Resum

El present projecte consisteix en el disseny d'una plataforma elevada per accionament elèctric per persones de mobilitat reduïda que s'instal·larà en un autocar de pis alt. La plataforma queda recollida en el maleter del vehicle sota la porta d'accés destinada a aquest tipus de persones. El mecanisme d'elevació consta de dos vis-sens-fi que composen un sistema telescòpic.

Es comença estudiant breument els productes existents, la normativa d'aplicació i les condicions de contorn (dimensions generals, especificacions tècniques...)

Seguidament es presenta la solució projectada acompanyada dels càlculs necessaris. La solució adoptada deriva d'una millora d'un prototipus desenvolupat per la empresa catalana Masats.

S'intenta, quan sigui possible, fer ús de components de catàleg. Es fa ús del programa Catia v5 per realitzar les modelitzacions 3D, càlculs d'elements finits i plànols.

Finalment s'estudia la viabilitat econòmica d'una introducció del producte en el mercat així com aspectes mediambientals i del procés de fabricació.

Sumari

RESUM 1

SUMARI 3

1. PREFACI 5

1.1. Origen del projecte 5

1.2. Motivació 5

2. GLOSSARI 6

3. INTRODUCCIÓ 7

3.1. Objectius del projecte 7

3.2. Abast del projecte 8

4. BREU ESTUDI DE MERCAT 9

5. PLEC DE CONDICIONS INICIALS 12

5.1. Normativa aplicable 12

5.2. Dimensions generals 13

5.3. Especificacions tècniques 14

5.4. Sèrie a fabricar 14

6. FASE DE DISSENY 16

6.1. Vista general del conjunt 16

6.2. Superfície de la plataforma 17

6.2.1. Càlculs preliminars 17

6.2.2. Bastidor: 18

6.2.3. Sistema de plegada 20

6.2.4. Sistema de subjecció a eix 20

6.2.5. Conjunt complert 21

6.3. Sistema de doble eix 22

6.4. Carro petit 22

6.5. Accionament (carro petit) 23

6.6. Sistema autoportant amb vis-sens-fi 24

6.6.1. Accionament (carro gran) 25

6.7. Carro gran 25

6.8. Patins 27

6.9. Fixació a autocar 27

6.10. Sistemes de seguretat 28

7. MODE OPERATIU ____ 29

7.1. Posició inicial dintre autocar. 29

7.2. Posició inicial fora autocar. 29

7.3. Posició desplegada inicial 30

7.4. Posició inferior conjunt 31

7.5. Posició superior conjunt 31

7.5.1. Posició superior estructura 32

7.5.2. Posició superior carro 32

7.5.3. Posició superior plataforma 33

8. FABRICACIÓ A TALLER ____ 34

8.1. Llista de plànols 34

9. MANTENIMENT ____ 35

10. IMPACTE MEDIAMBIENTAL ____ 36

10.1. Fabricació 36

10.2. Vida útil 36

10.3. Desballestament 36

11. ESTUDI ECONÒMIC ____ 37

12. CONCLUSIONS ____ 38

13. BIBLIOGRAFIA ____ 39

Referències bibliogràfiques 39

Bibliografia complementària 39

1. Prefaci

¿Pot imaginar-se algú una vida lligada a una cadira de rodes? Moltes persones que pateixen algun tipus de discapacitat viuen cada dia aquesta realitat. Aixecar-se cada dia i anar al bany es converteixen en obstacles difícils. L'acció de introduir-se en un vehicle és un altre exemple més d'aquests desafiaments que han de superar.

1.1. Origen del projecte

El projecte es presenta a l'autor per primera vegada durant la estància com a becari a l'empresa ABGAM. Un dels clients llavors, Masats, estava preocupat perquè el seu prototipus d'elevador *SAM 4000* es deformava molt quan es carregava segons les especificacions de disseny (300 Kg).

Després d'analitzar el producte es va concloure que hi havia un greu error en l'ús dels materials dels principals components estructurals ja que es portava l'alumini amb el que es fabricava més enllà de seu límit elàstic.

Tot i que semblava prou evident la naturalesa de l'error ja que la perfilaria emprada era, a simple vista, d'una debilitat evident, varen caldre vàries reunions i presentacions per convèncer al client que el problema de la deformació no eren els mecanismes d'elevació tal i com ell estava convençut.

1.2. Motivació

La motivació per la realització d'aquest projecte es basa en la naturalesa del producte; funció de la màquina i sistemes de la qual es composa. L'elevador inclou gran quantitat de conceptes i sistemes mecànics estudiats a la carrera. Ademés la seva funció final desperta un interès especial a l'autor. Així adquireix una gran motivació el poder treballar posant de manifest molts dels coneixements adquirits als estudis y, per altra banda, investigar en el sector per persones que es troben en una condició física limitada respecte altres.

2. Glossari

PMR: Personal de mobilitat reduïda

MEF: Mètode d'elements finits

3. Introducció

Avui en dia, la introducció d'elements mecànics per l'ajuda a l'accés de persones amb mobilitat reduïda als autobusos urbans està molt estesa. No obstant, això no es tant comú quan es parla d'autocars de llarg recorregut.

Tot i la obligatorietat desde fa anys de la instal·lació d'elevadors encara hi ha autobusos que circulen sense aquests sistemes. No obstant, el problema més comú no és la inexistència d'aquest sistemes d'ajuda sinó la inexistència de l'espai físic per la col·locació de cadires de rodes en l'interior del autocar durant el viatge i el desconeixement de la metodologia d'ús dels mateixos per part dels conductors dels vehicles.

La majoria de productes existents de les característiques de la solució dissenyada (alçada d'elevació, càrrega...) són d'accionament principalment hidràulic. No obstant, l'elevador del present projecte es projectarà amb accionament elèctric. Pot representar, així, una mirada alternativa a la tendència actual d'aquest producte.

Evidentment, s'han de complir unes certes condicions inicials, especialment en quan a espai lliure per la col·locació de la plataforma i altura màxima assolible.

3.1. Objectius del projecte

El present projecte té com a objectiu el desenvolupament d'una plataforma elevadora d'accionament elèctric que faciliti la entrada i sortida a persones amb discapacitats físiques en autocars de pis alt.

L'objectiu secundari passa perquè el producte sigui capaç d'introduir-se en el mercat millorant l'oferta actual existent.

3.2. Abast del projecte

Aquest projecte abraçarà l'estudi de la part mecànica del dispositiu, on s'inclouran els temes estudiats a la carrera tals com cinemàtica dels mecanismes, resistència dels materials, selecció de motors, càlcul de transmissions, etc.

Queden fora del projecte aspectes relacionats amb l'àmbit elèctric o electrònic. Així, es projectarà un espai pel PLC i altres components elèctrics però no es detallarà el seu interior ni les connexions fins el mateix.

També queda fora del present projecte a part relacionada amb l'adaptació de la carrosseria del autobús per la instal·lació de la plataforma i la seva posterior legalització i homologació (marcat CE). Un quadre amb les solucions per fixar-lo a carrosseria serà el límit d'estudi de la màquina.

També queden fóra de l'abast del present projecte l'anàlisi de possibles ressonàncies degut a les vibracions existents.

Es realitzaran plànols de fabricació del producte però només una petita quantitat per tal de fer ús de la gran majoria de conceptes estudiats a la carrera. No es realitzaran tots els plànols necessaris per la construcció de l'elevador ja que no es pretén realitzar un projecte complert per la seva fabricació.

Finalment s'estudia una viabilitat econòmica aproximada per poder fer comparacions amb els productes existents al mercat observats en un primer breu estudi de mercat.

4. BREU ESTUDI DE MERCAT

El mercat de les plataformes elevadores per autobusos està liderat, a nivell espanyol, per la marca Hidrel. El prototipus del qual parteix l'elevador del present projecte és de l'empresa catalana Masats. A nivell mundial hi destaca les empreses americanes Braun i Rincon.

Aquests són un exemples dels productes d'aquestes marques:

Model: GOBEL 300/12E

Fabricant: HIDREL

-Altura màxima elevació: 1600 mm

-Carga màxima elevació: 300 Kg

-Accionament: hidràulic

COST: 8.000€

MODEL: KS7 1800

FABRICANT: MASATS

-Altura màxima elevació: 1800 mm

-Carga màxima elevació: 300 Kg

-Accionament: hidràulic

COST: 9500€

Model: MILLENIUM

Fabricant: BRAUN

-Altura màxima: 1200mm

-Càrrega màxima: 340Kg

-Hidràulica

COST: 4500€

Model: CENTURY 2

Fabricant: BRAUN

-Altura màxima: 1500mm

-Càrrega màxima: 360Kg

-Hidràulica

COST: 6000€

Model: S5505

Fabricant: RINCON

-Altura màxima: 1300mm

-Càrrega màxima: 360Kg

-Hidràulica

COST: 4500€

En tot els casos el preu indicat és només per l'adquisició del producte. El preu de la instal·lació i homologació varia entre els 1500 i 2500 euros segons marca i producte

5. PLEC DE CONDICIONS INICIALS

L'elevador serà instal·lat en un autocar anomenat de pis alt, normalment per ús de llarg recorregut. La màquina ha de complir la legislació actual que regula el transport públic.

L'elevació s'efectuarà mitjançant un sistema telescòpic amb dos vis-sens-fi i uns braços basculants. Tot el conjunt serà plegable i la superfície de la plataforma en sí es dividirà en dos parts plegables entre si.

L'accionament utilitzat serà per motor elèctric de corrent continu a una tensió de 24 volts amb *encoder*. La transmissió que s'utilitzarà serà per corretja dentada.

5.1. Normativa aplicable

A nivell general, el producte es desenvoluparà sota la següent normativa:

Directiva europea 98/37/CE: "Màquines"

EN/ISO 12100: "Seguretat a les màquines – Conceptes bàsics, principis generals pel disseny" i EN/ISO 14121: "Seguretat de les màquines. Avaluació del risc"

L'elevador està sotmès, però, a unes normes més restrictives en el seu context d'utilització. La legislació aplicable pels espais condicionats per persones de mobilitat reduïda en cadira de rodes en abusos i autocars es troba a l'annex VII de la Directiva 2001/85/CE i l'annex VIII del reglament 107, ambdues reglamentacions són alternatives tot i que difereixen en alguns aspectes i el fabricant pot optar per complir qualsevol de les dues:

Directiva 2001/85/CE del Parlament europeu i del Consell, de 20 de novembre de 2011, relativa a les disposicions especials aplicables als vehicles utilitzats pel transport de viatgers amb més de 8 places ademés del conductor, i pel que es modifica la Directiva 70/156/CEE i 97/27/CE o, alternativament, pel reglament CEPE/ONU 107 sobre disposicions uniformes relatives a la homologació de vehicles de categoria M2 o M3 en el que representa a les seves característiques generals de construcció. Aquestes reglamentacions estableixen diferents obligacions en funció del tipus de vehicle.

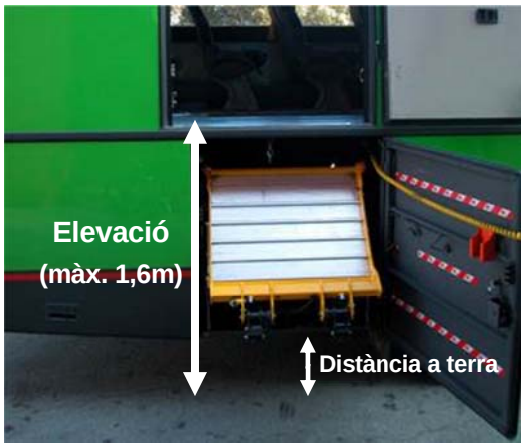
Reial Decret 1544/2007, de 23 de novembre, pel qual es regulen les condicions bàsiques d'accessibilitat i no discriminació per l'accés i utilització dels modes de transport per persones amb discapacitat (Article 5. Transport per carretera / Article 6. Transport urbà i suburbà / ANEX V. Condicions bàsiques d'accessibilitat en el transport urbà i suburbà en autobús.

També hi ha una norma desenvolupada a nivell nacional per la AENOR que legisla el producte a desenvolupar; UNE 26-364: "Vehicles de carretera. Vehicles pel transport col·lectiu, incloses les persones amb mobilitat reduïda, capacitat superior a 9 places"

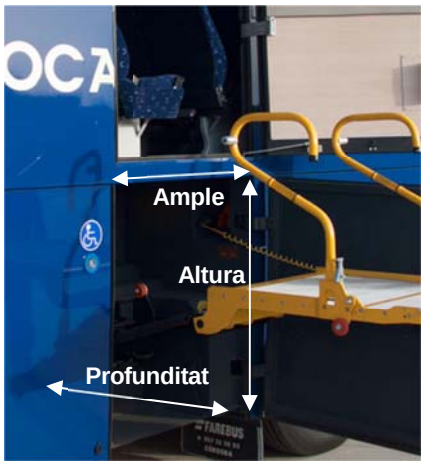
5.2. Dimensions generals

Una de les característiques més importants per un elevador com el projectat és l'altura màxima que pot adquirir. Pel present aquest valor és de 1600mm.

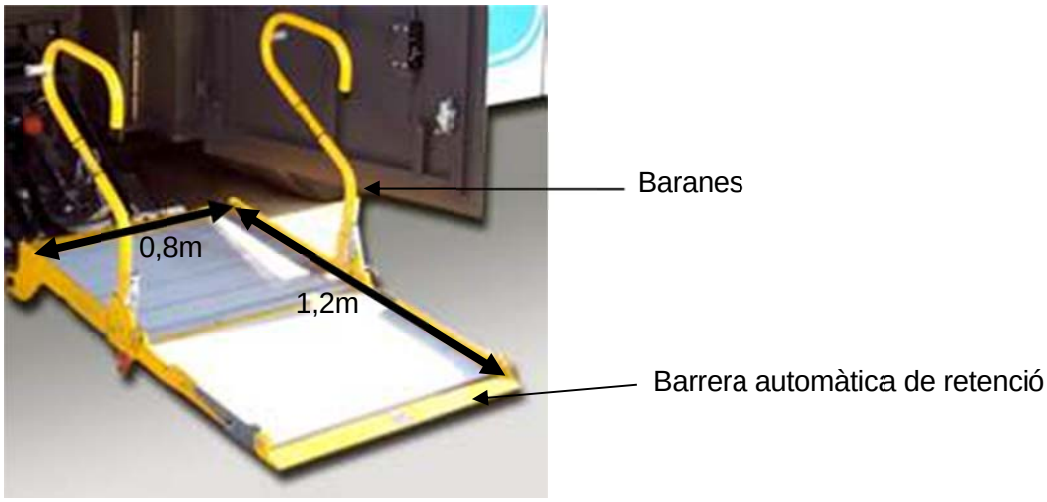
Tanmateix, la distància a terra desde el final de la carrosseria està limitada a valors menors a 400mm.



Pel que fa a les mesures del calaix del maleter necessari per la instal·lació de l'elevador ha de tenir disponible un ample de 860mm, una altura de 1100mm i una profunditat de 680mm.



Per normativa la superfície útil de la plataforma ha de ser de 800mm d'ample i 1200mm de profunditat.



Cal destacar que són d'obligada inclusió unes baranes i un sistema de barrera de funcionament automàtic.

5.3. Especificacions tècniques

La segona característica més important és el pes que es capaç d'elevar la màquina. En el nostre projecte es desenvoluparà el producte amb una càrrega de 350 Kg. Aquest valor també està sotmès a normativa i ha de ser sempre igual o superior a 300 Kg.

El càlcul dels accionaments es projectarà de tal manera que la maniobra d'ascensió no sigui superior a 15 segons.

5.4. Sèrie a fabricar

Com ja s'ha comentat, s'ha d'estudiar la possibilitat de introduir el nostre producte en el actual mercat. Per aquest motiu, i de cara a l'estudi de la viabilitat econòmica, s'ha de fer una previsió de la quantitat de elevadors que es fabricaran.

Fig.4.1. Vendes de l'empresa Masats

Aquest valor s'estimarà en una producció de 20 unitats anuals durant 4 anys.

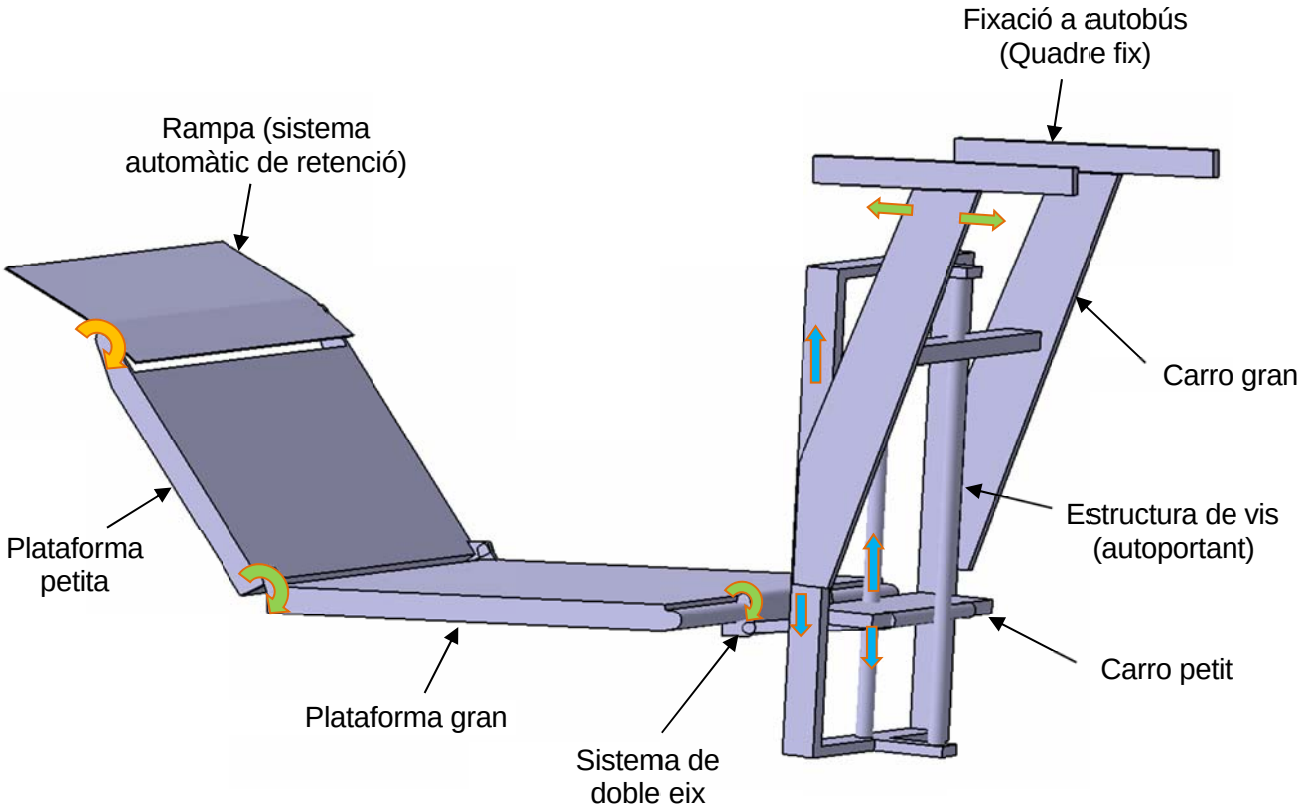
6. FASE DE DISSENY

Es començarà presentant les diferents parts del conjunt de la màquina i la nomenclatura que s'utilitzarà al llarg de tot el projecte.

6.1. Vista general del conjunt

Els components que formen l'elevador són el quadre que serveix de fixació a la carrosseria del autobús, un carro (gran) que s'hi desplaça en profunditat, una estructura amb dos vis sens fi (un estàtic i un giratori) que es desplaça verticalment pel carro gran, un carro (petit) que s'hi desplaça verticalment per l'interior aquesta la última (sistema telescòpic), un sistema de doble eix i la superfície de la plataforma en sí, que consta de dos sub-plataformes que es poden plegar.

A continuació es presenta un croquis. El moviment accionat es representa amb fletxes verdes i el que s'ha d'efectuar manualment amb el color blau. El moviment de la barrera automàtica de retenció (taronja) és per mitjà d'una molla.



6.2. Superfície de la plataforma

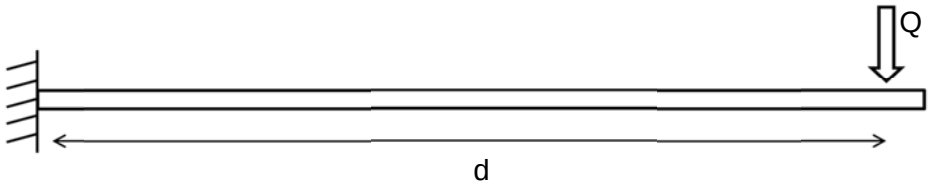
El primer que es fa és estudiar i projectar els elements estructurals de la superfície de la plataforma en si, és a dir, el bastidor.

6.2.1. Càlculs preliminars

Simplificant i assimilant la plataforma a un cas típic de barra en voladís encastada per un extrem, definim:

Càrrega de 350 Kg ; Q = 350·9,81 = 3433,5 N

Distància del punt d'aplicació de la càrrega a encastament : d = 1000mm



Les equacions de càlcul dels esforços als que estan sotmesos els perfils que composen el bastidor són:

Màxim moment ; $M = Q \cdot d = 3433{,}5\ N \cdot m$

Màxima tensió $\sigma = M / W_{resist}$

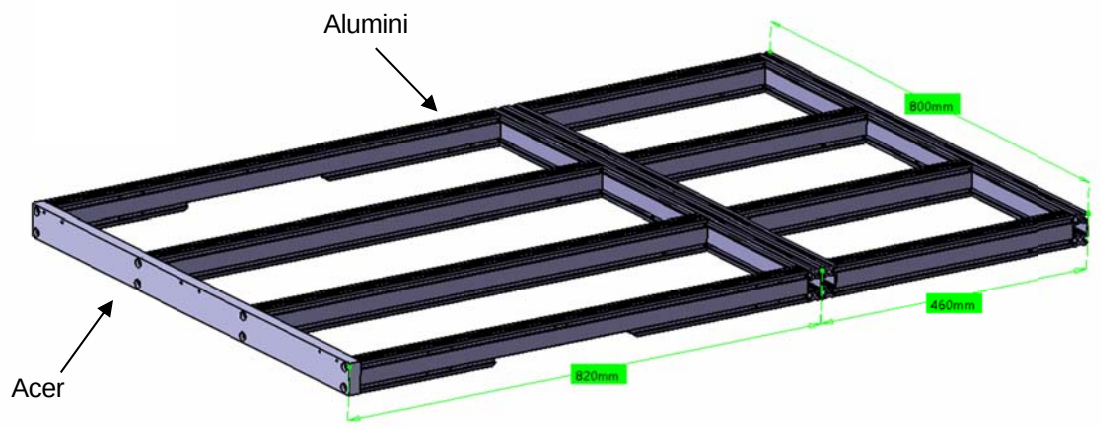
Màxim desplaçament $\delta = Q \cdot d^3 / 3 \cdot E \cdot I$

On E és el mòdul d'elasticitat del material i I el moment d'inercia.

Pels càlculs preliminars es suposarà un pes propi de 70 Kg aplicats a 500mm de l'encastament.

En un primer moment s'estudia el prototipus que, com s'ha comentat al prefaci del projecte, es disposa de l'empresa Massats.

Aquest prototipus es basa en un bastidor composat de perfilaria comercial d'alumini amb $I = 3{,}168 \cdot 10^4\ mm^4$ amb una barra frontal d'acer.



Com es veu en el càlcul de l'annex A.1.1.1. aquest disseny no és acceptable segons les equacions abans exposades.

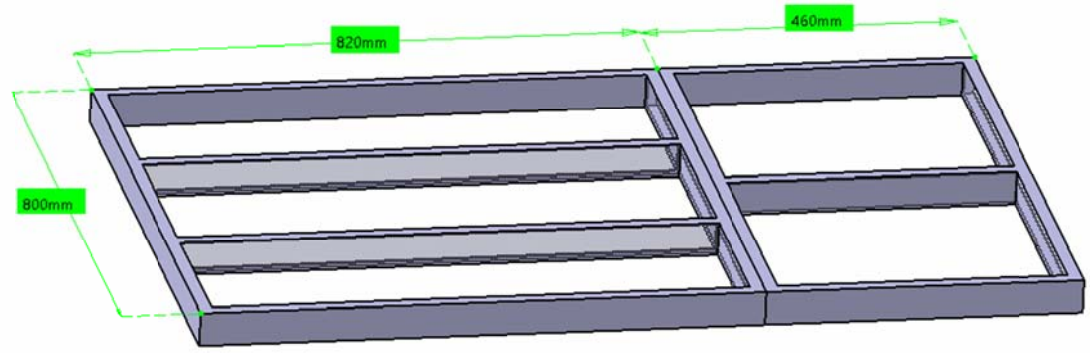
Si a més tenim en compte que hi ha un cargolament en el punt crític (unió acer-alumini), el resultat és, relativament, desastrós. En el càlcul de l'annex A.1.1.2. es pot veure, en els resultats de càlculs amb MEF, com les tensions arriben a valors de 150 MPa en la zona de cargolament.

Tot i així, aquest disseny fa que l'alumini deformi plàsticament sense trencar-se segons proves empíriques en prototipus (veure Annex B)

6.2.2. Bastidor:

Així, es projecta un canvi del material del bastidor. Més enllà d'augmentar el nombre o la grandària dels elements estructurals d'alumini es decideix fer tot el conjunt d'acer.

Així, tenint en compte l'annex A.1.2.1. on es pot veure els resultats de vàries configuracions, es projecta un sistema de dos bastidors amb perfils rectangulars de 50 (alt) x 20 (ample); un de petit amb un marc de 4 perfils massissos i un tubular interior (gruix 3mm) disposat longitudinalment i un de gran amb un marc de 4 perfils massissos i 2 tubulars (gruix 3mm) interiors.

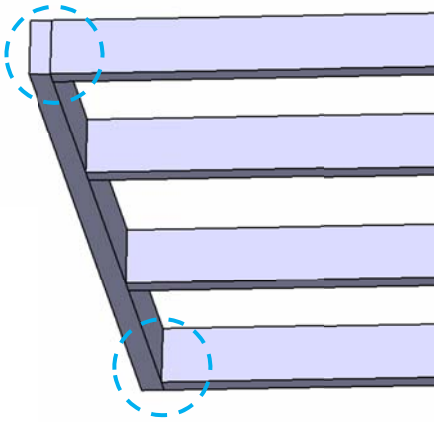


El càlculs per elements finits de l'annex A1.2.2 mostren el bon comportament d'aquest disseny.

Tenint en compte que es tracta d'un conjunt soldat s'han de projectar de forma correcta les soldadures a efectuar.

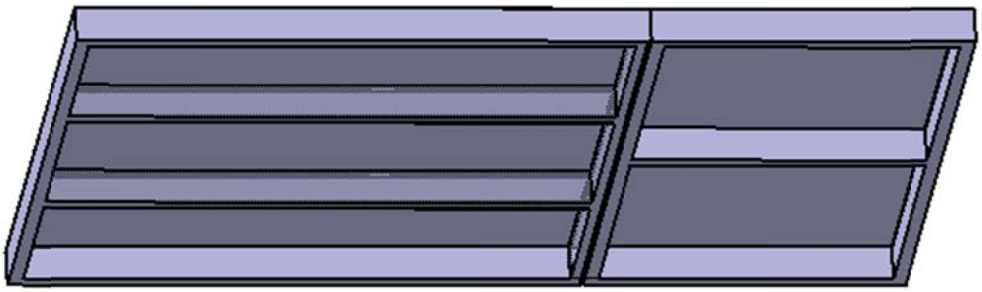
Les soldadures dels dos perfils interiors, per ser tubulars d'espessor petit, seràn "a fons" així la resistència a tindre en compte és la del material. No es realitza càlcul específic qualsevol.

En els laterals es realitzarà una soldadura en angle amb penetració parcial i aquesta la identifiquem com la crítica del conjunt.



Així, donat els resultats dels càlculs de l'annex A1.2.3 es realitzaran uns retall en el perfil massís de 6mm per realitzar-hi una soldadura de gola de 4mm.

Ademés cada bastidor portarà una xapa soldada per tot el seu perímetre de gruix 2mm.



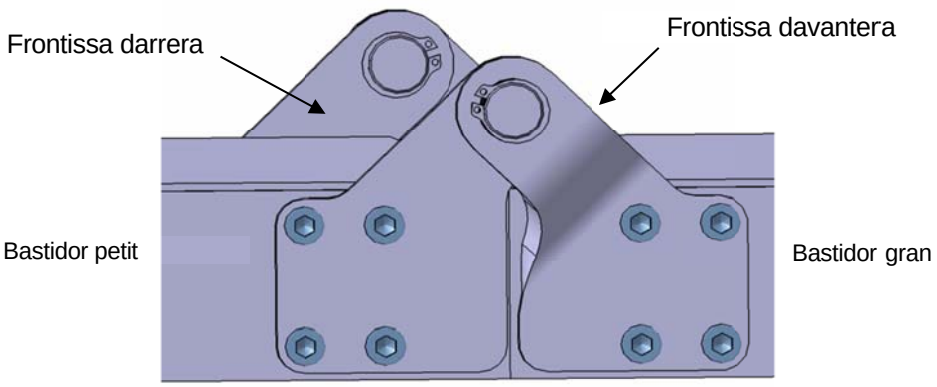
En l'annex A1.3 s'observa com la xapa absorbeix moment flector. També es comprova que sigui prou resistent quan s'hi apliquen 175 Kg en la zona on no es recolza sobre perfilaria.

Donats els valors de les tensions que hi apareixen, el material que s'utilitzarà per totes les peces d'aquest conjunt soldat serà acer de construcció S235JR segons la norma EN 10027.

Com es descriu en el llibre "Selecció de materials en el disseny de màquines" de C. Riba és un "acer de baix cost, destinat a tota classe de construccions metàl·liques i peces mecàniques de responsabilitat moderada".

6.2.3. Sistema de plegada

Definit el sistema estructural es presenta el sistema que permet el plegament dels dos bastidors.



Utilitzarem uns coixinets amb valona autolubricants, sense necessitats de manteniment, basats en un aliatge de bronze amb inserts de lubricant sòlid. Concretament els tipus DB™ de la casa *GGB.* A l'annex D1 podem veure el catàleg amb les dimensions i especificacions disponibles per aquest producte.

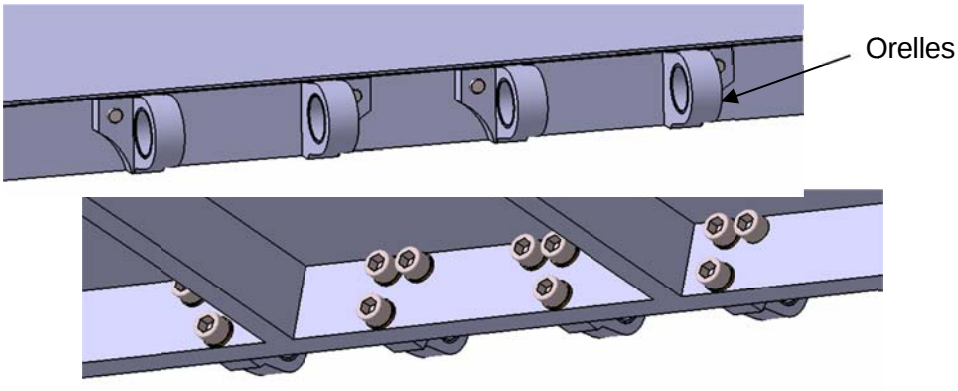
Tal i com es presenta a l'annex A1.4.1 s'utilitzarà un coixinet de diàmetre d'eix de 14mm de tipus DB-B i l'eix serà d'acer S235JR amb coeficient de seguretat superior a 3,5.

Es cargola aquesta peces amb 4 cargols de mètrica 6 de qualitat 8.8. A l'annex A1.4.2 hi tenim la comprovació. S'ha d'aplicar un parell de pre-tensat de 10 N·m.

Per altra banda, donats els resultats dels càlculs de l'annex A1.4.3, on observem tensions en les frontisses de l'ordre de 225 Mpa, aquesta peça es farà d'acer C35E i així continuar amb coeficients de seguretat superiors a 1,5.

6.2.4. Sistema de subjecció a eix

Ara es presenta el sistema de 4 orelles cargolades a la barra frontal que permet fixar el conjunt dels dos bastidors a un eix.

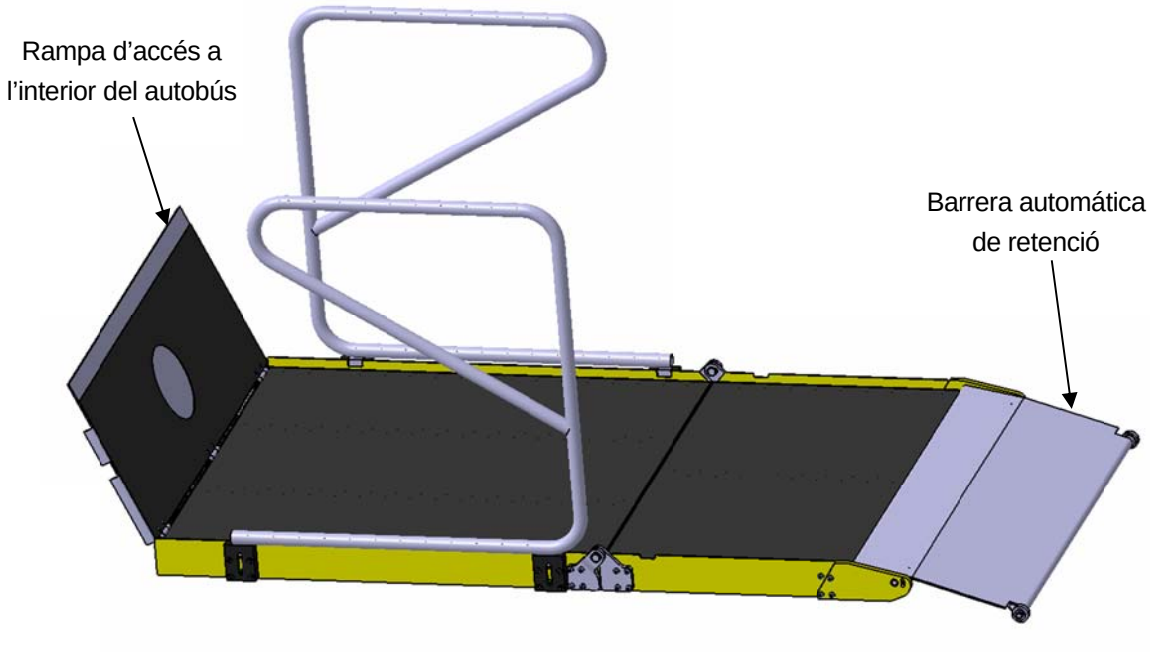


Veient les tensions que apareixen en el càlcul pel MEF de l'annex A1.5.1 l'orella ha de ser d'un bon acer C45E.

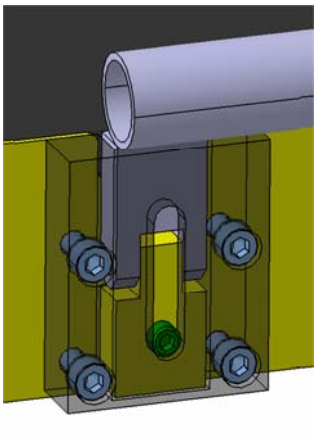
S'utilitzaran cargols de mètrica 12 de qualitat 8.8 pel cargolament. A l'annex A1.5.2 podem veure la comprovació numèrica.

6.2.5. Conjunt complert

La plataforma en si es completa amb un sistema automàtic de retenció (barrera), una xapa per accedir a la superfície de l'autocar, unes baranes fetes de tub doblegat amb sistema de plegada, adhesiu de material antilliscant i unes xapes laterals.



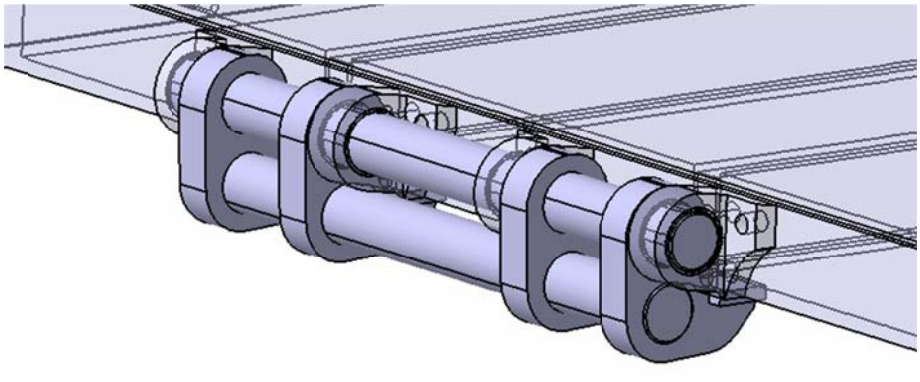
Detall del sistema de plegament de les baranes mitjançant un eix que es desplaça per una guia prismàtica:



En l'annex A1.6 podem veure el càlcul de la molla del sistema automàtic de retenció així com un estudis per MEF amb xapes laterals incloses.

6.3. Sistema de doble eix

Per la subjecció del conjunt anterior es projecta el següent sistema mostrat basat en dos eixos i unes peces "agarraderes" i unes "sofrideres";

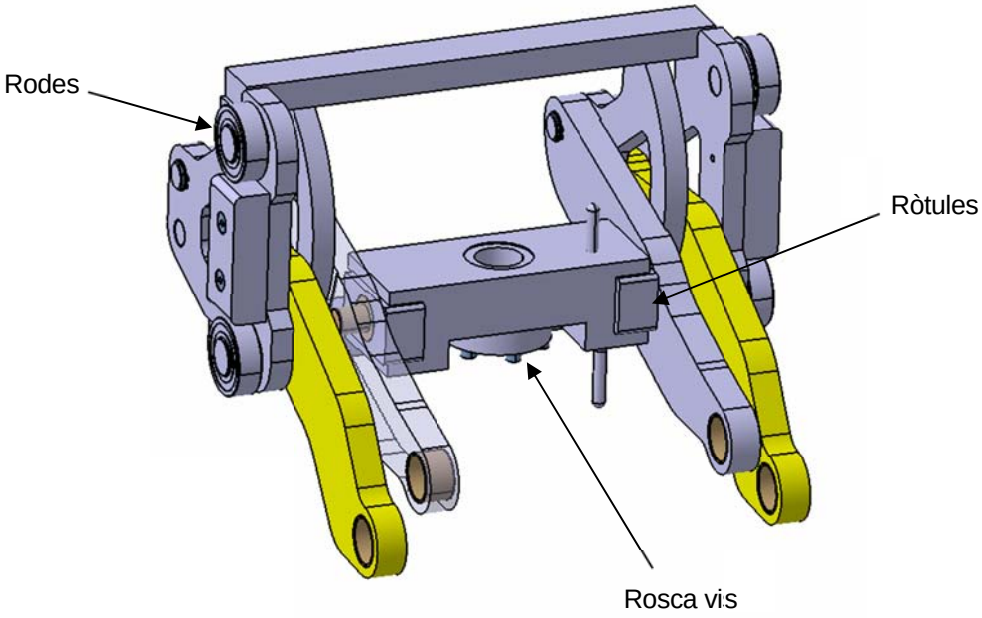


A l'annex A2.2 es presenta el càlcul dels coixinets que permeten el gir de les orelles.

En el A2.3 podem veure un càlcul MEF d'on es dedueix que la peça "agarradera" pot ser d'acer S235JR.

6.4. Carro petit

El carro petit és el sistema que transmet el moviment desde un vis-sens-fi giratori a la plataforma mitjançant uns braços i unes guies sobre les que s'hi desplaça.



Els braços mantenen sempre la distància de 50mm en els extrem i la seva rotació manté la plataforma vertical en tot moment. El sistema rodament/ròtula, ademés, només transmet les forces verticals entre rosca de vis i braç.

En l'annex A3.1 es presenta un breu estudi del comportament mecànic del sistema i les forces que s'hi presenten. En el següent apartat, l'annex A3.2, es presenta el càlcul dels rodament autolubricants i en el següent, el A3.3, el de les rodes que circulen per les guies.

En l'annex A3.4 tenim un estudi MEF del comportament dels braços, els quals, donat els resultats, es projecten d'acer S275JR.

6.5. Accionament (carro petit)

Quan la força del vis aplicada als braços sigui immediatament superior a 4,6 kN s'iniciarà el moviment vertical del carro (es suposa fricció a les rodes nul·la).

Si s'impedeix el moviment del carro la rotació dels braços començarà quan aquesta força sigui immediatament superior a 9,2 kN.

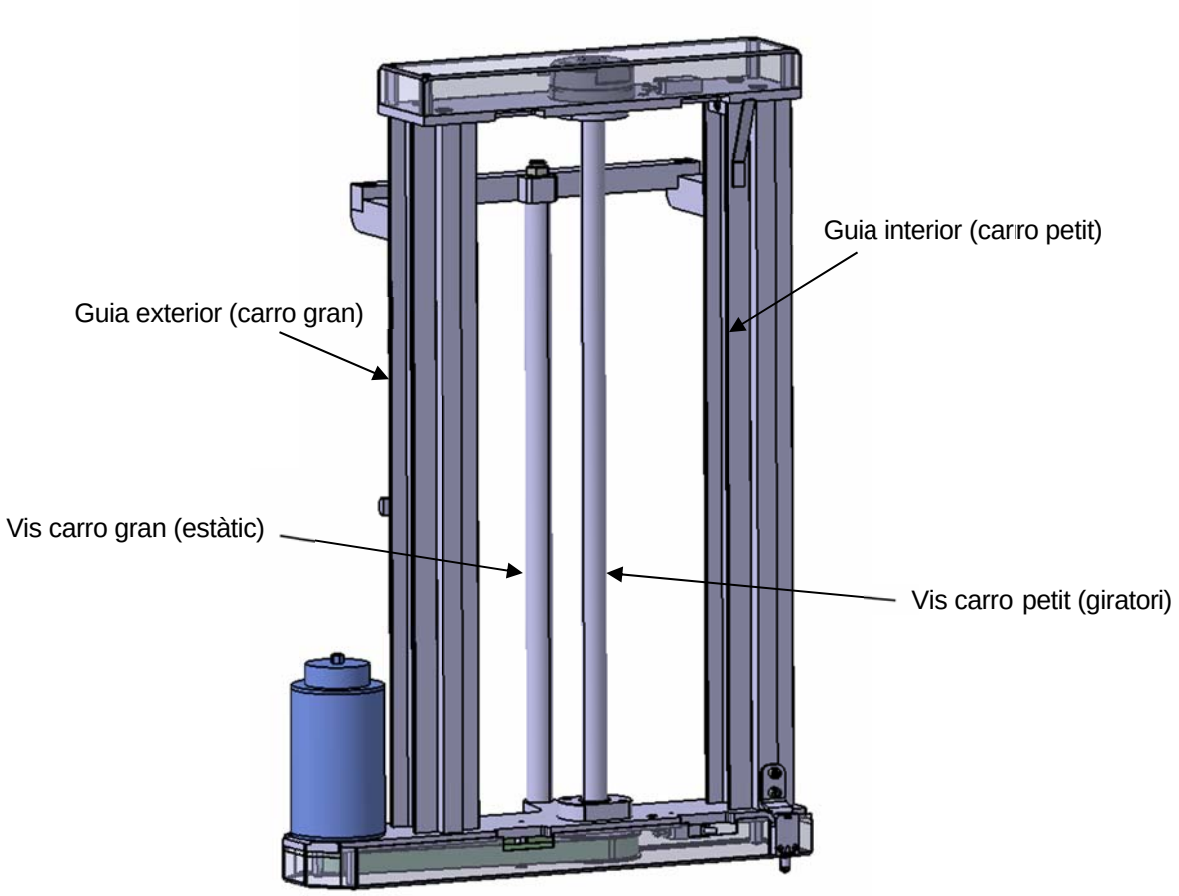
Així, com es veu a l'annex A4.1 es dissenya un vis de diàmetre 25mm amb pas de rosca de 10mm.

El motor a instal·lar serà de 900 W (càlculs a l'annex A4.2) que ens permetrà moure la plataforma a una velocitat d'entre 0,16 i 0,17 m/s.

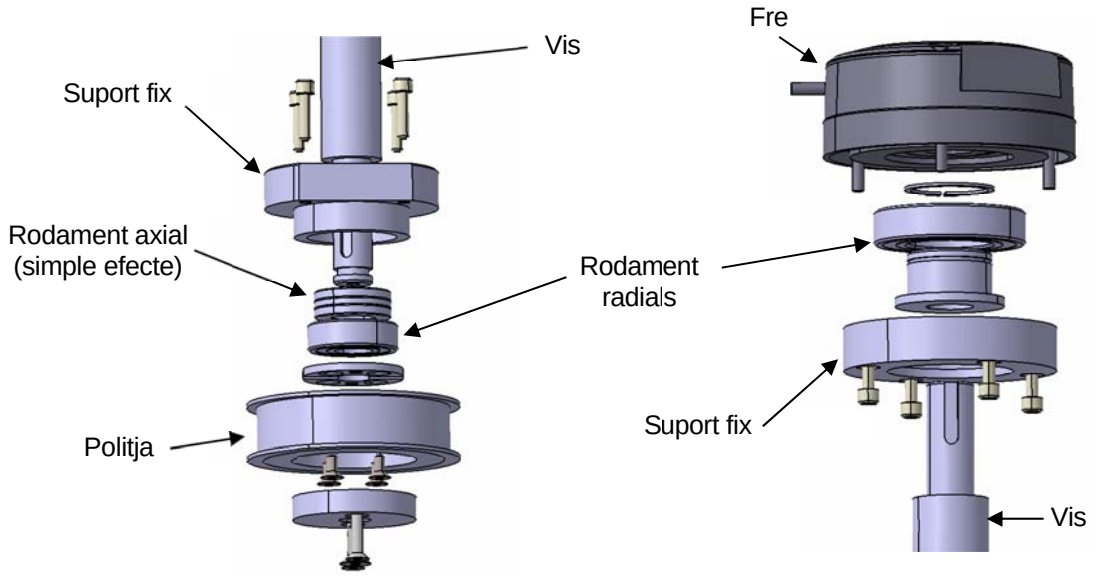
La transmissió entre motor i vis serà mitjançant una corretja dentada d'ample 16mm. La relació de transmissió serà de 2,9. Els càlculs es presenten a l'annex A4.3.

6.6. Sistema autoportant amb vis-sens-fi

A continuació es presenta el sistema per on es desplaça el carro petit (guies interiors), allotja el vis giratori i transmissió que li transmet la potència (al carro petit) i conté les guies exteriors pel carro gran i el vis (estàtic) que li transmet la força (al carro gran).



A continuació podem veure els components que conformen els extrems del vis giratori:



En l'annex A5.1 es presenten els càlculs necessaris per la projecció dels rodaments. En el A5.2 hi tenim el dimensionament del fre. En el A5.3 es mostra el càlcul de les xavetes superior (fre) i inferior (politja).

6.6.1. Accionament (carro gran)

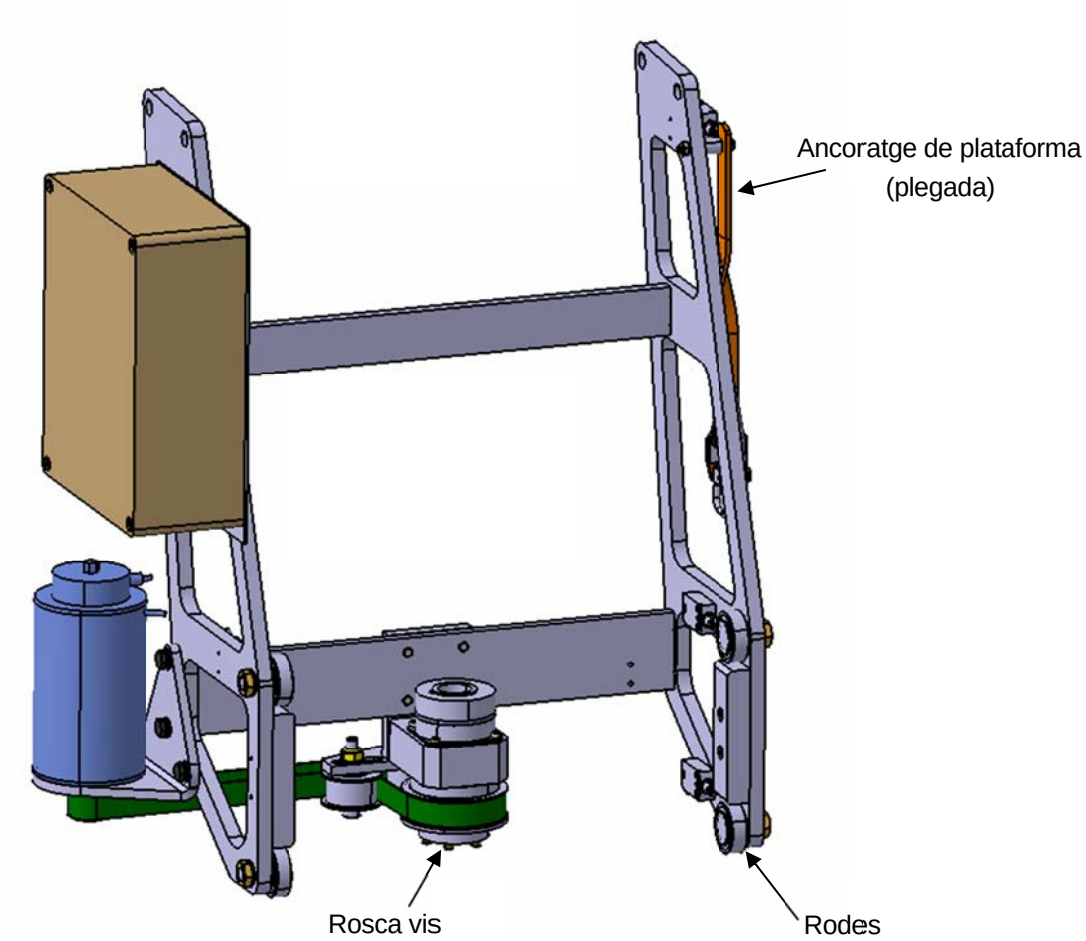
El segon accionament haurà de moure tot el sistema de la plataforma, el carro petit i aquesta estructura de guies i vis. Això suposen 86 Kg més que l'anterior accionament.

Com es pot veure en els càlculs de l'annex A5.4, s'utilitzarà el mateix vis-sens-fi, motor i tipus de corretja de transmissió, ja que les forces màximes no són superiors.

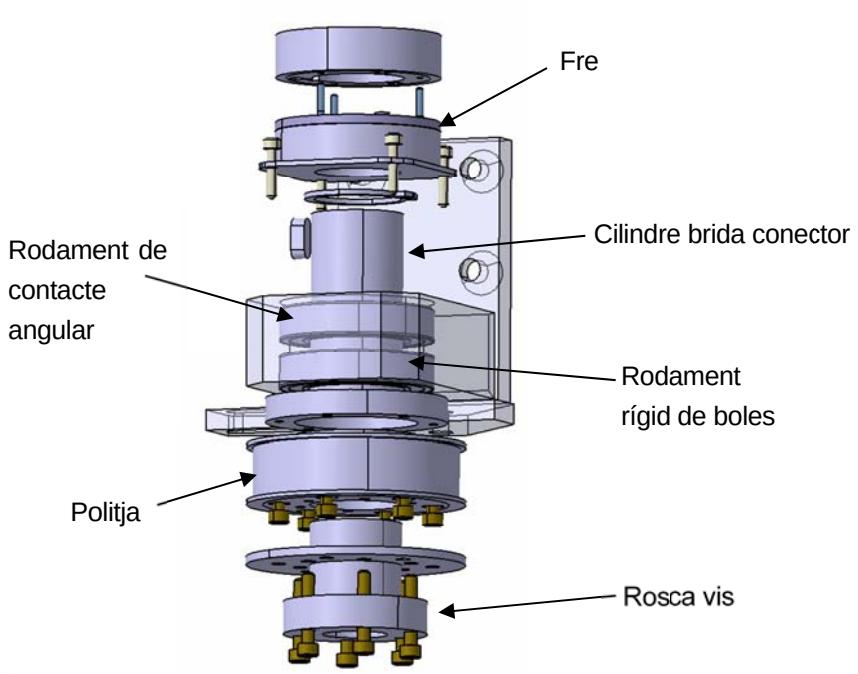
Aquest accionament ens elevarà tot el conjunt a una velocitat de 0,14m/s.

6.7. Carro gran

El carro gran és l'encarregat de transmetre la força al vis estàtic desplaçant-lo per les guies exteriors de la seva estructura mitjançant les rodes del primer.



Vista del sistema de rosca, politja i frenada del vis estàtic:

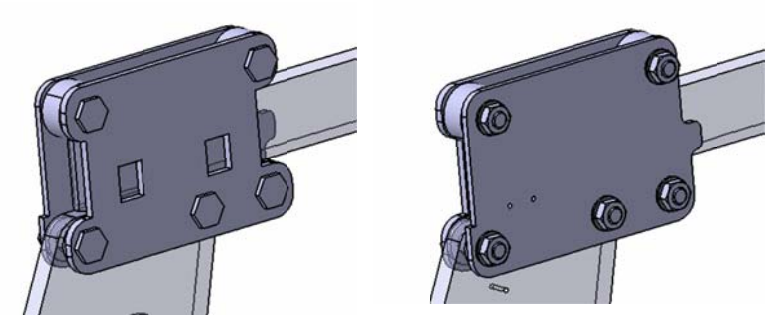


En l'annex A6.1 es presenta el dimensionament de les rodes i en el A6.2 la comprovació dels rodaments.

També es fa un estudi per elements finits de la estructura. Els resultats es mostren a l'annex A6.3.

6.8. Patins

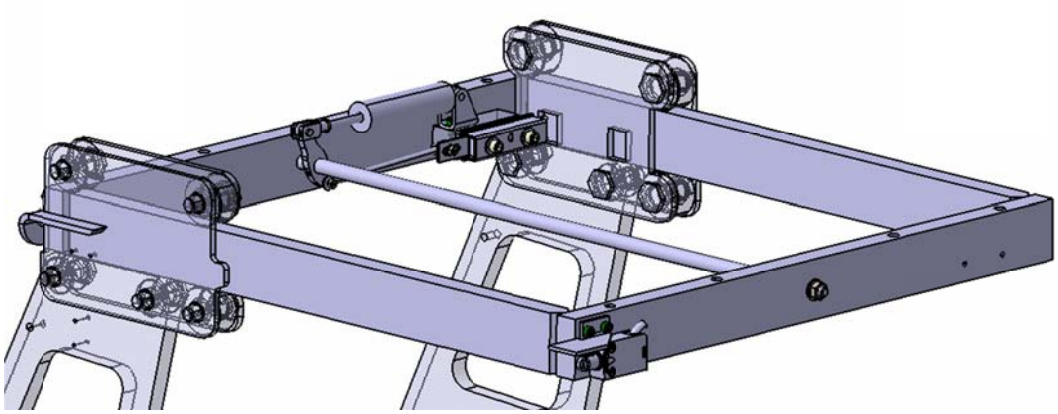
Per permetre el desplaçament del carro gran a través del quadre fix s'han de projectar uns sistema de patins/correderes. Es projecten un parell de patins amb 3 rodes cadascun. A continuació hi podem veure una representació:



El càlcul de les forces resultants sobre les rodes i el dimensionament d'aquestes es presenta a l'annex A6.4.

6.9. Fixació a autocar

Finalment es mostra el sistema que es fixa a la part inferior del pis del vehicle. S'inclou un mecanisme de retenció automàtic per mitjà d'un sistema de cilindre elèctric i pestell.



Es disposen 8 forats (4 a cada travesser) per la fixació a la carrosseria del autocar.

6.10. Sistemes de seguretat

A part de les baranes i la barrera de retenció automàtica s'han de projectar altres sistemes de seguretat que la majoria dels qual s'anomenaran però no es detallaran en el present projecte.

Principalment s'ha d'incloure un sistema de senyalització lluminosa i sonora durant l'operació de la màquina. També s'ha d'incorporar un sistema que impedeixi l'arrancada del motor si el PLC no detecta el correcte plegament de l'elevador així com un dispositiu de parada d'emergència (regit per la norma EN-ISO 13849). Els polsadors d'emergència no estaran al mateix comandament que els altres.

Ademés, les xapes laterals de la plataforma aniran pintades amb d'un color vistós (groc) i a les guies laterals s'hi hi enganxarà cinta reflectant d'advertència per la seguretat física.

Els bastidors de la superfície de la plataforma es recobriran amb una capa de material antilliscant i la xapa que fa de rampa d'accés a l'interior del vehicle ha de portar una senyal d'advertència (DIN-4844-2) per indicar la prohibició de romandre-hi a sobre.

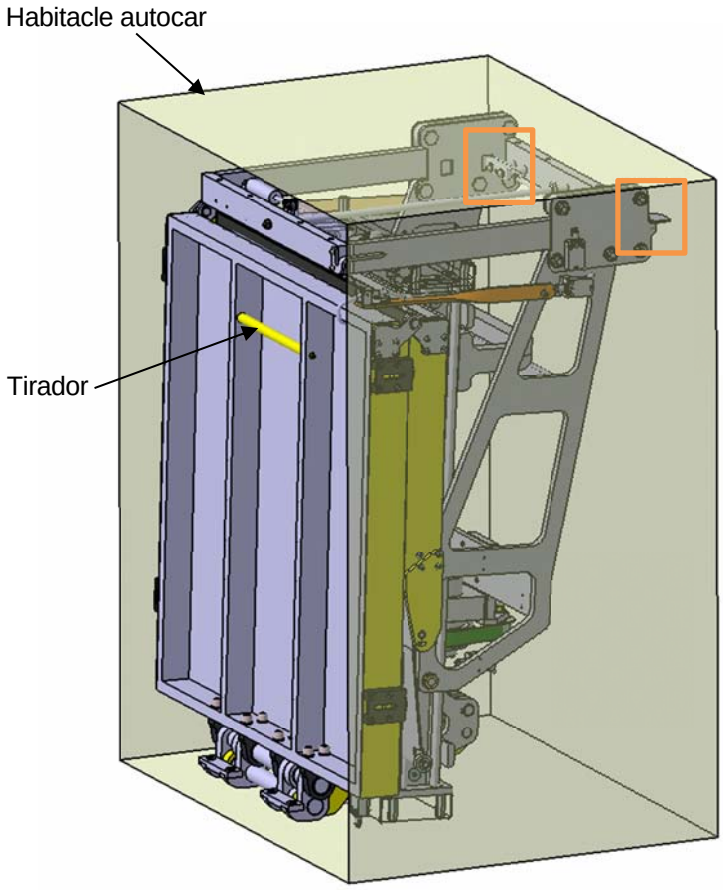
També es projectarà una cadena per guiar els cables dels micro-interruptors, frens i motors per evitar l'interferència amb la resta de components de la màquina.

7. MODE OPERATIU

A continuació es mostren les diferents etapes per on passa una operació complerta de l'elevador posant especial interès en l'ús del micro-interruptors.

7.1. Posició inicial dintre autocar.

Quan l'elevador està plegat dintre de l'autocar hi ha detecció de la posició dels patins (Fig. 6.1) i de l'ancoratge d'aquests (Fig. 6.2).



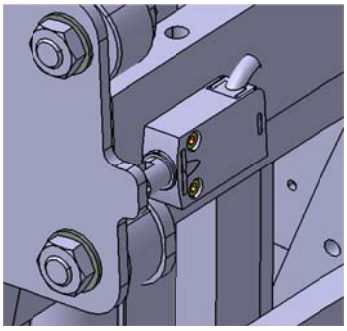


Fig. 6.1. Posició inicial patins

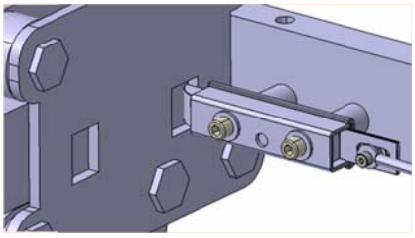
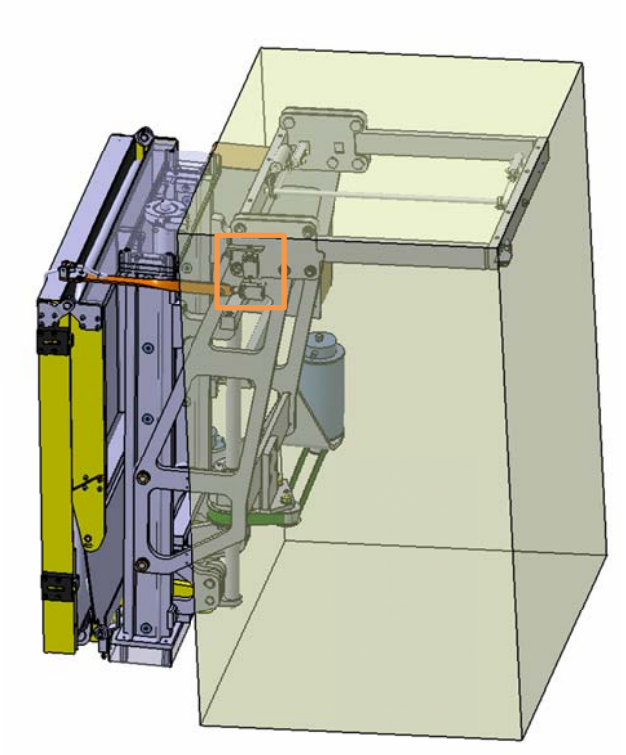


Fig. 6.2. Posició patins ancorats

En primer lloc l'usuari ha d'alliberar els patins amb l'accionament del cilindre elèctric, seguidament pot arrossegar tot el carro gran mitjançant el tirador.

7.2. Posició inicial fora autocar.

Ara el braç que reté la plataforma plegada és accessible. S'ha d'alliberar aquesta per poder desplegar el subconjunt. Hi ha detecció de la posició dels patins i el seu ancoratge així com de la posició del braç (Fig. 6.3).



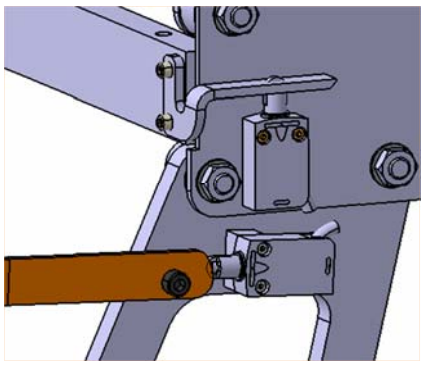
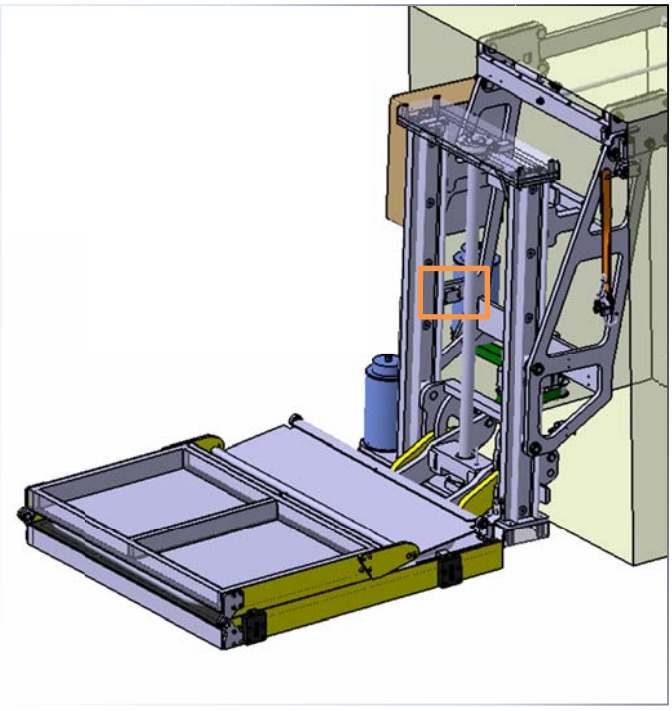


Fig. 6.3. Detalls dels micro-interruptors

7.3. Posició desplegada inicial

Una vegada alliberada la plataforma el PLC detectarà la posició intermitja de la posició dels vis (Fig. 6.4) i la posició inferior del carro petit (Fig. 6.5).



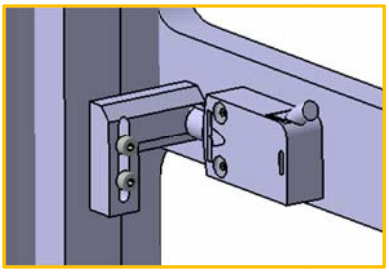


Fig. 6.4. Detecció posició intermitja estructura

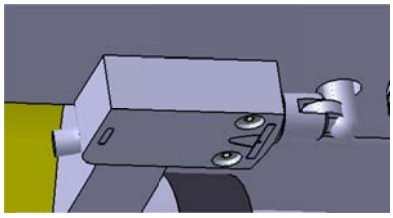
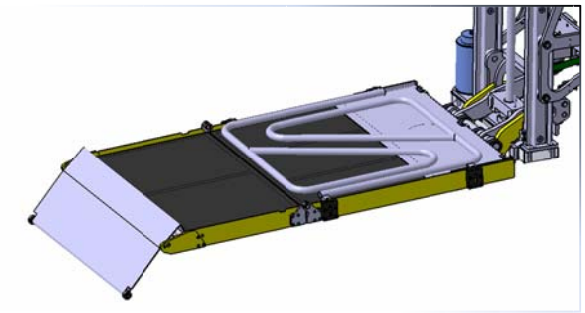
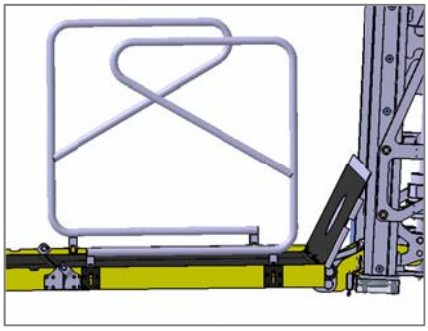


Fig. 6.5. Detecció posició inferior carro petit

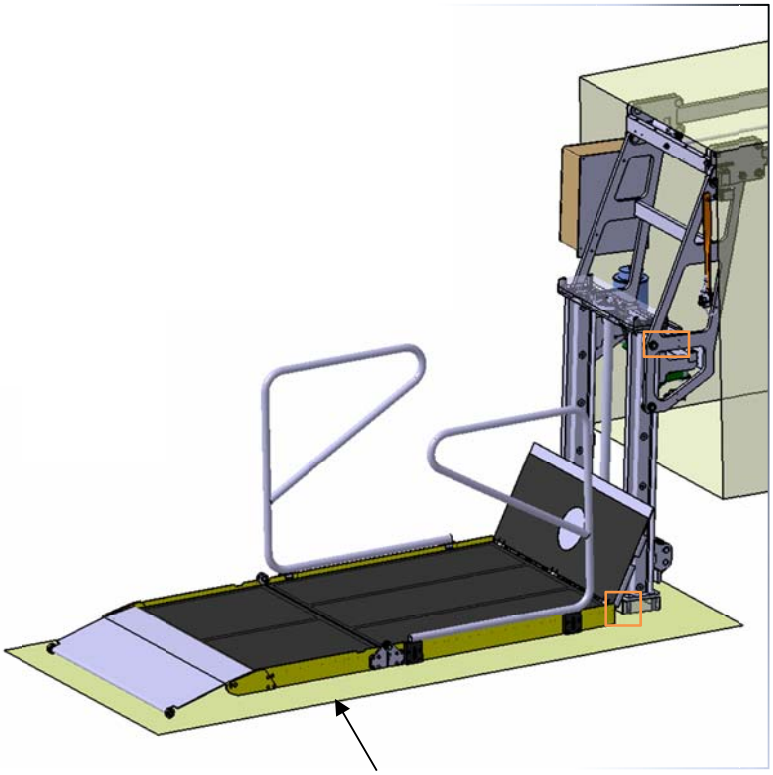
S'ha de desplegar el segon bastidor (petit) i muntar les baranes (manual).





7.4. Posició inferior conjunt

Si s'ha de carregar o descarregar a terra, s'ha de portar l'elevador a la seva posició més baixa. Es detectarà la posició inferior del conjunt (Fig. 6.6) i el contacte amb el terra (Fig 6.7).



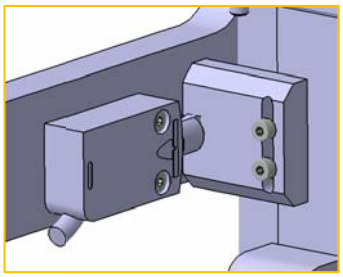


Fig. 6.6. Màxima posició inferior

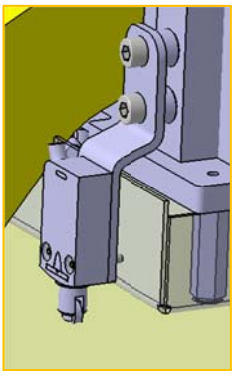


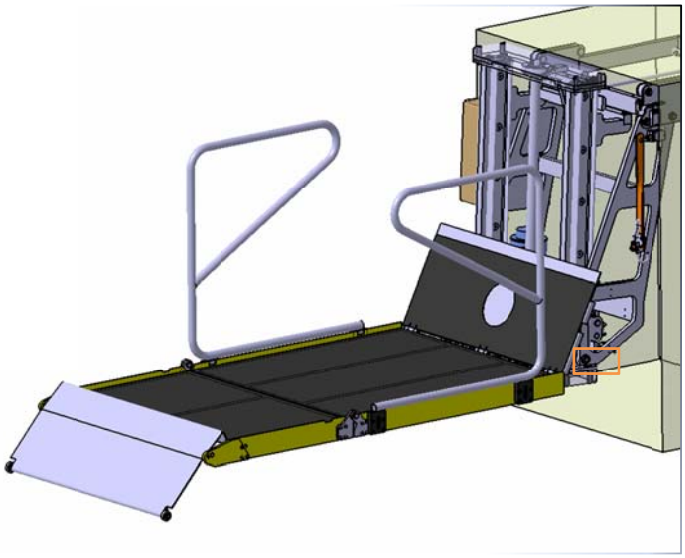
Fig. 6.7. Detecció terra

7.5. Posició superior conjunt

Si s'ha de carregar o descarregar dintre de l'autobús, s'ha de portar l'elevador a la màxima posició superior. Per això cal tres etapes:

7.5.1. Posició superior estructura

L'accionament del vis estàtic porta l'estructura de guies fins la seva posició superior que es detecta (Fig. 6.8)



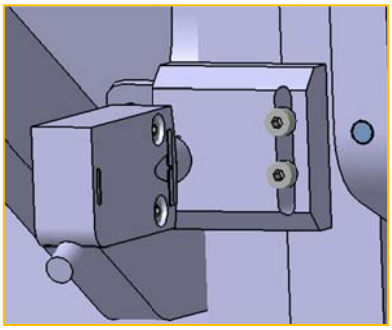
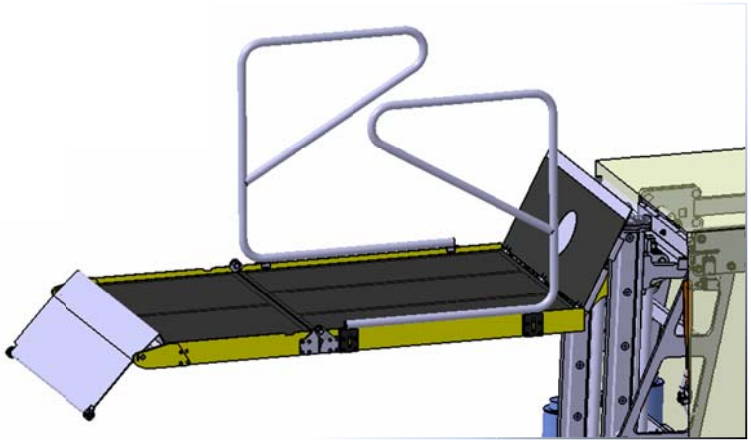


Fig. 6.8. Detecció posició inferior estructura

7.5.2. Posició superior carro

Detectada la posició anterior s'acciona el motor del vis giratori que porta el carro fins la seva posició superior on els tacs de les guies impedeixen el moviment (Fig. 6.9)



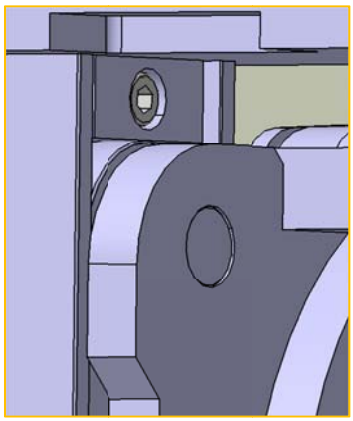
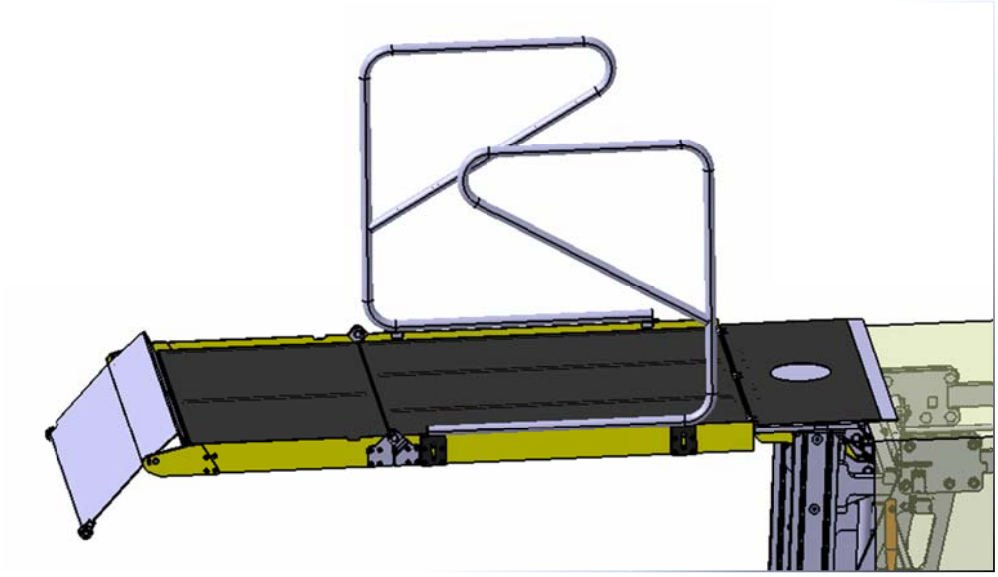


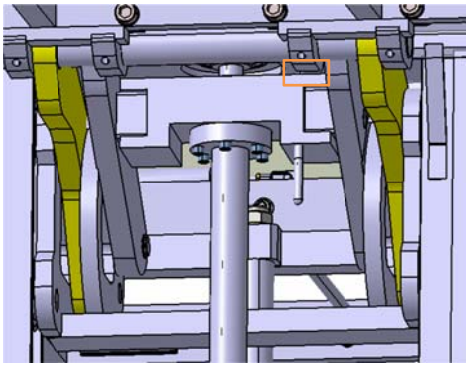
Fig. 6.9. Rodes contactant els tacs

El motor continua accionant i, com es descriu a l'apartat 6.5, s'inicia el moviment de rotació dels braços del carro petit.

7.5.3. Posició superior plataforma

Finalment es detecta la posició superior màxima de tot el conjunt per mitja de l'espàrrec del carro petit (Fig. 6.10).





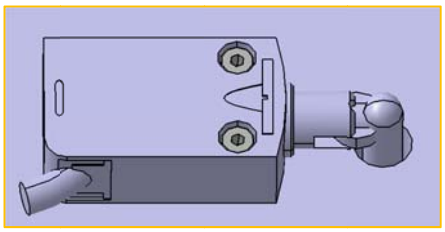


Fig. 6.10. Detecció posició superior carro petit

8. FABRICACIÓ A TALLER

La fabricació de les peces no comercials de l'elevador serà encarregada a una empresa a la qui se li entregaran els plànols de cada element en qüestió.

Degut a que l'elevador pot estar sotmès a fortes condicions de corrosió es fa indispensable una bona protecció en aquest sentit amb imprimacions de pintures anticorrosives. S'ha de tenir cura de no pintar les peces o parts d'elles que estiguin mecanitzades per l'obtenció de qualitats especials.

El muntatge es portarà a terme per persones en aquest sentit qualificades i constarà de dues fases principalment; muntatge de subconjunts a local propi i muntatge final a client.

Una vegada muntat el conjunt s'ha d'aplicar greix a les guies, a les ròtules i als rodaments.

8.1. Llista de plànols

Els plànols, que es troben a l'annex E, són:

Nº 1: Conjunt general.

Nº 2: Subconjunt estructura soldada del carro petit

- Nº 2A1: Porta rodes del carro petit
- Nº 2A2: Triangle interior carro petit

Nº 3: Subconjunt estructura soldada del carro gran

- Nº 3A1: Porta rodes del carro gran
- Nº 3A2: Barra inferior del carro gran

Nº 4: Tapa superior

Nº 5: Brida transmissió vis estàtic

Nº 6: Eix inferior

9. MANTENIMENT

És molt important en una màquina com l'elevador del present projecte fer un bon manteniment en les part amb moviments relatius que necessiten de la l'aplicació de greix.

En aquest sentit les guies verticals per on circulen el carro petit i el gran i les superfícies superior i inferior de les ròtules de carro petit són les zones on s'ha de revisar i, si cal, aplicar greix de forma periòdica.

Els rodaments cal revisar-los periòdicament assegurant-ne el bon comportament i la quantitat i qualitat del greix que hi ha. Per al canvi o muntatge dels coixinets es recomana l'ús de cales a mida, les quals subministra el mateix fabricant.

Pel que fa als coixinets sinteritzats no cal preveure una lubricació suplementària i el manteniment necessari és escàs.

Cal comprovar periòdicament el correcte funcionament dels micro-interruptors observant directament el funcionament d'aquests així com el PLC de control, que es recomana que personal especialitzat el revisi.

També cal revisar amb atenció el bon funcionament dels motors i del cilindre elèctric.

10. IMPACTE MEDIAMBIENTAL

10.1. Fabricació

En aquesta fase és important que es compleixi en tot moment amb la actual normativa per la fabricació dels elements.

Durant aquesta fase es general material sobrant en forma de virutes i petit fragments gestió de la qual ha de ser ben portada per la empresa fabricant. També es produeixen residus en cas de soldar amb elèctrode, degut al seus consumibles.

S'ha de tenir especial cura en el procés d'aplicació de les pintures anticorrosives; es faran servir sistemes de pintat al aigua reduint així la emissió de dissolvents orgànics a la atmosfera.

10.2. Vida útil

L'impacte mediambiental derivat de la utilització de la màquina dissenyada es considera pràcticament nul ja que el la seva utilització i manteniment no requereix de accions agressives amb el medi ambient.

Tot i així, els productes lubricants utilitzats s'han de tractar de forma responsable segons les indicacions del fabricant.

10.3. Desballestament

Una vegada la màquina arribi al final de la seva vida útil s'ha de procedir d'igual manera que la resta del vehicle. Ha de ser desmuntada classificant les peces en funció del tipus i material i entregar a un gestor autoritzat de residus les que no siguin reutilitzades.

11. ESTUDI ECONÒMIC

A continuació s'estudiarà la viabilitat econòmica de la fabricació de l'elevador del present projecte.

En l'annex C de pressupost estan desglossat els costos de la fabricació i compra de les peces. Finalment s'ha creat un pressupost general aproximat on estan sumats els conceptes i els percentatges de Despeses Generals i Benefici Industrial.

Preu total peces = 6700 €

Preu total hores muntatge = 10h·35€/h = 350,00 €

Disseny = 800h·40€/h = 32000 € / 4·20 unitats = 400 €/u

COST TOTAL fabricació = 7640€

Benefici industrial 20% + Despeses generals 10% = 1,3·7640= 9685 €

PREU UNITAT: 9700 EUROS

Aquest preu és sense IVA (aquest producte està sotmès a un 4% per la naturalesa del mateix) i només per la adquisició del producte sense incloure instal·lació final a vehicle ni posterior homologació.

No es preveu estudi de cap tipus sobre les ajudes i subvencions a les que està sotmès el producte.

12. Conclusions

El projecte realitzat és el resultat de l'estudi teòric d'un producte que té com a objectiu, sota unes especificacions, l'elevació de personal PMR en un autocar de pis alt. S'han extret algunes conclusions de la posada en pràctica en la realització de prototipus per part de l'empresa Masats però, desafortunadament, han sigut poques.

S'han definit les condicions inicials i realitzats els càlculs desde una visió acadèmica i, també, desde una visió menys convencional on s'ha fet ús de tècniques informàtiques.

En cap cas s'ha realitzat un projecte de cara a la seva fabricació i se sap que el present projecte necessita de més desenvolupament i rigor per la seva finalització complerta.

S'ha avaluat, desde un punt econòmic, la possible introducció del producte en el mercat actual, però donats els valors es considera una tasca difícil.

Tot i així, es considera superat l'objectiu principal del projecte.

13. Bibliografia

Foix Cardona, Salvador. "Teoría de máquinas". Barcelona: Edicions UPC, 2001.

NIEMANN, F, Elementos de máquinas.

RIBA ROMEVA, CARLES, Disseny de màquines IV

RIBA ROMEVA, CARLES, Mecanismes i màquines II.

ROBERT L. NORTON , Diseño maquinas .

CARLES RIBAS ROMEVA , Selección de materiales en el diseño de maquinas .

N. LARBURU , Prontuario de Máquinas .

Balboa, Jimenez. 1981. Prontuario de ajustes y tolerancias. Marcombo S.A.

Referències bibliogràfiques

Bibliografia complementària

www.directindustry.com

www.tracepartsonline.net

http://www.masats.es

http://www.hidrel.es

http://www.incafe2000.com

http://medias.es.ina.com

http://www.proyectoabedul.es/

http://www.mobilitycarsolutions.com

http://www.rationalstock.es