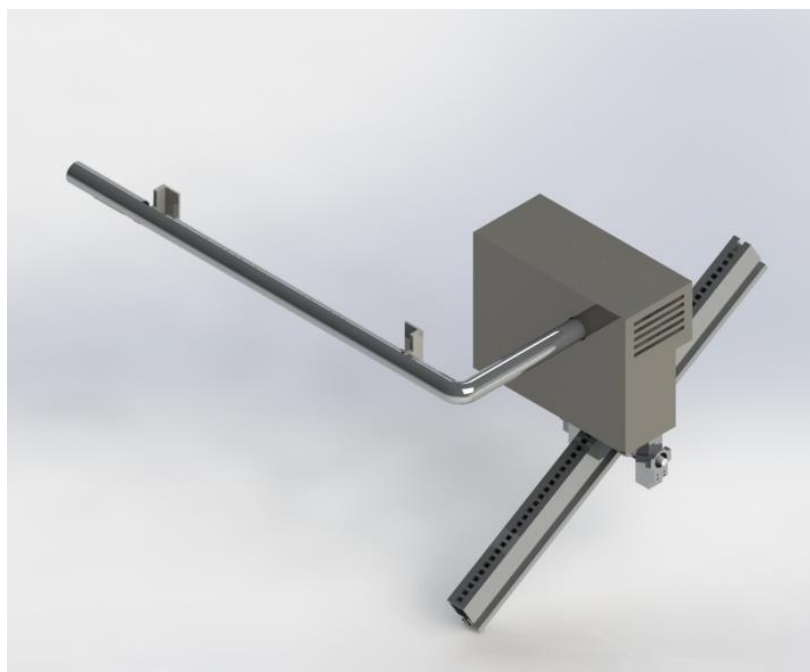




UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

TREBALL FI DE GRAU

DISSENY D'UN SISTEMA DE TRACCIÓ I GUIA PER A UN SISTEMA SALVAESCALES



Estudis: ENGINYERIA MECÀNICA

Autor: SERGIO BARBERO HINOJOSA

Director: ESTEVE PEÑA PITARCH

Any: 2015

INDEX

1. OBJECTIU DEL PROJECTE	1
1.1 FINALITAT	1
1.2 PRÒPOSIT	1
1.3 ABAST.....	1
1.4 MOTIVACIÓ	2
2. INTRODUCCIÓ.....	3
2.1 CARACTERÍSTIQUES DEL SISTEMA	5
2.2 Funcionament.....	6
4. DISSENY DEL SISTEMA	7
4.1 CONJUNT BRAÇ.....	7
4.2 CONJUNT ESTRUCTURA.....	12
4.3 CONJUNT FORQUILLA	13
4.3.1 Eix forquilla	15
4.3.2 RODAMENT	16
4.3.3 FIXACIONS DELS RODAMENTS	17
4.4 SUPORT DEL MOTOR A L'ESTRUCTURA	18
4.5 CARCASSA	19
4.6 CONJUNT GUIA	20
4.6.1 FIXACIONS AL TERRA O PEUS	21
4.7 CONJUNT MOTOR-PINYÓ	22
4.7.1 EL PINYÓ O RODA DENTADA	22
4.7.2 FIXACIÓ DEL PINYÓ A L'EIX.....	23
4.7.3 EIX MOTOR	23
4.7.4 RODAMENTS	24
4.7.5 FIXACIONS DELS RODAMENTS	24
4.8 MOTO VARIADOR DE GIR DEL PINYÓ.....	26
4.8.1 CÀLCUL DEL MOTOR VARIADOR - VELOCITAT.....	26
4.8.2 CÀLCUL DEL MOTOR VARIADOR – PARELL I POTÈNCIA.....	27
5. COMPONENTS ELECTRONICS	28
5.1 LES BATERIES.....	28
5.2 DIFERENCIAL.....	29

5.3 CONVERTIDOR 230V A 24V I 24V 230V	30
5.4 SENSORS INDUCTIUS.....	31
5.5 POLSADORS	32
5.6 PLC	32
5.7 CABLEJAT	33
6. MENTENIMENT.....	34
7. PRESSUPOST.....	35
8. CONCLUSIONS.....	37
8.1 Aspectes oberts dels disseny	37
9. Bibliografia	39
10. ANNEXOS	41
10.1 CÀLCULS	41
10.1.1 CÀLCULS GENERALS DE LES CÀRREGUES.....	41
10.1.2 CÀLCULS RELATIUS AL BRAÇ	43
10.1.3 CÀLCULS RELATIUS A L'ESTRUCTURA	45
10.1.4 CÀLCULS RELATIUS A LA FORQUILLA DELS RODETS.....	51
10. 1.5 CÀLCULS RELATIUS AL PINYÓ.....	52
10.1.6 CÀLCULS RELATIUS A L'EIX DEL PINYÓ.....	54
10. 1.7 CÀLCULS REALATIUS AL MOTOR.....	55
10.2. DESGLOSAMENT DELS COSTOS	56
10. 3. PLANOLS	63

RESUM

La finalitat d'aquest projecte és la de dissenyar un sistema de tracció per a un sistema salva escales poc convencional.

Aquest projecte està vinculat a un altre, el qual tracta del disseny d'unes escales articulades amb la capacitat de transformar-se en rampa. Per tant, l'objectiu d'aquest projecte és proporcionar un sistema de tracció i guia adequat per a aquest sistema d'escales articulades.

El sistema de tracció escollit d'entre els diferents que n'hi ha per aquest tipus d'aplicacions, ha estat un sistema de pinyó-cremallera, mentre que el sistema de guia es basa en un sistema de rodets que corren per un carril.

En aquest projecte s'han dissenyat i calculat els diferents components del sistema, tant de tracció com de guia. També es parla dels components electrònics que necessita un sistema com aquest, tot i que no s'aprofundeix en aquest tema, ja que el projecte és bàsicament mecànic.

ABSTRACT

The purpose of this project is to design a traction's system for an unconventional stairlift's system.

This project is linked to another one which is about articulate stair's design that has the ability to transform itself into a ramp. Therefore, the objective of this project is to provide a traction and guide's system suitable to this articulate stair's system.

There are different traction's systems for this kind of applications but the one chosen is a gear-zip's system. Meanwhile, the guide's system is based on a system of small wheels rolling through a rail.

It has been calculated and designed the different system's components, both traction and guide. Electronic components which are needed for this system are also appointed in this project but no in a deep way, because the project is mainly mechanic.

1. OBJECTIU DEL PROJECTE

1.1 FINALITAT

L'objectiu d'aquest projecte i del projecte al qual està vinculat, és, amb la idea d'aquests sistemes, augmentar la qualitat de vida de les persones amb mobilitat reduïda (PMR) .

1.2 PRÒPOSIT

Dissenyar un sistema de tracció i guia per un sistema salva escales que permeti a una PMR accedir a llocs en els quals és necessari pujar o baixar una escala. Aquest sistema requereix una certa capacitat física i mental per la seva utilització i control.

El sistema està creat majoritàriament per peces estandarditzades ja existents en el mercat, d'aquesta manera s'aconsegueix reduir els costos.

Es desitja que aquest projecte sigui profitós per al major nombre d'usuaris possible. Amb aquest objectiu s'haurà de treballar per arribar a aconseguir les màximes prestacions amb el mínim cost possible.

1.3 ABAST

L'abast d'aquest projecte és realitzar el càlcul de les diferents parts mecàniques i estructurals, dimensionar-les, explicar cadascuna d'elles i realitzar el pressupost amb totes les parts que haurien de constar en ell.

1.4 MOTIVACIÓ

La motivació, tant la d'aquest projecte com la del qual està vinculat, per la qual es va decidir realitzar el projecte final de grau sobre un sistema salva escales, és crear un sistema per facilitar la vida a persones amb dificultats per moure's en diferents espais, i crear un sistema, dins dels ja coneguts, diferent.

2. INTRODUCCIÓ

En l'actualitat existeixen situacions a la vida quotidiana que desfavoreixen a unes persones en front a unes altres i és l'obligació de tots trobar una solució a aquestes diferències. Per tant, és tasca important de l'enginyer ajudar a arribar a aquesta fita a través de l'eliminació d'aquestes barreres.

Segons les dades obtingudes de l'Enquesta sobre Discapacitats, Deficiències i l'Estat de la Salut de l'Institut Nacional d'Estadística realitzat al 1999, hi ha 3.528.222 espanyols que pateixen alguna mena de discapacitat. Entre aquestes es troben aquelles amb dificultat per desplaçar-se per patir problemes de mobilitat. A Espanya, segons l'enquesta hi ha 2.088.902 persones que pateixen algun tipus de problema per desplaçar-se fora de la llar, això representa aproximadament el 5'3% de la població nacional. Entre aquestes persones es troben aquelles amb problemes per pujar o baixar escales pels seus propis mitjans, transformant-se aquestes moltes vegades en barreres infranquejables si no tenen ajuda d'altres persones.

Avui dia existeix una gran varietat d'elevadors instal·lats a les escales, els quals permeten que les persones que presenten alguna dificultat de moviment els puguin fer servir per pujar i baixar les escales de manera autònoma.

El sistema proposat en aquest projecte és una unió entre dos sistemes, un que tracta d'una escala articulada amb la capacitat de convertir-se en una rampa, per la qual les PMR poden moure's amb més facilitat. I l'altre, del qual es parla en aquest projecte, tracta d'un sistema de tracció i guia per facilitar encara més el transit per l'escala articulada a les PMR.

Aquest tipus de mecanisme permet convertir un moviment circular del pinyó en un moviment rectilini continu de la cremallera i a l'inrevés, és a dir, que tant es pot fer servir per transformar el moviment circular del pinyó en un moviment rectilini a la cremallera, com per transformar el moviment lineal de la cremallera en un moviment circular al pinyó.

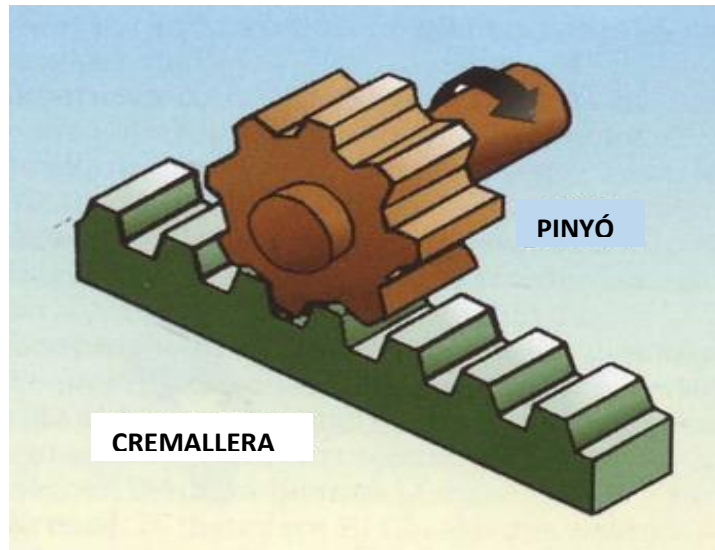


Figura 1 Pinyó-Cremallera

S'ha escollit aquest sistema per aquest projecte perquè és un sistema simple i en el qual els components necessaris són mínims, per tant es pot obtenir un cost baix.

S'ha dividit el sistema en diferents conjunts, són els següents:

- Conjunt Braç
- Conjunt Estructura
- Conjunt Forquilla
- Conjunt Carcassa
- Conjunt Guia
- Conjunt Pinyó
- Moto variador

2.1 CARACTERÍSTIQUES DEL SISTEMA

Aquest sistema ha estat dissenyat per acoblar-se a un altre sistema basat en un esquelet d'escapes articulats convertible en rampa, per tant les condicions a les quals està sotmès aquest sistema són les mateixes a les quals es sotmès l'esquelet articulats. A més d'haver de complir amb les normatives, les quals estan indicades en la bibliografia.

Característiques:

Aquest sistema està dissenyat per complir les següents condicions:

- Velocitat de pujada i baixada de 0,15 m/s, s'ha seleccionat aquesta velocitat conforme les normatives i ja que és una velocitat prou lenta per no provocar cap sensació de perill i prou ràpida per pujar i baixar en un curt espai de temps.
- Càrrega màxima admesa de 200 kg, s'ha escollit aquest pes màxim tenint en compte el pes de la cadira i que moltes de les PMR al no poder moure's també poden patir sobrepès, per tant d'aquesta manera es manté un marge de càrrega suficient.
- Pendent mínim de 26° i màxim de 42°, ja que és l'interval en el qual es comprenen les escapes de tipus general, com es mostra en la figura següent.

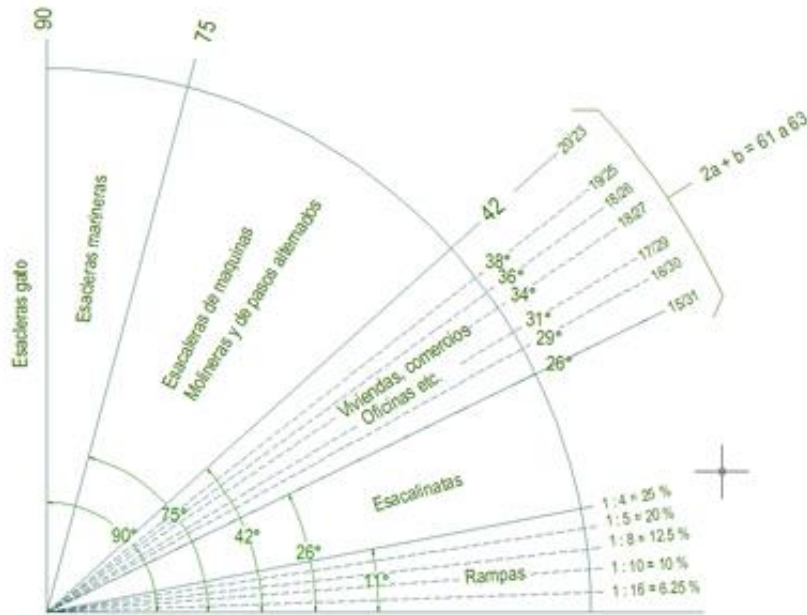


Figura 2 Tipus d'escala segons el pendent

- Sense límit de longitud del recorregut, tot i que el recorregut de l'escala articulada és limitat, el sistema plantejat en aquest projecte pot seguir un recorregut més llarg.

2.2 Funcionament

El sistema funciona mitjançant uns polsadors situats en la carcassa de la màquina, un dels polsadors fa baixar el braç, aleshores la PMR es situa entre les dues pestanyes, seguidament pitja el polsador que fa tancar les pestanyes i aquestes subjecten la cadira. Amb un altre polsador es posa en funcionament el motor i tot el sistema puja o baixa. Una vegada la PMR es troba en el punt sol·licitat, pot pitjar el polsador corresponent per obrir les pestanyes i tornar a col·locar el braç en la posició de repòs.

4. DISSENY DEL SISTEMA

4.1 CONJUNT BRAÇ

És l'element que està en contacte amb la cadira i el que fa la funció d'empènyer aquesta en una direcció o l'altra.

El braç esta subjectat a la cadira mitjançant un rodament col·locat dintre d'una fixació subjectada a l'estructura, Aquest és un rodament de la marca FAG model 7210-B-2Rs-TVP, ja que aquesta una de les parts més afectada pels esforços s'ha escollit aquest rodament perquè serà capaç de suportar aquests esforços, a més de la llarga vida que tenen aquest tipus de rodaments.

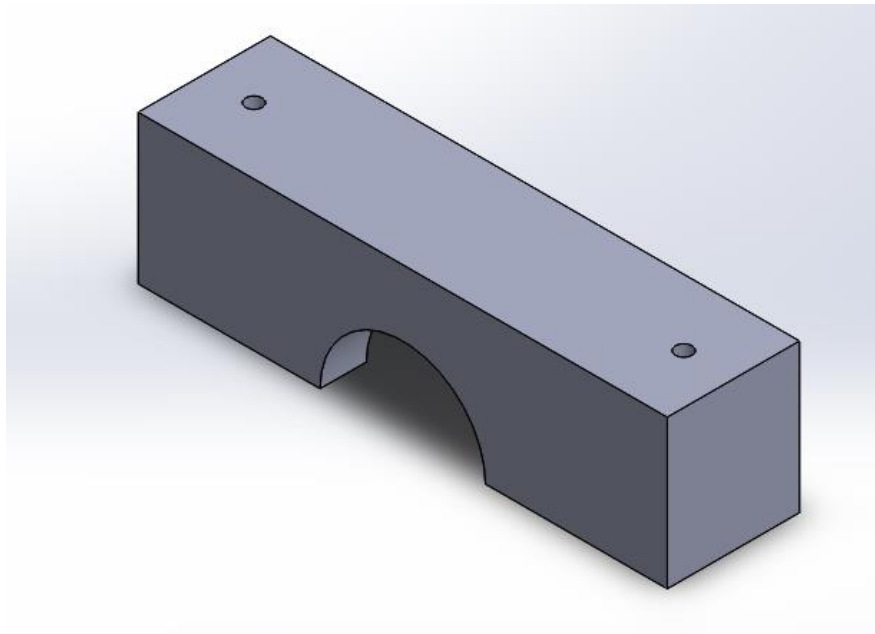


Figura 3 Subjecció braç-estructura superior

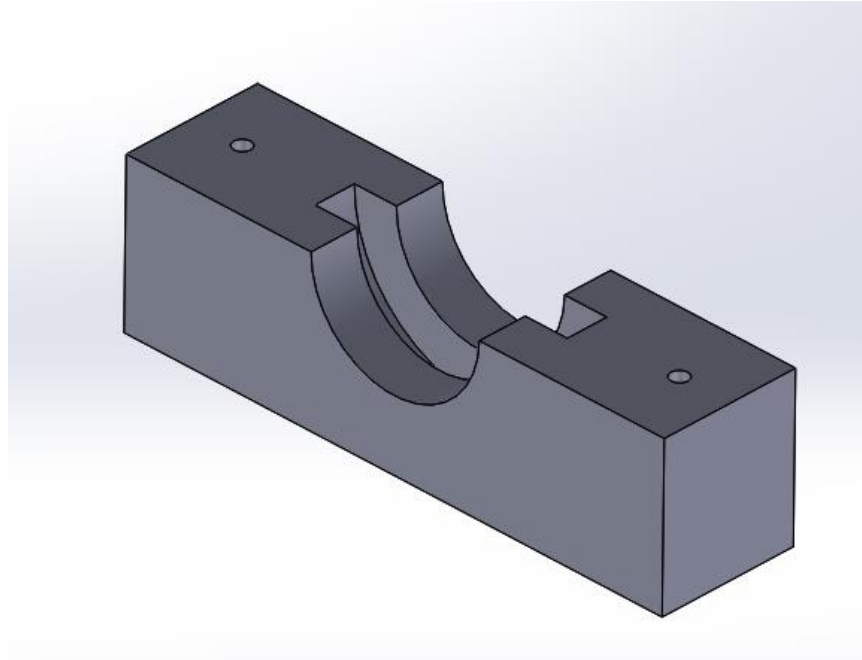


Figura 4 Subjecció braç-estructura inferior

La situació de repòs del braç és la vertical, tal i com es veu en la figura 6, aquesta situació s'aconsegueix mitjançant un pistó vertical, el qual com a posició inicial té el vastag estirat aguantant la pestanya en posició vertical, i un pistó horitzontal el qual té el vastag encongít.

Per aquesta aplicació, el pistó vertical és el que s'emporta la major càrrega, ha de suportar la carrega del pes que són $W = 1962 \text{ N}$, mentre que el pistó horitzontal serveix per guiar el moviment, per tant s'han escollit dos pistons electromecànics de la marca Festo model ADNGF que suporten perfectament les càrregues, a més són de dimensions petites i el cost no és elevat.



Figura 5 Pistó Festo model ADNGF

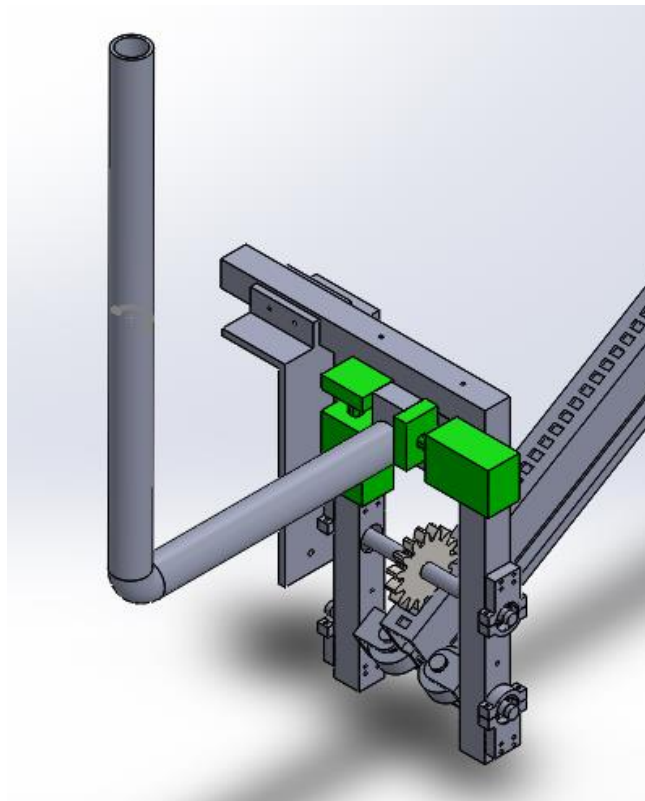


Figura 6 Braç en situació de repòs

I mitjançant la combinació del moviment dels dos pistons el braç gira 90°, graus movent la pestanya, fins a col·locar-se en la posició final, paral·lel al terra, tal i com es veu en la figura 7.

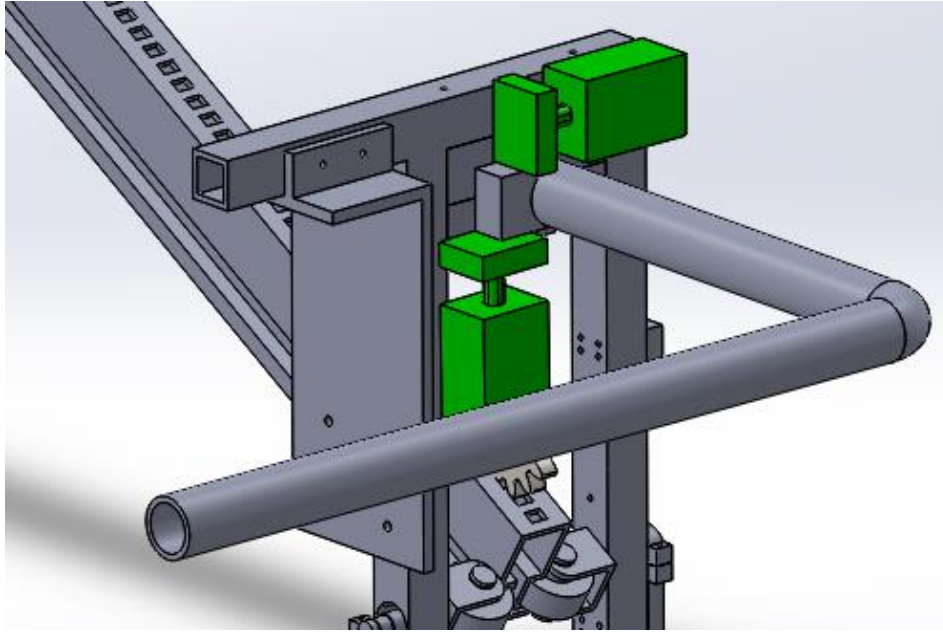


Figura 7 Braç en posició horitzontal

La fixació de la cadira al braç es fa mitjançant dos pistons més amb unes pinces, introduïts dintre del braç. L'única funció d'aquests pistons és subjectar la cadira al braç, és a dir, que és el braç que s'emporta totes les càrregues. En aquest cas, es fan servir els mateixos pistons que per al moviment circular del braç, ja que com s'ha dit abans, són de dimensions reduïdes i de cost baix.

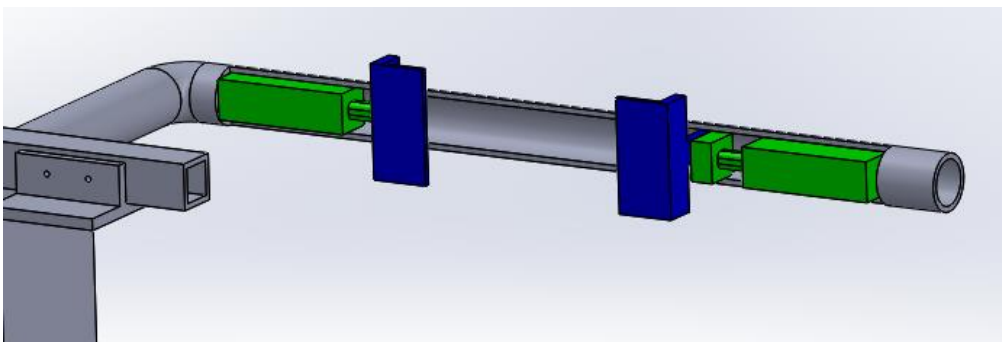


Figura 8 Braç amb pistons i pinces

Aquests pistons s'accionen mitjançant dos pulsadors. Inicialment es troben separats una distància de 75cm ja que la distància estàndard del suport de l'esquena d'una cadira de rodes es de 70 cm.

En la figura 8, es pot veure el sistema muntat i al descobert, però aquest sistema està cobert amb unes tapes amb la forma del braç que només deixa a la vista les pinces i el recorregut que fan aquestes. Aquestes tapes estan collades al braç mitjançant un adhesiu especial per ferro.

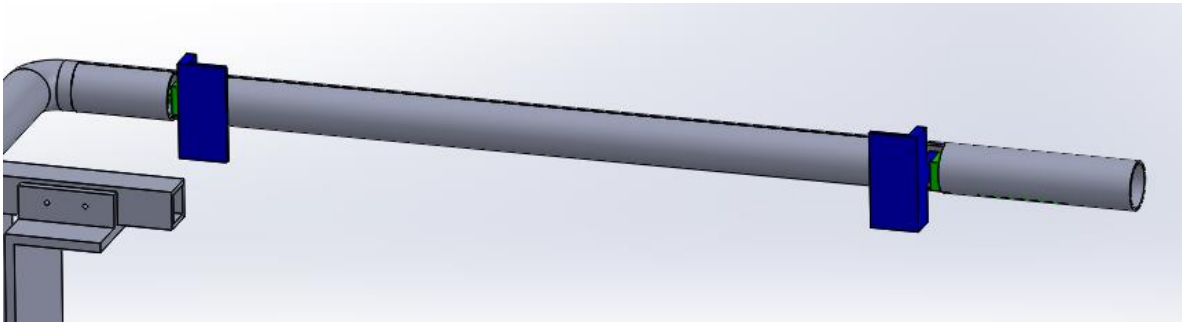


Figura 9 Braç amb tapes

El funcionament d'aquest sistema és el següent: la persona s'apropa a la màquina, pitja el botó de fer baixar el braç, es col·loca en posició entre les dues pinces que inicialment es trobaran obertes (posició de repòs), finalment pitja el botó de tancar les pinces. D'aquesta manera la cadira queda subjectada al braç i es mourà amb tot el sistema.

4.2 CONJUNT ESTRUCTURA

L'estructura és un conjunt de barres a les quals aniran units tots els elements del sistema motor i de guia.

Com es mostra en l'apartat 1.3 la $\sigma_{comb} = 37385,83 \text{ N/cm}^2$, per tant l'estructura constarà d'una sèrie de tubs d'acer AISI 1010 amb $\sigma_{comb} = 40000 \text{ N/cm}^2$, suficient per suportar els esforços als quals està sotmesa l'estructura, amb un perfil quadrat de 40x40x2, tal i com es veu en la Fig. 10.

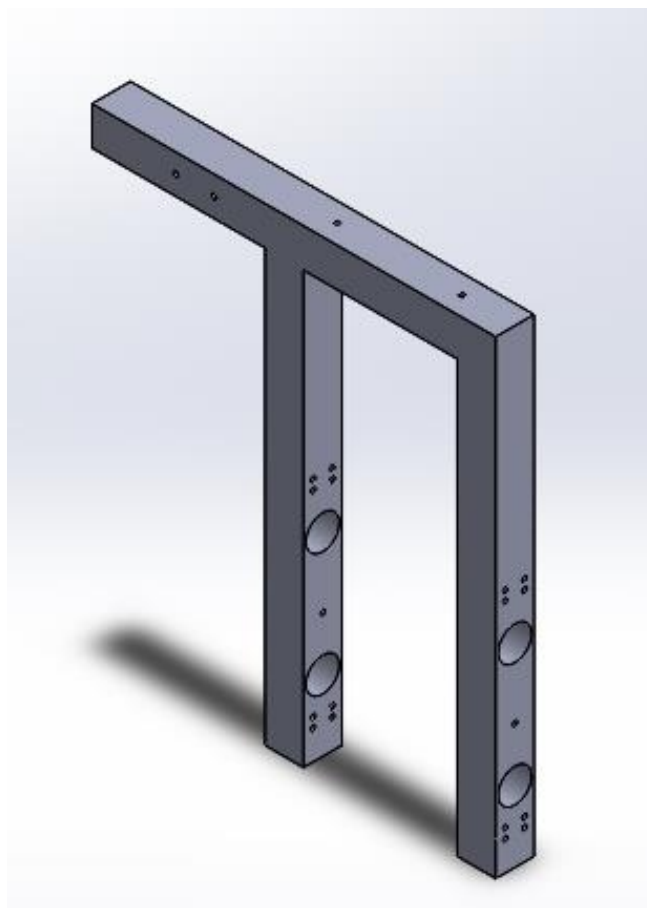


Figura 10 Estructura

4.3 CONJUNT FORQUILLA

Aquest conjunt, com es pot observar en la Fig. 11, consta d'una forquilla que serveix per allotjar una roda, la qual serveix per ajudar al salva escales a seguir la guia.

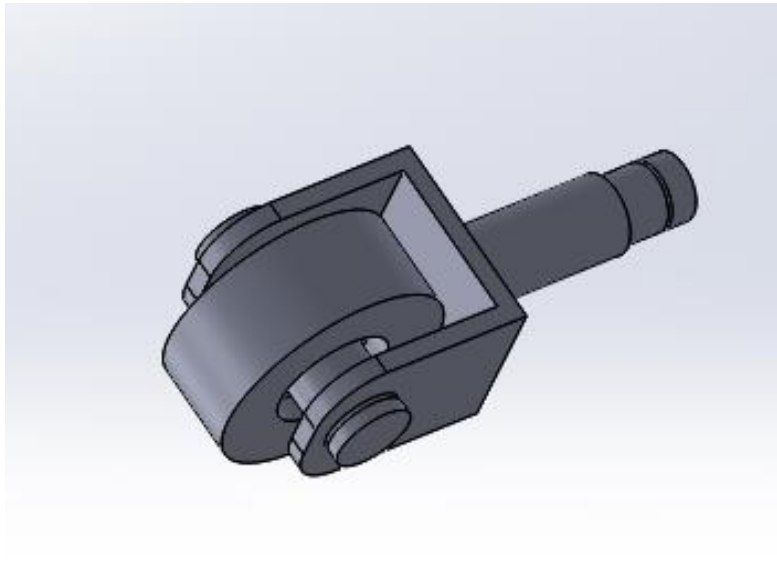


Figura 11 Conjunt forquilla



Figura 12 Roda TENTE

La roda seleccionada és de la marca TENTE model ETP060x25- \varnothing 20 HL12. Aquest roda té una forta resistència al desgast, a la corrosió i el soroll que fa al rodar és mínim. També serà capaç d'aguantar els esforços als quals estarà sotmesa, aquests esforços seran els mateixos que els que patirà el rodament al qual esta lligada.

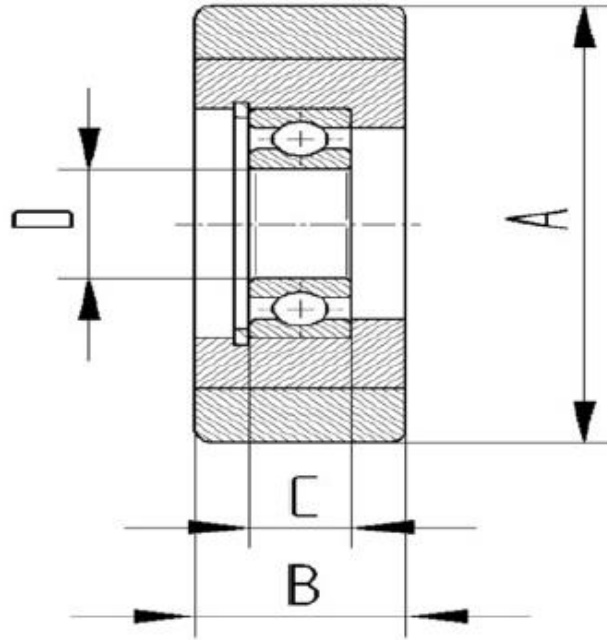


Figura 13 Esquema roda TENTE

4.3.1 Eix forquilla

L'eix de la forquilla té un diàmetre de 20 mm, ja que és el sol·licitat per la roda escollida i és construirà en acer F-1130, amb aquest diàmetre i el material podrà suportar amb èxit les càrregues a les que està sotmès el sistema.

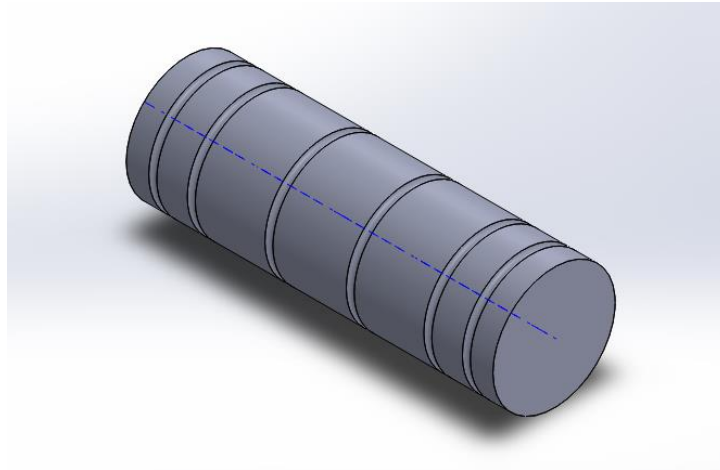


Figura 14 Eix de la forquilla

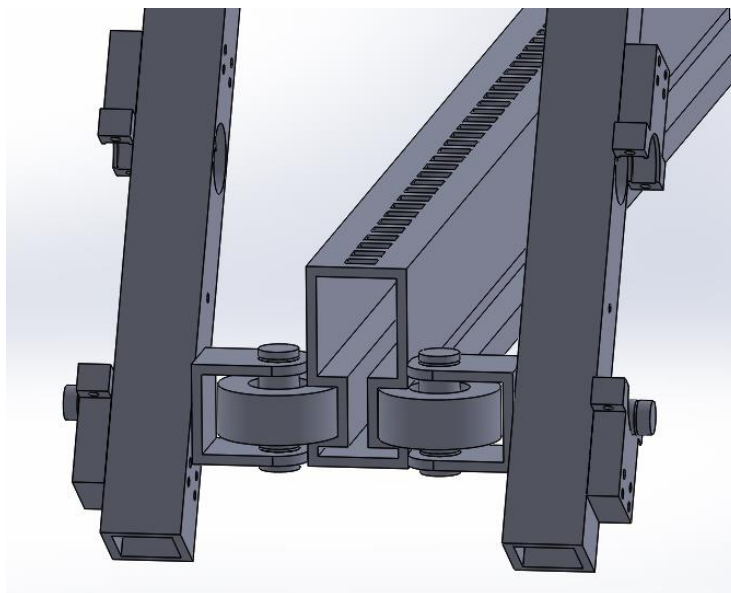


Figura 15 Forquilles acoblades a l'estructura i la guia

4.3.2 RODAMENT

Els rodaments escollits per a la forquilla son de la marca FAG model 720-B-2RS-TVP que suportaran sobradament els esforços als quals està sotmès el sistema. En l'apartat 1.4 dels annexos es mostra els càlculs realitzats amb el software de càlcul de rodaments de la casa MESYS.

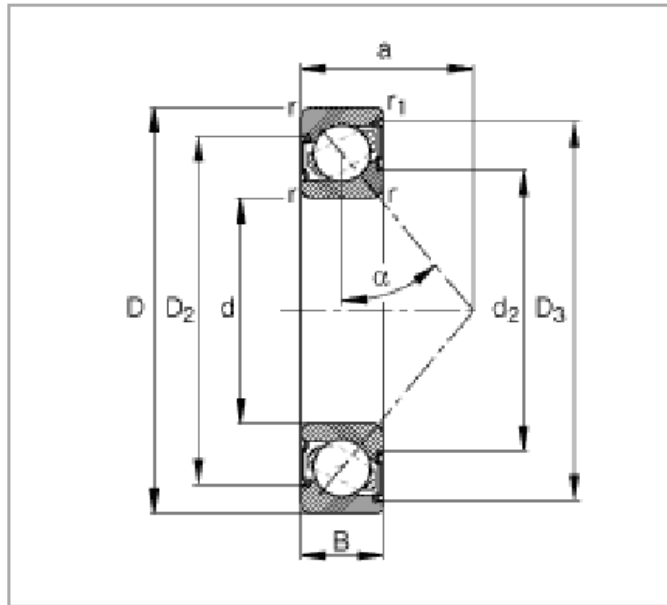


Figura 16 Esquema rodament FAG model 720-B-2RS-TVP

4.3.3 FIXACIONS DELS RODAMENTS

Són els encarregats de contenir els rodaments i estan fixats a l'estructura pels 4 forats de fixació i fixats entre ells per 2 forats més.

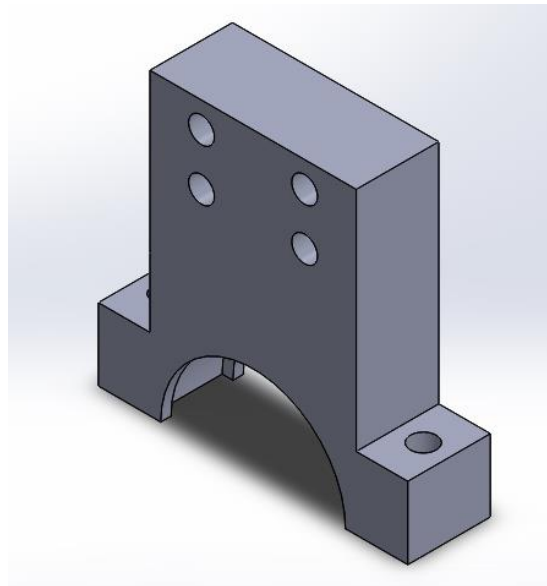


Figura 17 Fixació rodament-forquilla inferior

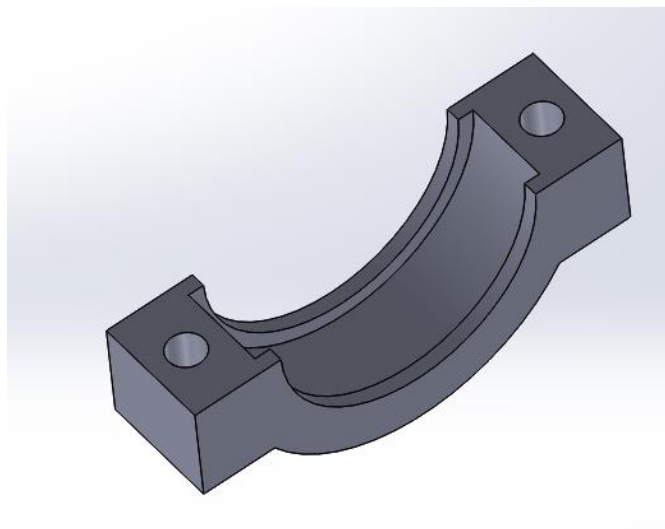


Figura 18 Fixació rodament-forquilla superior

4.4 SUPORT DEL MOTOR A L'ESTRUCTURA

Ha esta dissenyat un suport construït en plaques d'acer SAE 1010, com es pot veure a la Fig. 19, que es fixa a la part superior de l'estructura per dos punts. La seva funció és la de subjectar el motor variador a l'estructura i que quedi ben fixat i així realitzar el seu treball correctament.

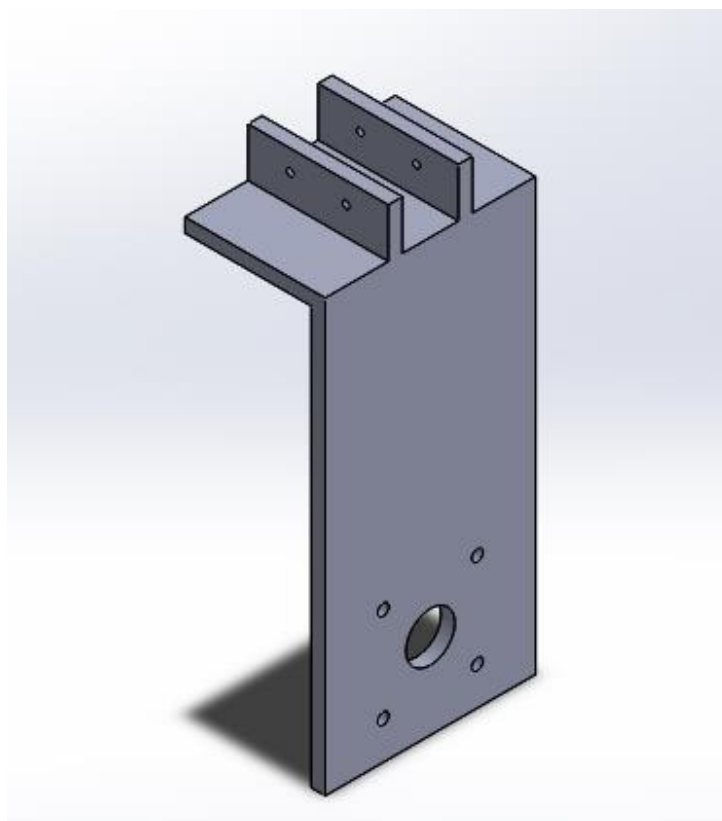


Figura 19 Suport motor

4.5 CARCASSA

Està formada per una planxa d'acer SAE 1010 amb la forma que es pot observar en la Fig. 20. Aquesta carcassa estarà fixada a l'estructura per uns forats en la part superior. S'ha dissenyat d'aquesta manera per permetre el moviment del braç i que no hi hagi interferència amb la guia.

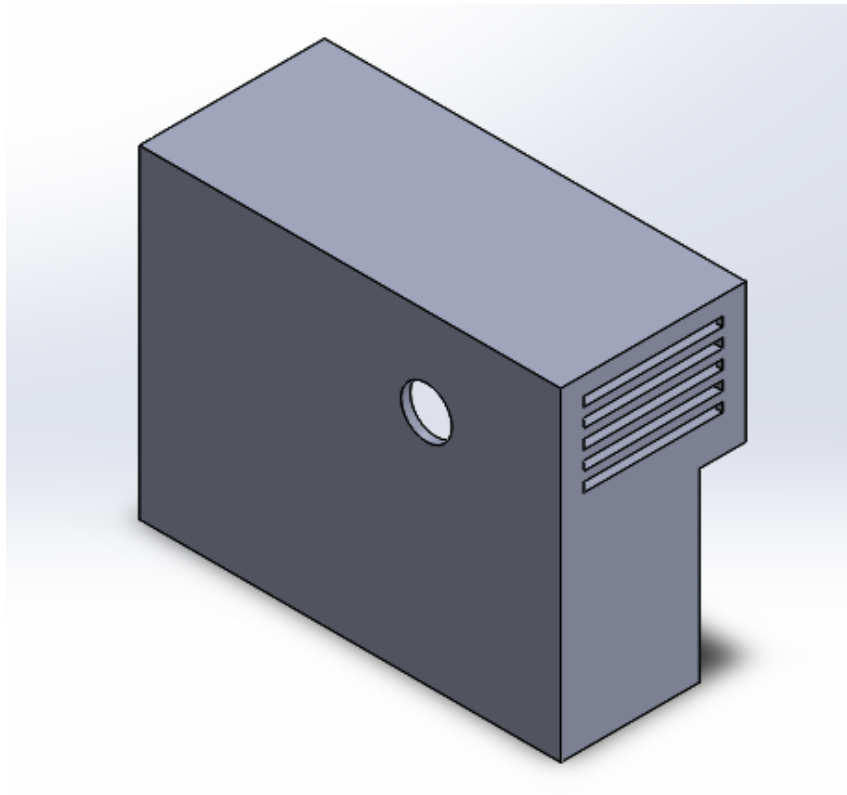


Figura 20 Carcassa

4.6 CONJUNT GUIA

La guia és l'element pel qual circulen els rodets i en el qual està mecanitzada la cremallera on engranarà el pinyó.

Es construiran en acer AISI 1010 amb el perfil que es veu en la Fig. 21, aquest perfil és l'idoni per la bona circulació dels rodets i permet que els peus es collin correctament en la part inferior.

El sistema constarà d'una única peça de guia, amb la longitud requerida per l'escala, d'aquesta manera s'estalvia el disseny de peces d'unió i s'abarateix el cost del projecte.

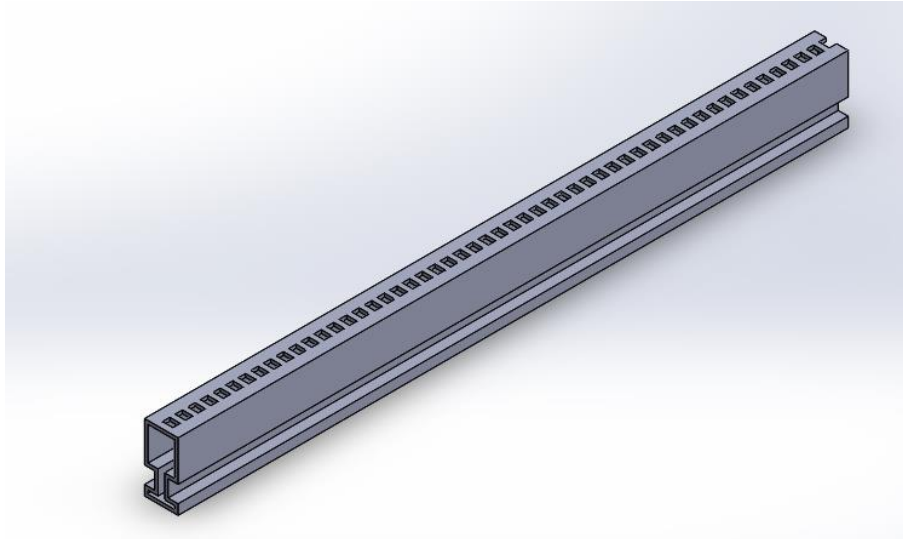


Figura 21 Guia

4.6.1 FIXACIONS AL TERRA O PEUS

Aquest elements són els encarregats d'unir el sistema amb els esglaons de l'escala. Els peus es construiran, igual que la guia, en acer AISI 1010. La geometria de la peça dependrà de la inclinació de l'escala, ja que el que es vol aconseguir és que la guia sigui paral·lela al pla de l'escala.

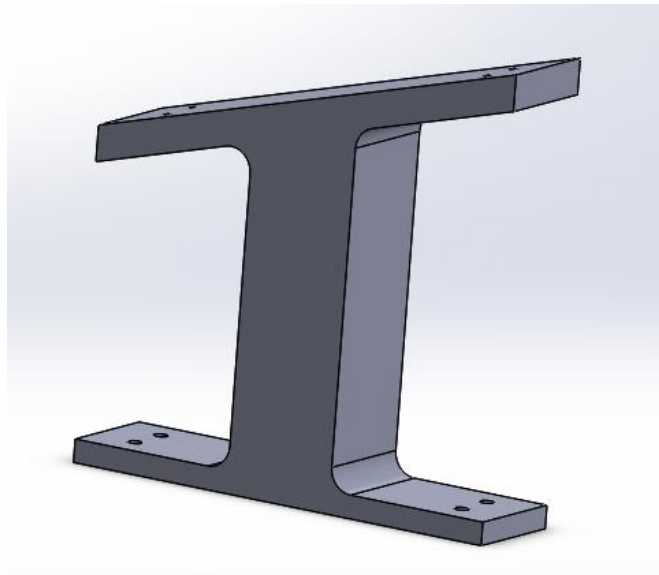


Figura 22 Peu guia

4.7 CONJUNT MOTOR-PINYÓ

Aquest conjunt està format pel motor, el pinyó que és l'encarregat de fer tota la força, l'eix del pinyó i les fixacions d'aquest al pinyó.

4.7.1 EL PINYÓ O RODA DENTADA

El pinyó ha sigut calculat mitjançant els càlculs que es mostren en el promptuari de màquines Larburu. A més s'ha realitzat un càlcul amb un software especialitzat, per tal d'obtenir resultats referents a la fatiga del pinyó. Aquests càlculs i els resultats es mostren en l'apartat dels annexos 23. Dels resultats de la taula, el que interessa per aquest projecte és el referent a l'esforç a fatiga F_d que és menor que la càrrega resistent F_w . Per tant, es pot afirmar que el comportament al desgast del pinyó és correcte. Seguidament s'analitza la càrrega resistent F_o , aquesta és major que l'esforç a fatiga, d'aquesta manera podem acceptar la vida del pinyó com a infinita.

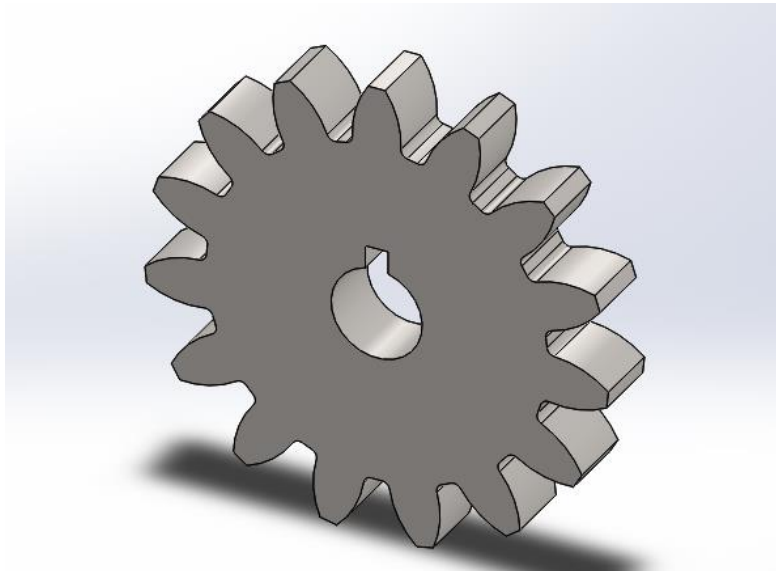


Figura 23 Pinyó motor

4.7.2 FIXACIÓ DEL PINYÓ A L'EIX

El pinyó es fixarà a l'eix mitjançant una xaveta de 6x6 DIN 6885 A d'acer F1114.

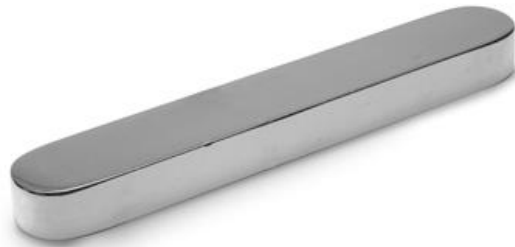


Figura 24 Xaveta de 6x6 DIN 6885 A

4.7.3 EIX MOTOR

Aquest eix va acoblat al motor i en ell va acoblat el pinyó.

Els càlculs referents al dimensionament de l'eix es mostren en l'apartat... dels annexos.

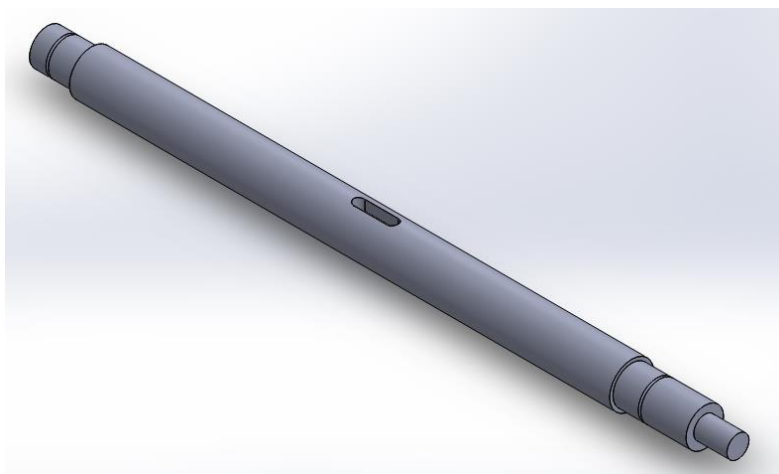


Figura 25 Eix pinyó-motor

4.7.4 RODAMENTS

Els rodaments seleccionats per a la forquilla de l'eix del pinyó són de la marca FAG model 7203-B-2RS-TVP. Són els mateixos que es fan servir per a les forquilles, per les mateixos motius exposats en l'apartat corresponent a les forquilles.

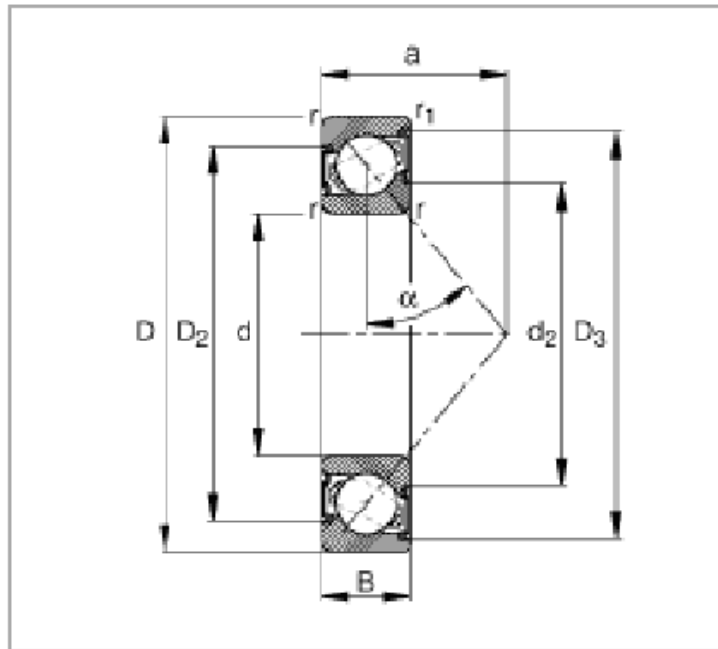


Figura 26 Rodament FAG 7203-B-2RS-TVP

4.7.5 FIXACIONS DELS RODAMENTS

És on s'allotgen els rodaments de l'eix del pinyó, consten de dues parts, la part superior i la inferior. Estan fixades a l'estructura mitjançant 4 forats que hi ha en la fixació superior i fixades entre elles per dos forats tal i com es veu en les figures 27 i 28.

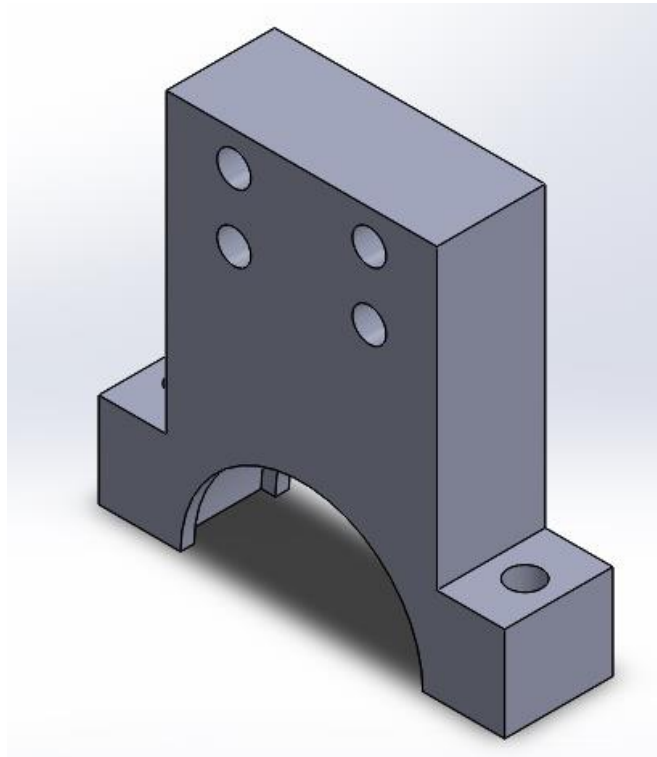


Figura 27 Fixació rodament eix-pinyó superior

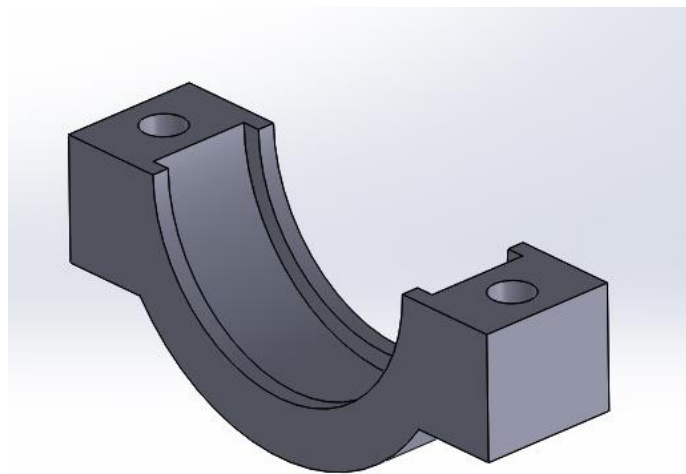


Figura 28 Fixació rodament eix- pinyó inferior

4.8 MOTO VARIADOR DE GIR DEL PINYÓ

El responsable de transmetre el moviment al pinyó i aquest a la resta del sistema, serà el motor.

La potència del motor seleccionat serà de 0,55 Kw amb un voltatge de 220 a 360 v com indica el catàleg. Amb una velocitat de gir de 1400 rpm amb la capacitat de reduir-se fins a 1,7 rpm. La reducció de velocitat es fixarà durant la instal·lació.

El motor variador escollit serà de la marca PUJOL MUNTALA model MVLAC 0400-61/65, el qual porta incorporat el reductor necessari amb les característiques requerides. S'ha escollit aquest motor perquè té la capacitat de donar el parell requerit, és de fàcil manteniment i les dimensions són les adequades.

4.8.1 CÀLCUL DEL MOTOR VARIADOR - VELOCITAT

La velocitat estàndard recomanada per aquest tipus de sistemes és de 0,15 m/s lineal. S'ha escollit aquesta velocitat ja que juntament amb la força centrífuga de les corbes no provoca cap mena de sensació d'inseguretat. Per a que l'augment de la força centrífuga en les corbes sigui inapreciable es reduirà la velocitat de gir del pinyó per tal que la velocitat sigui sempre constant.

Els càlculs relatius a aquesta velocitat es mostren en l'apartat... del annexos. S'ha escollit una $\omega_{\text{pinyó}}$ de 30 rpm ja que el motor no permet la velocitat circular que han donat els càlculs, i per tant la velocitat lineal serà de 0,1413 m/s.

El control de la velocitat es durà a terme mitjançant uns sensors connectats al programa del PLC.

4.8.2 CÀLCUL DEL MOTOR VARIADOR – PARELL I POTÈNCIA

S'ha estudiat una situació màxima desfavorable de: un pes del conjunt persona minusvàlida-cadira de rodes-sistema motor-tracció de 200 kg amb un pendent màxim de 42°.

El desenvolupament dels càlculs es mostren en l'apartat 10.1.7 dels annexos.

I el resultat d'aquests càlculs són ens dóna un potencia màxima necessari de 444,98 w i un parell de 141,71 Nm. Amb aquests resultats es requereix un motor de 0,6 CV de potència.

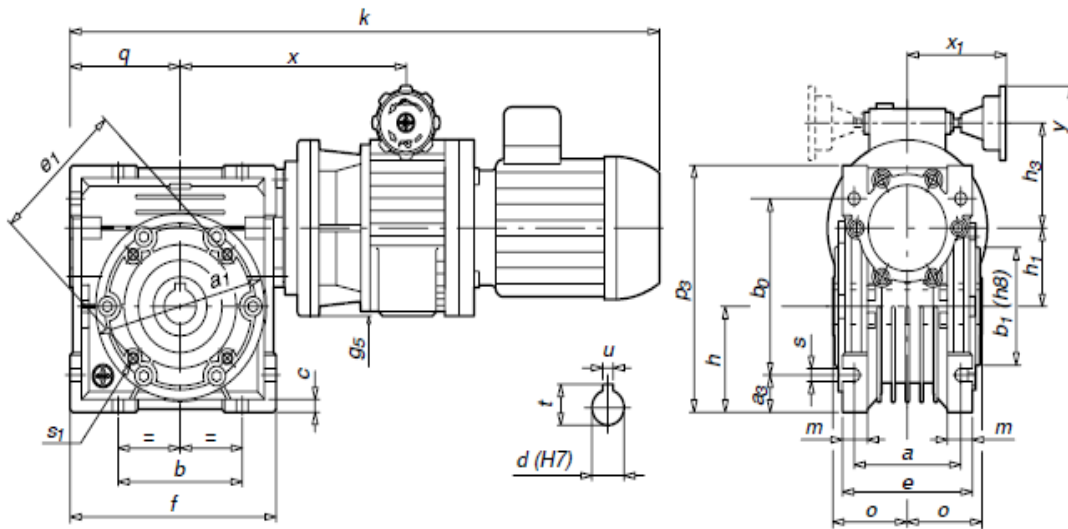


Figura 30 Esquema motor Pujol Muntala model MVLAC 0400-61/65

5. COMPONENTS ELECTRONICS

Al tractar-se d'un projecte mecànic, aquest apartat queda obert a possibles modificacions, ja que solament s'han escollit els elements que es creuen essencials per al funcionament del sistema, sense cap mena de càlcul.

A continuació es mostren i especifiquen els elements seleccionats.

5.1 LES BATERIES

S'han escollit dues bateries de la marca YUASA model REC10-12 de 12V que es col·loquen en sèrie.



Figura 31 Bateria YUASA model REC10-12V

5.2 DIFERENCIAL

La finalitat del diferencial és la de protegir la instal·lació elèctrica d'acord amb el reglament general de baixa tensió, per aquest projecte s'ha escollit un diferencial de la marca MERLIN GERIN Classe AC 2x25A/30A M.G.



Figura 32 Diferencial MERLIN GERIN Classe AC 2x25A/30A M.G.

5.3 CONVERTIDOR 230V A 24V I 24V 230V

Els convertidors agafen la tensió de la xarxa a 230V i la passen a 24V que és el voltatge que necessiten les bateries per carregar-les, després l'altre convertidor passa el voltatge de 24V a 230V que és el voltatge que necessita el motor.



Figura 33 Alternador 280V a 24V



Figura 34 Alternador 24V a 380V

5.4 SENSORS INDUCTIUS

Els sensor que es fan servir en aquest projecte són sensor de final de cursa per desconnectar la màquina del corrent al final del recorregut i sensors de detecció d'obstacles en diferents punts de la guia per tal de parar el sistema en cas de que hi hagi algun obstacle en el recorregut.

Els sensors escollits són de la marca SICK model IME12-04BNSZW2S.



Figura 35 Sensor Inductiu Sn 4mm

5.5 POLSADORS

Els pulsadors serveixen per connectar i desconnectar cada funció del sistema, les funcions es defineixen prèviament i son controlades pel PLC. Al costat de cada pulsador esta indicada la seva funció i són de diferents colors.

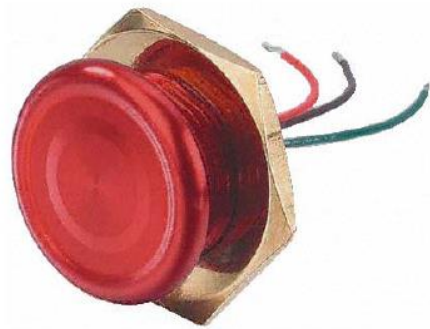


Figura 36 Pulsador

5.6 PLC

És el responsable de donar les ordres al sistema mitjançant un programa preestablert, des les ordres als sensors fins a la regulació de la velocitat.



Figura 37 PLC Mitsubishi

5.7 CABLEJAT

És l'element per l'alimentació dels dispositius així com per la connexió entre ells.



Figura 38 Cable de connexió per a equips

6. MENTENIMENT

Per tal d'allargar la vida del sistema el màxim possible, s'ha establert un pla de manteniment. Aquest pla evitarà possibles averies futures que poguessin provocar alguna molèstia als usuaris i un possible increment del pressupost.

El manteniment l'haurà de fer el servei tècnic de l'empresa encarregada de construir i subministrar l'equip o bé per un servei tècnic extern capacitat.

Dintre d'aquest pla s'han dissenyat operacions semestrals, trimestrals i mensuals, però de manera que unes englobin a les altres, és a dir que dintre de les semestrals també estan les trimestrals i a la vegada dintre d'aquestes les mensuals. D'aquest sempre hi ha un control de cadascuna de les parts.

Mensuals:

- Lubricar i netejar el motor
- Revisió visual del sistema

Trimestrals:

- Ajustar tots els cargols
- Revisar les connexions elèctriques
- Revisar, lubricar i netejar la cremallera i el pinyó
- Realitzar les tasques mensuals

Semestrals:

- Lubricar els rodaments
- Substituir les escombretes del motor
- Revisar que el PLC funcioni correctament
- Realitzar tasques trimestrals

Anuals:

- Realitzar una revisió exhaustiva de tot el sistema

7. PRESSUPOST

En aquest apartat es mostra un resum dels costos que suposa construir un prototip d'aquest sistema i els costos que suposarien la fabricació en sèrie de 200 unitats. En l'apartat 2 dels annexos es mostren els costos desglossats.

Costos derivats d'enginyeria:

Costos d'enginyeria			
Personal	Hores de duració (h)	Preu per hora (€/h)	Total
Enginyer tècnic	173	35	6055

Tipus	Preu		
Visat del projecte	195		
Tràmits industrials	25		
Despeses variats, visites, inspeccions,....etc.	100	total	320

Cost total:	6055+320	6375
-------------	----------	------

La suma dels costos anteriors més l'aplicació del coeficient 1,23 derivat del benefici, genera el cost total d'enginyeria.

6375 x 1,23	TOTAL ENGINYERIA	7.841,25 €
-------------	-------------------------	------------

Costos derivats de la construcció del prototip (incloent els costos d'enginyeria):

Prototip	
Braç	782,11
Estructura	878,44
Motor + pinyó	1154,94
Guies	490,85
Electricitat i electrònica	992,03
Muntatge	180
TOTAL	4478,37
TOTAL (costos + enginyeria)	12.319,62 €

Costos per la producció en sèrie de 200 unitats:

200 unitats	
Braç	664,79
Estructura	746,67
Motor + pinyó	981,69
Guies	417,23
Electricitat i electrònica	843,22
Muntatge	180
Total	3.872,81 €

8. CONCLUSIONS

Durant el desenvolupament d'aquest projecte s'ha realitzat el disseny d'un sistema per a persones de mobilitat reduïda per superar trams d'escalas. Per a dur a terme aquest projecte s'han realitzat tots els càlculs pertinents i les aproximacions necessàries per al seu disseny o posteriorment buscar algun fabricant de components i seleccionar el que més s'ajusta a les especificacions requerides.

S'ha observat que els punts més crítics del disseny corresponen a:

- El disseny del braç ja que es tracta de la part més delicada del projecte.
- El disseny de l'estructura, ja que es tracta del component on tot va muntat i collat i per tant s'ha hagut de dissenyar amb precisió.
- La guia per a tot el sistema s'ha realitzat mitjançant un pinyó i un tub amb forat que fan la funció de cremallera.

El pressupost s'ha fet en base a un prototip i posteriorment a una petita fabricació en línia de 200 unitats que fan que es redueixin el costos tant d'enginyeria com els de fabricació, ja que al sol·licitar més material, el proveïdors realitzen petits descomptes.

8.1 Aspectes oberts dels disseny

Els càlculs que s'han dut a terme en aquest projecte ens donen una idea aproximada per una primera estimació del mateix.

Degut a que es tracta d'un element que si fallés podria ocasionar algun accident greu, és necessari i obligatori, en un posterior estudi, l'ús de mètodes d'elements finits, que ens proporcionen unes dades més exactes i ,per tant, poder oferir una seguretat absoluta, tant a les persones que fan ús del sistema com a totes aquelles que es poden trobar al voltant del mateix.

Hi ha elements de la màquina que posteriorment podrien ser analitzats i trobar algun altre tipus de material o modificar la geometria, per tal de que s'acoblin al sistema d'una forma millorada i així poder reduir els seu cost, tant de fabricació com el propi cost del material.

Tota la part elèctrica queda oberta per a un posterior estudi per seleccionar més detingudament cadascun dels components per així poder realitzar una bona instal·lació i aconseguir una reducció dels costos d'aquests components.

9. Bibliografia

Bibliografia consultada en aquest projecte:

- Pàgines web:

Metal Service [13.04.2015] Disponible en:

www.metal-service.net

Pujol MUntala [19.06.2015] Disponible en:

<http://www.pujolmuntala.eu/>

Ilumitec Grupo Serindex [23.06.2015] Disponible en:

<http://www.ilumitec.es/interruptor-diferencial-bipolar-2p-30ma-merlin-gerin.html>

Schaffler [12.09.2015] Disponible en:

http://medias.schaeffler.de/medias/es!hp.ec/1_R*0*E4*5;bXUiM5WpZuKh

Multielevación [07.09.2015] Disponible en:

<http://multielevacion.com/consejos-mantenimiento-sistemas-elevacion/>

Gardette groupe [11.10.2015] Disponible en:

<http://www.gardette.es/chavetas-y-perfiles-para-chavetas/chavetas-paralelas>

- **Llibres consultats:**

Preciado, Candido y Jesus Moral, Francisco,. *NOEMALIZACIÓN DEL DIBUJO TÉCNICO: ESCUELAS DE INGENIERIA. CICLOS FORMATIVOS.* eds. 2004, DONOSTIARRA, S.A.

E. Shigley, Joseph y R. Mischke, Charles.. *Diseño en ingeniería mecánica.* eds.1997, Mc-Graw Hill.

L. Norton, Robert.. *Diseño de máquinas.* eds.1999, Prentice-Hall Hispanoamericana.

N. Larburu, *Maquinas:Prontuario* eds .2001, S.A. EDICIONES PARANINFO

- **Altres documents consultats:**

Ministerio de industria, turismo y comercio, Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención. PUBLICACIONES

Orden Ministerial de 30 de junio de 1996.

Orden Ministerial de 31-03-81.

ITC MIE-AEM-1 (Orden Ministerial de 23/09/87).

Real Decreto 1314/1997, de 1 de Agosto, ("B.O.E" 30-9-97).

10. ANNEXOS

10.1 CÀLCULS

10.1.1 CÀLCULS GENERALS DE LES CÀRREGUES

En aquest apartat es calculen els esforços al quals està sotmès el sistema.

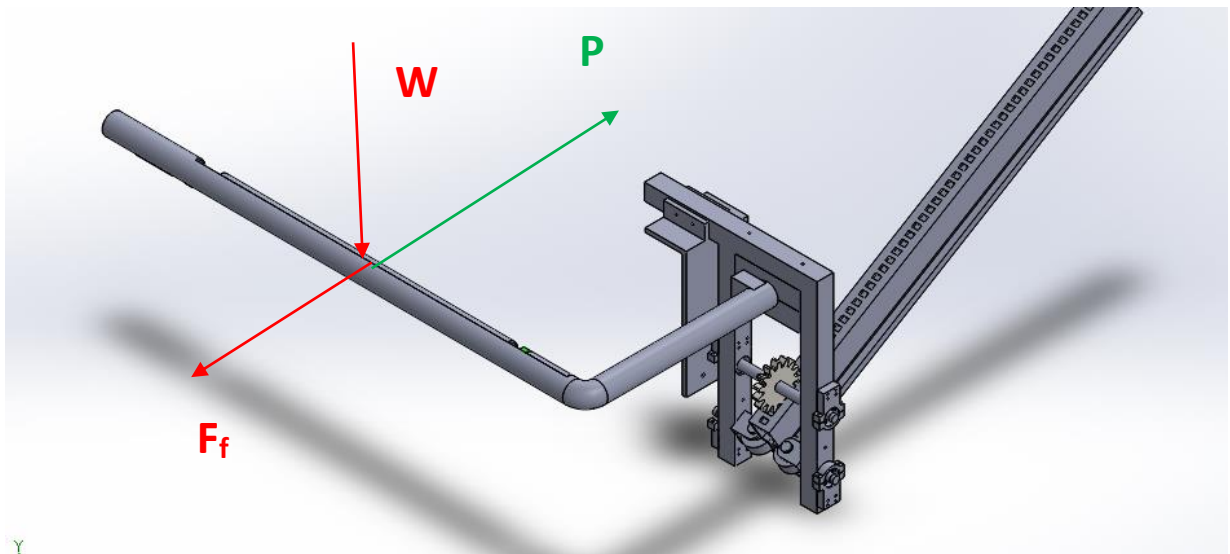


Figura 38 Esquema de forces en 3D

Com es veu en la figura 38, en el punt mig del braç tenim les forces que farà la cadira sobre el sistema, el pes i la força de fregament. Aquestes seran les càrregues que hauran d'aguantar l'estructura i els diferents components dels sistema, a la vegada que seran les forces que haurà de vèncer el motor.

Per tant els càlculs s'inicien sabent com afecten aquestes forces al sistema.

Per a l'estudi d'aquestes càrregues s'ha disposat el sistema en la situació més desfavorable, és a dir amb un angle d'inclinació de l'escala de 42°.

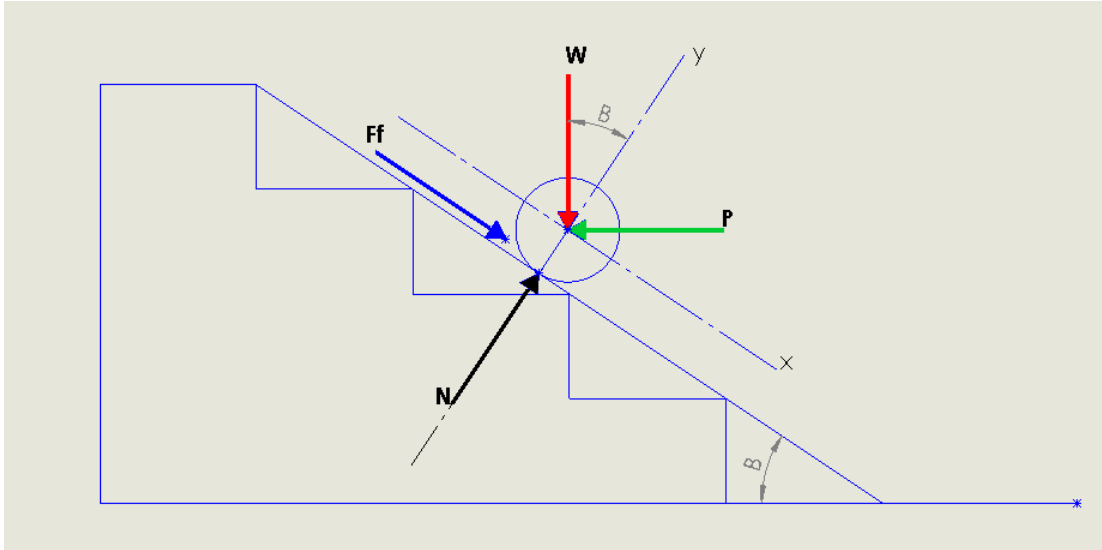


Figura 39 Esquema de forces en 2D

$$m = 200 \text{ kg}; v = 0,15 \frac{m}{s}; \mu_s = 0,8 \text{ (coeficient estàtic)}; \beta = 42^\circ; g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow N - w \cos \beta - P \sin \beta = 0$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow P \cos \beta - F_f - W \sin \beta = 0$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow N - W_y - P_y = 0 \rightarrow P_y = 0 \rightarrow N = W_y = W \cos \beta = \mathbf{1458,05 \text{ N}}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow P_x - F_f - W_x = 0 \rightarrow P_x = W_x + F_f$$

$$F_f = N \cdot \mu = W \cos \beta \cdot \mu = \mathbf{1166,44 \text{ N}}$$

$$P_x = 200 \cdot 9,81 \cdot \sin(42) + 200 \cdot 9,81 \cdot \cos(42) \cdot 0,8 = \mathbf{2340,31 \text{ N}}$$

$$P = 2340,31 \frac{N}{\cos(42)} = \mathbf{3149,19 \text{ N}}$$

$$W = 200 \cdot 9,81 = \mathbf{1962 \text{ N}}$$

10.1.2 CÀLCULS RELATIUS AL BRAÇ

Se sap que les dues càrregues que afectaran al sistema, tal i com s'ha calculat en l'apartat anterior, són el pes i la força motora, P . Aquestes dues forces s'apliquen al punt mig del braç, però qui realment les suporta és el rodament al qual esta unit el braç, i mitjançant aquest s'uneix a l'estructura.

Per tant es comença calculant els esforços en aquest punt.

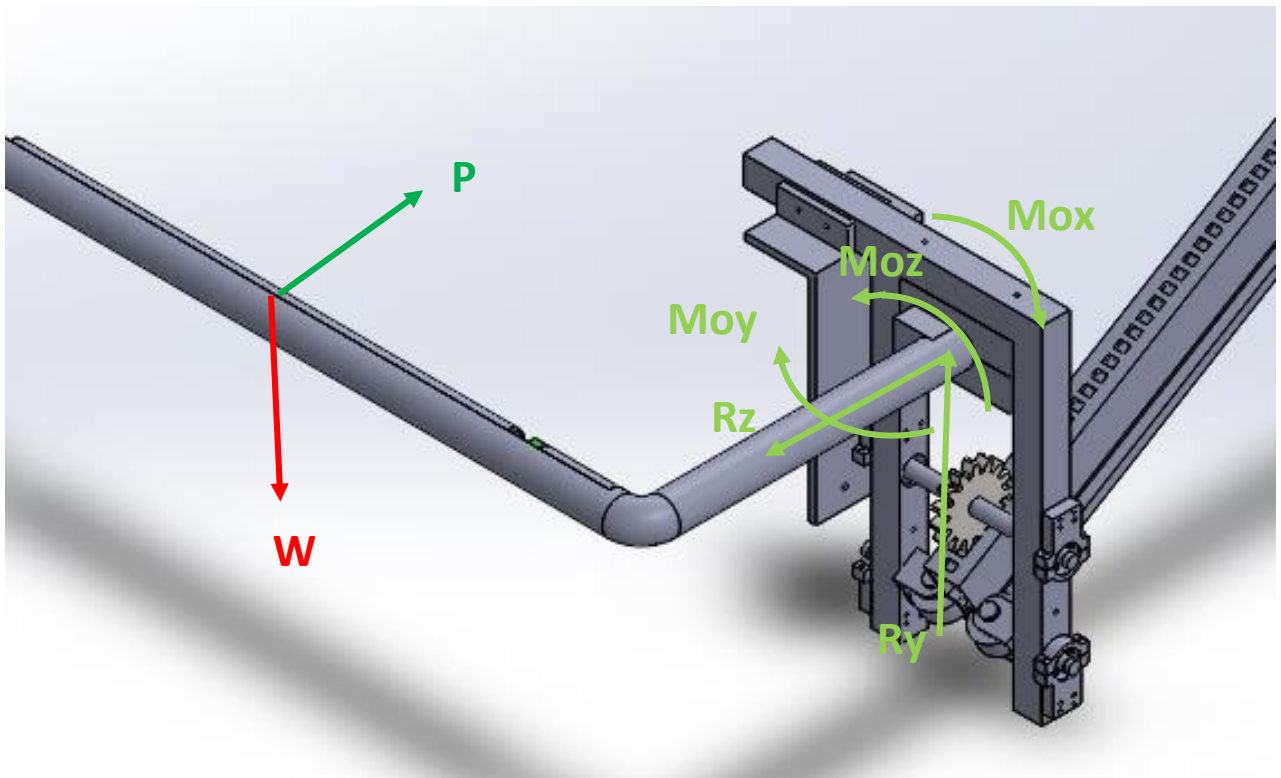


Figura 40 Esquema de reaccions

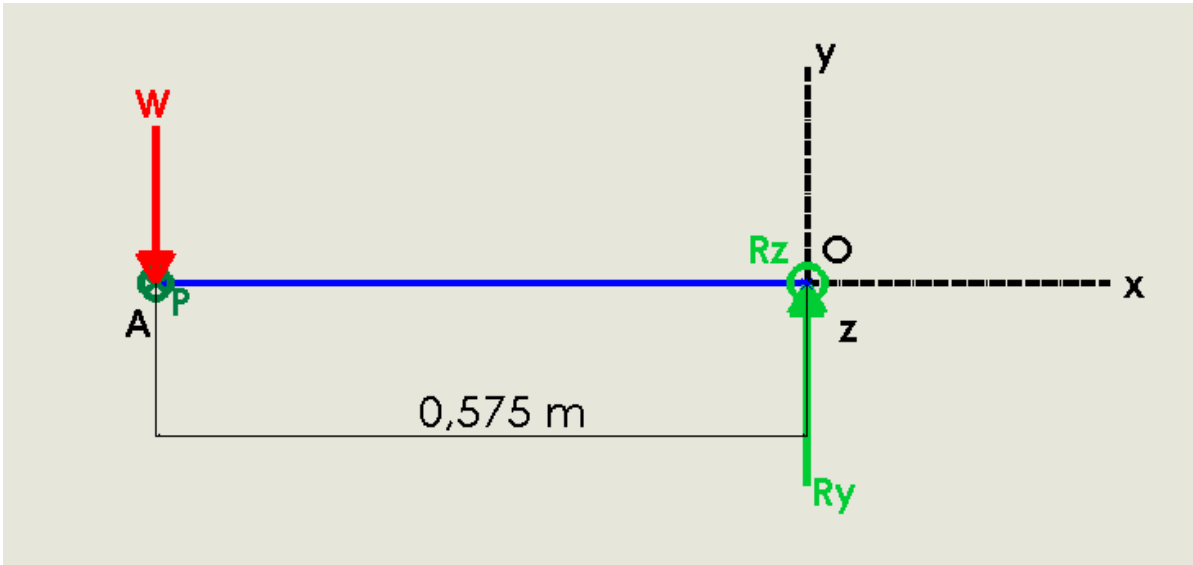


Figura 42 DSL del braç

$$\sum F_z = 0 ; P = R_z = \mathbf{3149,19\ N}$$

$$\sum F_y = 0 ; W = R_y = \mathbf{1962\ N}$$

Aquí tenim la càrrega axial i la tangencial, respectivament, que haurà d'aguantar el rodament del braç.

$$\sum M_{O_z} = 0 ; W \cdot 0,575 = \mathbf{1128,15\ Nm}$$

$$\sum M_{O_y} = 0 ; P \cdot 0,575 = \mathbf{1810,78\ Nm}$$

$$\sum M_{O_x} = 0 ; W \cdot 0,5 = \mathbf{981\ Nm}$$

I aquí tenim els 3 moments als quals estarà sotmès.

Fent servir el software per a càlcul de rodaments de la casa MESYS, s'obtenen els següents resultats:

Visión general de resultados								
Vida nominal de referencia	L10r	571.676	Vida nominal de referencia	L10rh	0 h	Máxima presión	pmax	2217.28 MPa
Factor de seguridad estático	SF	6.79654	Carga de referencia	Pref	4699.1 N	Relación de longitud de la elipse en la pista interna	eLR_i	156.932 %
Relación de longitud de la elipse en la pista externa	eLR_e	159.575 %	Extensión de la elipse de contacto del anillo interno	dCimax	60.7529 mm	Extensión de la elipse de contacto del anillo externo	dCemin	79.2907 mm
Cociente de viscosidades	κ	0	Mínimo grosor de película del lubricante	λmin	9999	Ángulo de contacto libre	α0	0 °
Holgura diametral efectiva	Pdeff	0 mm	Holgura axial efectiva	Paeff	-99.999 mm			

10.1.3 CÀLCULS RELATIUS A L'ESTRUCTURA

Les càrregues produïdes al rodament seran les mateixes que patirà l'estructura. En aquest apartat s'analitza cada barra de l'estructura.

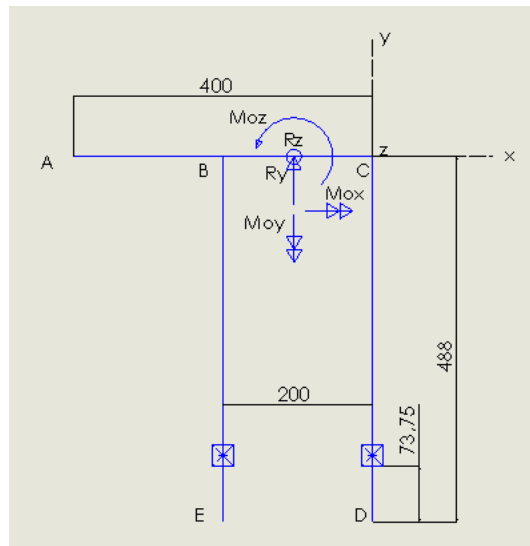


Figura 43 Esquema de forces a l'estructura

Primerament s'analitza l'estructura en el pla x-y, barra a barra.

Barra ABC:

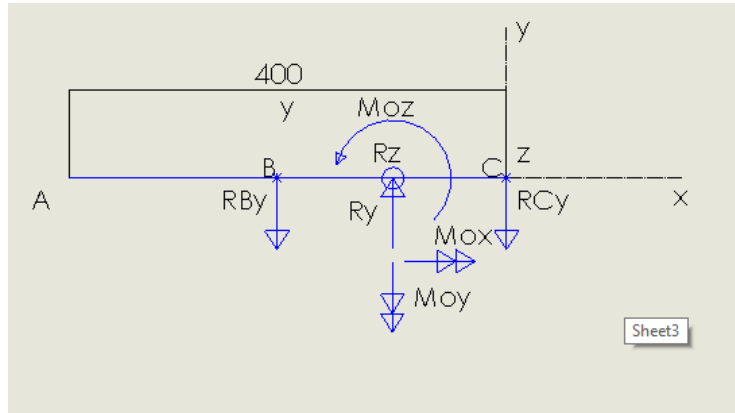


Figura 44 DSL barra ABC eix x-y

$$\sum Fy = 0 ; Ry = Rby + Rcy$$

$$\sum Mb = 0 ; Moz + Ry \cdot 0,1 = Rcy \cdot 0,2 \rightarrow \mathbf{Rcy = 6621,15 N}$$

$$\mathbf{Rby = -4659,75 N \text{ en valor absolut } Rby = 4659,75 N}$$

El signe negatiu ens està indicant que el sentit de la força és contrari al dibuixat en l'esquema

Regió I (A-B) ($0 < x < 0,2$)

S'agafa la regió que va de A a B i es fa un tall, a continuació es calculen el tallant la normal i el moment en aquesta regió.

$$Q = 0$$

$$N = 0$$

$$\sum M = 0 ; M = 0$$

Regió II (B-C) ($0,2 < x < 0,4$)

Ara s'agafa la regió que va de B a C i es fa un tall, i a continuació es calculen el tallant la normal i el moment en aquesta regió.

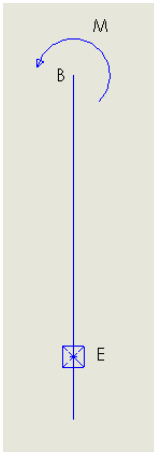
$$Q = Rby = \mathbf{4659,75\ N}$$

$$N = 0$$

$$\sum M = 0 ; M = Moz + Rby(x - 0,2)$$

$$x = 0,4 \rightarrow Mz = \mathbf{2060,1\ Nm}$$

Barra BE:



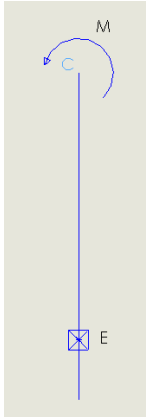
Analitzem la barra com si es tractés d'una barra empotrada en el punt E, ja que és el punt on es troba el rodet.

$$R_E = N_B = Rby = \mathbf{4659,75\ N}$$

$$M = Moz + Rcy \cdot 0,4 = \mathbf{3776,61\ Nm}$$

Figura 45 DSL
barra BE eix x-y

Barra CD:



Analitzem la barra com si es tractés d'una barra empotrada en el punt E, ja que és el punt on es troba el rodet.

$$R_E = N_C = R_{cy} = \mathbf{6621,15\ N}$$

$$M = R_{by} \cdot 0,4 - M_{oz} = \mathbf{735,75\ Nm}$$

Figura 46 DSL barra CD eix x-y

Per tant tenim que el Moment flector màxim té un valor de:

$$\mathbf{M_{f\max} = 3776,61\ Nm}$$

A continuació s'analitza l'estructura en el pla z-y, barra a barra.

Barra ABC:

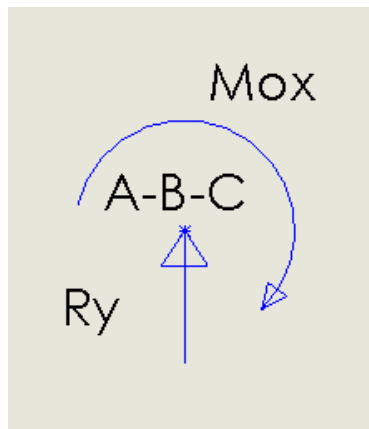


Figura 47 DSL barra ABC eix z-y

$$\sum F_y = 0 ; R_y = W = \mathbf{1962\ N}$$

L'únic moment que actuarà serà el M_{oy} ja que totes les forces que es presenten en aquest pla actuen en l'eix y i per tant no creen moment.

Amb lo qual les normals de les barres B-E i C-D seran iguals a la R_y i el moment que actuarà sobre elles serà el M_{ox} .

Per calcular els esforços relatius a la càrrega P s'ha de mirar l'estructura en el pla $x-z$. Aleshores es té el següent diagrama.

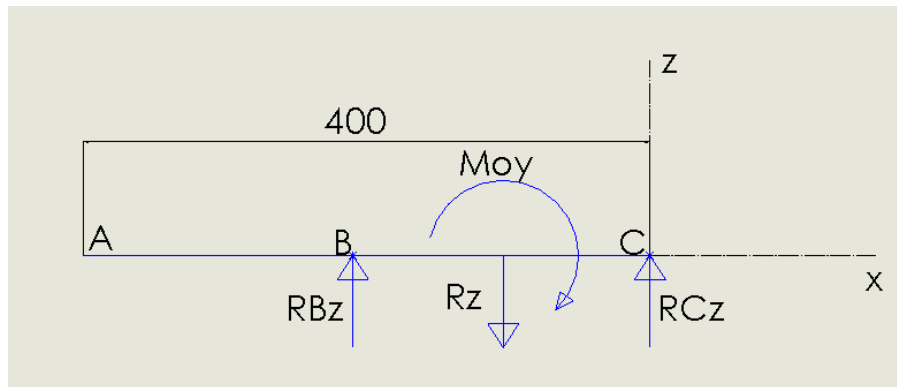


Figura 48 DSL barra ABC eix x-z

Si s'analitza aquest barra com en el cas del pla $x-y$, s'obtenen els següents càlculs.

$$\sum F_z = 0 ; R_z = R_{bz} + R_{cz}$$

$$\sum M_b = 0 ; M_{oy} + R_z \cdot 0,1 = R_{cz} \cdot 0,2 \rightarrow \mathbf{R_{cz} = 10628,49 N}$$

$$\mathbf{R_{bz} = -7479,3 N \text{ en valor absolut } R_{bz} = 7479,3 N}$$

El signe negatiu ens està indicant que el sentit de la força és contrari al dibuixat en l'esquema

Regió I (A-B) ($0 < x < 0,2$)

$$Q = 0$$

$$N = 0$$

$$\sum M = 0 ; M = 0$$

Regió II (B-C) ($0,2 < x < 0,4$)

Ara s'agafa la regió que va de B a C i es fa un tall, i a continuació es calculen el tallant la normal i el moment en aquesta regió.

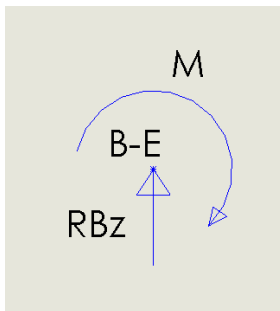
$$Q = Rbz = \mathbf{7479,3 N}$$

$$N = 0$$

$$\sum M = 0 ; M = Moy + RBz(x - 0,2)$$

$$x = 0,4 \rightarrow Mz = \mathbf{3306,64 Nm}$$

Barra BE:



En aquest cas s'està mirant la barra B-E des del pla x-z, per tant es veurà com si fos un punt.

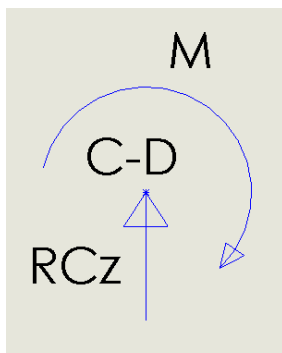
$$Q = RBz = \mathbf{7479,3 N}$$

$$M = Rcy \cdot 0,4 - Moy = \mathbf{2440,62 Nm}$$

Figura 49 DSL barra BE eix x-z

EL mateix per la barra CD.

Barra C-D:



$$Q = RCz = \mathbf{10628,49 N}$$

$$M = Moy + RBz \cdot 0,4 = \mathbf{4802,5 Nm}$$

Per tant tenim que el Moment torçor màxim té un valor de:

$$\mathbf{M_{tmàx} = 4802,5 Nm}$$

Figura 50 DSL Barra CD eix xz

I la normal i el tallant màxim són:

$$N = 6621,15 \text{ N} ; Q = 10628,49 \text{ N}$$

Aquestes són les fórmules a seguir per determinar el perfil:

$$\sigma_{comb} = (\sigma_{res}^2 + (at)^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$a = 2$$

$$\tau = \frac{Mt}{wt} + \frac{Q}{S} = \frac{48025}{3,46} + \frac{10628,49}{2,94} = 174,95 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{Mf}{w} + \frac{N}{S} = \frac{37766,1}{3,46} + \frac{6621,15}{2,94} = 131,67 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{comb} = 373,85 \text{ MPa}$$

10.1.4 CÀLCULS RELATIUS A LA FORQUILLA DELS RODETS

Visión general de resultados								
Vida nominal de referencia	L10r	77.2134	Vida nominal de referencia	L10rh	0 h	Máxima presión	pmax	3270.01 MPa
Factor de seguridad estático	SF	2.11885	Carga de referencia	Pref	2465.8 N	Relación de longitud de la elipse en la pista interna	eLR_j	158.304 %
Relación de longitud de la elipse en la pista externa	eLR_e	162.502 %	Extensión de la elipse de contacto del anillo interno	dCimax	22.5639 mm	Extensión de la elipse de contacto del anillo externo	dCemin	34.478 mm
Cociente de viscosidades	κ	0	Ángulo de contacto libre	α0	0 °	Holgura diametral efectiva	Pdeff	0 mm
Holgura axial efectiva	Paeff	6.05288e-08 mm						

Figura 51 Resultats càlculs rodaments forquilla

10. 1.5 CÀLCULS RELATIUS AL PINYÓ

Mòdul: $m = 6$

Angle d'atac: $\alpha = 20^\circ$

Número de dents: $z = \frac{\phi_p}{m} = \frac{150}{1,5} = 15 \text{ dents}$

Diàmetre primitiu: 90 mm

Diàmetre exterior: $\phi_e = \phi_p + 2m = 90 + 2 \cdot 6 = 102 \text{ mm}$

Diàmetre de fons: $\phi_f = \phi_p - 2,5m = 90 - 2,5 \cdot 6 = 75 \text{ mm}$

Diàmetre base: $\phi_b = \phi_f + 2 \cdot c = 75 + 2 \cdot 0,25 \cdot m = \text{mm}$

Addendum: $a = 1 \cdot m = 1 \cdot 6 = 6 \text{ mm}$

Dedendum: $b = 1,25 \cdot m = 1,25 \cdot 6 = 7.5 \text{ mm}$

Espai lliure de fons: $c = 0,25 \cdot m = 0,25 \cdot 6 = 1.5 \text{ mm}$

Profunditat de la dent: $h = 2,25 \cdot m = 2,25 \cdot 6 = 13.5 \text{ mm}$

Espesor de la dent: $e = 15 \text{ mm}$

Pas circular: $p = \frac{\pi \cdot \phi_p}{z} = \frac{\pi \cdot 90}{90} = 18.8495 \text{ mm}$

En la taula següent es mostren els resultats d'analitzar el pinyó amb un software especialitzat.

α	20°	angulo de presion	
M	6	Modulo	
p	18,84956	paso circunferencial	
β	0		
d	91,39542 mm	diametro primitivo	
z	15		
R _o	45 mm	radio axoide de generacion	
v	0,736	desplazamiento	
R _b	42,286 mm	radio base	
R _c	51,736 mm	radio de cabeza	
R _f	38,236 mm	radio de fondo	
eb	10,62 mm	espesor radio base	
δ	22,278°	angulo de trabajo	
R	45,697 mm	radio axoide de funcionamiento	
p	19,142	paso al axoide de funcionamineto	
	1,628	recubrimiento	
V _p	0,736	desplazamiento apra no penetrar	
R _{ap}	54,174 mm	radio de apuntamiento	
σ R1	110000 N/cm ²		F-1113
σ R2	40000 N/cm ²		SAE 1010
coef seg	2,5		
E1	2100000 Kg/cm ²		limite elastico
E2	2100000 Kg/cm ²		limite elastico
C1	1,6		coeficiente ecuacion Buckingham
n	15 rpm		velocidad angular
HBB	355		dureza brinell media 1
b	15 mm		amplitud de la rueda
Vl	4,31 m/min		velocidad lineal
σ	82300 N/cm ²		esfuerzo en los dientes
σ ad	42988 N/cm ²	15632 N/cm ²	resistencia admitida
F _d	2260,8 N		fuerza dinamica
F _w	2723,3 N		resistencia al desgaste
F _o	11001 N	4000 N	resistencia a fatiga

10.1.6 CÀLCULS RELATIUS A L'EIX DEL PINYÓ

El moment flector suportat per l'eix és el mateix que suporta l'estructura:

$$M_{f\text{màx}} = 3776,61 \text{ Nm}$$

I el moment torçor màxim suportat per l'eix és el provocat per la força P aplicada en el pinyó

$$M_{t\text{màx}} = 3149,19 \cdot 0,45 = 1417,13 \text{ Nm}$$

$$\sigma_{comb} = \left[\left(\frac{37766,1}{0,1 \cdot 2^3} \right)^2 + \left(\frac{1417,13}{0,2 \cdot 2^3} + \frac{1962}{\pi \cdot 1^2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} = 472,32 \text{ MPa}$$

Amb aquests resultats es calculen els rodaments amb el software especialitzat de casa MESYS.

La velocitat crítica que pot suportar l'eix ve donada pels següents càlculs:

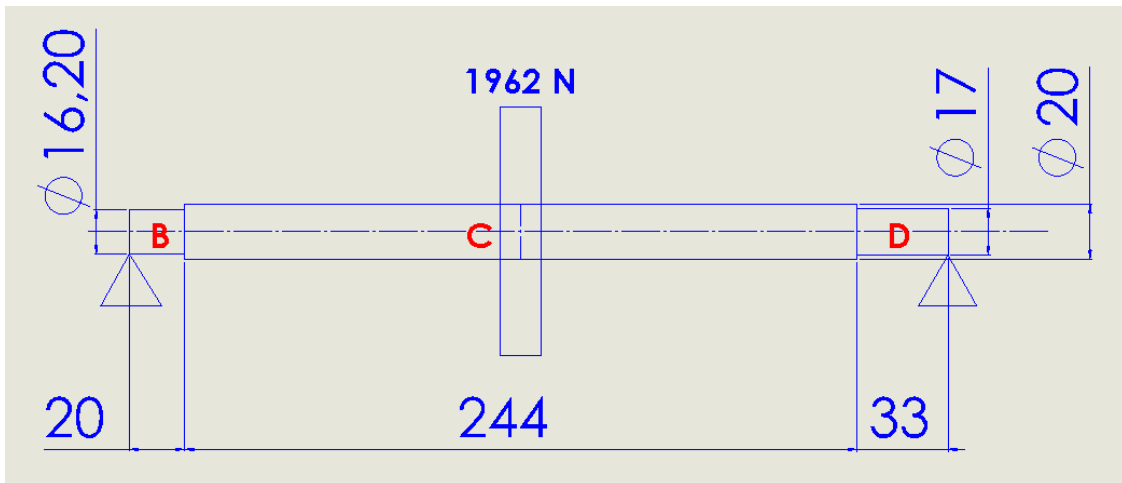


Figura 52 Esquema de l'eix motor per al càlcul de la velocitat crítica

Aplicant Rayleigh:

$$\text{Acer AISI 1045} \rightarrow E = 200 \cdot 10^9$$

$$I = \frac{\pi \cdot r^4}{4}; IB = 3,38 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4; IC = 7,85 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4; ID = 4,1 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4$$

$$\varphi = \frac{2PB^2}{6EL^2} \cdot \left(\frac{B(L-B)^2}{IB} + \frac{(L-B)^3 - D^3}{IC} + \frac{D^3}{ID} \right) = 3,8245 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$W = \sqrt{\frac{9,81 \cdot 3,8245 \cdot 10^{-3}}{(3,8245 \cdot 10^{-3})^2}} = 61,79 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 590,04 \text{ rpm}$$

10. 1.7 CÀLCULS REALATIUS AL MOTOR

Per a calcular la potència del motor s'ha establert la situació més desfavorable en la que es pugui trobar el sistema, que és el mateix cas que s'ha establert en l'apartat 1.1. Per tant, agafant els resultats de l'apartat 1.1 es poden realitzar els càlculs del motor.

Càlcul de la velocitat

$$V = 0,15 \text{ m/s}$$

$$R_{\text{pinyó}} = 0,045 \text{ m}$$

$$W_{\text{pinyó}} = \frac{V}{R_{\text{pinyó}}} = \frac{0,15 \text{ rad}}{0,045 \text{ s}} = 31,83 \text{ rpm}$$

Amb aquests resultats s'ha decidit establir una velocitat circular de 30 rpm (π rad/s), per tant la velocitat lineal serà:

$$V = W_{\text{pinyó}} \cdot R_{\text{pinyó}} = \pi \cdot 0,045 = \mathbf{0,1413 \text{ m/s}}$$

Càlcul del parell i la potència

Sabent la velocitat que ha de mantenir el pinyó i la força necessària per moure el sistema, es pot calcular la potència requerida al motor.

$$M = 3149,19 \cdot 0,045 = \mathbf{141,71 \text{ Nm}}$$

$$N = 3149,19 \cdot 0,1413 = \mathbf{444,98 \text{ W}}$$

Sabent que 1 CV = 736 W:

$$N = \frac{444,98}{736} = \mathbf{0,6 \text{ CV}}$$

10.2. DESGLOSAMENT DELS COSTOS

En aquest apartat es mostra el desglossament de tots els costos, desglossats de la manera següent:

- Braç
- Estructura
- Motor + Pinyó
- Guies
- Sistema elèctric

Braç

Operacions

Elements	Quantitat	Material	Pes(Kg)	Material Brut(€/Kg)	Preu	Torn	Fresadora	Llima	Premsat Manual	CNC	Talladora	Soldadura	Corbadora	Mà d'obra	Total
						30 €/h	30 €/h	25 €/h	40 €/h	40 €/h	25 €/h	40 €/h	25 €/h	20 €/h	
Braç	1	SAE 1010	11,45	7	80,15		5		13,33		2,08				100,56
Pestanya	1	SAE 1011	0,28	7	1,96		0,5				0,5	0,25			3,21
Tapes	2	SAE 1011	0,78	7	5,46		2,25				0,75				16,92
Pinces	2	SAE 1012	0,63	7	4,41		0,5				1,25				12,32
Suport braç-estructura superior	1	SAE 1010	0,45	7	3,15		2,5				1,45				7,1
Suport braç-estructura inferior	1	SAE 1010	0,45	7	3,15		2,5				1,45				7,1
Pistons ADNGF	4				150,65										602,6
Rodament FAG de boles de contacte angular 7210-B-2RS-TVP	1				18,33										18,33
Cargols					preu 100 unitats										
Subjecció Pistons (M5x70)	8				95										8 €
Suport braç-estructura (M5x150)	2				278 €										6 €
Rosques															
M5	10				8,13										0,813

	TOTAL	782,113
Descompte 15%		117,31695
Total amb descompte		664,79605

Estructura

Operacions

Elements	Quantitat	Material	Pes(Kg)	Material Brut(€/Kg)	Preu	Operacions								Mà d'obra	Total
						Torn	Fresadora	Llima	Premsat	CNC	Talladora	Soldadora	Corbadora		
						30€/h	30 €/h	25 €/h	40 €/h	40€/h	25 €/h	40 €/h	25 €/h	20 €/h	
Estructura	1	SAE 1010	4,84	7	33,88		15				4,16	40			93,04
Forquilla	4	SAE 1010	0,4081	7	2,8567	5	2,5				2,08	6,67	2,08		84,7468
Eix de la forquilla	4	SAE 1010	0,15	7	1,05	2,5					2,08				22,52
Roda TENTE	4				12,3										49,2
Suport rodaments eix pinyó i forquilla, inferiors	4	SAE 1010	0,1884	7	1,3188					30					125,2752
Suport rodaments forquilla superior	4	SAE 1010	0,3768	7	2,6376					30					130,5504
Rodament FAG de boles de contacte angular 7203-B2RS-TVP	4				15,23										60,92
Suport motor	1	SAE 1010	4,75	7	33,25		2,5				2,08	3,33	2,08		43,24
Carcassa	1	SAE 1011	30,61	7	214,27		7,5				2,08	6,67	8,33		238,85

Motor + Pinyó

operacions

Elements	Quantitat	Material	Pes (Kg)	Material Brut(€/kg)	Preu(€)	Torn	Fresadora	Llima	Embotició	CNC	Talladora	Soldadura	Corbadora	Mà d'obra	total
						30€/h	30 €/h	25€/h	40 €/h	40€/h	25 €/h	40 €/h	25/30 €/h	20 €/h	
Motovariador amb reductor	1	Pujol Muntala - ref 3130756000													250
Pinyó	2	F-133	1,02	8,5	8,67			25		40					147,34
Eix pinyó	1	SAE 1010	0,79	7	5,53	2,5	2,5				2,08				12,61
Fixació eix pinyó	8	SAE 1010	0,0588	7	0,4116					40					323,2928
Fixació rodaments eix pinyó inferior	4	SAE 1010	0,1884	7	1,3188					40					165,2752
Fixació rodament eix pinyó superior	4	SAE 1010	0,45	7	3,15					40					172,6
Xaveta	1	SAE 1011	0,1	7	0,7										0,7
Rodament de boles de contacte angular 7203-B2RS-TVP	4				15,23 €										60,92
Cargols										Preu 100 unitats					
Fixacions rodaments(M5X35)	8									24,1					1,93
Estructura-fixacions rodaments (M5X70)	16									95					15,2
Anell de seguretat exterior															
17	8									30,9					2,47
Rosques															
M5	32						8,13								2,6

TOTAL 1154,938

Descompte 15% 173,2407

Total amb descompte 981,6973

Guies

Operacions

Elements	Quantitat	Material	Pes(Kg)	Material Brut(€/Kg)	Preu	Torn	Fresadora	Llima	Premsat Manual	CNC	Talladora	Soldadura	Corbadora	Mà d'obra	Total
						30 €/h	30 €/h	25 €/h	40 €/h	40 €/h	25 €/h	40 €/h	25 €/h	20 €/h	
Guia (tub 50x100x3 L= 5000mm)	1	SAE 1010	37,7	7	263,9		5		13,33		2,08	10			294,31
Peus guia	4	SAE 1010	3,12	7	21,84		2,5				2,08	6,67			132,36
Cargols					preu 100 u										
Peu-Guia (m8x70)	20				264 €										52,8
Rosques															
M8	20				18,37										11,39
														TOTAL	490,86
														Descompte 15%	73,629
														Total amb descompte	417,231

Sistema elèctric

Elements	Quantitat	Material brut	Total
Bateries YUASA REC10-12	2	33,8	67,6
PLC Mitsubishi micro PLC,FX1S-14MT-DSS 14i/o	1	173,23	173,23
Interrupctor Diferencial iID Clase AC 2x25A/30mA M.G.	1	64,84	64,84
Sensor capacitiu, Inductive, Sn 4mm, M12 NPN 2m	3	37,12	111,36
Cable connexió para equips 20awg	1	12,7	12,7
Alternador 24V a 380V (Inverter,quasi,UK,24Vdc/230Vac,300W)	1	139,7	139,7
Alternador 280V a 24V (Fuente alim c/filtro lineal,24V 15A 360W)	1	270,42	270,42
Interrupctor digital 5Vdc AI verde 19mm	4	38,97	155,88
		Total	995,73
		Descompte 15%	149,3595
		Total amb descompte	846,3705

10.3. PLANOLS

En aquest apartat es mostren els plànols realitzats en aquest projecte

- Braç
- Fixació braç-rodament
- Tapa curta
- Tapa llarga
- Pinça
- Carcassa
- Forquilla
- Eix forquilla-roda
- Fixació rodament-forquilla inferior
- Fixació rodament-forquilla superior
- Guia
- Peu
- Pinyó
- Eix pinyó
- Suport motor
- Fixació rodament-eix motor
- Conjunt