
| | 1, 2 | 10 | 10 | — | 120 | 110 | — |
| | n | ← | ← | — | $120 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... | $110 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... | — |
| Y59□/Y7P Y7□W | 1, 2 | 10 | 10 | — | 110 | 110 | — |
| | n | ← | ← | — | $110 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... | $110 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... | — |
| Y69□/Y7PV Y7□WV | 1, 2 | 10 | 10 | — | 85 | 80 | — |
| | n | ← | ← | — | $85 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... | $80 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... | — |
| Y7BAL | 1, 2 | 10 | 10 | — | 120 | 120 | — |
| | n | ← | ← | — | $120 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... | $120 + 55(n-4)/2$ n = 4, 8, 12, 16... | — |

Altura y posición de montaje del detector magnético

[Proyección primer ángulo]



Posición de montaje del detector magnético

| Diámetro (mm) | D-A5□ D-A6□ | | D-A59W | | D-F5□, D-F5□W D-J5□, D-J59W D-F59F, D-F5BAL | | D-F5NTL | | D-Z7□, D-Y59□, D-Y7BAL D-Z80, D-Y69□ D-Y7P(V), D-Y7□W(V) | | D-A3□, D-G39 D-A44, D-K39 | |
|---------------|----------------|------|--------|------|---|------|---------|------|--|------|------------------------------|------|
| | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B |
| 160 | 19.5 | 18.5 | 23.5 | 22.5 | 26 | 25 | 31 | 30 | 23 | 22 | 19.5 | 18.5 |
| 200 | 17 | 17 | 21 | 21 | 23.5 | 23.5 | 28.5 | 28.5 | 20.5 | 20.5 | 17 | 17 |
| 250 | 20 | 30 | 24 | 34 | 26.5 | 36.5 | 31.5 | 41.5 | — | — | — | — |

Altura de montaje del detector magnético

| Diámetro (mm) | D-A5□ D-A6□ D-A59W | | D-F5□, D-F5□W, D-F5NTL D-J5□, D-J59W D-F59F, D-F5BAL | | D-A3□, D-G39 D-K39 | | D-A44 | | D-Z7□, D-Y59□ D-Z80, D-Y7P D-Y7□W | | D-Y69□ D-Y7PV D-Y7□WV | | D-Y7BAL | |
|---------------|--------------------------|-----|--|-----|-----------------------|----|-------|----|---|-------|-----------------------------|-------|---------|-------|
| | Hs | Ht | Hs | Ht | Hs | Ht | Hs | Ht | Hs | Ht | Hs | Ht | Hs | Ht |
| 160 | 90 | 86 | 89 | 86 | 134.5 | — | 144.5 | — | 84.5 | 83 | 84.5 | 83 | 89.5 | 83 |
| 200 | 102.5 | 104 | 102 | 104 | 154 | — | 164 | — | 100.5 | 100.5 | 100.5 | 100.5 | 103 | 100.5 |
| 250 | 127 | 128 | 127 | 128 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

Histéresis del detector

| Diámetro (mm) | Histéresis conmutación ON-OFF | |
|---------------|-------------------------------|---------------------------|
| | Detector tipo Reed | Detector de estado sólido |
| 160 a 200 | ≤ 2 mm | ≤ 1 mm |
| 250 | ≤ 3 mm | ≤ 1 mm |

Además de los modelos indicados en "Forma de pedido", también se pueden instalar los siguientes detectores magnéticos.

| Tipo | Modelo | Entrada eléctrica | Características |
|---------------------------|---------------------|--|------------------------|
| Detector de estado sólido | D-F5NTL | Salida directa a cable (en línea) | Con temporizador |
| | D-Y69A/Y69B/Y7PV | Salida directa a cable (perpendicular) | — |
| | D-Y7NWV/Y7PWV/Y7BWV | | Indicador de 2 colores |

* Los detectores de estado sólido también están disponibles con conector precableado.

* El detector de estado sólido (tipo D-Y7G/Y7H) normalmente cerrado (NC = contacto b) también está disponible.



Serie C95

Precauciones específicas del producto

Lea detenidamente las siguientes instrucciones antes de su uso.

Ajuste

Advertencia

1. No abra la válvula de amortiguación por encima del tope.

Las válvulas de amortiguación están provistas de un anillo de retención ($\varnothing 160$ a $\varnothing 250$) como mecanismo de tope por lo que no deberían abrirse a partir de ese punto.

Si se suministra aire y se inicia el funcionamiento sin confirmar la condición anterior, la válvula de amortiguación podría salir disparada de la cubierta.

| Diámetro (mm) | Válvula de amortiguación | Distancia entre caras | Llave |
|------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| 160, 200, 250 | MB-A2-10-EA064 | 4 | JIS 4648 Llave hexagonal 4 |

2. Asegúrese de activar la amortiguación neumática al final de la carrera.

Cuando se prevea el uso de la válvula de amortiguación en la posición completamente abierta, seleccione un modelo con amortiguador. De lo contrario, los tirantes o el vástago podrían dañarse.

3. Al sustituir las fijaciones, utilice la siguiente llave hexagonal.

| Diámetro (mm) | | Perno | Distancia entre caras | Par de apriete (Nm) |
|---------------|----------|-----------------|-----------------------|---------------------|
| 160, 200 | | M16 x 2 x 30l | 14 | 99 |
| 250 | Escuadra | M20 x 2.5 x 35l | 17 | 193.5 |
| | Otros | M20 x 2.5 x 30l | 17 | |

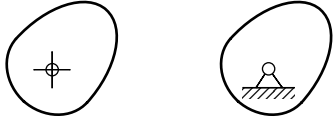

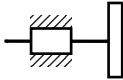

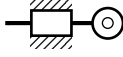
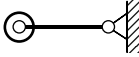
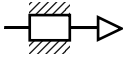
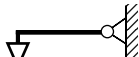
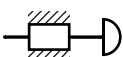
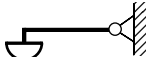
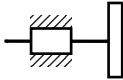

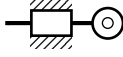
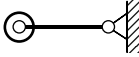
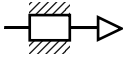
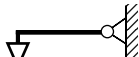
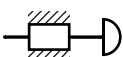
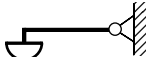
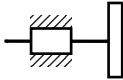

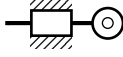
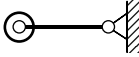
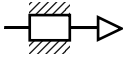
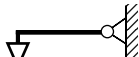
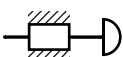
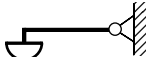












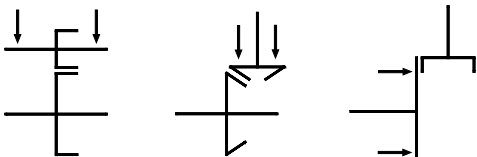
Annex III. Representació simbòlica dels elements.

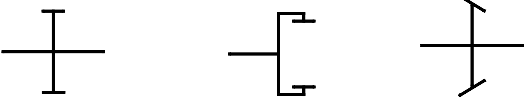
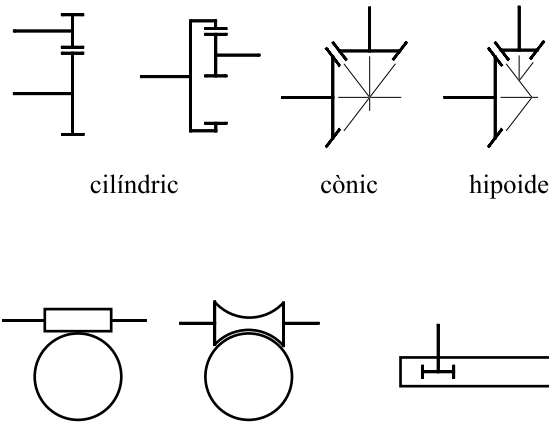

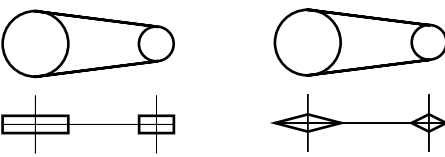
Annex 1.I Representació simbòlica d'elements

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

| | |
|---------------------------------------|--|
| variables i paràmetres | |
| coordenades de posició i d'orientació | |
| membres en general | |
| element barra | |
| element fix | |

| | |
|-----------------------------------|--|
| | moviment pla moviment a l'espai |
| parell de revolució o articulació | |
| 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> |

Annex IV. Contingut del CD-ROM.

- Documentació del projecte (memòria, plànols i pressupost).
- Fulls de càlcul en excel.