

Projecte - Treball final de carrera

Estudi: Grau en enginyeria en Tecnologies Industrials

**Títol: DISSENY D'UN MECANISME D'EXTRACCIÓ DELS
RODAMENTS I EL LABERINT D'UN CONJUNT EIX/RODA DE TREN**

Document: MEMÒRIA

Alumne: Narcis Puig Sarsanedas

Director/tutor:

Departament:

Àrea:

Convocatòria (02/2015)

ÍNDEX

1.	Introducció.....	4
1.1.	Antecedents.....	4
1.2.	Objecte.....	5
1.3.	Abast.....	5
1.4.	Especificacions.....	5
2.	Descripció de la solució.....	7
2.1.	Conjunt extractor.....	9
2.2.	Conjunt de desplaçament transversal.....	10
2.3.	Conjunt de desplaçament vertical.....	11
2.4.	Conjunt estructural.....	12
3.	Funcionament.....	13
4.	Resum del pressupost.....	14
5.	Conclusions.....	15
6.	Relació de documents.....	15
7.	Bibliografia.....	16
Annex A	Estudi de solucions conceptuals.....	17
A.1	Introducció al funcionament del mecanisme i llistat d'operacions.....	17
A.2	Mecanisme de gir del conjunt eix/rodes.....	19
A.3	Sistema d'extracció dels rodaments.....	21
A.4	Mètode per regular l'alçada de la taula.....	23
A.5	Sistema de connexió entre la taula i el cilindre hidràulic.....	25
Annex B	Càlculs tècnics.....	27
B.1	Introducció.....	27
B.2	Càlcul de la força d'entrada del rodament.....	28
B.3	Dimensionament del cilindre hidràulic.....	30
B.4	Càlcul dels braços extractors.....	31
B.5	Càlcul del capçal extractor.....	35
B.6	Càlcul del cargol de potència que elevarà la taula.....	40
B.7	Càlcul de l'eix que suportarà la flexió de la taula.....	42
B.8	Càlcul de la soldadura de la biga que suporta la flexió del cargol de potència.....	44
B.9	Càlcul del motor que regularà l'alçada de la taula.....	47
B.10	Càlcul de l'anclatge del mecanisme al terra.....	49
B.11	Dimensionament de la taula on reposarà el cilindre hidràulic.....	51

DISSENY D'UN MECANISME D'EXTRACCIÓ DELS RODAMENTS I EL LABERINT D'UN CONJUNT EIX/RODA DE TREN
MEMÒRIA

Annex C	Expedient de seguretat	53
C.1	Introducció.....	53
C.2	Punts de perill	53
C.3	Solucions	54
	C.3.1 Evitar	54
	C.3.2 Limitar	54
	C.3.3 Avisar	54

1. INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents

L'empresa ferroviària TRANSFESA S.A. necessita fer accions contínues de manteniment al seu parc mòbil. Aquesta empresa, en un moment donat ha necessitat d'extreure els rodaments (amb laberints inclosos) dels conjunts eix/rodes, del tren, que han de ser o bé retirats o simplement han de ser tornejats per poder ser reutilitzats, i els rodaments han de ser retirats per poder tornejar la roda o per ser col·locats a un altre conjunt eix/rodes. Per tant, hi ha la necessitat de dissenyar i, possiblement més tard, construir aquest extractor de rodaments. Cal mencionar que aquest extractor és un extractor "en sec", és a dir, no injectarem oli entre eix i rodament abans de fer l'extracció. A les figures que podem veure a continuació es mostren uns esquemes que ens facilitaran la visualització del nostre projecte.

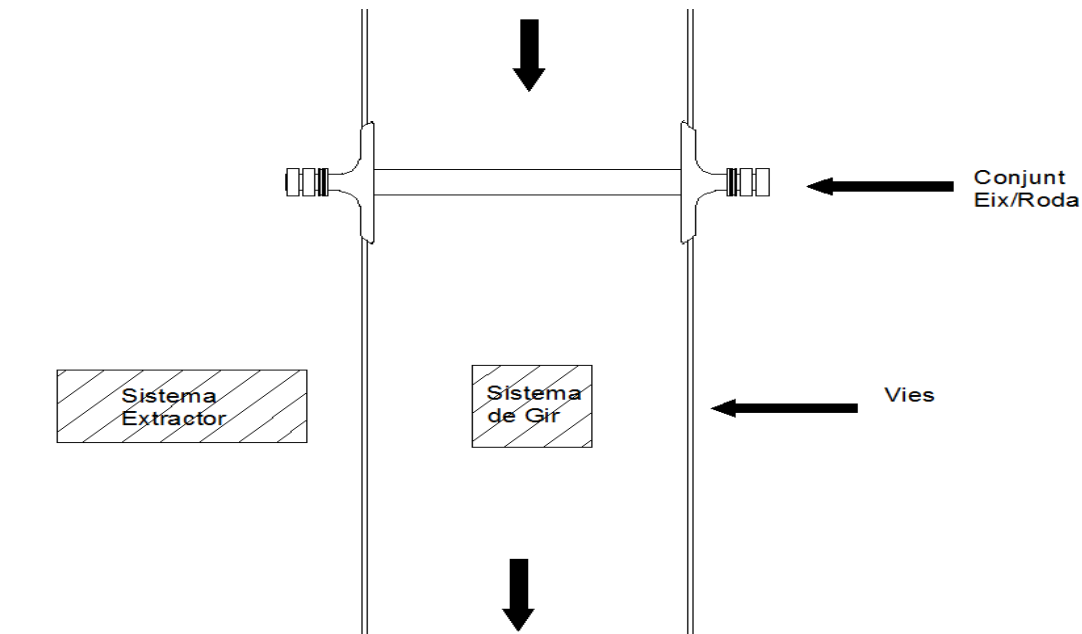


Figura 1.1. Esquema dels diferents elements del nostre disseny

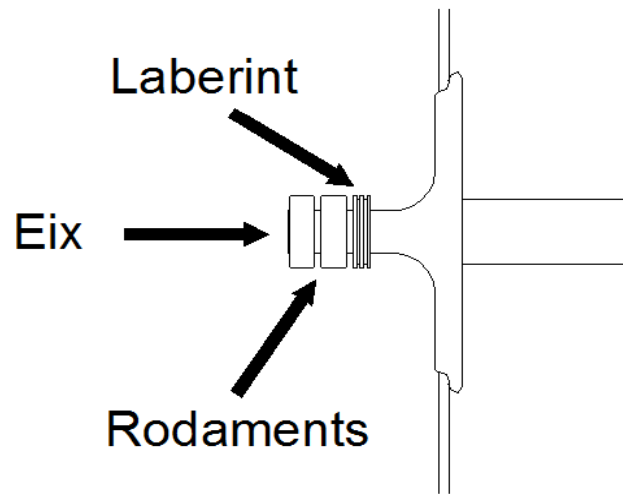


Figura 1.2. Detall dels elements a extreure

1.2 Objecte

És el disseny d'un extractor de rodaments en sec, és a dir sense la injecció d'oli a pressió entre l'eix i el rodament; el disseny de la màquina permet fer l'extracció dels dos rodaments i el laberint alhora.

A més, la màquina que s'ha dissenyat, té flexibilitat a l'hora de col·locar-se per fer l'extracció, això facilita l'extracció dels rodaments dels conjunts eix/rodes amb mesures diferents, també és una màquina que és de fàcil posicionament gràcies als mecanismes de moviment que porta.

1.3 Abast

En aquest projecte es pretén realitzar el disseny de tots els elements necessaris per poder dur a terme satisfactòriament l'extracció. Aquests elements els separarem en 2 blocs: el bloc que durà a terme l'extracció i el bloc que ens permetrà la col·locació del primer bloc correctament. Pel primer bloc s'haurà de calcular i dissenyar la taula, el cilindre hidràulic, el mecanisme extractor i el mecanisme que permetrà el desplaçament del cilindre hidràulic. Pel segon bloc s'haurà de dissenyar i calcular el mecanisme que elevarà o baixarà el primer bloc i l'estructura que suportarà tota la màquina.

1.4 Especificacions

En aquest apartat es donarà tota la informació essencial de la màquina per tenir-hi un coneixement suficient i així saber quines característiques té i si s'adapta al que el client necessita.

ASPECTES GENERALS

ALÇADA	1200 mm
AMPLADA	600 mm
LLARGADA	1500 mm
PES TOTAL	400 kg

Taula 1.1 Aspectes generals

MOTOR

POTÈNCIA	0,37kW
TENSIÓ	380 V
VELOCITAT D'ELEVACIÓ	20 mm/s
ALÇADA MIN/MAX TAULA	300 mm/1000 mm

Taula 1.2 Motor

CILINDRE HIDRÀULIC

PRESSIÓ ENTRADA	200 bar
DIÀMETRE ÈMBOL	230 mm
CARRERA	500 mm
FORÇA DE SORTIDA	780 kN
VELOCITAT DE SORTIDA	variable

Taula 1.3 Cilindre hidràulic

ALTRES

MATERIAL MÀQUINA	ACER EN-10025 / EN-10083-1 / EN-10025-S 275JR / EN-10327
------------------	---

Taula 1.4 Altres especificacions

2. DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ

En aquest apartat s'intentarà descriure de la forma més clara possible els diversos elements que integren la màquina, a més d'explicar les raons, quan sigui necessari, d'haver-los elegit/fabricat de la manera com s'ha fet.

En aquest projecte podem diferenciar 2 grans conjunts, el sistema extractor i el sistema de desplaçament transversal, per una banda i l'estructura i el sistema de desplaçament vertical, per l'altra. Ens referim que es poden diferenciar dos grans conjunts, perquè realment és l'única forma de separar la màquina sense descargolar ni un cargol. Aquests dos conjunts, un cop units, formen el nostre projecte com és pot veure a la figura següent.

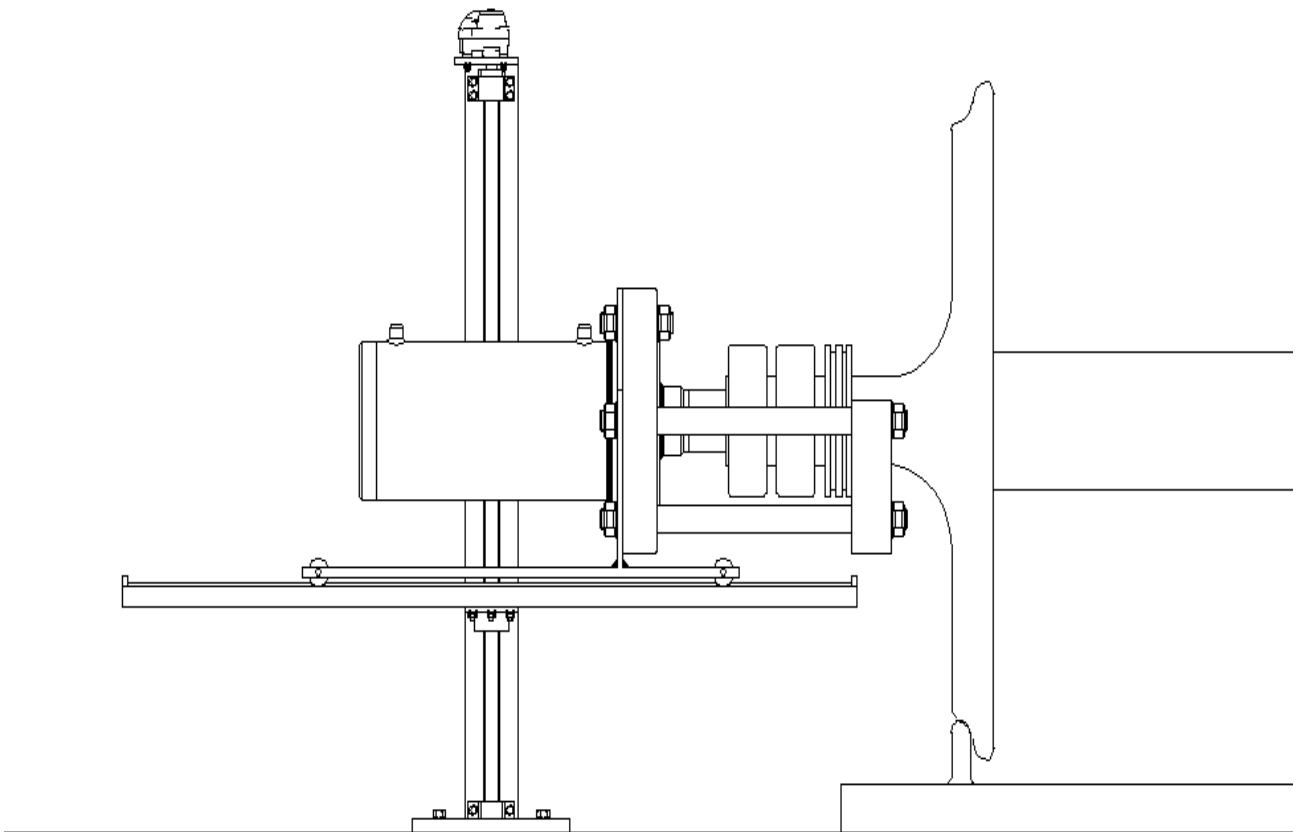


Figura 2.1 Projecte Extractor de rodaments dels conjunts eix/roda dels trens un cop ensamblat

MEMÒRIA

Per fer l'apartat de la descripció de la solució més clar o més estructurat hem decidit de separar la màquina en 4 conjunts, que, tot i no estar realment separats entre ells, sí que tenen una funció clarament diferenciada: el conjunt extractor, el conjunt de desplaçament transversal, el conjunt de desplaçament vertical i el conjunt estructural.

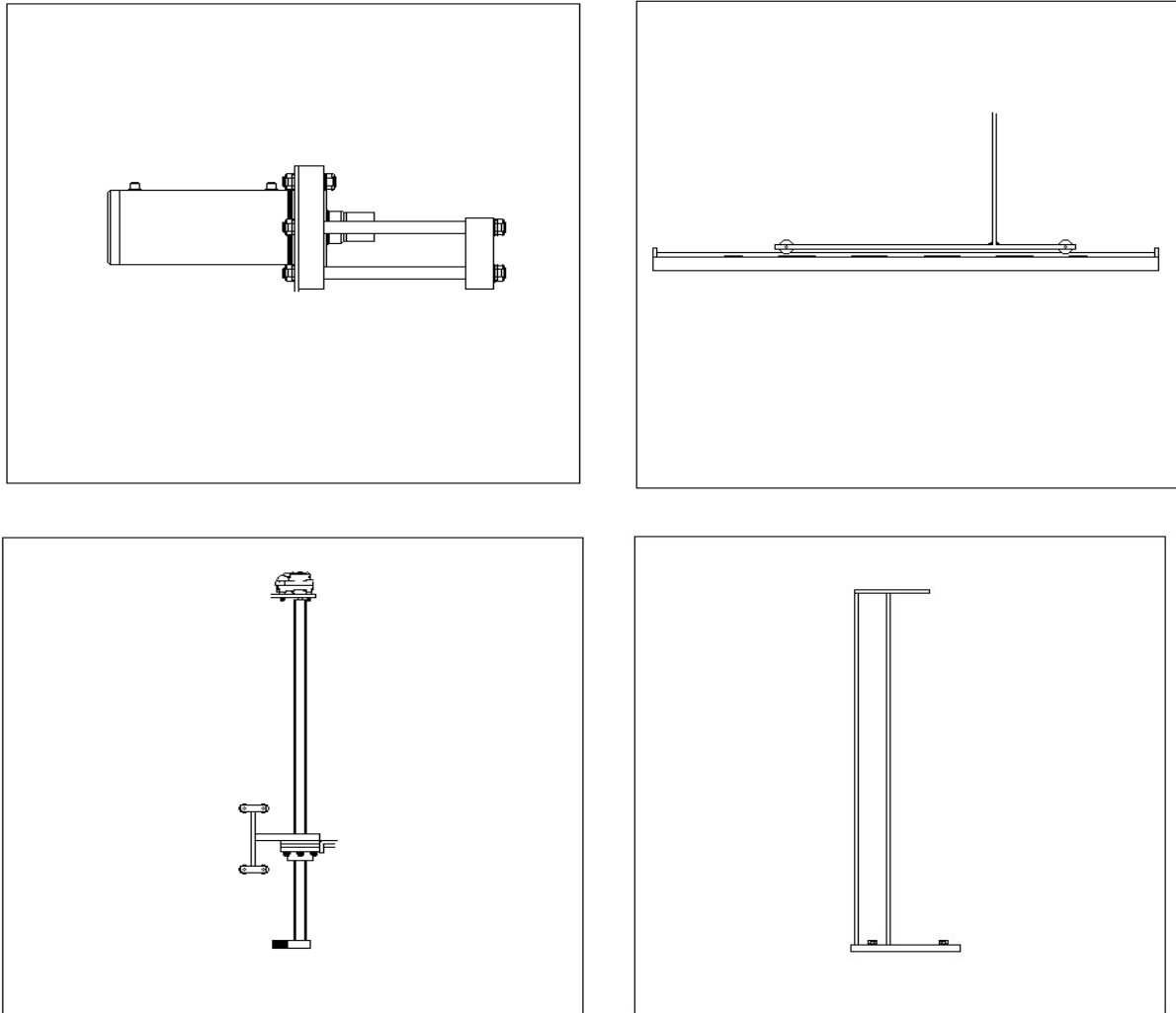


Figura 2.2 Els 4 conjunts que conformen la màquina, d'esquerra a dreta i de dalt a baix: conjunt extractor; conjunt de desplaçament transversal, conjunt de desplaçament vertical, conjunt estructural

2.1 Conjunt extractor

Aquest conjunt és l'encarregat de realitzar l'extracció i està conformat per 4 parts, aquestes parts són:

- BARRA EXTRACTORA

La barra extractora realment té dues funcions: la principal, que seria la d'extracció dels

MEMÒRIA

rodaments i l'altre funció, que és la de subjectar el cilindre hidràulic al carro de desplaçament vertical.

A la màquina hi ha 4 barres extractores ja que és el número màxim que s'hi podia col·locar sense impossibilitar la correcta col·locació del conjunt eix/rodes. El fet de no poder col·locar- hi les 6 barres que permetia la brida del cilindre hidràulic ha fet que s'hagi hagut d'escollir un material amb un límit elàstic bastant elevat per evitar comprometre la seguretat del cilindre hidràulic modificant-li els diàmetres dels forats de la brida. Cal mencionar que a l'annex A *Estudi de solucions conceptuals* es va estudiar la possibilitat de canviar les barres per un altre mecanisme que hagués permès utilitzar els 6 forats que ens permetia la brida.

Per altra banda, aquesta peça es subjecta a les altres mitjançant les rosques; no obstant això, s'ha hagut de fabricar una rosca de pas fi perquè pugui suportar l'esforç sense perill de deformar-se i causar un desperfecte a la màquina.

- CAPÇAL EXTRACTOR

És la peça que subjecta les barres extractores i que només té una única funció, la d'exercir una reacció sobre el laberint de l'eix del conjunt eix/roda per tal d'aconseguir extreure'l juntament amb els rodaments.

Aquesta peça també s'ha fabricat amb un acer d'alta resistència elàstica, ja que està sotmesa a uns esforços molt grans; tot i així, s'ha hagut de fabricar amb un gruix considerable. A l'annex B *Càlculs tècnics* s'estudien tots els punts que s'han considerat necessaris per elegir quin és el gruix correcte que ha de tenir el capçal.

Per altra banda, el capçal extractor únicament serveix per extreure un tipus de laberint, ja que se li ha realitzat un encaix específic perquè encaixi amb un únic tipus de laberint,. Si algun dia és necessari d'extreure uns rodaments d'un conjunt eix/roda amb un laberint diferent, s'haurà de fer un altre capçal específic per aquelles dimensions; si no es fa així, es pot acabar malmetent el capçal.

- ESPÀRREC M30

Aquesta peça és la que substitueix a la barra extractora per la funció de subjecció del cilindre hidràulic amb el carro de desplaçament transversal en els forats de la brida on no hi pot haver cap barra extractora.

Aquesta peça és del mateix material que la barra extractora amb una rosca del mateix pas, però no té unes dimensions tan llargues com la barra extractora a causa de que únicament necessita realitzar la funció de subjecció.

-CILINDRE HIDRÀULIC

Es l'última peça del conjunt d'extracció i la peça al voltant de la qual gira tota la màquina.

El cilindre hidràulic és la peça que s'encarrega d'exercir la força que extraurà els rodaments; per poder exercir-la necessita que la bomba li subministri l'oli hidràulic a una pressió mínima de 200 bar.

2.2 *Conjunt de desplaçament transversal*

Aquest conjunt és l'encarregat de permetre el desplaçament del cilindre hidràulic durant l'extracció.

Està format per les següents parts:

-CONJUNT TAULA/GUIES CILINDRE HIDRÀULIC

Aquest conjunt es podria separar en 2 elements, però a causa de que estan soldats i realment tenen la mateixa funció hem decidit deixar-los com un de sol. Aquest element és l'encarregat de permetre que el cilindre hidràulic pugui desplaçar-se durant l'extracció. A més, a la taula se li han realitzat els forats que collaran tot el conjunt al cargol de potència.

- CARRO DE DESPLAÇAMENT TRANSVERSAL

El carro de desplaçament transversal és l'element que suporta tot el conjunt extractor.

Si bé hem explicat que la taula és l'element que permet el desplaçament del cilindre hidràulic durant l'extracció aquest comentari no és del tot correcte, ja que per ser més precisos hauríem d'explicar que l'element taula/guies ens aporta el camí que seguirà el cilindre i ens evita qualsevol desplaçament no desitjat. Però el que permet que tot el conjunt es mogui són les rodes que porta el carro de desplaçament transversal.

Aquestes rodes han estat fabricades amb un perfil que s'adapta al perfil de la guia per impedir que puguin sortir-ne, d'aquesta manera s'impedeix cap desplaçament no desitjat.

A l'annex A *Estudi de solucions conceptuals* s'ha estudiat la possibilitat d'utilitzar diferents mètodes per realitzar el desplaçament del cilindre hidràulic.

Tots els elements que s'han fabricat en aquest conjunt porten un acer corrent, ja que no estan sotmesos a cap pressió o esforç que requereixi d'un acer d'alta resistència.

2.3 *Conjunt de desplaçament vertical*

El tercer conjunt o conjunt de desplaçament vertical és el conjunt encarregat d'eleva o baixar el cilindre hidràulic, segons ho requereixi la situació, no obstant això, aquest desplaçament vertical sempre ha de ser amb una flexió mínima, és a dir, sense que la taula quedi inclinada a causa del seu pes. Aquest conjunt el formen els següents elements:

- CARGOL DE POTÈNCIA

El cargol de potència amb tots els seus elements és l'encarregat d'enllaçar la taula amb el cilindre hidràulic amb la resta de la màquina.

Els diversos elements que formen el cargol de potència són la femella i el suport inferior. El que fa el cargol de potència és girar gràcies al motorreductor i, segons el seu sentit de gir, fa que la femella s'elevi o descendeixi.

La femella és la peça que subjecta la taula; així doncs, quan s'eleva o descendeix transmet aquest moviment a la taula també.

MEMÒRIA

El suport inferior és l'encarregat de subjectar el cargol de potència per la metxa inferior i així fer que el seu únic moviment sigui el de rotació.

A la part superior també hi ha un element que impedeix qualsevol moviment, exceptuant la rotació que és el motorreductor.

Aquest element en concret s'ha considerat més perillós que la resta i a l'annex C *Expedient de seguretat* s'ha redactat una sèrie de punts a seguir per fer-lo més segur.

- CARRO DE DESPLAÇAMENT VERTICAL

El carro de desplaçament vertical, a diferència del carro de desplaçament transversal, no és l'encarregat de fer desplaçar la taula, sinó que la seva funció és la d'evitar que el cargol de potència pateixi cap moment flector que impediria la seva rotació i acabaria malmetent-lo. Aquest element és un carro que està subjecte al cargol de potència per la femella i que està en contacte amb la biga gràcies a les seves rodes; i són aquestes rodes les que impedeixen que el cargol carregui amb cap esforç perquè són elles les que transmeten el moment flector a la biga.

-MOTORREDUCTOR

El motorreductor té com a funció principal fer girar el cargol de potència per tal d'eleva la taula, a més també té com a funció mantenir el cargol de potència completament subjecte impedit-li cap moviment no desitjat.

El motorreductor transmet el gir al cargol de potència gràcies a la metxa que se l'hi ha fet al seu extrem superior que s'adapta perfectament a l'eix buit del motor.

Aquest motorreductor és un motor d'eix buit, ja que així aprofitem que es pot crear un eix al cargol de potència i no s'han de col·locar engranatges per transmetre el moviment.

- GRUIX

Aquest element és una peça que no té cap funció relacionada amb el desplaçament vertical, tot i que és el conjunt al qual pertany, ja que és la peça encarregada de donar un cert espai al cargol de potència per permetre col·locar-hi la femella sense impediments a causa del conjunt estructural.

2.4 *Conjunt estructural*

L'últim conjunt o el conjunt estructural és l'encarregat de suportar la màquina i mantenir-la estable.

Està format per un únic element:

- CONJUNT BIGA/PLATINES MOTOR-TERRA

Com ja ha passat en alguna peça anterior tot i ser un únic element, aquest element en si és un conjunt format per diverses peces. Totes elles estan pensades per mantenir la màquina, com ja hem explicat al principi d'aquest conjunt, estable i subjecta al terra.

MEMÒRIA

Així doncs, el conjunt està format per 3 peces, que cada de les quals una té una funció diferent. La primera peça és la platina de terra, la funció de la qual és la de subjectar tota la màquina al terra i evitar que caigui o es desplaci.

La segona peça és la biga; aquesta peça és l'encarregada de suportar tots els moments i esforços que reben les diverses peces que han de fer altres funcions a causa del pes de la màquina.

La tercera i última peça és la platina del motor, que s'encarrega de mantenir el motor subjecte i, per tant, mantenir el cargol de potència completament vertical.

3. *FUNCIONAMENT*

La màquina funciona de la següent manera: inicialment, la màquina estarà parada; així que l'engegarem i abaixarem la taula fins a baix de tot. Un cop tinguem el cilindre hidràulic sota la cota de l'eix del conjunt eix/rodes, farem rodar aquest per la via fins a posicionar-lo sobre el capçal extractor, aquest pas es veu representat a la figura 3.1. Un cop tinguem el conjunt col·locat, procedirem a encaixar el capçal al laberint elevant la màquina (la figura 3.2 mostra aquest punt).

Quan el cilindre hidràulic estigui aliniat amb l'eix del conjunt podrem començar a efectuar l'extracció, així que engegarem la bomba i farem sortir el vasteg del cilindre fins que els rodaments i el laberint estiguin completament fora de l'eix la figura 3.3 mostra aquest punt.

En recular el vasteg s'ha d'anar en compte ue el laberint i els rodaments no caiguin al terra, ja que quedarien bruts i potser marcats per algun tros de ferritja.

Un cop els rodaments i el laberint han estat retirats, tornarem a abaixar la taula per permetre fer el gir al conjunt eix/rodes i d'aquesta manera poder fer l'extracció de l'altre costat.

Quan finalment hem acabat de fer l'extracció, retirarem la roda a l'espera de començar amb la següent.

La roda retirada seguirà el seu camí cap a una altra màquina que li separarà les rodes de l'eix o cap a un torn que la mecanitzarà.

Aquest seria el cicle de treball que realitzarà la màquina.

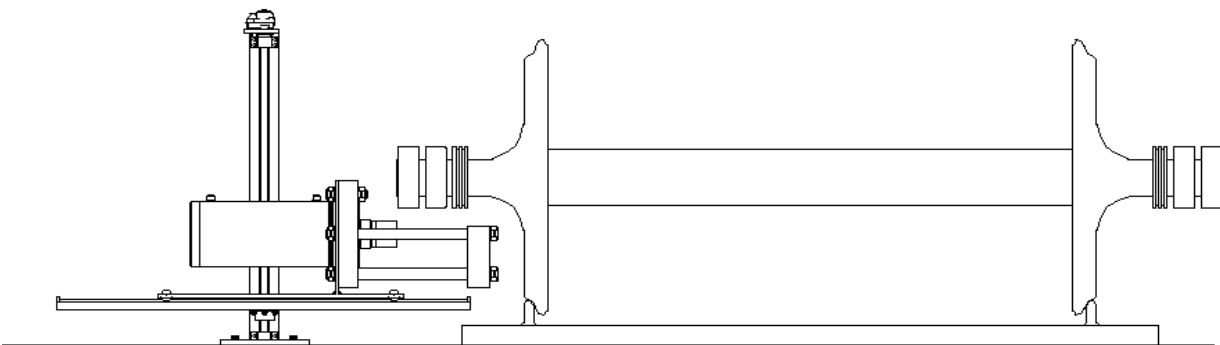


Figura 3.1 Col·locació del conjunt eix/roda sobre el cilindre hidràulic

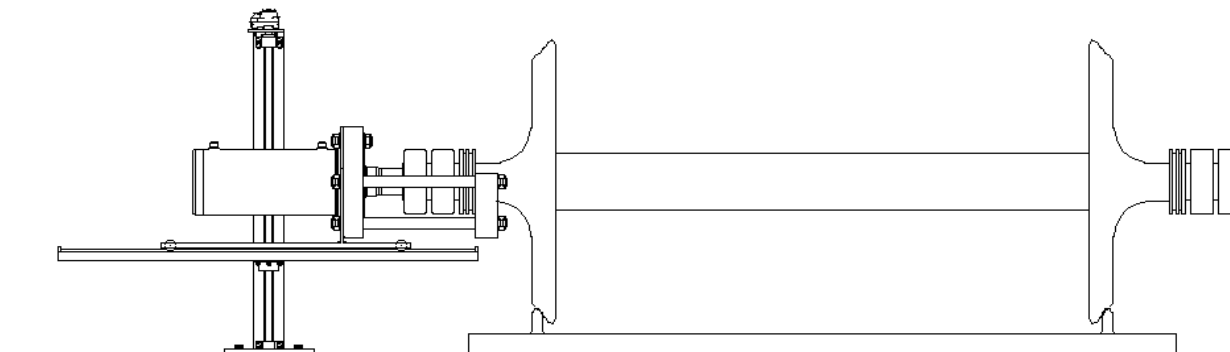


Figura 3.2 Elevació de la taula del cilindre hidràulic per començar a fer l'extracció

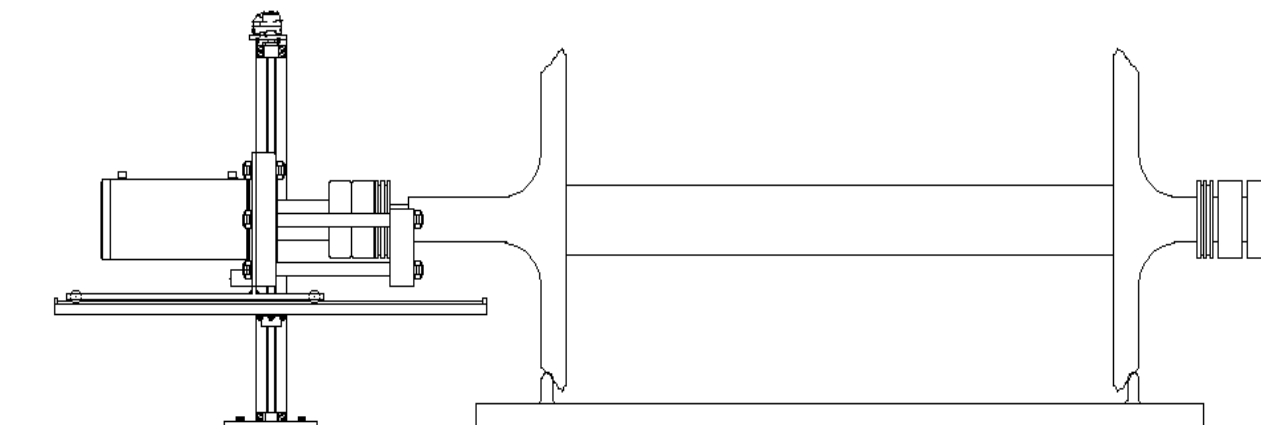


Figura 3.1 Realització de l'extracció dels rodaments i el laberint

4. RESUM DEL PRESSUPOST

El pressupost total del projecte sense tenir en compte l'IVA és de 5239.56 €

5. *CONCLUSIONS*

Una vegada hem finalitzat el projecte, podem afirmar que hem complert tots els objectius. Per tal d'assolir-los, hem dissenyat una màquina que pot extreure els 2 rodaments més el laberint dels conjunts eix/rodes dels trens sense tenir en compte quin tipus de laberint porten o quines dimensions té el conjnt.

No obstant això ara que ja s'han dut a terme els càlculs i el disseny d'un projecte concret, es poden extreure les següents conclusions sobre el treball que s'ha realitzat:

- La màquina funcionarà millor si, en comptes de realitzar una extracció en sec com s'ha fet en el projecte, s'injecta oli a les pistes interiors abans de començar a extreure els rodaments. Aquest pas ens podrà evitar que alguns eixos resultin marcats a causa de l'extracció en sec i la pressió requerida disminuirà de manera significativa.
- La màquina podria ser més efectiva a l'hora d'efectuar les extraccions si en comptes d'estar cargolada al terra, fos mòbil amb unes rodes a la base. D'aquesta manera, en comptes de moure els conjunts eix/roda fins a la màquina, fer l'extracció i passar al següent, es podria col·locar la màquina a un extrem de tota una fila conjunts eix/rodes i anar realitzant-ne l'extracció amb un desplaçament mínim i sense haver de fer el gir.

6. RELACIÓ DE DOCUMENTS

-MEMÒRIA

ANNEX A: ESTUDI DE SOLUCIONS CONCEPTUALS

ANNEX B: CÀLCULS TÈCNICS

ANNEX C: EXPEDIENT DE SEGURETAT

-PLÀNOLS

-PLEC DE CONDICIONS

-ESTAT D'AMIDAMENTS

-PRESSUPOST

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] A. L. CASILLAS. (2004). *Máquinas*. Artes Gráficas ENCO S.L.
- [2] Shigley, J. E., Uicker, J. J., & Castellanos, J. H. P. (1983). *Teoría de máquinas y mecanismos*. McGraw-Hill.
- [3] Martínez Martínez, J. A. (2012). Cálculo de uniones atornilladas en el diseño de maquinaria.
- [4] Elements de màquines; Narcís Gascons. (2012); UdG
- [5] Sabimet S.A;
<http://www.sabimet.com/CATALOGO%20DE%20PRODUCTOS%20SABIMET.pdf>
- [6] HIWIN; Cargol de potència
http://www.grupogaes.com/wp-content/uploads/2014/08/CATALOGO_HUSILLOS.pdf
- [7] Circrosa; Cilindre hidràulic
<http://www.circrosa.com/pdf/cilindros/2/BridaDelantera.pdf>
- [8] Siemens; Motorreductor;
https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/drive_tech/Documents/Catalogo%20Motorreductores.pdf
- [9] SKF; Rodaments;
<file:///C:/Users/user/Downloads/Deep%20groove%20ball%20bearings,%20single%20row%20-%2061800.pdf>

ANNEX A ESTUDI DE SOLUCIONS CONCEPTUALS

En aquest annex pretenem explicar cada una de les parts que formaran el nostre projecte, així com les diferents solucions plantejades que s'han de dur a terme per resoldre els problemes, a més d'explicar el perquè de cada solució triada.

També farem una breu introducció dels passos que se seguiran per dur a terme el nostre projecte, que és el d'extreure els rodaments dels conjunts eix/roda dels trens.

A.1 Introducció al funcionament del mecanisme i llistat d'operacions

Per entendre el que volem fer és necessari de conèixer alguns conceptes previs.

Els trens, com tots sabem, estan formats per la locomotora (el primer vagó), i els vagons pròpiament dits així. Aquests vagons reposen damunt d'uns conjunts eix/rodes. Aquests conjunts estan formats per un eix, dues rodes (una a cada costat de l'eix) i, després de cada roda, hi ha un laberint i dos rodaments, aquests elements van tapats amb una caixa.

Els conjunts eix/rodes que s'extreuen a l'estació de manteniment, on necessiten el projecte que ens ocupa, únicament tenen el conjunt eix/rodes (no porten el vagó a sobre).

Un cop hem introduït els conceptes bàsics per entendre el desenvolupament del projecte, llistarem els blocs de treball que seran necessaris per poder efectuar l'extracció, a més de la seqüència de passos que se seguiran.

1. Els diferents elements o blocs són:

(Podem veure els diferents blocs a la figura A.1)

- La via*: per on es mourà la roda (sinó seria molt difícil posicionar-la correctament)
- Un mètode de gir*: nosaltres farem un mecanisme per extreure els rodaments, però només podrà extreure'ls a un costat; per tant, necessitem un mètode per poder girar el conjunt i extreure el de l'altre costat.
- Una estació d'extracció*: on hi haurà el cilindre hidràulic amb el mecanisme que dissenyarem, que extraurà els rodaments.

2. Els passos a seguir són:

(Podem veure com està formada la part a extreure a la figura A.2)

- Pas 1*: S'agafa una roda a la qual se li hagin d'extreure els rodaments i es col·loca a la via
- Pas 2*: Un cop a la via es mourà fins a posicionar-la sobre el braç extractor, el qual posteriorment serà acoblat al laberint.

MEMÒRIA

-Pas 3: Comencem a fer l'extracció dels rodaments i el laberint; un cop extrets tots els elements, girarem el conjunt i repetirem l'operació a l'altre costat.

-Pas 4: Quan la roda ja no té rodaments ni laberints, continua el seu camí per la via fins a la següent estació, que pot ser el torn o una màquina que li separarà les rodes de l'eix.

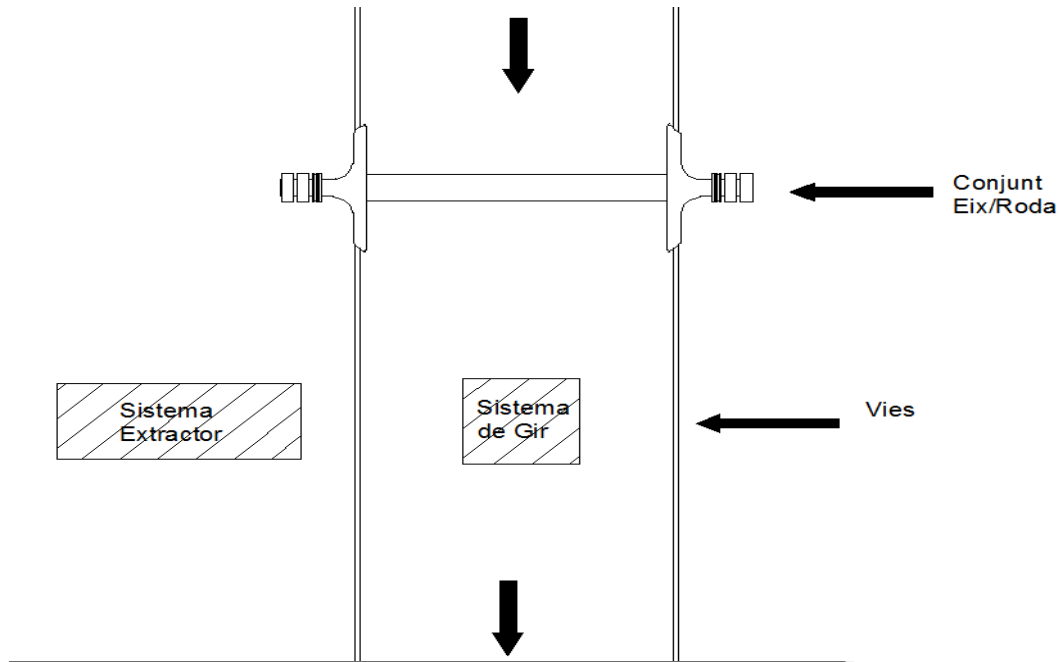


Figura A.1.1 Esquema dels diferents elements del nostre disseny

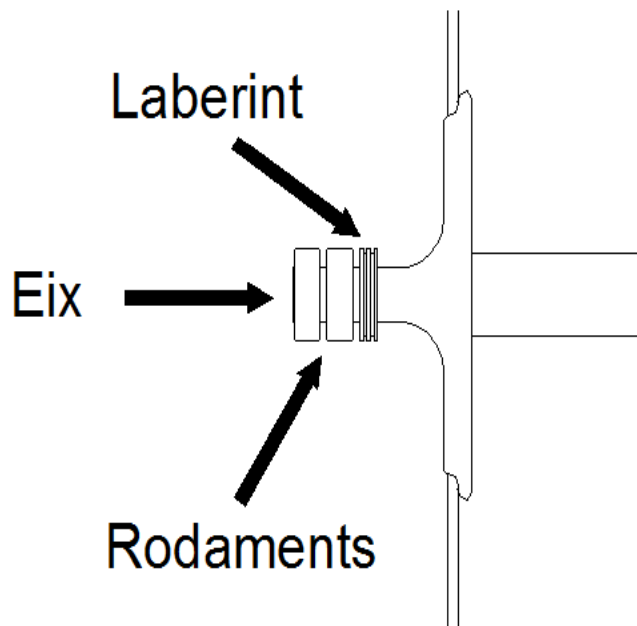


Figura A.1.2 Detall dels elements a extreure

A.2 Mecanisme de gir del conjunt eix/rodes

Tot i que nosaltres farem el projecte únicament centrant-nos en disenyar l'estació d'extracció, hem cregut convenient indicar quines opcions veïem viables per efectuar el gir.

Per poder dur a terme la tasca d'extracció dels rodaments dels dos costats del conjunt eix/roda hem de poder girar-la, per fer-ho hem desenvolupat dues idees:

- Terra giratori*: La idea és, al punt d'extracció del conjunt eix/rodes, construir una plataforma al terra que li permeti rotar sobre el seu centre i amb aquest mètode poder girar la roda (veure figura A.3). Com que es tracta d'una tasca que no és gens costosa de fer a nivell físic, la durem a terme manualment, és a dir, l'operari girarà la roda amb els braços.
- Cilindre hidràulic*: Fent servir un pistó hidràulic col·locat al centre de la via del punt d'extracció, elevarem el conjunt eix/roda i, un cop elevat, el girarem (veure figura A.3). Tot i que el sistema d'elevació pot ser motoritzat, el gir en si, com a l'altre mètode, el durà a terme l'operari manualment..

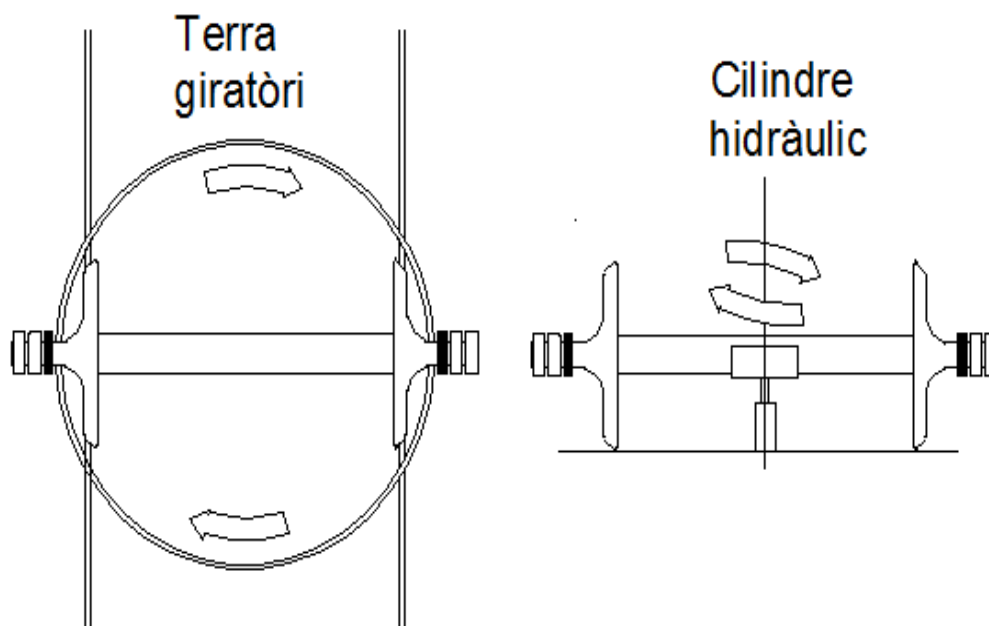


Figura A.2. Les diferents opcions per dur a terme el gir de la roda

TERRA GIRATORI	CILINDRE HIDRÀULIC
Per girar el conjunt eix/roda no hem d'accionar cap actuator, únicament l'operari haurà de fer girar la roda manualment	Té un temps d'implementació inferior al terra giratori.
El fet de no haver d'elevat la roda ens permet no haver de fer cap muntatge addicional per evitar el risc de caiguda.	Aquest mètode no suposaria un impediment real si en un futur s'hagués de canviar la ubicació de l'estació d'extracció
És el mètode amb el cost econòmic més elevat	Tot i que el gir en si es farà manualment, necessitem d'un accionament per elevar el conjunt de la via.
Dóna una major velocitat de gir del conjunt eix/rodes, ja que no s'ha d'elevat prèviament	Té un cost econòmic inferior als altres mètodes presentats
Pot impedir o dificultar un futur canvi d'emplaçament del sistema extractor	Necessitem un muntatge addicional a part del pistó hidràulic per evitar una possible caiguda de la roda en girar

Taula A.2. Avantatges i desavantatges de les solucions del mecanisme gir eix-roda

Un cop avaluades les dues opcions que hem plantejat, la nostra opinió és la d'elegir el cilindre hidràulic per efectuar el gir.

A.3 Sistema d'extracció dels rodaments

Per poder extreure els rodaments dels conjunts eix/rodes necessitem d'una força que ens estiri els rodaments cap a fora de l'eix, aquesta força ens la donarà el cilindre hidràulic; a més, però, necessitem del mecanisme que ens estiri els rodaments. Aquest mecanisme és el nostre sistema extractor.

El sistema extractor ha de complir diferents requeriments perquè pugui desenvolupar la seva funció amb eficàcia.

El primer requeriment és que s'ha de poder acoblar al laberint que està situat darrera de l'eix, ja que és per on es farà l'extracció, per poder acoblar-se al laberint i que un cop extrets els rodaments d'un costat es pugui girar el conjunt. Per fer l'altre, necessitem que el nostre sistema extractor tingui una alçada regulable i que, per comoditat a l'hora de treballar, estigui sota l'eix i s'elevi fins acoblar-se a la part inferior del laberint.

El segon requeriment és que no pot ser una peça solidària amb el cilindre, ja que el capçal que s'acobla al laberint es pot malmetre a causa de l'ús i s'ha de poder canviar; a més, no tots els trens porten els mateixos conjunts eix/rodes, i, si un dia s'han d'extreure els rodaments amb un laberint diferent, necessitarem d'un capçal nou, i si és solidari no el podrem canviar.

L'últim requeriment és que el muntatge del sistema d'extracció no ha de suposar un cost excessiu de temps, ja que suposaria una ralentització important de la producció.

MEMÒRIA

Tenint en compte aquests requeriments vam, posar sobre la taula 2 idees diferents per resoldre aquesta qüestió:

-*Barres a tracció*: La idea és subjectar quatre braços als forats inferiors de la brida del cilindre hidràulic, amb una part mecanitzada a l'altre extrem on s'acoblarà el capçal intercanviable.

-*Mitja lluna*: Es subjectarà un tub tallat per la meitat a la brida del cilindre hidràulic i a l'altre extrem es mecanitzarà per acoblar-hi el capçal intercanviable

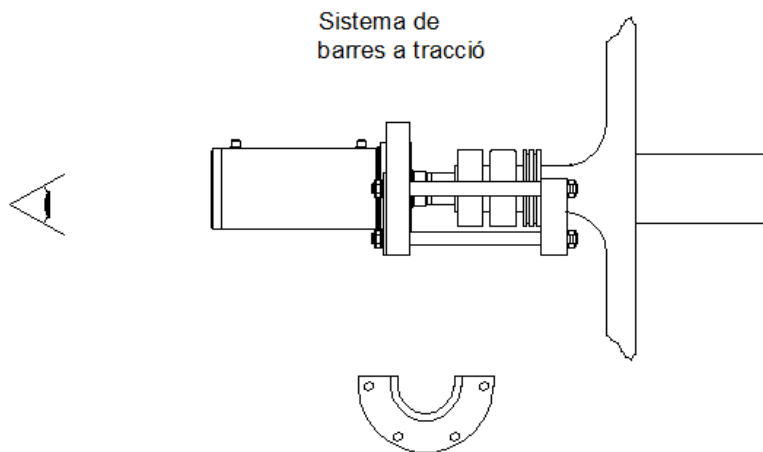


Figura A.3.1 Sistema d'extracció de barres a tracció amb detall del capçal

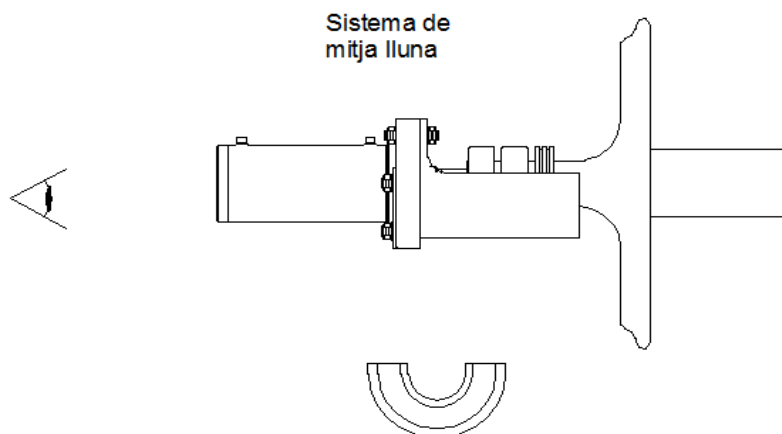


Figura A.3.2 Sistema d'extracció de mitja lluna amb detall del capçal

BARRES A TRACCIÓ	MITJALLUNA
Amb les barres a tracció no necessitem de soldadura, ja que porten una metxa roscada i collada amb una femella a la brida del cilindre	Per poder subjectar la mitja lluna a la brida haurem de soldar-hi un disc on farem els forat per roscar-lo a l'eix
El renovament de les parts del sistema d'extracció suposarà un cost inferior, tant temporal com monetari	El braç tindrà una menor fatiga formada pel treball a causa del seu perfil.
En no poder fer servir els 6 forats que porta la brida, haurem d'utilitzar un material de major qualitat perquè suporti l'esforç.	Podem subjectar el sistema extractor amb tots els forats de la brida
El capçal extractor anirà més ben subjectat, ja que estarà subjectat de la mateixa manera que ho estaran les barres a la brida.	Amb la mitja lluna, el capçal extractor no pot anar roscat i l'haurem de subjectar a la mitja lluna amb una pestanya soldada al braç

Taula A.3. Avantatges i desavantatges de les solucions del mecanisme d'extracció

Un cop fetes les consideracions, ens hem decantat per les barres a tracció.

A.4 Mètode per regular l'alçada de la taula

Per poder regular l'alçada de la nostra taula i d'aquesta manera poder elevar-la per acoblar el capçal al laberint, fer l'extracció, i, un cop acabada, baixar-la a una alçada suficient per permetre el gir del conjunt eix/roda, necessitem un nou mecanisme.

Aquest mecanisme a més de regular l'alçada del sistema extractor, també ha d'impedir que aquest perdi la seva horitzontalitat, ja que tenim un sistema que necessita fer un esforç amb la menor flexió possible.

Amb aquest punt a tenir en compte hem elaborat diverses idees per elevar el sistema extractor.

-4 cilindres hidràulics: Són 4 cilindres hidràulics col·locats als extrems de la taula, on hi haurà el cilindre hidràulic, que faran el guiatge i l'elevació alhora. És a dir, tant ens pujaran la taula com ens la mantindran horitzontal.

-Cargol de potència: És un sistema on la taula del cilindre hidràulic estarà subjecte a una barra roscada, la qual farà la funció d'elevació gràcies a un motor reductor que s'hi acoblarà; el guiatge el duran a terme unes rodes també subjectes a la barra roscada.

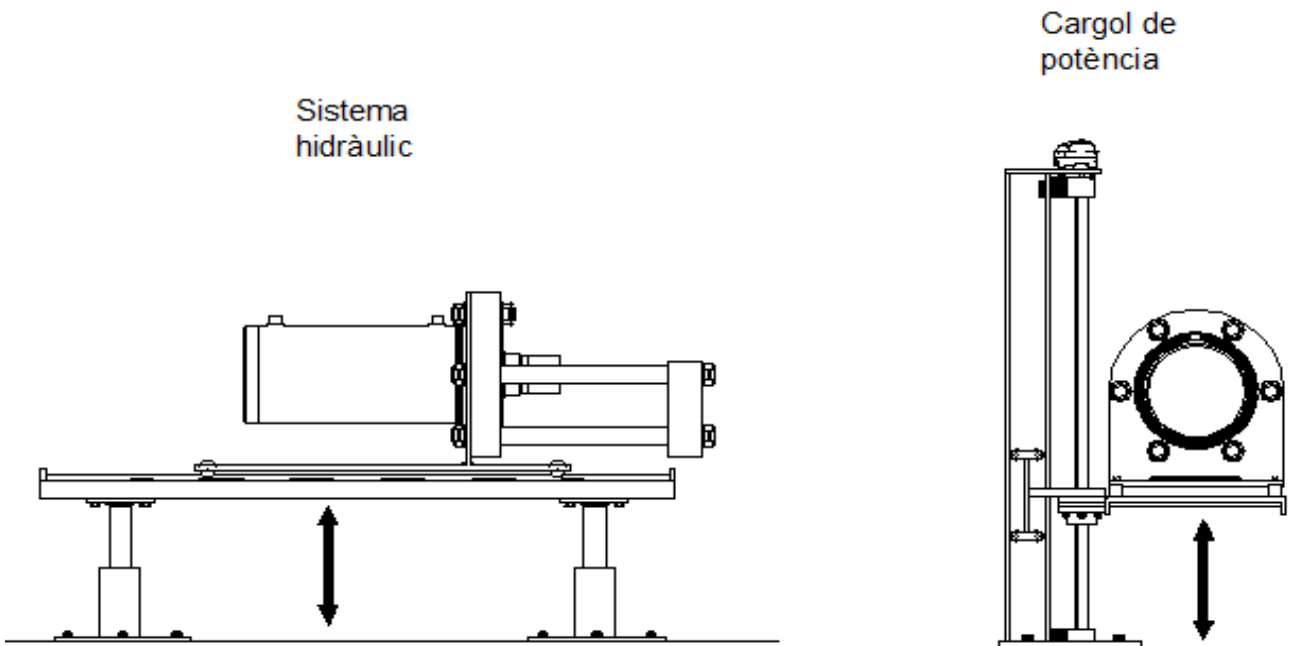


Figura A.4.1 Sistemes d'elevació del nostre sistema d'extracció

1 PISTÓ-2/4 PISTONS	CARGOL DE POTÈNCIA
Hi ha un punt a tenir en compte que pot generar un problema, l'alçada mínima que podrem assolir serà l'alçada del cos dels cilindres.	És un sistema que no té cap problema amb l'alçada a la qual ha de treballar, ja que pràcticament podem deixar la taula del sistema extractor a una alçada de pràcticament 0
És el mètode amb un cost econòmic més elevat	És el mètode amb el cost econòmic més baix
En ser un mecanisme hidràulic, l'operari pot regular la força que vol que els pistons exerceixin per elevar la taula i així donar la pressió justa per evitar algun accident o bé el trencament d'alguna peça causada pel descuit de l'operari	Necessitem d'un embragament pel mecanisme, ja que, en ser un motor electric el que fa elevar el conjunt, no té un regulador de potència, i si l'operari no manté l'atenció adequada al sistema mentre aquest estigui elevant-se, pot fer malbé el mecanisme si no el para a temps.

Taula A.4. Avantatges i desavantatges de les solucions d'elevació del nostre sistema d'extracció

Triarem la solució de la rosca, ja que suposarà un cost menys elevat ja que només necessitarem un motor i la barra roscada.

A.5 Sistema de connexió entre la taula i el cilindre hidràulic

Quan nosaltres estem realitzant l'extracció dels rodaments estem exercint una força a l'eix del conjunt eix/roda i una altra força al laberint perquè vagi sortint. Quan aconseguim que el laberint, i, a conseqüència els rodaments, es desplacin vol dir que el vasteg està sortint del cilindre i, per tant, el nostre cilindre s'ha de moure cap enrere per poder continuar amb l'extracció dels rodaments. Per fer possible aquest moviment de translació necessitem una guia.

Aquesta guia ha de desenvolupar dues tasques; la primera és guiar el cilindre de manera recta i horitzontal, la segona és mantenir el cilindre estable mentre s'estigui manipulant la màquina (elevant la taula, movent el cilindre, etc).

Les dues idees que hem proposat per resoldre-ho són:

- Guia amb rodes*: en aquest cas el cilindre hidràulic es mourà gràcies a unes rodes que es desplaçaran per sobre unes vies subjectes a la taula
- Guia perfil T*: el perfil T com diu el seu nom no se serveix de rodes per desplaçar-se, sinó que fa servir una guia en forma de T on als extrems porta una peça que fa el guiatge a causa del seu perfil.

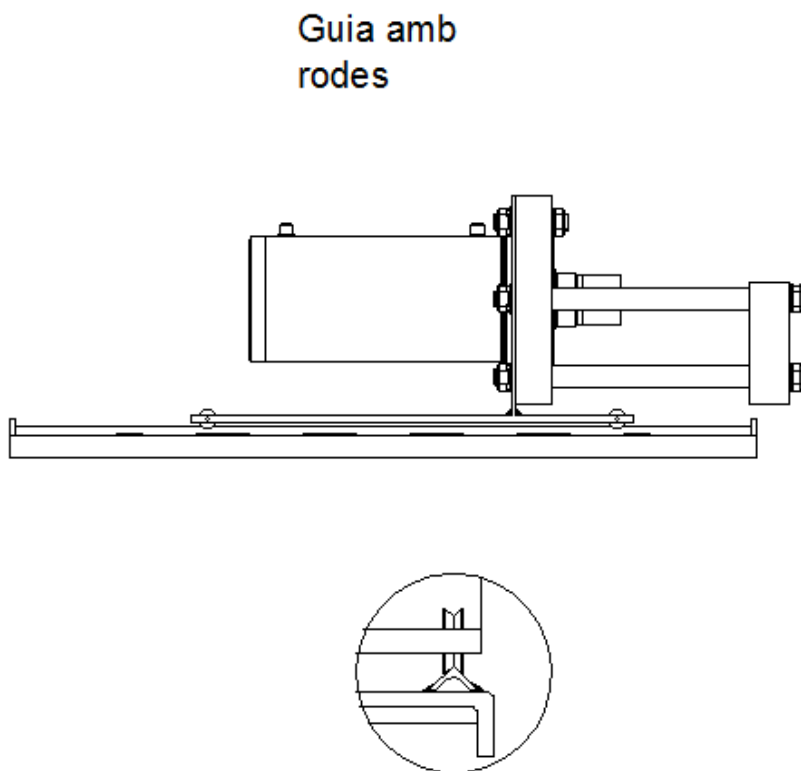


Figura A.5.1 Sistema de desplaçament transversal guia amb rodes

Perfil T

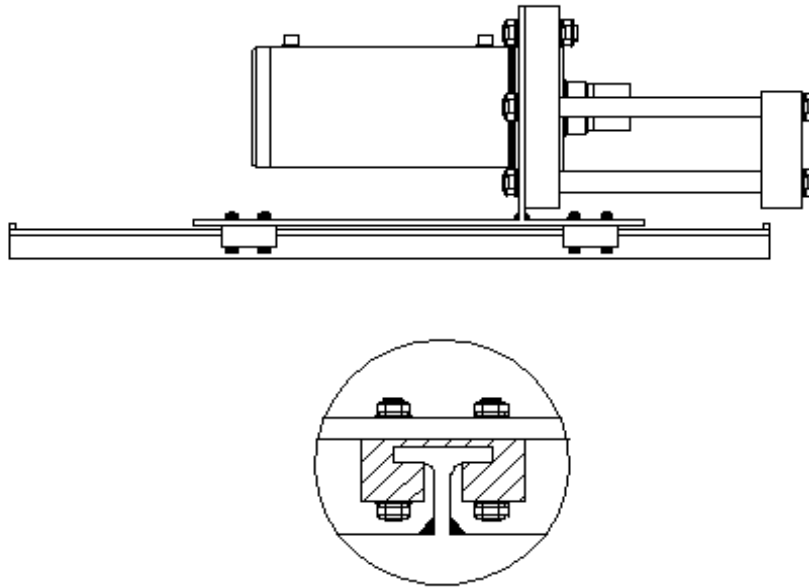


Figura A.5.2 Sistema de desplaçament transversal perfil T

GUIA AMB RODES	PERFIL T
<p>És un sistema amb un cost temporal i monetari inferior, ja que no s'ha de fabricar cap peça i els materials que es fan servir tenen un cost inferior.</p> <p>S'ha de parar una major atenció al disseny i muntatge per tal d'evitar una eventual inestabilitat del cilindre hidràulic mentre l'operària manipuli la màquina.</p>	<p>És un sistema de moviment més costós perquè usa materials més cars com el bronze i, a més, s'han de fabricar diverses peces, fet que encareix el cost.</p> <p>El mateix mecanisme de desplaçament impedeix qualsevol moviment no desitjat del cilindre hidràulic.</p>
<p>és un sistema molt fàcil de subjectar, ja que les guies van cargolades a la taula amb unes pestanyes, les quals porten un forat.</p>	<p>El perfil T, per subjectar-lo a la taula, s'haurà de soldar; això li dóna una major fortalesa i unitat al conjunt, però alhora fa que sigui més complicat de reemplaçar si un dia se'n tingués la</p>

Taula A.5. Avantatges i desavantatges de les dues opcions per realitzar el moviment horitzontal.

Un cop avaluades les dues propostes hem decidit d'implementar la de la guia amb rodes.

ANNEX B CÀLCULS TÈCNICS

B.1 Introducció

En aquest annex ens disposem a explicar de forma analítica el perquè de les formes, distàncies, mesures o materials que s'utilitzaran en la construcció del projecte que ens ocupa. A més en aquest annex es mostrarà, quan no siguem nosaltres els qui dissenyem la peça/conjunt, el procés de valoració i elecció en un catàleg d'aquella peça més adient.

B.2 Càlcul de la força d'entrada del rodament

Per poder extreure els rodaments del conjunt eix/rodes necessitem fer una força igual o major que la que es va fer al seu moment per entrar-los. Així doncs, necessitem saber quina força d'entrada tenen.

Abans de posar-nos a calcular necessitem conèixer les dades de què disposem, aquestes dades són:

Rodaments de rodets de doble filera de rodets cilíndrics.

Els rodaments en estar usats no se'ls pot identificar amb cap referència ja que aquesta no es coneix; no obstant això, sí que s'ha pogut obtenir mitjançant eines de mesura les dades d'aquests.

a) Mesures del rodament:

Amplada del rodament, $L=73$ mm
Diàmetre exterior, $D=220$ mm
Diàmetre interior, $d=130$ mm

b) Encastament del rodament:

Tot i que els rodaments tenen un enclavament mitjà que seria $0,0005 \cdot d$, l'enclavament del rodament s'ha calculat amb l'expressió $0,001 \cdot d$, que és l'expressió que s'utilitza per enclavaments molt forts [1]. A més suposarem que la lubricació és nul·la, ho fem així perquè és el cas més desfavorable, ja que no sabem si tots i cada un dels rodaments que extraurem estan degudament lubricats o si algun d'ells s'ha entrat amb una força superior a la que li pertocaria.

Amb aquestes dades extraïem que la tolerància a la qual han estat entrats els rodaments és de:

$A_{pr}=0,13$ mm

c) Material del conjunt eix/roda:

Acer amb un mòdul elàstic $E=210\ 000$ MPa

d) Material del rodament:

Abans de començar amb el càlcul és necessari fer un últim incís, i aquest és que l'expressió que emprarem per calcular la pressió de contacte és una expressió que ha estat dissenyada per calcular la pressió entre un eix (massís o no) i un cilindre. Així que quan nosaltres utilitzem la dada del gruix total del rodament, en realitat estarem realitzant un càlcul conservador, ja que la mesura correcta per aquesta cota seria el diàmetre exterior de la pista interior del rodament.

Aquest càlcul es farà així perquè d'aquesta manera no serà necessari donar un factor de seguretat perquè ja el tindrem inclòs en haver suposat un encastament de major grau, una lubricació nul·la i una pressió major.

Un cop fet l'incís, començarem els càlculs de la pressió de contacte que hi ha entre els rodaments i l'eix [4].

$$P = 0.5 \frac{Apr}{\left(\frac{r}{E} \cdot \frac{R+r}{R-r} + \nu\right) + \left(\frac{r}{Ei} \cdot \frac{R+ri}{R-ri} + \nu i\right)}$$

on tenim que Apr és la tolerància de l'encastament, la R és el radi exterior del rodament, r és el radi que té l'eix, ri és el radi interior de l'eix, E és el mòdul elàstic del material i ν és el coeficient de poisson.

Com que el nostre eix no té cap ri i que E i ν tenen el mateix valor tant per a l'eix com per al rodament, aquesta fórmula es pot simplificar a:

$$P = \frac{Apr \cdot E \cdot (R^2 - r^2)}{(4 \cdot R^2 \cdot r)}$$

Com que hem pres totes les mesures amb diàmetres adaptarem la fórmula

$$P = \frac{Apr \cdot E \cdot (D^2 - d^2)}{2 \cdot D^2 \cdot d}$$

on D és el diàmetre de l'exterior del rodament i d és el diàmetre de l'eix

D'aquesta fórmula extraiem la pressió de contacte P 68,33MPa

També es necessita conèixer l'àrea de contacte entre el rodament i l'eix (Ar):

MEMÒRIA

$$A_c = L \cdot \pi \cdot d$$

on d és el diàmetre interior, i L és la longitud del rodament.
S'obté una A_c de $29,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Finalment, buscarem la força de fricció eix/rodament, que és la força resistent que haurem de vèncer per extreure el rodament.

$$F_f = N \cdot \mu_e$$

Sabent que no hi ha lubricació, la μ_e s'estima de 0,2 i la N és la força normal que fa l'eix sobre el rodament. A més, hem de considerar que tenim dos rodaments i que els volem extreure alhora. Per tant,

$$N = P \cdot A_c \cdot 2$$

Substituint la força total sobre el rodament a la fórmula de la força de fricció, obtenim una F_f de $780 \cdot 10^3 \text{ N}$

En aquest cas, com que s'ha fet servir una fórmula per enclavaments forts i els rodaments vam entrar amb un enclavament mig, aquests 780 000 N seran suficients i no s'hi aplicarà cap factor de seguretat, a banda que la fórmula en si ja ens dona un càlcul conservador.

B.3 Dimensionament del cilindre hidràulic

Un cop hem calculat la força necessària per dur a terme l'extracció, necessitem calcular quin cilindre hidràulic ens la pot subministrar.

Com que el cilindre no el disenyarem nosaltres sinó que el comprarem fet a una empresa especialitzada, únicament hem de calcular quin diàmetre d'èmbol necessitem i a quina pressió haurà de treballar per assolir la força requerida.

No obstant això, per elegir aquest cilindre hidràulic també hem de tenir en compte una sèrie de punts:

- Pressió de treball*: hem de buscar un cilindre que pugui treballar a una pressió inferior a 250 bar, perquè a una pressió superior podríem tenir problemes d'estanquitat.
- Diàmetre de l'èmbol*: necessitem un cilindre l'èmbol del qual tingui un diàmetre suficient per, amb una pressió de inferior a 250 bar, tenir la força requerida que és de 780 kN.
- Diàmetre del vàsteg*: és imprescindible que els rodaments puguin entrar al vàsteg; si no, farem malbé la màquina, per tant, hem de buscar un cilindre amb un vàsteg inferior a 130 mm de diàmetre

-*El recorregut*: tot i que no suposa massa problema perquè quasi tots els cilindres amb les característiques anteriors tenen un recorregut d'entre 50 i 2000 mm, necessitem un recorregut mínim de 300 mm

Amb les dades extretes dels càlculs de la força d'enclavament podem calcular les dimensions que necessitem pel nostre cilindre hidràulic.

Com que no tenim cap dada de referència exceptuant la força total que ha de subministrar el cilindre, suposarem una pressió de treball de 200 bar

A continuació, calcularem quin èmbol necessitem per assolir la força indicada amb la pressió que hem escollit

$$P = \frac{F}{Ae}$$

on F és la força que ha de subministrar i A és l'àrea de l'èmbol

d'aquí extraïem que l'èmbol necessita una àrea mínima de $392 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$

Com que coneixem que l'èmbol és rodó, per trobar el diàmetre només hem d'aplicar la fórmula per calcular l'àrea d'un cercle

$$Ae = \frac{Dp^2 \cdot \pi}{4}$$

operant la fórmula anterior, obtenim que el diàmetre mínim de l'èmbol ha de ser de 223 mm.

Amb les dades obtingudes i, tenint en compte els punts descrits, hem decidit d'utilitzar el cilindre amb referència 8032 Z del fabricant Cilindros y Cromados S.L

B.4 Càlcul dels braços extractors

Un cop sabem quina força hauran de suportar els braços, podem disposar-nos a dimensionar-los perquè no es deformin plàsticament durant l'extracció.

A continuació, llistarem les diferents dades que necessitarem per poder dur a terme el càlcul que volem fer:

- a) La força d'extracció és: 780 kN
- b) El número de braços extractors: 4
- c) La mida dels forats de la brida: 32 mm
- d) El material usat serà acer F127, que és un acer amb alta resistència: 900 MPa

Un cop hem recollit i llistat les dades necessàries, podem disposar-nos a calcular quina força ens hauran de suportar els braços

Per fer aquest càlcul haurem de tenir en compte la força de tracció que suportaran les barres.

La flexió que hauran de suportar les barres es pot negligir ja que únicament suportaran el seu pes més el pes del capçal extractor.

No obstant això, hi ha una altra flexió que no es pot negligir i aquesta és la flexió resultant de la geometria que formen els braços extractors amb el centre de la força del cilindre, i és que, com que no podem utilitzar els sis braços que ens permetrien utilitzar la brida del cilindre, i només n'usem 4, tenim un centre de forces desplaçat i això ens produeix un moment flector que és necessari tenir en compte.

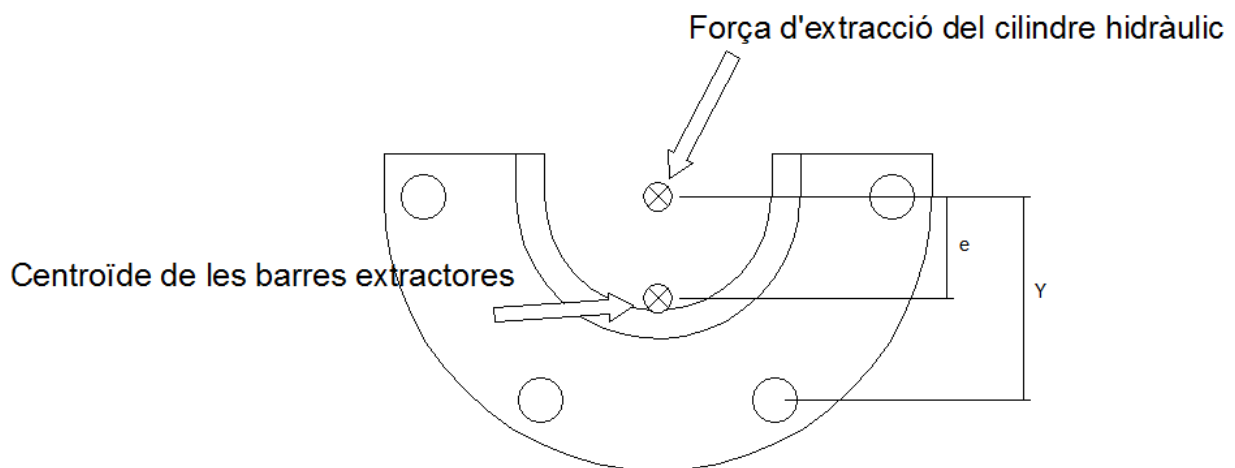


Figura B.4.1 Desplaçament del centroide respecte de la força d'extracció a causa de la geometria dels braços extractors

Per poder calcular aquest moment i posteriorment el gruix mínim necessari, cal conèixer quina és la distància que s'ha mogut el centre de forces, i això ho sabem amb la fórmula

$$e = \frac{\sum(A_i \cdot Y_i)}{\sum(A_i)}$$

on al numerador tenim la suma de les àrees de cada barra multiplicades per la distància al centre de les forces, i al denominador tenim la suma de les àrees. La distància Y_i de les barres superiors és 0 i de les barres inferiors és Y_i .

Un cop operada queda

$$e = \frac{A \cdot Y + Y + 0 + 0}{4 \cdot A}$$

on surt que la e és $Y/2$ essent Y la distància de les barres inferiors al centre de forces.

Substituint els diferents valors a l'expressió ja simplificada obtenim una e de 71,5 mm.

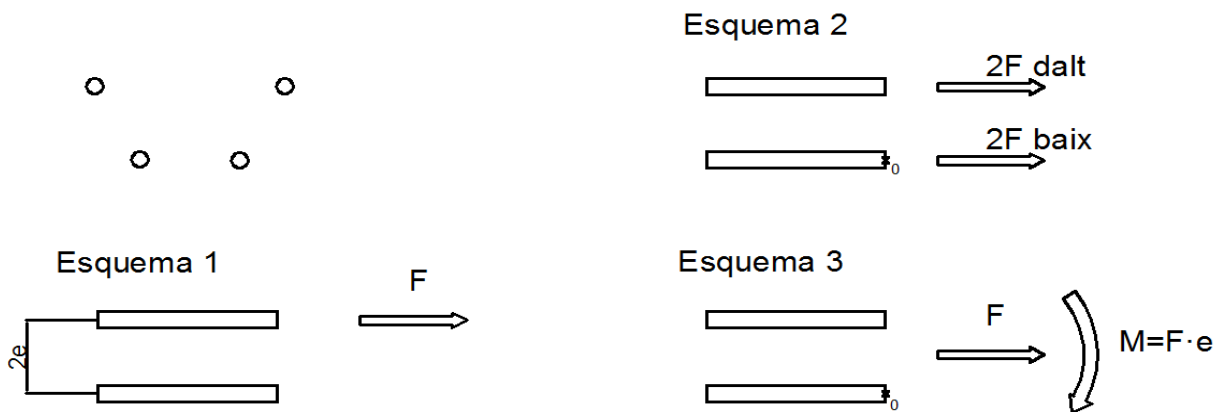


Figura B.4.2. Esquemes de les diferents possibilitats (equivalents) per a la distribució de forces

Com podem observar a la figura B.4.2, nosaltres tenim 3 possibles esquemes amb una distribució de forces equivalents entre ells. Nosaltres coneixem els valors de les forces de l'esquema 1 i podem, gràcies que hem calculat el valor de e , saber les de l'esquema 3, però no obstant això, necessitem saber quina és la distribució de forces a l'esquema 2, ja que és l'esquema que mostra les forces distribuïdes per barres.

Per aconseguir-ho, resoldrem un sistema d'equacions que estarà format per un sumatori de forces i un sumatori de moments respecte el punt 0

$$\Sigma F \text{ esquema 1} = \Sigma F \text{ esquema 2}$$

$$F = 2 \cdot F_{\text{dalt}} + 2 \cdot F_{\text{baix}}$$

$$\Sigma M = 0$$

$$2 \cdot F_{\text{dalt}} \cdot 2e = F \cdot e + F \cdot e$$

$$F_{\text{dalt}} = \frac{F}{2}$$

Aquest sistema d'equacions ens demostra que amb un sistema totalment centrat i ideal tindrem una força a les barres superiors de $F/2$ a cada una i, per tant, les barres inferiors no suportaran cap esforç. Malgrat això, sempre tindrem un petit descentrat-ge que farà que les barres superiors suportin un esforç lleugerament inferior i les barres inferiors suportin un esforç lleugerament superior al teòric.

El valor de l'esforç que suportarà cada una de les barres superiors és de 390 kN.

Per poder donar un valor de la secció necessitem saber quin coeficient de seguretat volem, hem decidit donar un coeficient de seguretat de 1,5

$$\eta = \frac{\sigma \max}{\sigma \text{adm}}$$

coneixent l'esforç màxim, que és de 900 MPa i el coeficient de seguretat que és de 1,5, trobem un esforç admissible de 600 MPa.

Un cop tenim totes les dades podrem conèixer quina secció necessitarà la barra i amb la secció trobar el diàmetre

$$S = \frac{F \text{ dalt}}{\sigma \text{adm}}$$

operant la fórmula anterior trobem que la barra ha de tenir una secció de 650 mm².

Aplicant la fórmula de l'àrea d'un cercle trobarem quin diàmetre necessitem.

amb un factor de seguretat de 1,5 obtenim un diàmetre mínim de 29 mm²

Ara un cop hem trobat el diàmetre mínim de la barra, necessitem saber quin diàmetre de rosca, tipus de rosca i longitud de rosca necessitem per aguantar l'esforç.

La qualitat de la femella serà de 8,8, és la qualitat que se sol escollir en la majoria de rosques i té un límit elàstic de 640 Mpa; per tant, per al càlcul de la longitud de rosca es tindrà en compte el límit elàstic de la femella, en comptes del de la barra extractora ja que en ser inferior presentarà una deformació o fractura amb un esforç menor.

Ara un cop hem decidit el límit elàstic que hem d'usar elegirem un diàmetre i un tipus de rosca per calcular la longitud de rosca necessària, escollim una rosca de pas fi de M30, elegim un pas fi perquè que estem fent un esforç important i és inviable col·locar una rosca de molta llargada, ja que quan passem d'una certa longitud (sempre en funció del diàmetre), l'esforç no s'arriba a repartir entre tots els fils de la rosca, i això pot portar que els fils que realment estan suportant l'esforç s'acabin deformant plàsticament pel sobre-esforç que pateixen i això ens conduirà que la rosca s'acabi escorrent.

Abans de posar-nos a calcular, llistarem les dades que necessitem

a) mesures d'una femella M30 pas fi

- el pas de la rosca P=2mm
- l'altura de la femella h=24 mm
- el límit elàstic de la femella Sy=640 MPa

MEMÒRIA

b) dades de la fórmula

- la força que s'exerceix sobre la femella $F=390000$ N
- el diàmetre de rosca $D=30$ mm
- el diàmetre menor del fil de rosca de la barra $d_i= 27,19$ mm [1]
- altura de la femella amb la suposició que els fils no es deformaran i, per tant, la tensió estarà repartida en menys fils (per proporcionar un càlcul conservador) $t=0,47 \cdot d$ [3]

Per trobar quina femella és adequada, calcularem amb les dades d'una femella de M30 quina tensió axial pot suportar suposant, que l'altura de la femella és t i no h i la compararem amb la tensió admissible; si el nostre valor és inferior a la tensió admissible, voldrà dir que el diàmetre i el pas són correctes i la femella suportarà l'esforç.

L'esforç que ha de suportar la femella

$$\sigma = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot (d^2 - d_i^2)} \cdot \frac{P}{t}$$

operant la fórmula amb els valors llistats obtenim un valor de una tensió de 232,55 MPa

La tensió admissible que volem que suporti la femella com a màxim ve donada pel factor de seguretat que volem per a aquest càlcul; en aquest càlcul ens interessa una η de 2

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma_{adm}}$$

un cop hem operat l'equació obtenim un tensió admissible de 320 Mpa

Com que la tensió admissible és major que la tensió que ha de suportar la femella, una femella M30 amb un pas de 2mm aguantarà.

B.5 Dimensionament del capçal extractor

Per dimensionar el capçal hem de decidir quins són els seus punts a tractar, és a dir, quins punts creiem que poden patir més mentre treballi i, per tant, tinguin major risc de deformació o ruptura.

Nosaltres hem decidit de tractar tres punts crítics, (Veure figures B.5.1, B.5.2), on el que pot passar és: que es produeixi una deformació del forat on hi ha la barra que el subjecta; que es produeixi una fractura a la ranura on es col·locarà el laberint, o bé que es produeixi una deformació plàstica del centre per la tracció aplicada als laterals.

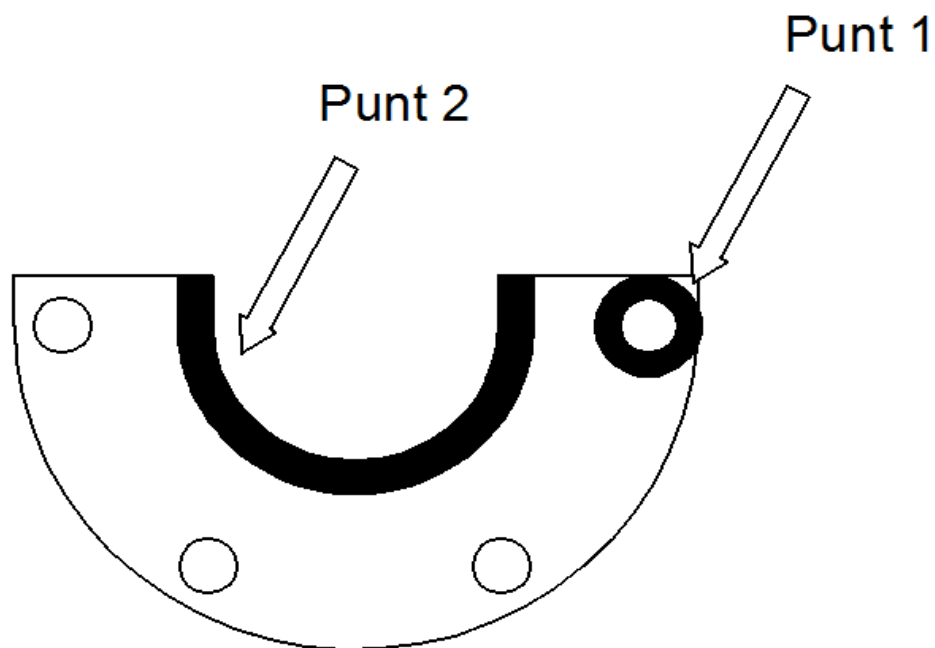


Figura B.5.1 Punts crítics per l'esforç tallant que es crea

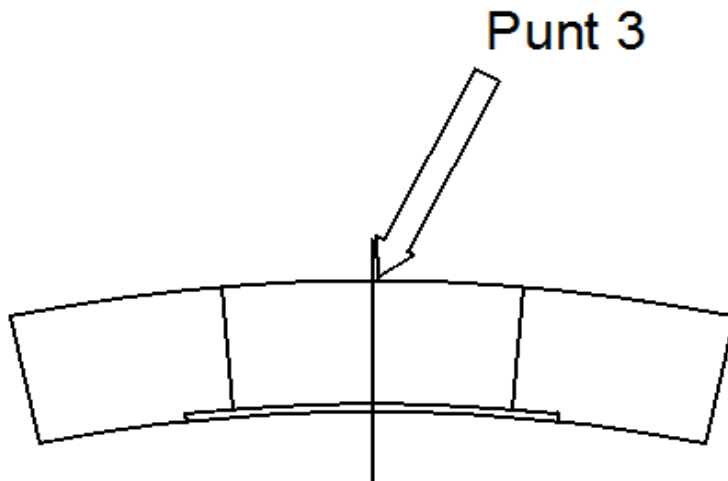


Figura B.5.2. Punt crític per l'esforç de flexió

Un cop decidits els punts a tractar necessitem les dades del capçal

Diàmetre *eix al punt d'extracció*: 160 mm

Diàmetre *exterior laberint*: 200 mm

Diàmetre *entre centres dels forats de la brida*: 330 mm

Angle de separació dels forats: 60°

Començarem calculant per un gruix de 40 mm, ja que és una dimensió semblant al gruix de la barra.

PUNT 1

Aquest punt l'hem triat ja que és on la barra farà tota la força de tracció i això ens dona un tallant que creiem necessari calcular per evitar que es deformi i es pugi escórrer la barra.

Com que abans de posar la femella s'hi posarà una volandera, el tallant es farà sobre l'àrea d'aquesta. Una volandera de M36 té un diàmetre de 59 mm.

Ara el que hem de fer és calcular el tallant que tenim i comparar-lo amb el tallant màxim que pot suportar el material, que és la meitat de l'esforç a tracció que, com ja s'ha comentat en apartats anteriors, pel material F127 σ_{\max} és de 880 Mpa; per tant, τ_{\max} serà d'uns 440 MPa

El càlcul del tallant es fa amb la fórmula

$$\tau = \frac{F}{A}$$

on F és la força que fa la barra que hi està subjectada i la A és l'àrea del tallant

Hem de tenir en compte, però, que no totes les barres suporten la mateixa tracció. Com hem calculat anteriorment, les barres superiors suporten un esforç de 390 kN i les inferiors suporten un esforç negligible. Com que estem treballant només sobre un dels braços que fan la força, només aplicarem aquesta a la fórmula, i sabem que F és de 390 kN

per trobar l'àrea del tallant hem de fer servir la següent fórmula

$$A = D \cdot \pi \cdot h$$

on h és el gruix de la peça que ja hem definit al principi i D és el diàmetre de la volandera resolent l'equació obtenim que l'àrea de tallant ens dona 737,2 mm²

Ara, amb la fórmula inicial del tallant substituïrem l'àrea que hem calculat

el nostre tallant és de 56 MPa

El coeficient de seguretat el trobarem aplicant l'expressió τ_{max}/τ .

Obtenim un coeficient de seguretat de 7,9, que és molt elevat.

Si només hagéssim de calcular aquest punt, veuríem que el coeficient és excessiu i baixariem el gruix per rebaixar el factor de seguretat η a 3 o 4, però com que encara queden càlculs, mirarem si per a totes les hipòtesis hi ha tant de marge abans de variar el gruix.

PUNT 2

En aquest punt, com ja hem dit abans, només buscarem el tallant i en ser la mateixa peça, continuem tenint el mateix tallant màxim; ara, però, el gruix és 5 mm inferior perquè al capçal se li fa un escaló perquè s'acobli millor al laberint.

l'àrea de contacte que tenim ara ve donada pel diàmetre exterior del laberint.

$$A_t = D_{lab} \cdot \pi \cdot h'$$

on h' és el gruix tenint en compte la regata

així doncs, tenim una àrea de 21991 mm²

Ara podem, igual que abans, substituir la nostra àrea a l'equació següent

$$\tau = \frac{F}{A}$$

operant obtenim un tallant de 70,96 MPa

una altra vegada tenim un tallant molt petit en comparació del tallant màxim que pot suportar el material, ja que surt un factor de seguretat η de 6,2

PUNT 3

Per últim buscarem el moment flector que tenim produït pel treball d'estirar el capçal; en aquest cas, hi tenim un moment flector sobreposat a un tallant.

El nostre tallant se'ns genera per la mateixa raó que als altres 2 punts i el moment flector és a causa de que estirem la peça pels extrems i la resistència a aquesta flexió es troba més centrada i, per tant, desplaçada una distància de la força.

Per calcular l'esforç de flexió utilitzarem la fórmula descrita a continuació

en aquesta fórmula apareixen els termes *Mflector*, *Iz*, y

El moment flector ens ve donat per la següent equació

$$M_{flector} = d1 \cdot 195000 \cdot 2$$

on $d1$ és la distància de les respectives barres al centre del capçal on $d1$ és 165.

Operant obtenim un moment flector de $64,35 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$.

Ara que coneixem el moment que hi ha, necessitem conèixer les altres dades de l'equació

La I_z és la inèrcia del pla on hi ha l'esforç i la calculem com

$$I_z = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

on b i h són les dimensions del perfil a que està sotmès a l'esforç; en aquest cas la nostra h és el gruix de la peça i b serà l'alçada al punt que estem calculant

els valors associats a h i b són 40 i 112,5 respectivament, i operant la fórmula de la inèrcia amb les dades donades obtenim un valor de $653,33 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$

Finalment, tenim la y , que és la distància de la línia neutra al punt de màxim esforç i en aquest cas pren un valor de $h/2$

el resultat és un σ de 1970 MPa

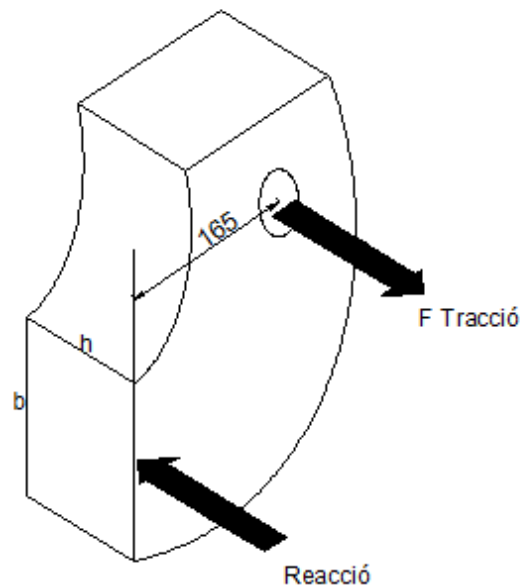


Figura B.5.3 Secció on s'aplica l'esforç de flexió

MEMÒRIA

Com podem observar en aquest cas, el factor de seguretat és inferior a 1 ja que el nostre esforç màxim de flexió amb el material que estem utilitzant és de 880 MPa i el nostre esforç amb el gruix de 40 mm és de quasi 2000 MPa.

Per tenir un factor de seguretat de 2 el nostre moment flector màxim ha de ser de uns 440 MPa i per atenuar el que tenim fins a aquest punt podem elegir dues opcions: una seria elegir un material amb un límit més elevat, això no ens disminuiria el nostre esforç, però ens elevaria l'esforç màxim que podem suportar; i l'altra opció seria augmentar el gruix del nostre capçal. Com que el material emprat en la fabricació del capçal és un material amb un límit elàstic bastant elevat ens decantarem per augmentar el gruix de la nostra peça

Ara, com que sabem quin esforç volem, la nostra incògnita passa a ser el gruix, és a dir, ara sabem que la σ és de 440 MPa, el $M_{flector}$ és de $64,35 \cdot 10^6$ Nmm, la y és $h/2$ i de la I_z coneixem b ; per tant, només tenim com a incògnita a trobar la h , és a dir, el gruix

$$\sigma = \frac{M_{flector} \cdot y}{I_z}$$

un cop operada l'equació i aïllant la h , obtenim una expressió

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{flector}}{\sigma \cdot b}}$$

Un cop fets els càlculs, tenim que per obtenir un factor de seguretat de 2 necessitem un gruix de 88 mm

B.6 Càlcul del cargol de potència que elevarà la taula

En aquest apartat no calcularem el cargol de potència, ja que el comprarem bo i fet, sinó que elegirem el cargol més idoni per a nosaltres d'entre les opcions que ens dona el catàleg.

Per poder fer-ho necessitem escollir l'altura del cargol, la seva rosca, la seva femella, els seus suports i finalment, tot i que això ho farem nosaltres, com volem que sigui el final de rosca de cada costat.

L'altura del cargol serà 1 m, ja que volem tenir marge d'elevació i com que no perjudica en cap aspecte la nostra màquina així prevenim que si la màquina va enfonsada al terra pel motiu que sigui no s'hagi de canviar tota la seva estructura per falta d'alçada.

El següent gràfic, que hem extret del pdf de la casa GAES el catàleg HIWIN [6] on hi ha tota d'informació relacionada amb el cargol que elegim, ens mostra la càrrega axial que pot suportar cada diàmetre segons l'alçada que tingui.

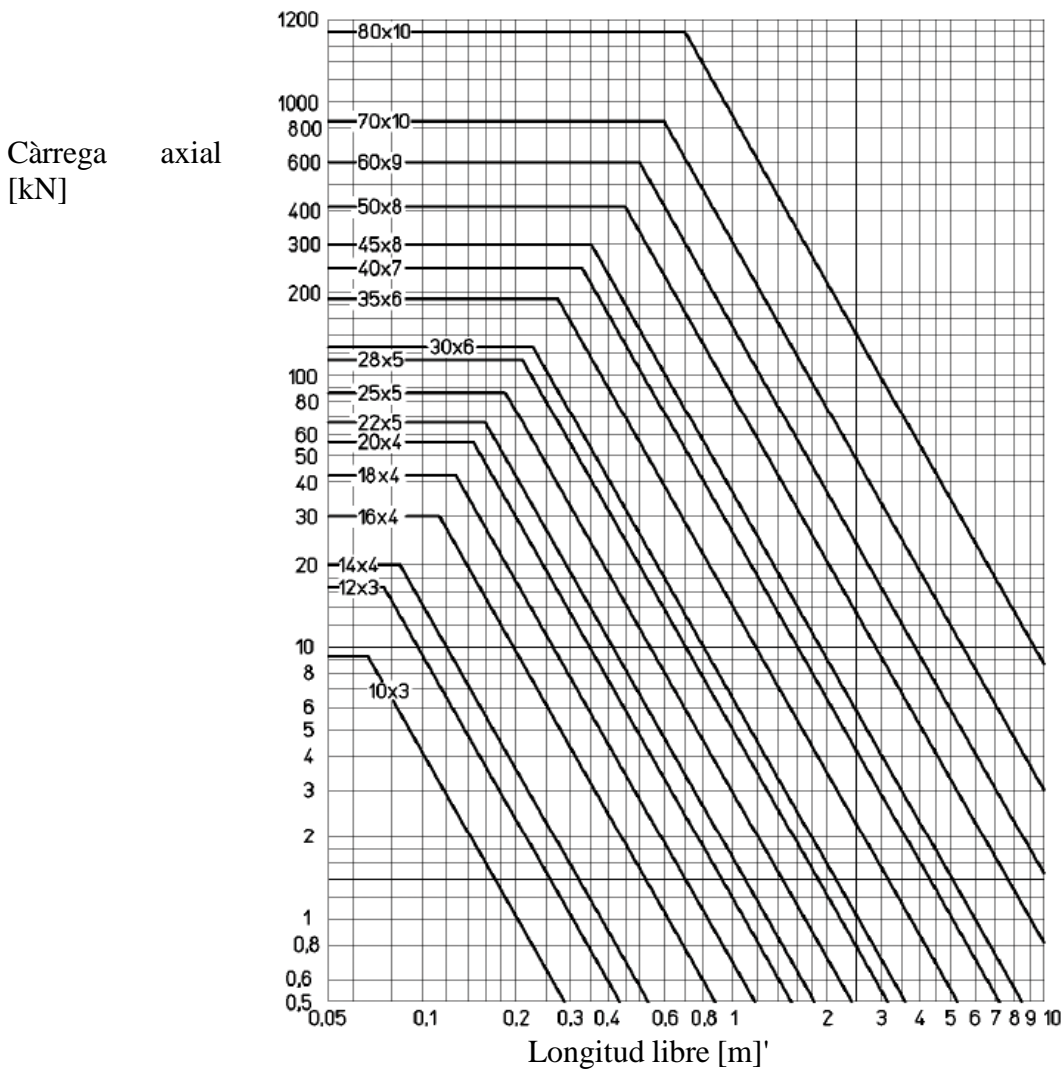


Figura B.6. Gràfic on es relaciona la càrrega axial en funció de la longitud per cada diàmetre

Per elegir el diàmetre de cargol abans necessitem saber quina càrrega haurà de suportar i per això escollirem un coeficient de seguretat suficientment gran, per si en un futur s'augmenta la massa que ha de suportar. Imposarem un factor de seguretat de 5, això vol dir que la càrrega s'haurà de multiplicar per 5.

Tenim una massa de 160 kg que suposa una càrrega de 1568 N; si li apliquem el factor de seguretat, obtenim que el cargol de potència haurà de suportar una càrrega de 7840 N.

El cargol de potència de menor diàmetre que aconsegueix aquestes característiques és el de M30.

B.7 Càlcul de l'eix que suportarà la flexió de la taula

Com podem veure a la figura B.7, tenim una taula amb un objecte damunt seu que fa una força de flexió al cargol d'elevació; per evitar aquesta flexió que dificultaria o impediria el moviment de pròpia taula, hi col·locarem un carro les rodes del qual aniran tocant la biga, així solventarem aquest problema; malgrat això, l'eix acaba suportant tot l'esforç que ara s'ha convertit en una força tallant.

Per tant hem de dimensionar l'eix per tal que pugui suportar l'esforç.

Com que desconeixem el pes del conjunt, hem suposat que el cilindre hidràulic és una peça de metall de les mateixes dimensions; així doncs, obtindrem un pes superior que donarà un moment superior, però, com que el fet de col·locar-hi un eix de diàmetre superior no suposarà un augment econòmic rellevant, hem preferit fer un càlcul conservador.

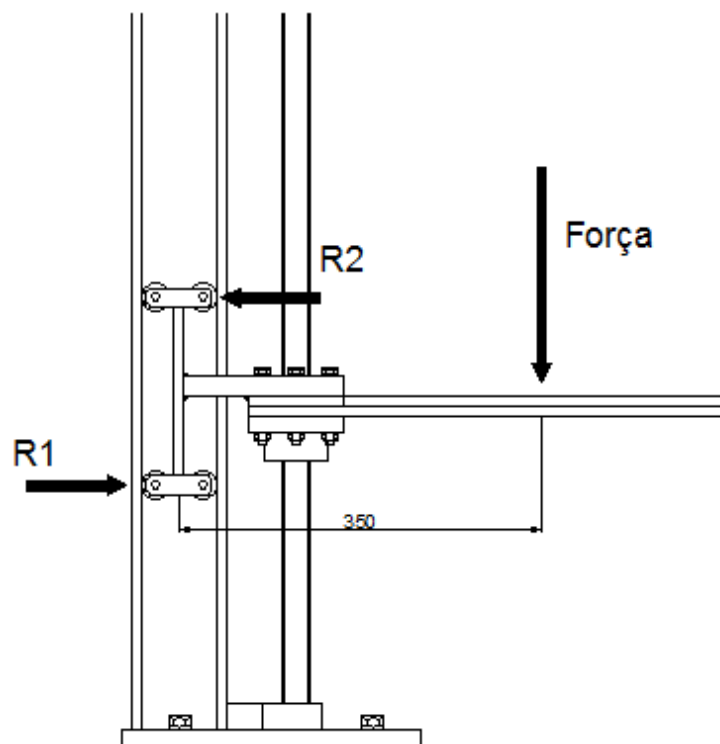


Figura B.7. Sistema per impedir la flexió de la barra rosca

Si suposem que el cilindre és una peça massissa de ferro, obtenim una de 160 kg; a més, coneixem que està centrada a una distància de 350 mm de l'eix de les rodes, amb aquestes dades podem trobar el moment flector que patim.

$$M_f = m \cdot d \cdot 9,8$$

d'on sabem que m és la massa i d és la distància, i 9,8 és el factor de conversió de kg a N

Aquesta equació dóna un moment de 548800 N mm

Les rodes estan col·locades a 100mm per sobre i per sota de la taula, i, per tant, hauran de fer una força resistent per compensar el moment a causa de la massa del cilindre. Aquestes reaccions les trobarem solucionant un sistema d'equacions, una de les quals serà un sumatori de moments respecte el centre del carro vertical i l'altra serà un sumatori de forces horitzontals.

$$M_f = R_1 \cdot d_1 + R_2 \cdot d_2$$

$$R_1 = R_2$$

on M_f és el moment trobat a l'equació anterior, R_1 i R_2 són les reaccions al moment i d_1 és la distància de les rodes a la taula

d'aquí extraïem que la nostra reacció R serà de 2744 N

No obstant això aquesta força produeix un esforç tallant a l'eix i, com que l'eix és rodó, el tallant el podem calcular amb la fórmula

$$\tau = \frac{4 \cdot F}{3 \cdot A}$$

essent A l'àrea de l'eix que ve donada

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Com que l'eix és del mateix material que la resta de la màquina, té una resistència màxima de 880 MPa amb un tallant de 440 MPa.

A nosaltres ens interessa obtenir un resultat amb un coeficient de seguretat de 2, per tant, el nostre moment tallant no ha de ser superior a 220 MPa

Operant les dues equacions anteriors podem aïllar el diàmetre

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 2744}{\frac{3}{4} \cdot \pi \cdot 220}}$$

d'aquí extraïem que necessitem un diàmetre mínim d'eix de 5 mm.

Col·locarem un eix amb un diàmetre de 10 mm.

B.8 Càlcul de la soldadura de la biga que suporta la flexió del pes del conjunt

En decidir-nos pel mètode del cargol de potència, tenim que el conjunt pateix una flexió que al final acaba afectant a la soldadura de la biga on es subjecta aquest cargol de potència amb la platina que va clavada al terra.

La nostra biga és una biga HEB 100 que pateix un moment flector, a més d'una força causada pel pes que es col·loca sobre la taula.

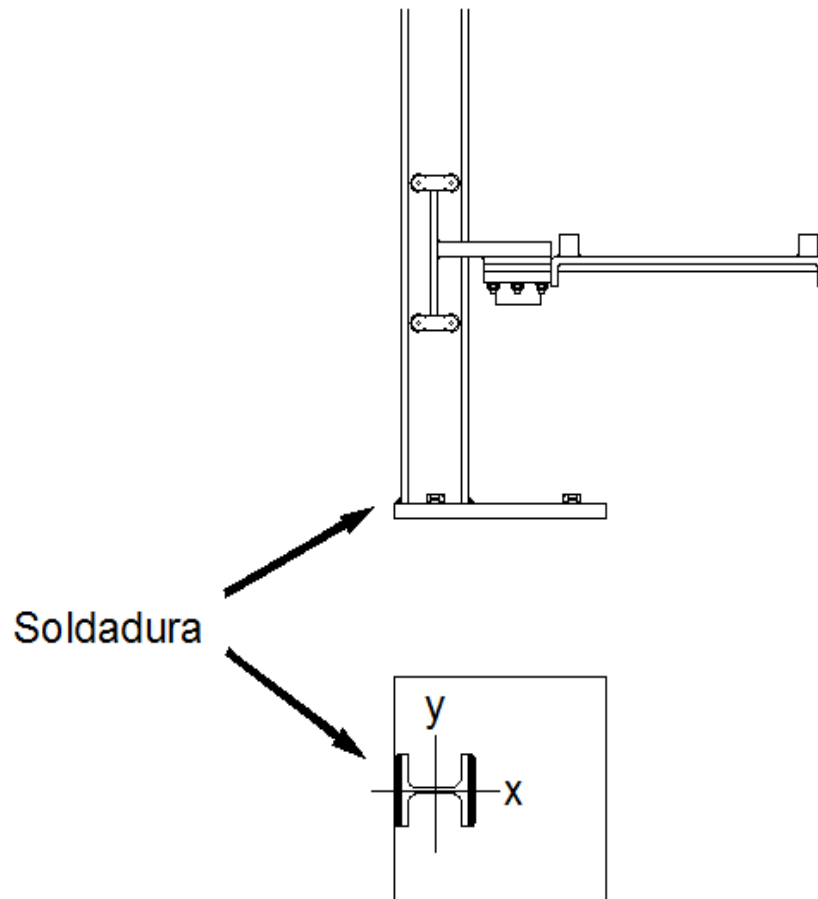


Figura B.8. zones que se soldaran per suportar la flexió causada

MEMÒRIA

L'esforç importat ve donat pel moment flector que és el mateix que a l'apartat anterior de 470400 Nmm

$$\sigma_f = \frac{My}{Ix \text{ biga}} \cdot \frac{F}{A \text{ biga}}$$

La biga té una inèrcia I_x de $450 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$ [5], un moment flector M de 470400 Nmm i la y que, com ja hem comentat en anteriors apartats, és la distància de la línia neutra al punt que estem estudiant, és de 50 mm; a més, la F és de 1568 N i A l'àrea de la biga és de 2600 mm^2

Un cop operada l'equació amb els valors donats obtenim un esforç de 5,83MPa

La soldadura que farem servir és una soldadura d'elèctrode que té una resistència de 550 MPa, però necessitem conèixer quina àrea hem de soldar per poder resistir el moment que estem patint.

Per calcular quina àrea hem de soldar farem servir la mateixa fórmula que hem emprat abans, però ara la nostra incògnita no és σ sinó que el que ens interessa trobar és quin gruix de soldadura necessitem i aquesta dada és la nostra h , sabem que b és el mateix valor que la base de la biga HEB, és a dir 100. En aquesta situació suposarem un coeficient de seguretat d'un moment flector 10 vegades superior, ja que no podem arriscar-nos a suposar que mai s'hi col·locarà un de pes extra a la taula s'incrementi així el moment flector que hagi de suportar la soldadura.

Si assumim que volem un η de 10 sabem que:

$$\eta = \frac{\sigma_{real}}{\sigma_{adm}}$$

on la nostra σ real és de 550 Mpa.

Operant obtenim que la nostra σ admissible és de 55 MPa, per tant per calcular h utilitzarem aquest valor.

$$\sigma_{adm} = \frac{M \cdot y}{Ix \text{ soldadura}} + \frac{F}{A \text{ soldadura}}$$

Ara, però, quan calculem l'esforç, la soldadura la va a la part inferior i superior de la H de la HEB i per trobar la inèrcia de la soldadura haurem de fer servir el teorema d'Steiner.

$$I_x \text{ steiner} = I_x + A \cdot r^2$$

on I_x és la inèrcia del cos que tenim, A és l'àrea que ocupa el cos i r és la distància al centre de gir de la figura. Nosaltres en tenir soldat a dalt i a baix amb una figura geomètrica igual, calcularem la inèrcia d'un cordó i multiplicarem per 2 el valor trobat.

Si substituïm a l'equació tots els valors obtenim una expressió en funció de h

$$\sigma_{adm} = \frac{M \cdot y}{2 \cdot \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 + (b \cdot h \cdot r^2)} + \frac{F}{b \cdot h \cdot 2}$$

sabent que M és el moment utilitzat per calcular l'esforç anterior, σ admissible val 55MPa, y pren un valor de 50mm, b val 100mm, r val 50mm i F val 1568N.

Un cop operada l'equació obtenim un valor de h de 10 mm.

B.9 Càlcul del motor que regularà l'alçada de la taula

Per dur a terme la tasca d'extracció dels rodaments dels conjunts eix/roda dels trens necessitem una màquina que ens permeti variar l'altura del nostre cilindre per poder girar i canviar el conjunt eix/roda.

Necessitem d'un motor que pugui elevar la taula a una velocitat prou baixa per evitar que es malmeti la nostra màquina o que l'operari prengui mal.

Elegirem una velocitat de 20 mm/s; amb aquesta velocitat per pujar i baixar el conjunt tardarem uns 15 segons.

Malgrat això necessitem més dades per poder elegir el motor, i aquestes són:

- a) El pas de la rosca que té la rosca de potència (que col·locarem per elevar el conjunt) és de 6
- b) El rendiment del cargol de potència amb una rosca de M 30 és de 0,4 [6]
- c) La força que ha de vèncer el motor és de 1570 N
- d) Un cop sabem quina velocitat lineal volem i quin pas tenim, podem trobar les revolucions per segon amb una regla de 3 i, si multipliquem per 60, trobem les revolucions per minut que en aquest cas són 200 rpm

Un cop llistades totes les dades necessàries per fer el càlcul del motor necessitem conèixer el parell resistent que tenim i aquest ens ve donat per la força que fem.

$$Par = \frac{F \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot \eta \cdot 1000}$$

on F és la força, P és el pas del cargol de potència, η és el rendiment del cargol de potència

Un cop operada l'equació surt un parell de 3,81 Nm

Ara que ja coneixem el parell, hem de suposar que el motor té una eficiència d'un 80% i que necessita un 50% de parell extra per arrencar

$$C = \frac{Par}{0.8 \cdot 0.5}$$

Així doncs, el parell que haurà de donar el motor és de 9,525 Nm

Un cop trobada la C podem trobar la potència usant la fórmula següent:

$$Pot = C \cdot \omega$$

On C és el parell en Nm i ω és la velocitat angular en rad/s

Com que tenim la velocitat en rpm ho haurem de passar a rad/s

$$200 \frac{rev}{min} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \cdot \frac{(2 \cdot \pi) rad}{1 rev}$$

operant aquest canvi d'unitats obtenim una velocitat angular de 21 rad/s

Com a resultat ens surt una força de 200 W o 0,26 CV

Col·locarem un motor de la marca Siemens amb referència(SCAF50LAI71M4 2KJ1701-5CE13-1FA1) que ens dona una velocitat angular de 196 rpm, un parell d'arrencada de 16 N/m i en total 0,37 kW; la referència també dona dades sobre la brida,l'eix, etc. El document es troba a l'annex de documentació.

B.10 Càlcul de l'anclatge del mecanisme al terra

Per últim, tenim el càlcul de l'anclatge de la nostra màquina, aquest càlcul és important, ja que tenim un pes que no està situat a sobre la biga, sinó que està desplaçat una distància i això ens provoca un moment flector que pot afectar als pernns, si no estan ben dimensionats.

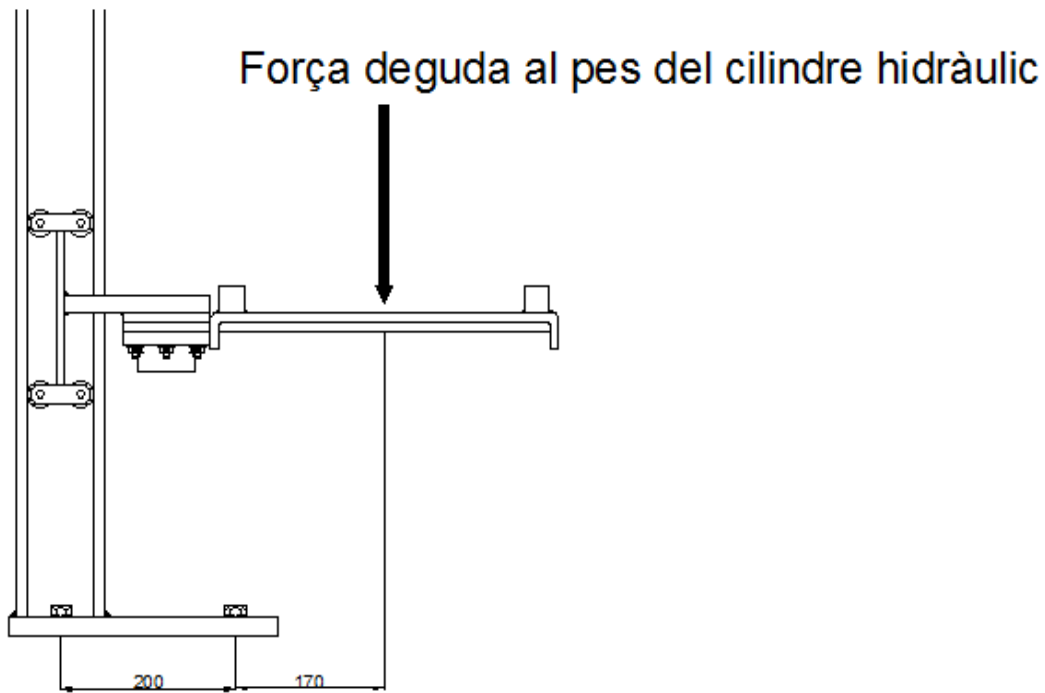


Figura B.9.1. distribució dels pernys a l'anclatge al terra

Suposant una platina quadrada de 310 mm de costat i 20 mm de gruix, si la nostra massa de 160 kg està a 370 mm de distància del pern més allunyat que li donarem la coordenada 0, nosaltres volem subjectar la placa amb 4 pernys, dos a una distància 0 i els altres a una distància 200 mm. Una altra dada necessària és la distància entre el final de la platina i la nostra massa, que pren un valor de 121 mm

Per obtenir quin esforç han d'aguantar els pernys, el que farem serà fer un sumatori de moments respecte el punt 0. Però com que tenim 2 incògnites a trobar, a més suposarem que les dues reaccions creixen linealment amb la distància

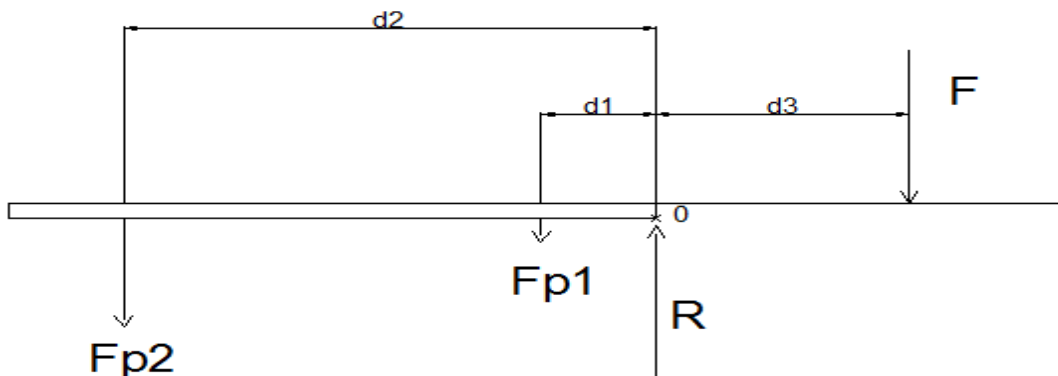


Figura B.9.2. Forces i reaccions resultants de la massa que tenim

Les equacions que operarem per resoldre aquest sistema:

$$\Sigma M = 0$$

$$Fp1 \cdot d1 + Fp2 \cdot d2 = F \cdot d3$$

$$\frac{d1}{d2} = \frac{Fp1}{Fp2}$$

on $d1$ val 49 mm $d2$ val 249 mm, $d3$ val 121mm i F val 1568 N.

Un cop hem resolt el sistema obtenim uns valors de $Fp1 = 30,77$ N i $Fp2 = 156,41$ N

Com s'observa, el valor més alt és el de $Fp2$, que es el punt més allunyat del punt 0 i, per tant, serà el que calcularem per mirar quin pern hi hem de col·locar.

Com que tenim pensat col·locar-hi uns perns de M14, calcularem quina σ_N dona amb l'àrea d'aquests perns; a més, però, abans hem dit que col·locaríem 4 perns; per tant, les forces $Fp1$ i $Fp2$ es divideixen entre els dos perns que hi ha en aquella cota.

$$\sigma_N = \frac{Fp2}{2 \cdot A}$$

L'àrea d'un pern de 1/2" la trobarem sabent que 1" és 25.4 mm

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Substituint aquesta fórmula a l'anterior i substituint els valors obtenim una σ_N de 0,6 MPa.

Al catàleg de la casa IMPORTPER els perns de M14 tenen una resistència a la tracció de 350 Mpa; per tant, utilitzarem aquests perns per subjectar la màquina al terra.

B.11 Dimensionament de la taula on reposarà el cilindre hidràulic

En aquest apartat ens disposem a calcular el perfil o, millor dit, el gruix que ha de tenir el braç que subjectarà la taula al cargol de potència per evitar una possible flexió d'aquesta produïda pel pes del cilindre hidràulic.

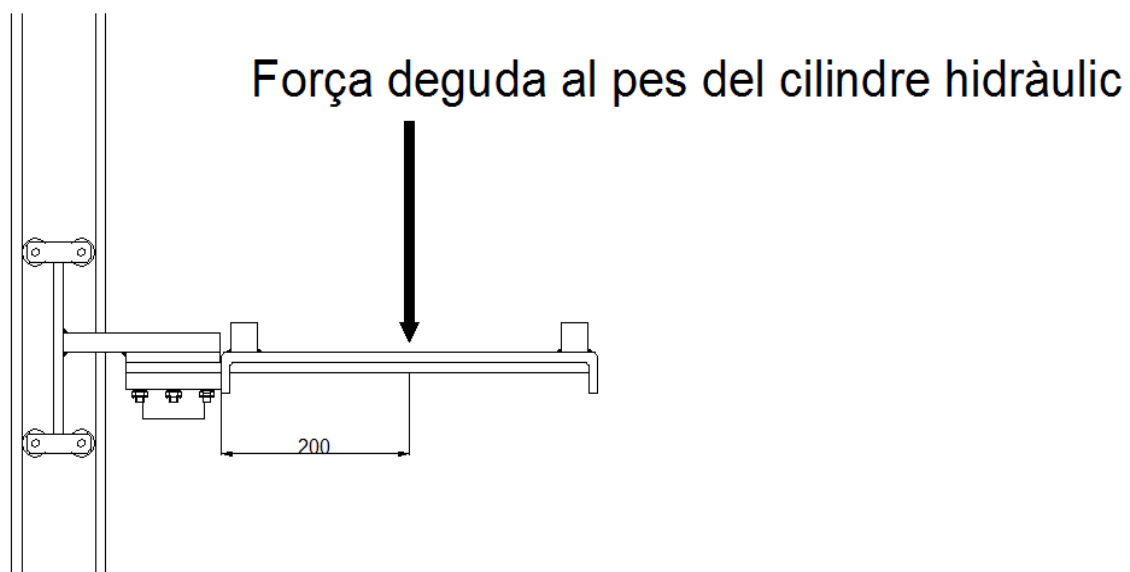


Figura B.10. Distància del centre de masses de la taula respecte el punt de flexió a calcular

Sabem que el cilindre pesa uns 160 Kg i que el pes està separat una distància de 200 mm per tant, podrem trobar el moment que hi haurà

$$M = F \cdot d$$

on tenim que F és la força produïda pel pes del cilindre i d és la distància de 200 mm aquests valors donen un moment de 31360 Nmm.

Un cop trobat el moment flector que ens afecta, podem trobar l'esforç que hi tenim i el compararem amb el límit elàstic del material del braç, si el nostre límit és superior, voldrà dir que amb les dimensions i el material actual la taula no es vinclarà; no obstant això si l'esforç és el valor superior, haurem de o bé millorar el material per un altre amb un límit elàstic superior, o bé haurem de canviar el perfil/ dimensions del braç per fer-lo més resistent.

MEMÒRIA

$$\sigma = \frac{M \cdot y}{I_x}$$

on sabem que M és el moment flector, y la distància de la línia neutra al punt a tractar, en aquest cas és de 5 mm i I_x la inèrcia del braç. La inèrcia, com ja hem dit abans, ve donada pel perfil del nostre braç, nosaltres hem triat un perfil rectangular de 10 mm de gruix per 100 mm d'amplada.

$$I = \frac{1}{12} \cdot (b \cdot h^3)$$

on sabem que b és la base i h l'alçada o, en aquest cas, el gruix; aquests valors donen una inèrcia de 8333,33 mm⁴.

Ara, substituint els valors a la primera equació, obtenim un esforç de 18,8 MPa.

És un valor molt petit, ja que el límit elàstic del ferro corrent és d'uns 400 Mpa; per tant, no hi ha perill de vinclament de la taula.

ANNEX C *EXPEDIENT DE SEGURETAT*

C.1 Introducció

En aquest annex valorarem totes aquelles fonts de perill o punts crítics de la màquina i discutirem quina és la millor solució per resoldre'ls; a més, quan no sigui possible, es donaran les instruccions necessàries per avisar del perill correctament.

C.2 Punts de perill

La màquina en si és una màquina perillosa pel fet que treballa amb peces molt pesades i, per tant, un mínim descuit de l'operari pot conduir a una situació potencialment perillosa; no obstant això, no es pot evitar, ja que la feina s'ha de fer igualment.

Ja centrant-nos en punts més concrets de la màquina en si, podem observar diverses fonts de perill, aquestes són:

- Desplaçament vertical: El cargol de potència pot suposar el perill d'enganxar-se els dits mentre està funcionant.
- Cilindre hidràulic: El cilindre hidràulic pot suposar un perill per la força que té, si no s'utilitza correctament.
- Instal·lació elèctrica: La instal·lació elèctrica suposa un perill d'electrocució si es toca amb les mans nues.
- Moviment horitzontal: Les guies poden suposar un risc d'enganxar-se els dits si no es té cura mentre és fa funcionar la màquina.
- Extracció: El fet d'extreure els rodaments pot suposar un risc de lesió, si cauen sobre el peu a causa d'un treball incorrecte.

C.3 Solucions

En aquest apartat discutirem quines solucions tenim per resoldre els diferents problemes que hem plantejat a l'apartat anterior. Dividirem aquestes discussions en tres subapartats segons trobem que les podem evitar, limitar o avisar. En cada cas s'explicarà com s'abordarà la solució.

C.3.1 Evitar

En aquest apartat discutirem les solucions als problemes:

MEMÒRIA

- Instal·lació elèctrica: Per evitar possibles electrocucions es protegirà la instal·lació elèctrica amb una caixa de protecció; a més, tot el cablejat passarà per dintre de tubs de plàstic.

C.3.2 Limitar

- Desplaçament vertical: Per limitar el risc en aquest punt el que es farà serà posar una protecció als laterals del cargol de potència; així limitem considerablement la possibilitat que l'operari en un descuit es pugui lesionar.
- Desplaçament horitzontal Semblantment al punt anterior per limitar el perill es col·locarà una protecció als laterals de la taula de manera que dificulti la possibilitat de lesionar-se.

C.3.3 Avisar

Com a que aquesta màquina pot ser perillosa simplement pel fet de la feina que ha de dur a terme, es col·locaran cartells amb avisos que informin que és obligatori l'ús de botes, que està prohibit portar roba amb mànigues amples o que hi ha risc que s'enganxi mentre la màquina està en funcionament, que s'han de utilitzar guants adequats per a la feina i que és obligatori portar ulleres de seguretat.

Els punts següents queden coberts amb els senyals que ja s'han indicat en aquest apartat:

- Extracció
- Cilindre hidràulic

Malgrat això, hi ha punts on el perill s'incrementa, i s'han de senyalitzar convenientment.

- Instal·lació elèctrica: En aquest cas, tot i haver fet la instal·lació elèctrica dins d'una caixa de seguretat se senyalitzarà aquesta conforme hi ha perill d'electrocució.