



EPS

Escola Politècnica
Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Grau en Enginyeria Mecànica

Títol: Disseny d'una cadira de rodes elèctrica de fàcil fabricació

Document: 1- Memòria

Alumne: Lluís Armengol Orench

Director/Tutor: Joan Andreu Mayugo Majó

Departament: Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Enginyeria Mecànica

Convocatòria (mes/any): Setembre/2013

ÍNDEX

1. Introducció 6

 1.1. Antecedents 6

 1.1.1. Peticionari 6

 1.1.2. Necessitats del peticionari 6

 1.2. Objecte del projecte..... 7

 1.3. Especificacions i abast 7

 1.3.1. Especificacions de la petició..... 7

 1.3.2. Abast del projecte 8

2. Descripció general del disseny 8

 2.1. Estructura principal 10

 2.2. Braços articulats 11

 2.3. Components mecànics i font d'alimentació..... 11

 2.4. Estructura superior 13

3. Moviments i regulació..... 14

4. Resum de característiques 17

5. Resum del pressupost 18

6. Conclusions..... 18

7. Relació de documents 18

8. Bibliografia	19
Annex A: Especificacions tècniques	21
A.1. Introducció.....	22
A.2. Motor	22
A.3. Bateria.....	23
A.4. Amortidor.....	24
A.5. Rodes	25
A.5.1. Rodes motrius.....	25
A.5.2. Rodes conduïdes.....	25
A.6. Passadors	26
A.6.1. Passadors fixes.....	26
A.6.2. Passador mòbil	27
Annex B: Estudi de mercat	28
B.1. Introducció.....	29
B.2. Meyra iChair MC1, MC2 i MC3.....	29
B.2.1. Descripció.....	29
B.2.2. Característiques tècniques	31
B.3. Models Quickie QM 7 series i JIVE-M	32
B.3.1. Descripció.....	32

B.3.2. Característiques tècniques	34
B.4. Models Invacare TDX i FDX	35
B.4.1. Descripció.....	35
B.4.2. Característiques tècniques	37
B.5. Resum / Conclusions.....	37
B.6. Referències.....	38
Annex C: Estudi de funcionament d'alguns mecanismes estructurals del mercat	40
C.1. Introducció	41
C.2. Quickie Jive-M.....	41
C.3. Invacare TDX-SP	45
C.4. Conclusions	49
Annex D: Estudi previ d'esmoreïment	51
D.1. Introducció.....	52
D.2. Coneixements previs	52
D.3. Casos d'estudi	55
D.3.1. Amortidor amb molla	56
D.3.2. Molla independent	57
D.3.3. Amortidor amb molla en un eix i molla independent en l'altre.....	58
D.4. Anàlisi dels paràmetres K i C.....	60

D.5. Conclusions	62
Annex E: Estudi de funcionament i càlculs.....	63
E.1. Introducció	64
E.2. Estudi de funcionament / esmorteïment.....	64
E.3. Posició i dimensions de treball.....	65
E.4. Càlculs	66
E.4.1 Velocitat de gir del motor	66
E.4.2. Parell i potència màxima del motor.....	67
E.4.3. Adherència	68
E.4.4. Comprovació de la resistència del braç	69
Annex F: Manual d'usuari i manteniment.....	72
F.1. Col·locació del seient.....	73
F.2. Col·locació i regulació de l'estructura superior.....	74
F.3. Col·locació i regulació dels recolza-braços.....	74
F.4. Col·locació i regulació del reposapeus	74
F.5. Precaucions de funcionament.....	75
F.6. Substitució de la bateria.....	75
F.7. Manteniment	76
Annex G: Estudi de seguretat i salut	77

G.1. Introducció.....	78
G.2. Objecte i definició.....	78
G.3. Definició.....	78
G.4. Construcció / fabricació.....	78
G.4.1. Riscos professionals.....	78
G.4.2. Prevenció de riscos.....	79
G.5. Ús.....	80
G.6. Normativa.....	80
G.6.1. Imposada pel peticionari.....	80
G.6.2. Imposada per nosaltres a l'hora de dissenyar.....	80
G.6.3. A complir durant el procés de fabricació i ús.....	80

MEMÒRIA

1. Introducció

1.1. Antecedents

1.1.1. Peticionari

Permòbil Espanya S.L.

NIF: 41627384-V

Avinguda Ciutat de la Havana núm.8, Valladolid.

1.1.2. Necessitats del peticionari

Permòbil S.L. és una empresa dedicada a la fabricació de cadires de rodes elèctriques amb més de 30 anys d'experiència en el sector. Actualment disposa d'una ampla gamma de cadires d'on en destaquen les de sis rodes, capaces de superar diferents obstacles i irregularitats del terreny i de pujar pendent superiors al 10% amb facilitat i essent de gran comoditat per a l'usuari.

A dia d'avui, disposa d'un ampli nombre de delegacions repartides per diferents països des d'on distribueix la seva gamma de productes als seus clients amb un temps molt reduït d'entrega.

En els darrers anys el ritme de vendes de l'empresa ha sigut força constant en la majoria de països exceptuant Espanya, on des de fa aproximadament 4 anys s'ha notat un important descens en les vendes, degudes principalment al context econòmic pel qual passa el país. Per aquest motiu la delegació espanyola veu necessària la creació d'una cadira de rodes elèctrica de cost reduït i de fàcil fabricació, ja que es vol que la seva producció també es pugui dur a terme en països en vies d'expansió.

Per altra banda, i prèviament al disseny de la cadira, es creu convenient realitzar un petit estudi de mercat de les diferents cadires elèctriques de sis rodes presents en el mercat espanyol.

1.2. Objecte del projecte

Dissenyar una cadira de rodes elèctrica complint les següents característiques generals: fàcil de fabricar, econòmica, ha de disposar de sis rodes (2 de les quals motrius) i no ha d'incloure el seient ja que es deixarà a lliure elecció de l'usuari.

1.3. Especificacions i abast

1.3.1. Especificacions de la petició

Temes	R / D	Descripció
Generals	R	Número de rodes: 6. (2 motrius i 4 conduïdes)
	R	Funcionament elèctric mitjançant bateries
	R	Mides màximes de la cadira: 1350 x 700 mm (llarg x ample)
	R	Capacitat màxima de càrrega 120 Kg
Moviments	R	Moviment motoritzat
	R	Desnivell màxim de pujada / baixada: 10%
	R	Alçada màxima d'obstacles o irregularitats a superar: 60 mm
	R	Velocitat màxima: 8 Km/h
Disseny	R	Regulació d'alçada i amplada dels reposa-braços
	R	Regulació d'alçada i inclinació dels reposapeus
	R	Regulació d'alçada del seient
	R	Disposar de manillar
Fabricació / Cost	R	Resistent a la intempèrie
	D	Utilització d'acer normalitzat en la majoria del conjunt
	D	Fabricació i muntatge en tallers amb torn, radial, trepant, plegadora de tub, màquina de soldar MIG
	R	Pressupost màxim de 3000 euros

Taula M1. Especificacions de la cadira de rodes elèctrica

1.3.2. Abast del projecte

Es demana el disseny de la part mecànica d'una cadira de rodes elèctrica de fàcil fabricació i baix cost. El projecte es donarà per acabat quan s'hagin entregat els documents necessaris per a la correcta fabricació i muntatge de la cadira exceptuant-ne el control elèctric i el cablejat.

Els documents necessaris que han de constar en el projecte són la memòria amb els respectius annexos, els plànols i plec de condicions necessaris per a la fabricació de la cadira, l'estat d'amidaments i el pressupost detallat.

2. Descripció general del disseny

Una cadira de rodes és una eina vital per a persones amb mobilitat reduïda, per això és important que sigui còmoda, versàtil i que s'adapti perfectament a les necessitats de l'usuari.



Figura M1. Cadira de rodes elèctrica amb un seient muntat.

Com s'observa a la figura M1, la cadira de rodes elèctrica dissenyada disposa d'una estructura principal tubular en forma de prisma rectangular on s'hi fixen la resta d'elements que conformen el conjunt.

A diferència de les cadires de rodes convencionals, aquesta està formada per un total de sis rodes, dues de centrals motrius i quatre de conduïdes, dues a la part davantera i dues a la part posterior. Per altra banda, també disposa d'un amortidor amb molla per cada un dels quatre braços articulats de què disposa. La unió d'aquests dos trets característics aporten major facilitat a l'hora de superar petits obstacles o irregularitats del terreny amb tota la comoditat que això representa per a l'usuari.

La cadira està formada principalment per tubs i planxes units entre ells mitjançant soldadura, unions cargolades o passadors. A banda d'això, no es disposa de peces de gran complexitat ja que així es redueix el cost considerablement i se'n facilita molt la seva fabricació.

Per tal de poder descriure correctament la cadira s'ha dividit en quatre parts:

1. Estructura principal
2. Braços articulats
3. Components mecànics i font d'alimentació
4. Estructura superior



Figura M2. Conjunt cadira de rodes elèctrica

2.1. Estructura principal

L'estructura principal és la part més important de la cadira ja que és on s'hi fixen la majoria de conjunts que la formen.

Està formada per una estructura tubular soldada que combina tubs de seccions quadrades amb tubs de seccions rodones que, depenent de la funció que tinguin, són calibrats o no. A la seva part inferior hi ha una planxa base de 2 mil·límetres de gruix on van fixades les bateries.

Tant a la part dreta com esquerra de l'estructura, s'hi troben fixats els motors que, gràcies a les boixes i rodes conductores, fan possible el moviment de la cadira. A més a més, a cada costat i per sobre les rodes, trobem els parafangs que evitaran que l'usuari pugui rebre impactes de pedres o partícules que puguin aixecar les rodes al circular.

Pel que fa a la part davantera i posterior, hi trobem dos tubs més llargs que fan possible la unió amb els quatre braços de què disposa la cadira. També en aquesta part trobem un tub quadrat que sobresurt per cada costat i que serveix de fixació de cada un dels 4 amortidors amb molla de què està dotada la cadira.

És possible que a l'hora de soldar el conjunt, l'operari trobi certes dificultats per a respectar les cotes i toleràncies (plànol 104.00.00), per aquest motiu s'aconsella construir prèviament un utilatge que en faciliti el procés.

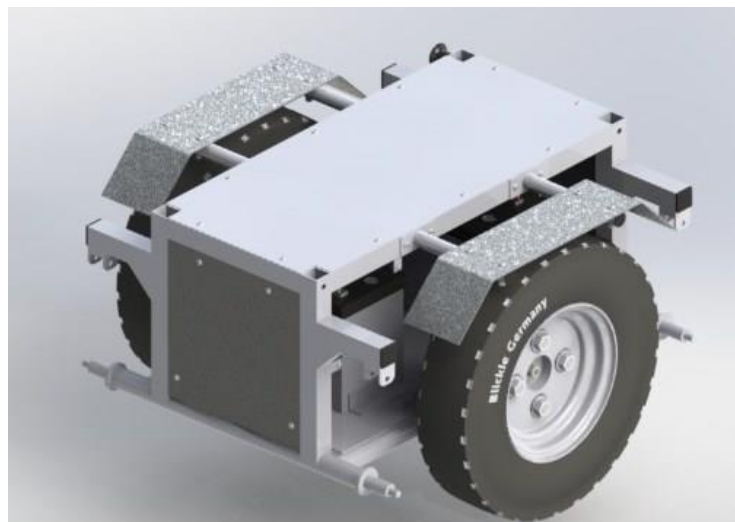


Figura M3. Estructura principal sense tapa lateral i amb el conjunt motriu muntat

Com que la planxa dels parafangs rep impactes de pedres i brutícia aixecada per les rodes, serà d'alumini que no necessita ser pintat i no veu danyada la seva imatge. I, exceptuant les tapes de PVC, la resta de peces són d'acer S275, fàcil de trobar al mercat, econòmic i amb molt bones propietats mecàniques.

2.2. Braços articulats

Aquesta part de la cadira permet girar respecte l'eix fixat a l'estructura principal i fer possible que les rodes conduïdes puguin pujar i baixar a l'hora de superar obstacles o irregularitats del terreny. Dins d'aquest conjunt trobem dues parts ben diferenciades. Per una banda, la roda conduïda amb l'eix i forquilla corresponent i per l'altra, el braç pròpiament dit, el qual està format per tres tubs de diferent diàmetre i el suport inferior de l'amortidor. Tots ells soldats entre sí.

En la unió d'ambdues es disposa de dos rodaments de boles que fan possible el gir de 360° de les rodes conduïdes. Per aquest motiu les peces on es fixen els rodaments són peces de precisió i que cal tenir especial cura, tant en la seva fabricació, com en el seu muntatge.

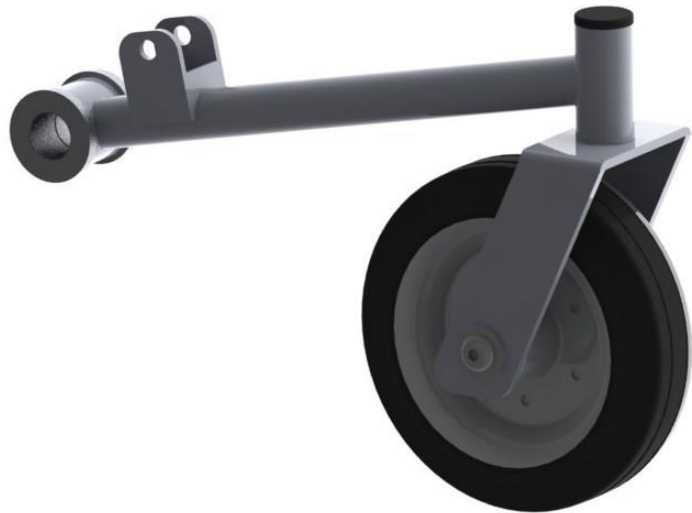


Figura M4. Braç articulat

A l'altre extrem del braç i per tal de fer possible el moviment de rotació entre l'estructura i el braç, s'ha dissenyat un sistema amb dolles. Aquestes són construïdes d'un material més tou (alumini) per tal que siguin les que rebin el major desgast, sense afectar a la resta d'elements.

2.3. Components mecànics i font d'alimentació

Els principals elements mecànics de què disposa la cadira de rodes són els dos motors elèctrics i els quatre amortidors amb molla.

Els motors, fixats a cada costat de l'estructura principal mitjançant un suport, són els encarregats de transmetre el parell a les rodes i fer possible el moviment del conjunt de la cadira. S'ha optat per utilitzar motors elèctrics ja construïts per a cadires de rodes, ja que així s'han pogut adaptar fàcilment a l'estructura. L'elecció definitiva del motor escollit, s'ha dut a terme després de realitzar els càlculs necessaris que es poden veure a l'annex E.



Figura M5. Motor elèctric

Pel que fa als amortidors, s'ha escollit un amortidor amb molla com els utilitzats en bicicletes, concretament a la part posterior de les de muntanya. S'ha optat per aquest tipus, degut al seu baix cost i al fet que són molt fàcils de trobar al mercat. Val a dir que tot i consultar diferents catàlegs i tallers de reparació de bicicletes, ha estat impossible obtenir el valor del paràmetre d'esmoreïment C de l'esmoreïdor. Així doncs, només s'ha tingut en compte el paràmetre de rigidesa K de la molla i pel que fa a la C, s'ha adquirit un esmoreïdor on aquesta sigui regulable, per tal de regular-lo al que més ens convingui. Tal

i com es pot veure a l'annex D, el funcionament de la cadira és correcte, tot i que el paràmetre C pot tenir certa variabilitat.



Figura M6. Amortidor utilitzat

La seva fixació és per una part a l'estructura principal i per l'altra al braç articulat, mentre que la seva funció és esmoreir els obstacles o irregularitats del terreny, aportant gran comoditat a l'usuari.

Tot i no entrar en la part elèctrica de la cadira de rodes, s'han escollit les bateries que s'utilitzaran com a font d'alimentació per tal de poder dimensionar correctament l'estructura i dissenyar els elements que la fixaran. Les bateries escollides



Figura M7. Font d'alimentació

són de la marca Npower, amb un cost molt competitiu i ja dissenyades pel seu ús en cadires de rodes elèctriques. Es tracta de bateries de gel que aporten certes avantatges respecte les convencionals, com per exemple el seu nul manteniment i major seguretat a l'hora de ser manipulades, entre altres.

2.4. Estructura superior

La part superior de la cadira té com a principal finalitat la comoditat i bona postura de l'usuari. Per aquest motiu s'ha dissenyat de manera totalment independent a la resta del conjunt. Així, en cas de desig o necessitat de l'usuari, es poden realitzar petites modificacions o adaptacions en aquesta part, sense que se'n vegi afectada l'estructura principal ni el funcionament del conjunt.

La part superior de la cadira està formada per diferents conjunts que s'uneixen a l'estructura central. Tal i com es pot veure a la següent figura són:

1. Estructura central
2. Recolza-braços
3. Reposapeus
4. Manillar



Figura M8. Estructura superior

L'estructura central està formada per una àmplia planxa de 3 mil·límetres de gruix que serveix de base de fixació del seient. A la part inferior s'hi troben 4 tubs soldats amb diferents forats que penetren els tubs verticals de l'estructura principal i mitjançant quatre passadors, es fixen a l'alçada desitjada.

Com es pot apreciar a la figura M8 i als plànols corresponents, també té soldats diferents tubs que serveixen de guia pel reposapeus, recolza-braços i manillar, tots ells fàcilment desmuntables.

A banda d'això, els recolza-braços i el reposapeus són regulables i permeten a l'usuari posar-ho a la mida que més comoditat els aporti.

Com la majoria de peces que componen la cadira, aquestes també són d'acer S275 fàcil de mecanitzar i soldar.

3. Moviments i regulació

A continuació es detallen tant els moviments que realitza la màquina per avançar i superar obstacles, com els elements regulables i adaptables a l'usuari. Tots ells amb la finalitat de proporcionar comoditat i confort a l'usuari durant el funcionament de la cadira.

La cadira pot desplaçar-se en qualsevol direcció i sentit en el pla horitzontal. Això és possible gràcies al moviment de rotació que generen els motors i que aquests transmeten a les rodes motrius. Si aquest moviment és igual als dos, la cadira es desplaçarà en línia recta, mentre que si és desigual, la cadira girarà cap al costat on la roda motriu giri més lent.

Per tal de fer la cadira més àgil, les rodes conduïdes s'han dissenyat perquè girin "boges", és a dir 360° sobre l'eix vertical. D'aquesta manera també es redueix el desgast de la goma i s'aconsegueix millor maniobrabilitat, especialment útil en llocs interiors.

Com hem vist, la cadira també pot superar obstacles o irregularitats del terreny de fins a 60 mil·límetres d'alçada gràcies als braços amb amortidors independents dels quals disposa. Aquest fet

dota al conjunt braç-roda d'un moviment de rotació respecte l'eix d'unió amb l'estructura principal, tal i com es veu a la figura M9.



Figura M9. Moviments generals de la cadira de rodes

Pel que fa als moviments de regulació, aquests són els que poden fer alguns conjunts de la cadira per tal d'adaptar-la a l'usuari. Aquests són els següents:

- Reposapeus
- Recolza-braços
- Alçada del seient

Al primer conjunt es pot regular l'alçada i la inclinació de la plataforma de PVC on es recolzen els peus. La primera, s'aconsegueix escollint una de les tres posicions que té el tub quadrat vertical que es fixa mitjançant un passador ràpid. Aquests passadors, disposen d'una part mòbil que sobresurt de

l'eix per tal que una vegada fixat no en permeti la seva sortida. Així doncs, per treure'ls disposen d'un accionament tipus "botó" a l'extrem, que al accionar-lo permet l'entrada de la part mòbil fent possible la retirada de l'eix.

Pel que fa la regulació de la inclinació, aquesta s'aconsegueix mitjançant la unió cargolada entre la plataforma i el tub vertical.

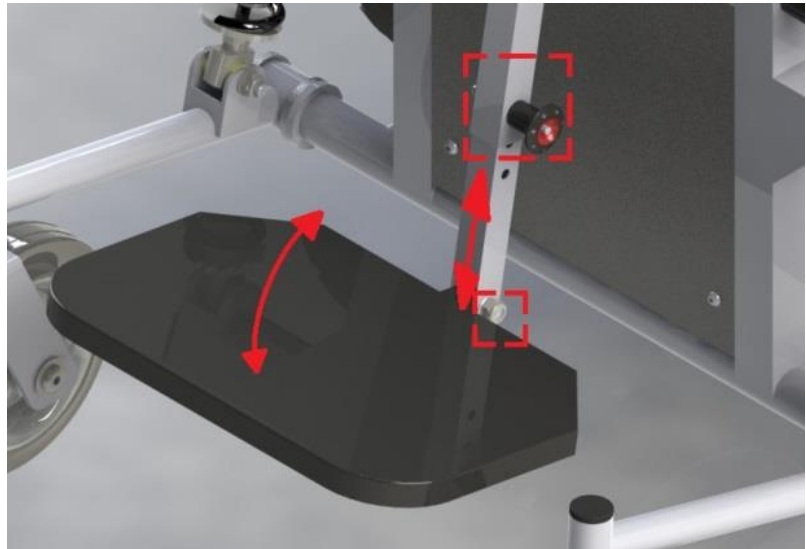


Figura M10. Regulació reposapeus

Els recolza-braços poden ser regulats tant en amplada, com en alçada. La primera s'aconsegueix mitjançant uns posicionadors fixats a l'estructura superior que, una vegada alineats els forats en una

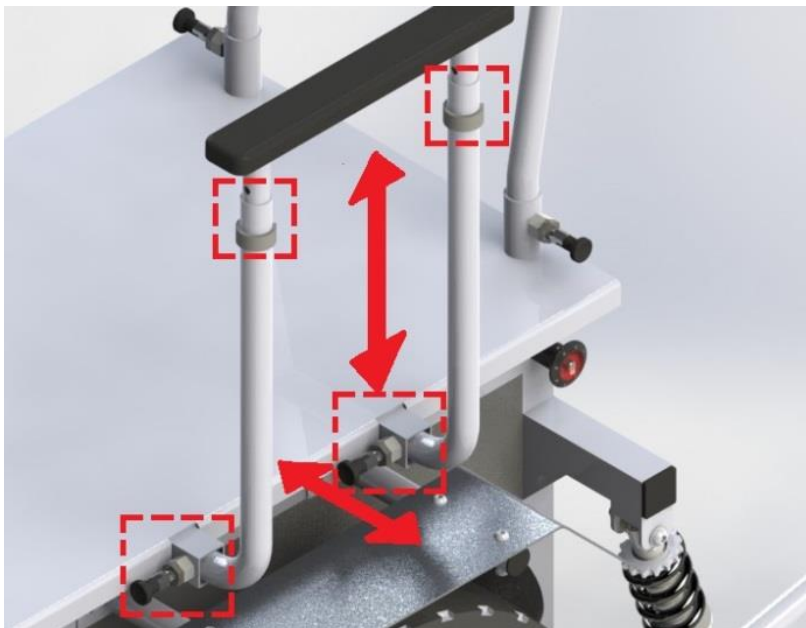


Figura M11. Regulació recolza-braços

de les tres posicions de què disposa, permet la seva fixació mitjançant l'entrada d'un petit eix cilíndric de 6 mil·límetres de diàmetre. Mentre que l'alçada s'aconsegueix de la mateixa manera però emprant anells de fixació com els usats en croses convencionals.

Per últim, la regulació de l'alçada del seient es realitza mitjançant l'elevació de l'estructura superior. Aquesta, gràcies als 4 tubs rodons soldats de què disposa, penetra als tubs quadrats verticals de l'estructura principal i, després d'alinejar-ne els forats corresponents, es fixen amb els mateixos

passadors que s'utilitzen al reposapeus, però amb 5 mil·límetres més d'allargada. Val a dir que al mateix temps que s'eleva el seient, també ho fa el manillar.

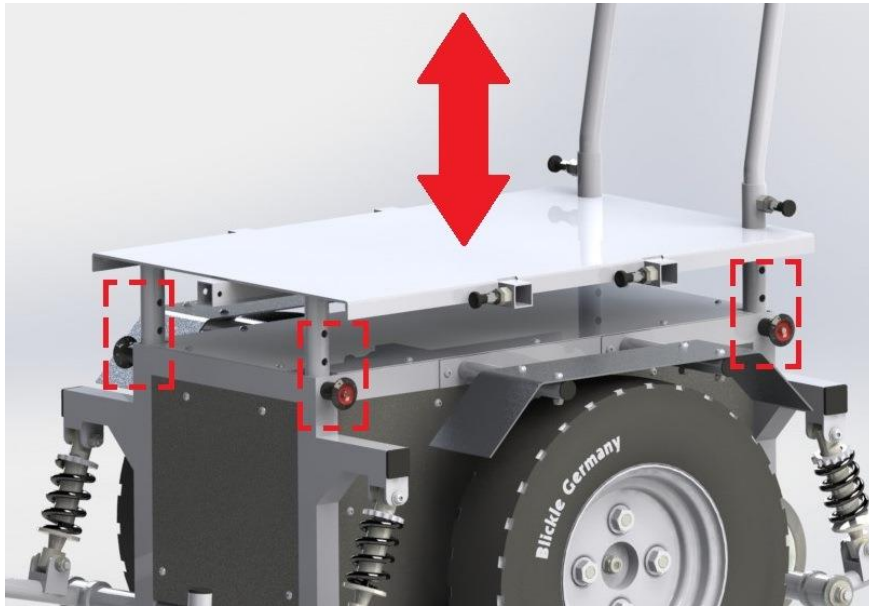


Figura M12. Regulació alçada seient

4. Resum de característiques

Les característiques principals de la màquina es detallen a la següent taula:

Dimensions	1295 x 648 x 947 mm (Llargada x Amplada x Alçada)
Pes	89,6 kg
Velocitat màxima	8 Km/h
Pendent màxima	10 %
Alçada màxima obstacles	60 mm
Pes màxim seient + ocupant	110 Kg

Taula M2. Resum de característiques

5. Resum del pressupost

El preu final de la cadira de rodes elèctrica de fàcil fabricació amb IVA inclòs a dia 25 d'Agost de 2013 és de:

Dos mil quatre-cents vuitanta-dos amb seixanta-tres cèntims.....2482,63 €

6. Conclusions

S'han complert totes les especificacions imposades inicialment pel peticionari, fent especial èmfasi al cost reduït i la facilitat de fabricació.

7. Relació de documents

Nº	TÍTOL	DESCRIPCIÓ
1	MEMÒRIA	Document on s'explica la solució adoptada i les seves característiques principals.
1	ANNEX A: Especificacions tècniques	On es troben les característiques tècniques dels elements de compra que formen el conjunt de la cadira.
1	ANNEX B: Estudi de mercat	On es troba l'estudi i comparativa de diferents cadires de rodes elèctriques del mercat.
1	ANNEX C: Estudi de funcionament d'alguns mecanismes estructurals del mercat	On s'estudia el funcionament de les cadires més característiques presents al mercat.
1	ANNEX D: Estudi previ d'esmoreïment	On s'estudien les diferents opcions a escollir per al disseny de la cadira de rodes elèctrica.

1	ANNEX E: Estudi de funcionament i càlculs	On es troben l'estudi de funcionament i els càlculs més significatius de la cadira, els quals justifiquen el seu disseny i funcionament.
1	ANNEX F: Manual d'usuari i manteniment	On s'explica el correcte ús de la cadira i el manteniment necessari d'aquesta.
1	ANNEX G: Estudi de seguretat i salut	On s'estableixen el marc legal d'ús i fabricació de la cadira de rodes.
2	PLÀNOLS	Recull dels plànols constructius de la cadira de rodes, tant peces com conjunts i especejaments.
3	PLEC DE CONDICIONS	Document que recull tota la informació d'obligat compliment a l'hora de fabricar, muntar i utilitzar la cadira de rodes.
4	ESTAT D'AMIDAMENTS	Document on es detalla tot el material necessari per a la fabricació i muntatge de la cadira de rodes.
5	PRESSUPOST	Document on es troba justificat el preu total de la cadira de rodes.

Taula M3. Relació dels documents del projecte

8. Bibliografia

- Llibres:

SHIGLEY, Joseph Edward. *Diseño en Ingeniería Mecánica*. 6a ed. Mèxic, Mc Graw Hill, 2002.

- Material obtingut a la xarxa:

-Contingut 3d per la enginyeria. Trace software Group, 20 agost del 2013.

[http://www.tracepartsonline.net/\(S\(kmdoob45wheg32y1sdefpa45\)\)/content.aspx?SKeywords=din+913&st=1&sa=0&Class=&clsid=&tll=&x=-1119&y=-47](http://www.tracepartsonline.net/(S(kmdoob45wheg32y1sdefpa45))/content.aspx?SKeywords=din+913&st=1&sa=0&Class=&clsid=&tll=&x=-1119&y=-47)

- Contingut 3d per la enginyeria. GrabCAD, 20 agost del 2013.

http://grabcad.com/library?per_page=20&query=seat

- Informació genèrica i preus de tubs estructurals. Industries catalanes del ferro 2000, 20 agost 2013.

http://www.incafe2000.com/Ing/Esp/tubos_redondos/ord/24

- Informació sobre el disseny d'una suspensió d'automòbil. Universitat politècnica de Catalunya, 20 agost 2013.

<http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/5713/1/Mem%C3%B2ria%20PFC.pdf>

- Informació i visualització de diferents models de cadires de rodes elèctriques. Sunrise Medical SL, 20 agost 2013.

<http://www.sunrisemedical.es/Products/Quickie/Power-Wheelchairs/Jive-M.aspx>

- Informació i visualització de diferents models de cadires de rodes elèctriques. 2013 Invacare Corporation, 20 agost 2013.

<http://www.invacare.es/articulos/invc-productos-sillas-ruedas-electricas--43-55.php>

- Vídeos:

- Quickie Jive Power Wheelchair, SpiderTrac Suspension. 10.05.2013. QuickieWheelChairsEU. SpiderTrac System Demonstration [Vídeo]. 20 agost 2013.

<https://www.youtube.com/watch?v=szEKOOywbcQ>

Annex A: Especificacions tècniques

A.1. Introducció

En el present annex es troben les característiques tècniques dels diferents elements de compra que formen el conjunt de la cadira. La informació és la que detalla el propi fabricant i, en cas d'existir diferents models del mateix producte, s'han marcat l'utilitzat al nostre cas.

A.2. Motor

Model Number	Total Length	Length to Output Shaft	Output Shaft Diameter	Output Shaft Length (to end feature)	End Feature Length	Output Shaft Thread	Gearbox Length	Motor Length (plus Brake)	Cable Length	Motor Diameter
ES868-013-015-01										
ES868-013-016-01										
ES868-013-017-01										
ES868-013-018-01	A	B	C	D	E	M10x1.25	F	G	H	I
ES868-013-019-01	313.86 (12.357)	273.36 (10.762)	16.96 (0.6677)	52.37 (2.062)	13.34 (0.525)	M10x1.25	132.6 (5.22)	181.26 (7.137)	381.00 (15.00)	92.33 (3.635)
ES868-013-020-01										
ES868-013-021-01										
ES868-013-022-01										

* Dimensions in mm (inches)

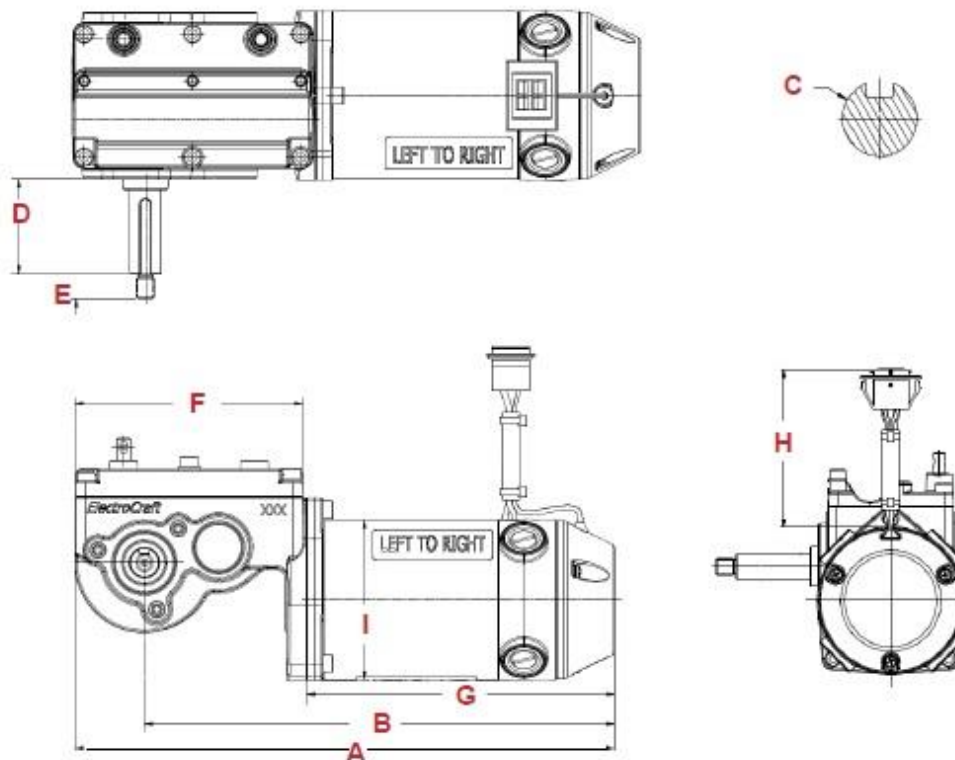


Figura A1. Dimensions motor

Model Number	Ratio	Orientation	Const. Torque Nm (lb-in)	Const. Speed (rpm)	Peak Torque Nm (lb-in)	Continuous Output Power (W)	Max. Output Power (W)	Brake Rating Nm (lb-in)
ES868-013-015-01	32:1	Right	8.8 (78)	105	103 (910)	120	800	2.5 (22)
ES868-013-016-01	32:1	Left	8.8 (78)	105	103 (910)	120	800	2.5 (22)
ES868-013-017-01	26.8:1	Right	7.7 (68)	127	84.7 (750)	120	750	2.5 (22)
ES868-013-018-01	26.8:1	Left	7.7 (68)	127	84.7 (750)	120	750	2.5 (22)
ES868-013-019-01	21.3:1	Right	6.1 (54)	164	67.8 (600)	120	850	2.5 (22)
ES868-013-020-01	21.3:1	Left	6.1 (54)	164	67.8 (600)	120	850	2.5 (22)
ES868-013-021-01	17.9:1	Right	5.1 (45)	195	56.5 (500)	120	800	2.5 (22)
ES868-013-022-01	17.9:1	Left	5.1 (45)	195	56.5 (500)	120	800	2.5 (22)

* Normally shipped as a matched pair.



Handle Options

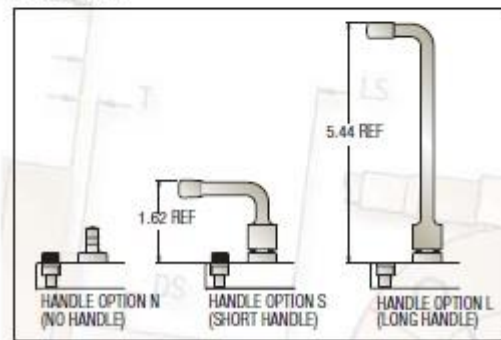


Figura A2. Característiques tècniques motor

A.3. Bateria

Caract.Tècnica	Valor
Referència	NPower EGV30/12A
Tipus	Gel
Voltatge	12 V
Capacitat C20	30Ah
Esquema	3 amb positiu a la dreta
Dimensions	195mm x 130mm x 180mm (Llarg/ample/alt)
Pes	10,7 kg
Vida útil	12anys, 3000 cicles de càrrega i decàrrega

Taula A1. Característiques tècniques Bateria Npower ECV30/12A



Figura A3. Bateria Npower EGV30/12A

A.4. Amortidor

Model	291R	Bushing	DU / OPTIONAL SPHERICAL BEARING
Adjustment	PRELOAD / REBOUND	Color	BLACK
Weight	166-211G (WITHOUT COIL)	Length / Travel	125 18 mm
Series	2 SERIES COIL SHOCKS	Options	150 30 mm
Use	XC / RECREATIONAL / YOUTH		165 38 mm
			185 48 mm
			190 50 mm
Spring Type	COIL	Finish	ANODIZED
Damping	HYDRAULIC	Spring rates	500 2500 LBS/IN
Material	CNC ALLOY	Patents	US AND INTERNATIONAL

Figura A4. Característiques tècniques amortidor amb molla KS-291R

A.5. Rodes

A.5.1. Rodes motrius

Ruedas	Ø Rueda (D) [mm]	Ancho rueda (T2) [mm]	Medida de rueda	Lonas (PR)	Cap. carga a 4 km/h [kg]	Cap. carga a 25 km/h [kg]	Presión de aire [bar/psi]	Nº agujero/ tornillo	Ø Agujero/ tornillo (d2) [mm]	Ø Agujero central (d) [mm]	Ø Círculo/ agujero (d1) [mm]	Tipo de perfil *
PA 402/4	400	100	4.00-8	2	250	100	2,0/30	4	14,5	60	100	B07
PA 412/4	400	100	4.00-8	4	350	160	3,5/50	4	14,5	60	100	B07
PA 420/4	415	115	4.00-8	4	525	300	3,5/50	4	14,5	60	100	R02
PA 430/5	420	115	4.00-8	6	650	500	7,0/101	5	16,5	82	130	B08
PA 432/5	420	115	4.00-8	8	750	600	7,0/101	5	16,5	82	130	B08
PA 464/5	460	145	5.00-8	8	1140	770	7,0/101	5	16,5	82	130	B08
PA 536/5	536	165	6.00-9	10	1300	1050	7,0/101	5	16,5	110	145	B08

* R = perfil plano, B = perfil a tacos, ver ilustración página 198

Otras medidas de acoplamiento sobre pedido

Dureza de banda de rodadura	60° Shore A
Resistencia a la temperatura	-30° C - +50° C
Resistencia a la rodadura	bueno
Ruido durante la marcha	excelente
Protección de suelo	excelente

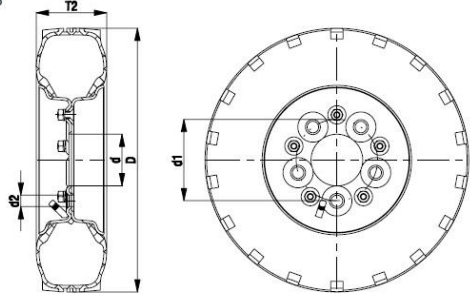


Figura A5. Característiques tècniques Roda motriu Blicle PA 412/4

A.5.2. Rodes conduïdes

Ruedas	Ø Rueda (D) [mm]	Ancho rueda (T2) [mm]	Capacidad de carga [kg]	Tipo de rodamiento	Ø Eje (d) [mm]	Largo de cubo (T1) [mm]
VE 80/12R	80	25	50	de agujas	12	35
VE 100/12R	100	30	70	de agujas	12	45
VE 125/12R	125	37,5	100	de agujas	12	45
VE 150/20R	150	40	135	de agujas	20	60
VE 160/20R	160	40	135	de agujas	20	60
VE 180/20R	180	50	170	de agujas	20	60
VE 200/20R	200	50	205	de agujas	20	60

Dureza de banda de rodadura	80° Shore A
Resistencia a la temperatura	-25° C - +80° C
Resistencia a la rodadura	satisfactorio
Ruido durante la marcha	muy bueno
Protección de suelo	muy bueno

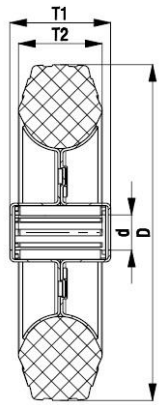


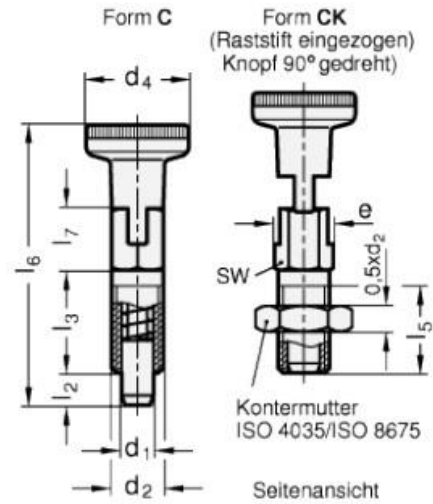
Figura A6. Característiques tècniques roda conduïda Blicle BE 150/20R

A.6. Passadors

A.6.1. Passadors fixes

GN 717-C-NI

Posicionadores de muelle con posición de bloqueo



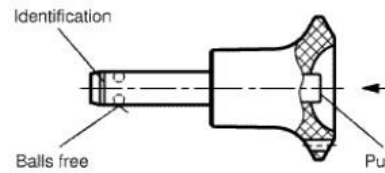
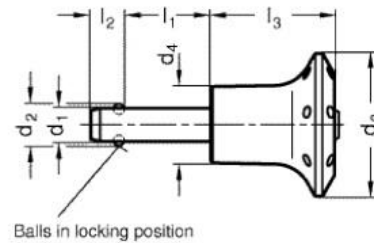
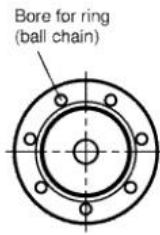
Elementos standard	Dimensiones principales										Presión muelle		Peso	
	Descripción	d_1 h11	d_2	d_4	e	l_1	l_2 min.	l_3	l_4	l_5 min.	A/F	Preload		Max. load
GN 717-3-M6-C-NI	3	M6	12	6.9	32.5	3.5	12	7	10	6	2	3	12	4
GN 717-4-M6-C-NI	4	M6	12	6.9	33	4	12	7	10	6	2	3	12	4
GN 717-5-M8-C-NI	5	M8	16	6.9	43.5	5	16	9.5	13.5	8	7	5	24	10
GN 717-6-M10-C-NI	6	M10	18	6.9	52	6	20	10.5	17	10	15	5	21	19
GN 717-8-M12-C-NI	8	M12	21	6.9	63.5	8	24	13.5	20.5	12	20	6	22	35
GN 717-3-M6-CK-NI	3	M6	12	6.9	32.5	3.5	12	7	10	6	2	3	12	4
GN 717-4-M6-CK-NI	4	M6	12	6.9	33	4	12	7	10	6	2	3	12	5
GN 717-5-M8-CK-NI	5	M8	16	6.9	43.5	5	16	9.5	13.5	8	7	5	24	12
GN 717-6-M10-CK-NI	6	M10	18	6.9	52	6	20	10.5	17	10	15	5	21	24
GN 717-8-M12-CK-NI	8	M12	21	6.9	63.5	8	24	13.5	20.5	12	20	6	22	46
GN 717-3-M6x0.75-C-NI	3	M6x0.75	12	6.9	32.5	3.5	12	7	10	6	3	3	12	4

Figura A7. Característiques tècniques passador / posicionador fix

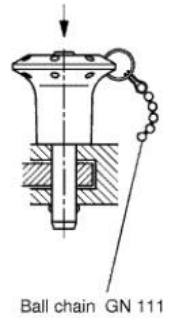
A.6.2. Passador mòbil

GN 113.6

Pasadores de fijación con bola engranable.



Example for application



Elementos standard	Dimensiones principales								Peso	
	Descripción	$d_1 - 0.04 / - 0.08$	$l_1 + 0.6$	d_2	d_3	d_4	$l_2 \pm 0.2$	$l_3 - 0.2$	g	
GN 113.6-5-10	5	10	5.5	30	16	6	26	5	24	17
GN 113.6-5-15	5	15	5.5	30	16	6	26	5	24	18
GN 113.6-5-20	5	20	5.5	30	16	6	26	5	24	18
GN 113.6-5-25	5	25	5.5	30	16	6	26	5	24	20
GN 113.6-5-30	5	30	5.5	30	16	6	26	5	24	20
GN 113.6-6-10	6	10	7	30	16	7.1	26	6	35	20
GN 113.6-6-15	6	15	7	30	16	7.1	26	6	35	19
GN 113.6-6-20	6	20	7	30	16	7.1	26	6	35	20
GN 113.6-6-25	6	25	7	30	16	7.1	26	6	35	20
GN 113.6-6-30	6	30	7	30	16	7.1	26	6	35	20
GN 113.6-6-35	6	35	7	30	16	7.1	26	6	35	23
GN 113.6-6-40	6	40	7	30	16	7.1	26	6	35	24
GN 113.6-6-45	6	45	7	30	16	7.1	26	6	35	26
GN 113.6-6-50	6	50	7	30	16	7.1	26	6	35	20
GN 113.6-8-20	8	20	9.5	35	19	8.2	32.5	8	63	42
GN 113.6-8-25	8	25	9.5	35	19	8.2	32.5	8	63	40
GN 113.6-8-30	8	30	9.5	35	19	8.2	32.5	8	63	46
GN 113.6-8-35	8	35	9.5	35	19	8.2	32.5	8	63	48
GN 113.6-8-40	8	40	9.5	35	19	8.2	32.5	8	63	50
GN 113.6-8-45	8	45	9.5	35	19	8.2	32.5	8	63	52
GN 113.6-8-50	8	50	9.5	35	19	8.2	32.5	8	63	60

Figura A8. Característiques tècniques passadors mòbils

Annex B: Estudi de mercat

B.1. Introducció.

Al mercat actual existeixen una gran varietat de cadires de rodes elèctriques, és per això que a continuació es veuran i compararan, des d'un punt de vista mecànic, les cadires que s'han considerat de major importància a l'hora de realitzar el nostre disseny. Val a dir que no són les cadires convencionals, sinó que s'han buscat aquelles amb unes característiques singulars.

També cal mencionar que es veuran diferents models de tres marques diferents de cadires elèctriques. La primera marca escollida és Meyra que construeix cadires caracteritzades per la seva simplicitat i economia sense deixar de banda la bona qualitat. Les altres dues marques escollides *Quickie* i *Invacare* són molt conegudes i disposen d'un ampli catàleg de cadires elèctriques on, com hem dit, citarem les més característiques.

B.2. Meyra iChair MC1, MC2 i MC3

B.2.1. Descripció

Dins del model de cadira de rodes elèctrica Meyra iChair MC, trobem tres possibilitats: l'MC1, l'MC2 i l'MC3. Tot i formar part del mateix model, disposen de diferències significatives.



Figura B1. Models IChair MC de Meyra. (a) IChair MC1, (b) IChair MC2, (c) IChair MC3 (Figura extreta de [1]).

El model MC1 es caracteritza principalment pel seu disseny compacte que li proporciona molta agilitat. Aquesta està pensada tant per a ser usada en superfícies interiors com exteriors i l'hi podem

adaptar diferents tipus de seient, fet que permet que pugui ser utilitzada per a persones amb diferents graus de discapacitat. D'altra banda, cal dir que està dotada de suspensions a les rodes motrius que proporcionen una major comoditat a l'usuari.

El model MC2 també pot ser usat amb diferents tipus de seient i disposa d'esmorteïdors a les rodes motrius que li aporten major comoditat i confort a l'usuari. Les principals característiques d'aquest model són la seva variabilitat d'ús i l'àmplia disponibilitat de personalització per a l'usuari.

El darrer model, l'MC3, igual que els dos anteriors pot usar diferents tipus de seient amb tot el que això comporta. La seves principals característiques són dues. Per una banda, una major robustesa que les anteriors gràcies a un xassís diferent; i, per altra banda, la dotació del sistema de suspensió a les quatre rodes, a diferència de les anteriors que només en disposaven a les conductores. Tot això fa que sigui especialment indicada per a ser usada en distàncies llargues, on és més fàcil que es trobi amb possibles irregularitats.

Un cop s'ha vist cada model amb les seves particularitats, tot seguit es citen algunes característiques comunes als tres models:

- Rodes anti punxades
- Fàcil manteniment i / o substitució de la bateria
- Gran variabilitat en les dimensions d'ajust de l'usuari (inclinació seient, respall, etc.)
- Capacitat de ser usada per usuaris de fins a 160kgs de pes
- Fiabilitat dels motors

Pel que fa als controls, són molt intuïtius i fiables, fet que comporta una gran versatilitat i facilitat d'ús en els tres models. Existeixen diferents opcions de control que permeten controlar un ampli ventall de característiques (angle del respall, angle del seient, entre altres possibilitats).

Un altre model interessant d'aquesta mateixa marca és l'anomenat CLOU. Aquest disposa d'unes característiques similars a les que acabem de veure amb tres particularitats destacables que són el fet que es pugui plegar, que disposi d'unes mides més pròpies d'una cadira de rodes manual que elèctrica i que sigui una cadira visualment més simple.



Figura B2. Model Clou de Meyra. (Figura extreta de [1]).

B.2.2. Característiques tècniques

Característica	IChair MC1	IChair MC2
Velocitat	6 km/h	6 - 10 km/h
Pes	100 kg. (Sense reposapeus ni reposa braços)	100 kg. (Sense reposapeus ni reposa braços)
Amplada	630 mm	630 mm
Longitud	1130 mm	1130 mm
Alçada	930 – 1130 mm sense recolza caps	930 – 1130 mm sense recolza caps
Rodes conductores	14x3", 12,5x2,5"	14x3", 12,5x2,5"
Rodes conduïdes	10x2,75", 9x3", 8x2"	10x2,75", 9x3"
Motor	2x220W o 2x300W	2x220W o 2x300W
Bateria	24V (2x12V) / 70Ah	24V (2x12V) / 70Ah
Vorera màxima	60 mm	60 mm
Pendent màxima	11%	11%
Autonomia	40 km	40 km
Preu	2000 € aprox.	2800 € aprox.

Característica	IChair MC3	CLOU
Velocitat	6 - 10 km/h	6 km/h
Pes	110 kg. (Sense reposapeus ni reposa braços)	100 kg. (Sense reposapeus ni reposa braços)
Amplada	630 mm	650mm
Longitud	1170 mm	1100 mm
Alçada	870 – 1140 mm sense recolza caps	91mm sense recolza caps
Rodes conductores	14x3"	12,5x2,5"
Rodes conduïdes	10x3"	8x2"
Motor	2x220W o 2x300W	2x220W
Bateria	24V (2x12V) / 70Ah	24V (2x12V) / 38Ah
Vorera màxima	60 mm	60mm
Pendent màxima	11%	12%
Autonomia	40 km	35 km
Preu	4900 € aprox.	No disponible

Taula B1. Especificacions tècniques dels diferents models de la marca Meyra.

B.3. Models Quickie QM 7 series i JIVE-M

B.3.1. Descripció

Aquests dos models de cadira, depenent del tipus de seient emprat, poden ser usades per persones amb diferents graus de discapacitat. Són models que disposen de tracció central, és a dir, que disposen de sis rodes on les centrals proporcionen la tracció necessària mitjançant dos motors elèctrics, pel seu funcionament.



Figura B3. (a) Model QM7-series de Quickie, (b) model JIVE-m de Quickie. (Figura extreta de [2] i [3]).

La seva característica principal és el sistema de suspensió independent de gas (SpiderTrac) que tenen les sis rodes de les que disposen, fet que els hi permet tenir un contacte permanent de totes elles amb el terra (figura B4). Això proporciona a l'usuari certs avantatges respecte a altres tipus de cadires:

- Quan les rodes davanteres baixen una vorera, les del darrera descendeixen per mantenir el contacte amb el sòl, activant el gas de la suspensió que alhora esmorteix l'impacte i evita que l'usuari es balancegi cap endavant. Així doncs, evita el balanceig de l'usuari en baixar voreres.
- Els esmorteïdors de gas absorbeixen els impactes provocats per les irregularitats del terra, proporcionant una conducció suau i confortable.
- El disseny permet que hi hagi més de 10cm de moviment en les rodes anteriors i posteriors, fet que permet la perfecta adaptació de la cadira al terreny sense que el seien canviï de posició. Aquest fet, ajuda a mantenir la posició horitzontal de l'usuari.
- Disposa de màxima tracció en qualsevol posició, ja que les rodes del davant estan connectades amb les del darrera i això provoca que la roda central pateixi un descens quan alguna de les altres puja.
- Excel·lent maniobrabilitat gràcies a la tracció central que fa que giri sobre el seu propi eix.
- Dimensions compactes que ens permeten una gran accessibilitat en espais interiors.

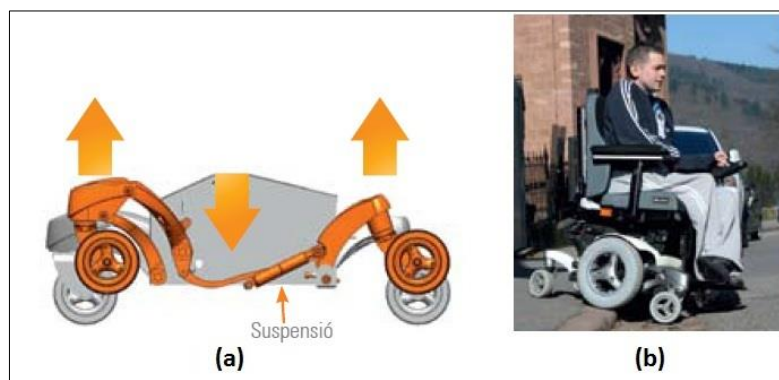


Figura B4. (a) Esquema dels braços i la suspensió, (b) model Quickie JIVE-m baixant una vorera. (Figura extreta de [2] i [3]).

Aquests models estan pensats per a l'ús quotidià domèstic i per asfalt, facilitant i proporcionant molta comoditat a l'usuari. També es coneix que disposa del centre de rotació just a sota de l'usuari, fet que li permet una gran facilitat de maneig.

Als presents models de cadira es poden regular les següents parts:

- Inclinió del seient, dependrà de l'escollit.
- Alçada de seient (fins a 9")
- Reposapeus, amb possible regulació elèctrica.
- Inclinió de les extremitats inferiors.
- Respatller, regulable manualment.
- Recolzabraços, regulables manualment.

Pel que fa als controls són de programació simple i molt intuïtius per a l'usuari. Existeix la opció d'usar pantalles de color i controls especials (control de barbeta, matriu de cap, etc.).

Cal esmentar que existeixen altres models de la mateixa marca que comparteixen la majoria de característiques acabades d'explicar, exceptuant principalment el sistema de suspensió que, tot i també tenir-lo independent a cada roda, no és de gas. Aquests models son el PULSE 6, el SALSA M, Rhythm, Rhapsody i Aspire.

B.3.2. Característiques tècniques

A continuació s'especifiquen les característiques tècniques de dos dels models citats. Un dels quals funciona amb les suspensions de gas (SpiderTrac) i l'altre no.

Característica	Quickie JIVE m	Quickie SALSA M
Velocitat	6 - 13 km/h	6 – 10 km/h
Pes	115 – 170 kg	113 kg
Amplada	620 - 660 mm	600 mm
Longitud	1070 - 1130 mm (950mm sense reposapeus)	1100 mm (860mm sense reposapeus)
Alçada	1000 mm	No disponible
Rodes	14x3"	13x3"

conductores		
Rodes conduïdes	6x2"	Av: 7" Ar: 6"
Motor	MTR / GBX 4POLE	MTR / GBX 4POLE
Bateria	24V (2x12V) / 70 Ah	24V (2x12V) / 50 Ah
Vorera màxima	100mm	70mm
Pendent màxima	10%	8%
Autonomia	35km	26km
Preu*	≥6000 € aprox.	≥4400 €

Taula B2. Especificacions tècniques de dos dels models citats de la marca Quickie.

*El preu detallat és utilitzant el seient estàndard.

B.4. Models Invacare TDX i FDX

B.4.1. Descripció

Els dos models que s'han considerat més característics de la coneguda marca Invacare han estat el TDX SP i l'FDX, ambdós pensats tant per a exteriors com per a interiors.

El model TDX, disposa de sis rodes, essent iguals les anteriors i les posteriors i actuant com a rodes conductores les centrals, fet que li permet obtenir una bona maniobrabilitat i una excel·lent estabilitat. Aquest model ens permet escollir diferents tipus de seient, segons les necessitats de l'usuari.

Pel que fa a les característiques principals, cal destacar que està dotada de dos sistemes anomenats Stability Block i Sure Step. Mentre que el primer permet que les sis rodes estiguin en permanent contacte amb el sòl mitjançant un sistema d'esmoreïdors, el segon garanteix una conducció suau i segura, inclús superant obstacles. Per altra banda, es tracta d'una cadira de constitució robusta i amb potents motors que permet ser usada per persones amb un elevat pes (fins a 180kg.).

Dins d'aquest mateix model, n'existeix un altre anomenat TDX SP NB que disposa de similars característiques que l'SP exceptuant l'amplada, que és inferior, fet que li aporta més versatilitat i maniobrabilitat.



Figura B5. (a) Model TDX SP d'Invacare, (b) Model TDX SP NB d'invacare. (Figura extreta de [4])

El model FDX, és un altre model característic de la mateixa marca, i té les següents propietats principals: disposa de sis rodes on les dues davanteres són simplement per evitar la bolcada i són molt properes a les rodes conductores. Així doncs es considera una cadira amb tracció davantera, fet que li proporciona una gran maniobrabilitat en interiors i bona estabilitat en exteriors. També disposa d'amortidors als braços de les rodes posteriors, obtenint una bona absorció d'impactes i una tracció òptima. Per últim, també té la opció d'utilitzar diferents tipus de seient, segons les necessitats de l'usuari.



Figura B6. Model FDX de la marca Invacare. (Figura extreta de [4]).

Vistes les característiques principals pròpies de cada model, a continuació es detallen les comunes als tres:

- Elevació elèctrica i basculació del seient (opcional)
- Respatller reclinable, depenent del tipus de seient emprat
- Possibilitat d'ús del sistema Gtrac que consisteix en un giroscopi que proporciona una millora considerable en el desplaçament i tracció de l'aparell, fent-la més còmode i segura. El seu funcionament és equiparable a l'EPS d'un cotxe modern convencional.

B.4.2. Característiques tècniques

Característica	TDX SP	TDX SP NB	FDX
Velocitat	8 km/h	6 - 10 km/h	6 - 10 km/h
Pes	138 kg	133 kg	140 kg
Amplada	640 mm	610 mm	595 - 640 mm
Longitud	1160 mm	1160 mm	1240 mm
Rodes conductores	14x3"	14x3"	12,5x2,25"
Rodes conduïdes	6x2"	6x2"	AR 9x3"
Motor	2x340W	2x340W	2x250 W o 2x340W
Bateria	24V (2x12V) / 73,6Ah	24V (2x12V) / 50Ah	24V (2x12V) / 60Ah
Vorera màxima	75 mm	75 mm	50 mm
Pendent màxima	16%	16%	14%
Autonomia	39 km	26 km	32 km
Preu*	4700 €	4200 €	4000 €

Taula B3. Especificacions tècniques dels tres models citats de la marca Invacare

* Els preus detallats són emprant el seient estàndard.

B.5. Resum / Conclusions

Un cop vistos els diferents models podem concloure els següents aspectes:

S'observa que la velocitat oscil·la entre 6 i 10 km/h depenent, en la majoria de casos, del tipus de motors i bateries utilitzats.

En l'apartat d'alimentació, totes les cadires que hem vist usen un sistema de dues bateries de 12V connectades en sèrie, obtenint un voltatge total de 24V. Pel que fa a l'amperatge, aquestes oscil·len entre 38 i 73 Ah, depenent de la velocitat que es vulgui i dels accessoris que tingui l'aparell. A la part de motorització, les diferents marques opten per motors independents a cada roda motriu que van des de 220W els de menor potència, fins a 340W els de major. Val a dir que totes les que s'han vist disposen de tracció central, exceptuant el model FDX d'Invacare que es considera tracció davantera.

En el conjunt de les rodes en tenim de dos tipus. Les conductores, que van de 12,5x2,25" fins a 14x3", i les conduïdes que, tot i tenir un ventall major, s'usen principalment les de 6x2" en les cadires de 6 rodes i entre 8x2" i 10x3" en les cadires de 4 rodes.

Observant les dimensions, s'aprecia que es va de 600 fins a 640 mm d'amplada màxima i de 1000 fins a 1240 mm de llargada màxima. Cal dir que no s'aprecia cap diferència significativa entre les dimensions de les cadires de 4 rodes respecte les de 6. Pel que fa a les condicions d'ús, l'alçada màxima de la vorera que poden superar és de 75 mm i fins a un 16% de desnivell, tant de pujada com de baixada.

Finalment, tenim cadires que van dels 26km fins als 40 km d'autonomia. Això variarà segons les bateries i motors de què disposi l'aparell i de les condicions d'ús que tingui (velocitat, desnivell, etc.). Per últim, cal esmentar que els preus de les cadires de 6 rodes són majors, principalment degut a la seva major complexitat mecànica i, per tant, necessitat de majors components.

B.6. Referències

[1] Meyra.com [Internet]. Meyra-Ortopèdia VmbH 2011. [Actualitzada 12 febrer 2013; citada 19 febrer 2013]. Disponible a: <http://www.meyra.com.ar/mo.html>.

[2] Quickie-wheelchairs.com [Internet]. Offered by SouthwestMedical.com. LLC 505W. Thomas Road, Phoenix. [Actualitzada 19 febrer 2013; citada 19 febrer 2013]. Disponible a: <https://www.quickie-wheelchairs.com/products/Quickie-QM-710-34799.html>.

[3] Sunrisemedical.com [Internet]. Sunrise Medical España. [Actualitzada 19 febrer 2013, citada 19 febrer 2013]. Disponible a: http://www.sunrisemedical.es/products/product_list.jsp?FOLDER%3C%3Efolder_id=2534374307723258&ASSORTMENT%3C%3Eeast_id=1408474395301479&bmUID=1361285783738&bmLocale=es_ES&theFolderID=2534374307723258.

[4] Invacare.es [Internet]. Invacare España. Invacare Corporation 2013 [Actualitzada 19 febrer 2013, citada 19 febrer 2013]. Disponible: <http://doclibrary.invacare.fr/Office/Europe/Marketing/MktDocSP.nsf/MListeProduct?openform&bu=1000&subgroup=1100&family=1140>.

Annex C: Estudi de funcionament d'alguns mecanismes estructurals del mercat

C.1. Introducció

Em vist que en el mercat hi ha una gran varietat de cadires de rodes elèctriques i, en conseqüència, una gran varietat d'estructures que les conformen. En aquest apartat es veuran dos dels models vistos en l'Annex A: la Quickie Jive-M i la Invacare TDX-SP. Aquests disposen d'uns mecanismes interessants que les diferencien considerablement de la resta.

Així doncs, a continuació s'analitza la conformació de l'estructura i el seu funcionament d'aquests dos models. Per a fer-ho s'han obtingut els seus manuals d'espejament i s'han simulat les estructures amb el programa Working Model.

C.2. Quickie Jive-M

Aquest model de cadira disposa d'una estructura formada per diferents articulacions amb quatre esmorteïdors, dos dels quals són per a les rodes conduïdes (un per costat) i els altres dos per a les rodes conductores. A les figures que veiem a continuació (figures C1 i C2) podem visualitzar i entendre el conjunt principal de l'estructura.

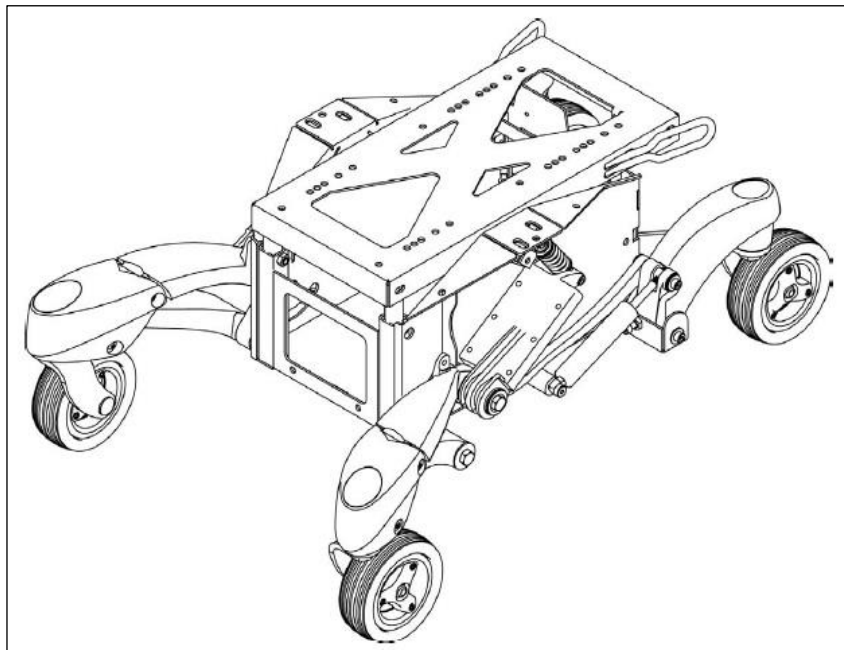


Figura C1. Vista general estructura Quickie Jive-M

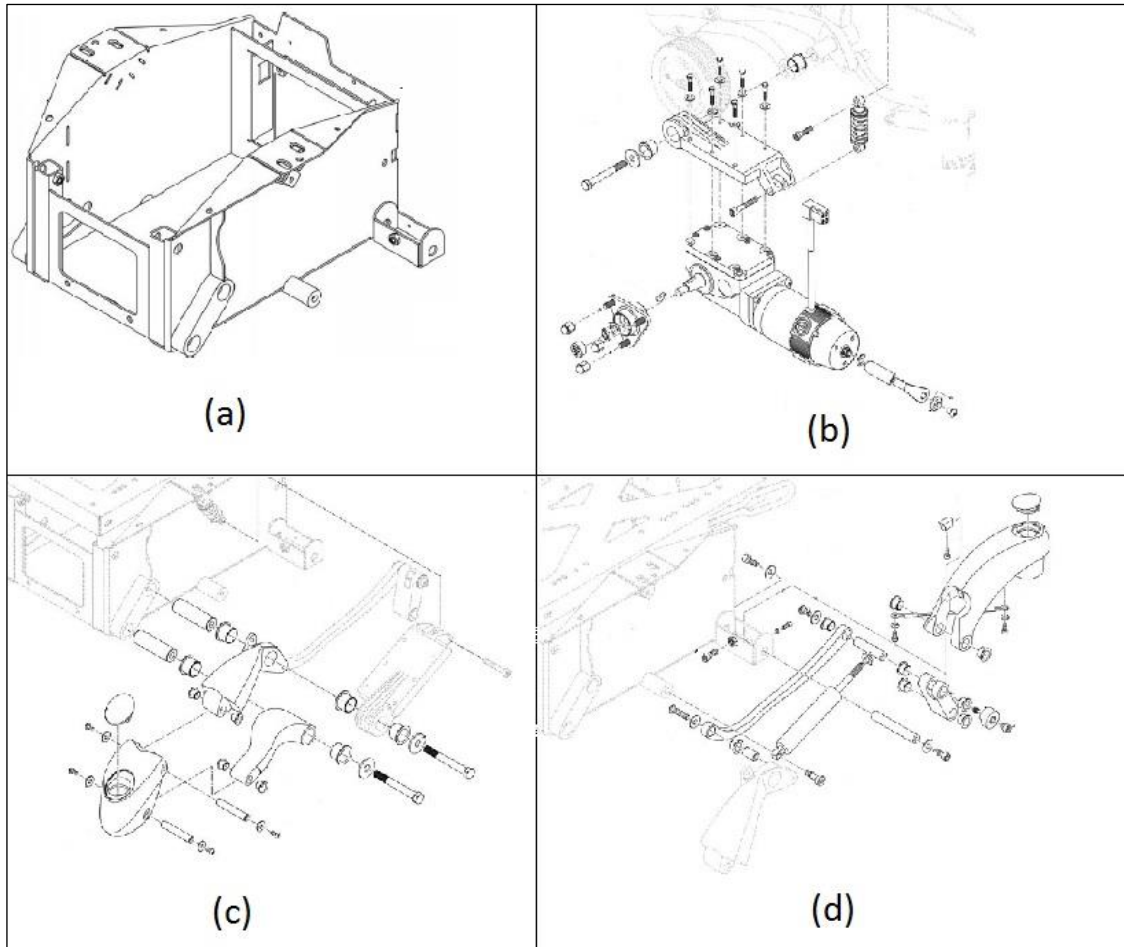


Figura C2. (a) Cos principal. (b) Part motor. (c) Part davantera. (d) Part posterior.

Fixant-nos en les figures anteriors, veiem que l'estructura parteix d'una base o part principal en forma de caixa metàl·lica (figura C2a), on s'hi fixen les diferents parts mòbils. Aquestes es troben dividides en tres parts: la davantera, la central i la posterior.

La part davantera (figura C2c) està composta per dos braços independents que per una banda es fixen a la peça ("mangueta") on anirà fixada la roda i, per l'altra banda a bancada, on s'hi fixa mitjançant articulacions, fet que permet els moviments d'ascens i descens de la roda.

Pel que fa la part central (figura C2b), s'aprecia que tot i anar fixada a bancada a través del mateix eix amb el que ho fa el braç superior de la part davantera, els seus moviments són independents. Aquesta part disposa d'una superfície plana on s'hi fixa el motor que alhora porta unida la roda central. També va connectada a través d'un petit esmorteïdor amb ressort a bancada, fet que li proporciona al conjunt major comoditat quan està en moviment.

Per últim, la part posterior (figura C2d) s'observa que està formada per varis elements. El primer és el braç que per un costat s'hi fixa la roda i per l'altre va articulat a la base principal. Aquest disposa d'un encaix on s'hi ubica una altre element que, per una banda també va articulat a la base principal i, per l'altre serveix d'articulació a les dues restants. La primera és un amortidor que per l'altre extrem es fixa a la part principal de l'estructura, mentre que la segona és una barra que es connecta al braç superior de la part davantera. Aquest sistema de barra biarticulada i amortidor, serveixen perquè tant la roda davantera com la posterior quedin connectades i, per tant, l'amortidor pugui ser usat per les dues parts.

A continuació veurem i podrem entendre el funcionament de l'estructura explicada, per a fer-ho hem fet una simulació amb el programa Working Model, tal i com podem veure a continuació.

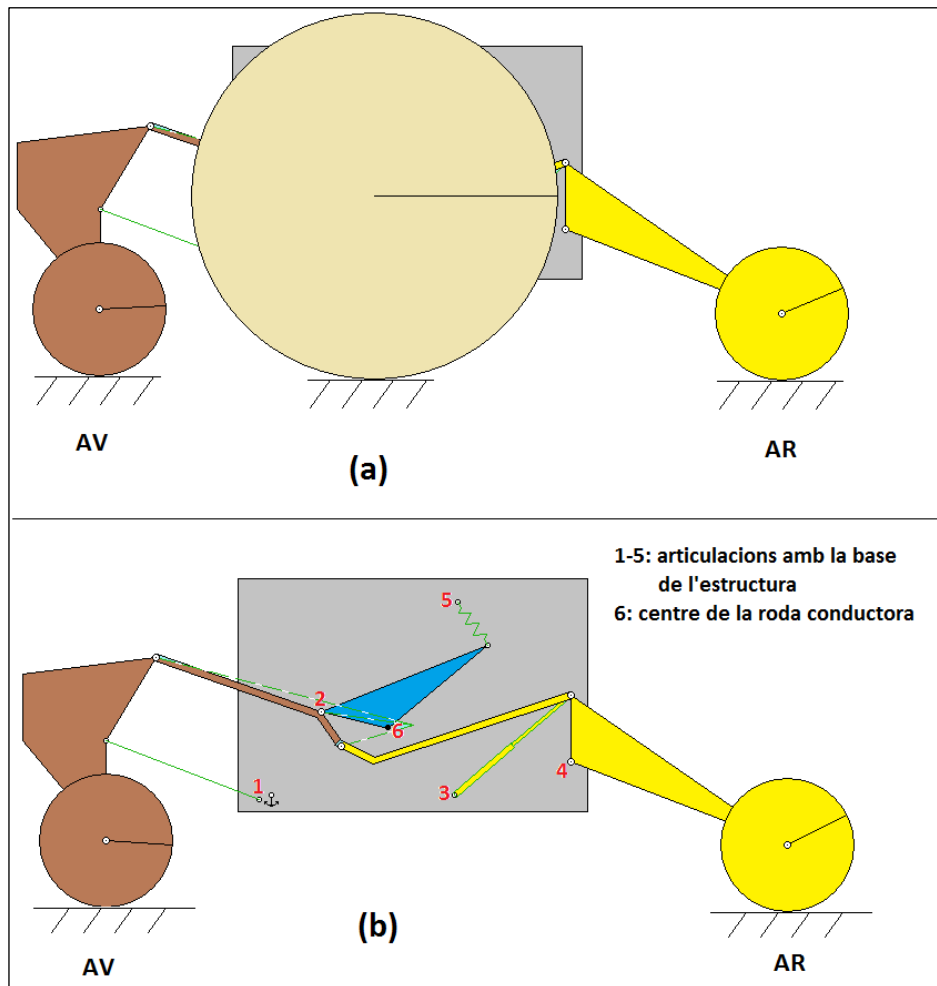


Figura C3. (a) representació general de l'estructura amb WM. (b) ídem que (a) però sense la roda conductora per una millor visualització.

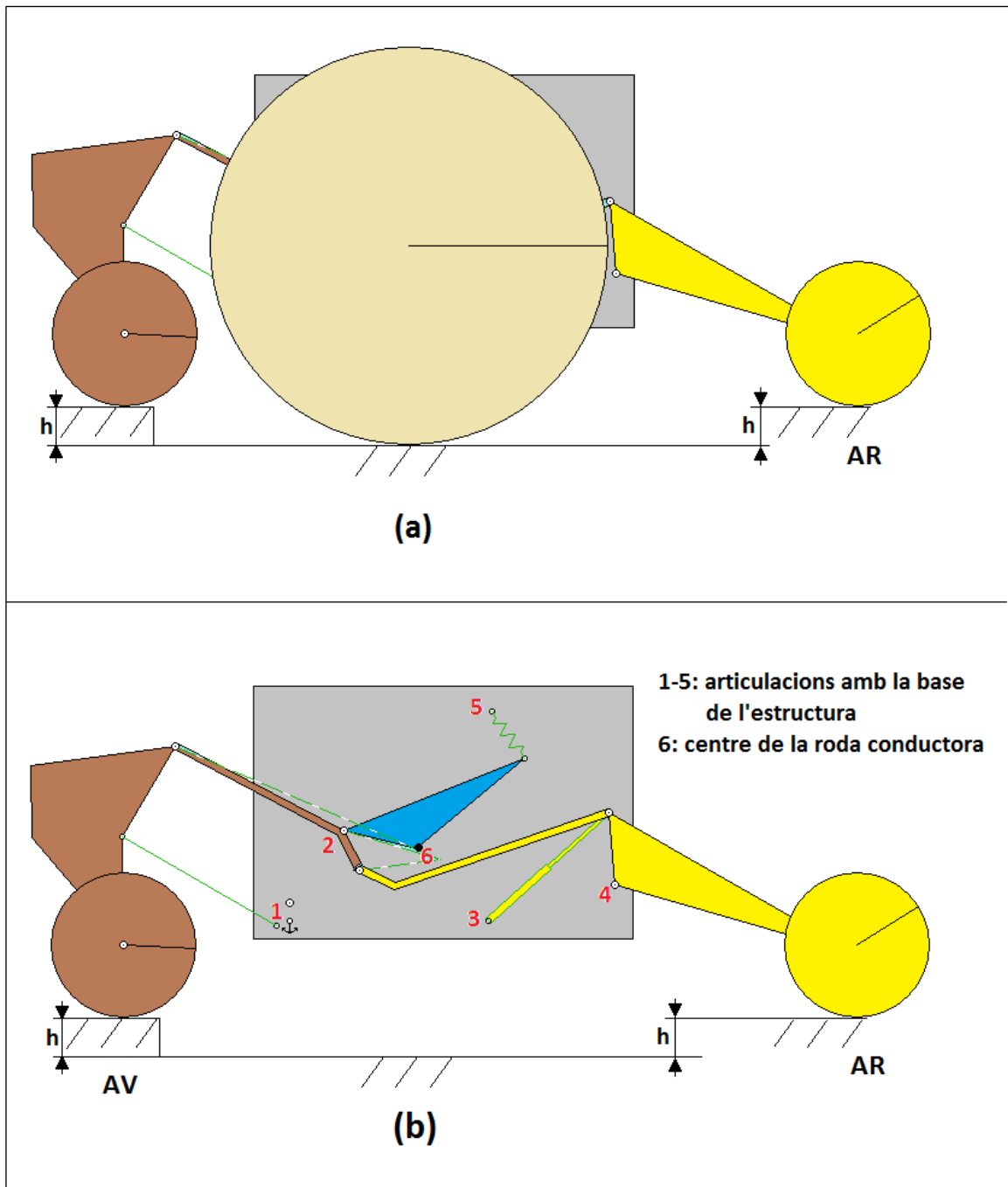


Figura C4. (a) representació general, amb WM, de l'estructura amb les rodes conduïdes aixecades. (b) Ídem que (a) però sense la roda conductora per una millor visualització.

Un cop entrades i fixades les diferents parts de l'estructura al programa WM, hem pogut analitzar-ne el seu funcionament d'on en destaquen els següents aspectes:

- Quan la part davantera troba alguna irregularitat o puja un escaló (figura C4), mitjançant el braç superior s'estira la barra biarticulada que està fixada a dues peces: el braç posterior i l'amortidor. El primer, al ser estirat i degut a que gira respecte el punt 4 es veu obligat a pujar, fet que provoca l'ascensió de la roda posterior, mentre que el segon serveix per amortiguar el moviment tant de la part davantera com de la posterior. Així doncs, mitjançant un sol amortidor i la connexió a través d'una barra biarticulada, s'aconsegueix l'amortiguació de les dues parts (davantera i posterior).
- La part central (de color blau en les figures C3 i C4) és independent al moviment de les parts davantera i posterior, així doncs, quan aquestes pugen o baixen la part central no s'en veu afectada. Tot i això, aquesta part disposa d'un conjunt amortidor-molla fixat a la base de l'estructura (punt 5 de les figures anteriors) que en permet la seva pròpia amortiguació.

C.3. Invacare TDX-SP

El present model d'estructura de cadira elèctrica està formada, com en el model anterior, per diferents articulacions agrupades en tres parts: davantera, central i posterior.

En el present model, a diferència de la Quickie Jive M, les parts davantera i posterior no estan connectades entre sí, fet que veurem més endavant com afectarà en el funcionament. Tot i això, també disposa d'una estructura principal, o base metàl·lica, en forma de caixa on s'hi fixen les tres parts citades.

A la següent figura trobem les diferents parts de l'estructura d'aquest model que ens serviran per entendre el seu muntatge i posteriorment, amb l'ajuda del programa WM, el seu funcionament.

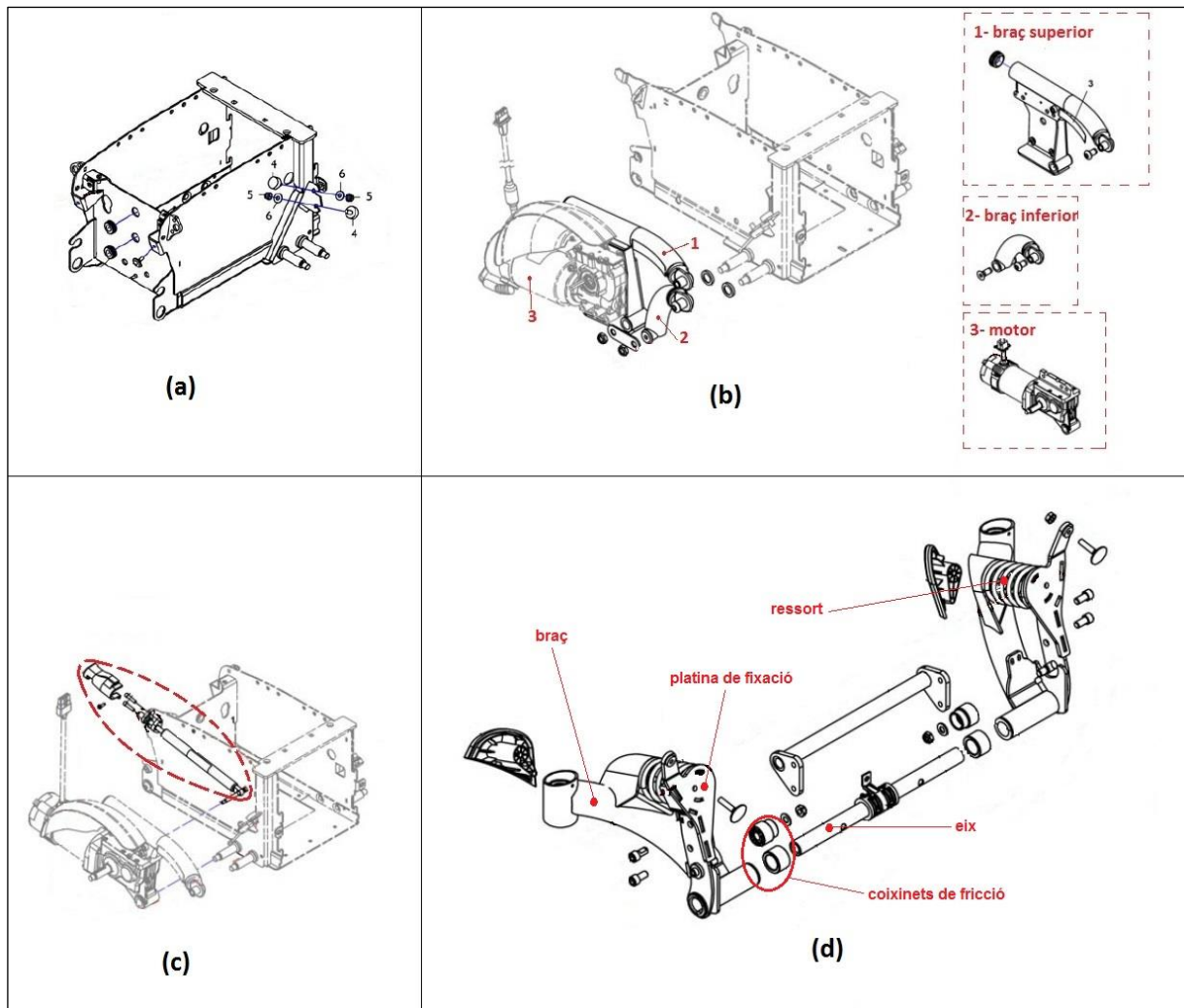


Figura C5. (a) Cos principal o base. (b) Part davantera i central. (c) Amortidor. (d) Part posterior.

Observant la figura C5a i com hem dit anteriorment, l'estructura parteix d'un cos principal o base en forma de caixa metàl·lica (figura C5a) on hi van unides les diferents parts mòbils (davantera, central i posterior) que conformen l'estructura principal.

La part davantera i central es poden considerar com un mateix bloc (veure figures C5b i C5c). Per una banda, tenim els dos braços, superior i inferior, que s'uneixen a la mangueta on es fixarà el conjunt de la roda conductora. Per altra banda, el braç superior disposa d'una part on s'hi uneix el motor que ahora fixa la roda motriu. Aquest mateix braç disposa d'un ancoratge on s'hi connecta un amortidor que es fixa al cos principal o base, proporcionant-nos amortiguació en la part davantera de l'estructura.

Pel que fa la part posterior, a la figura C5c es pot apreciar que es disposa d'un sistema de "pont" que uneix els dos costats posteriors de l'estructura a través d'un eix. Aquest sistema és molt similar al que usen alguns automòbils i consta de diferents parts: eix, coixinets, platina de fixació, ressort i braç.

La part on s'uneix el conjunt de la roda és el braç. Aquest, per una banda es fixa a la part principal de l'estructura a través d'un ressort i mitjançant la platina de fixació i, per altra banda, va articulats respecte l'eix central gràcies als rodaments de fricció dels que es disposa. El fet de tenir rodaments a cada costat permet que el moviment de cada una de les parts sigui independent de l'altre, és a dir que quan una de les dues rodes posteriors pugi o baixi no obligarà a la de l'altre costat a fer-ho.

Un cop vistes les diferents parts de les que consta l'estructura de la present cadira de rodes elèctrica, s'analitza el seu funcionament mitjançant el programa Working Model tal i com podem veure a continuació.

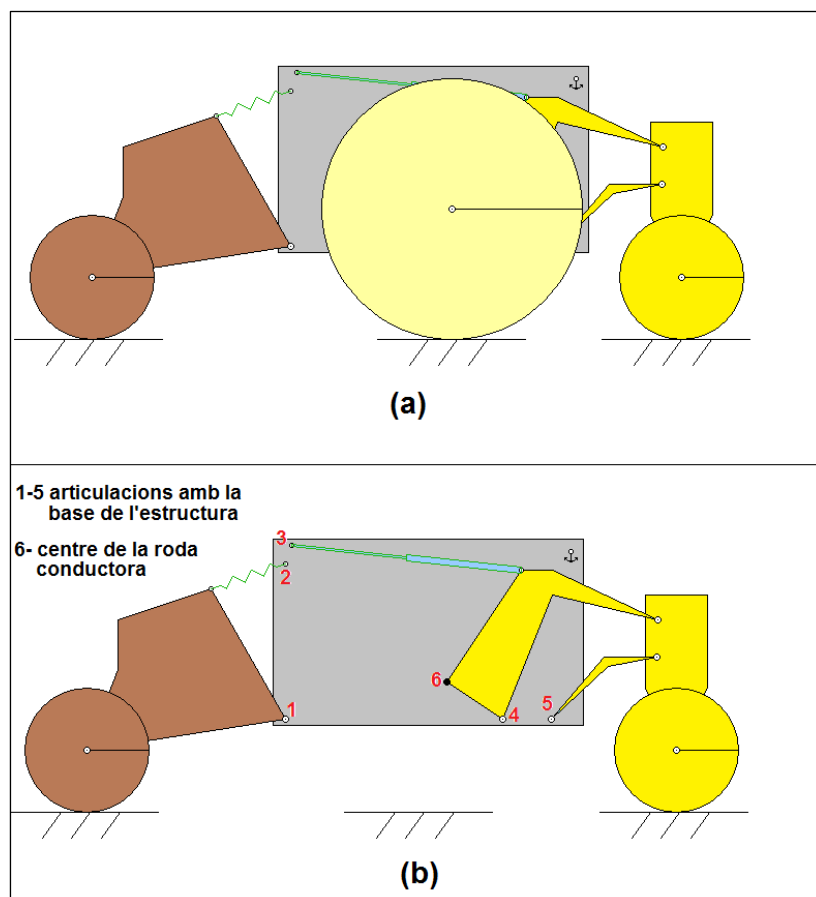


Figura C6. (a) representació general de l'estructura amb Working Model. (b) idem que (a) però sense la roda conductora per una millor visualització.

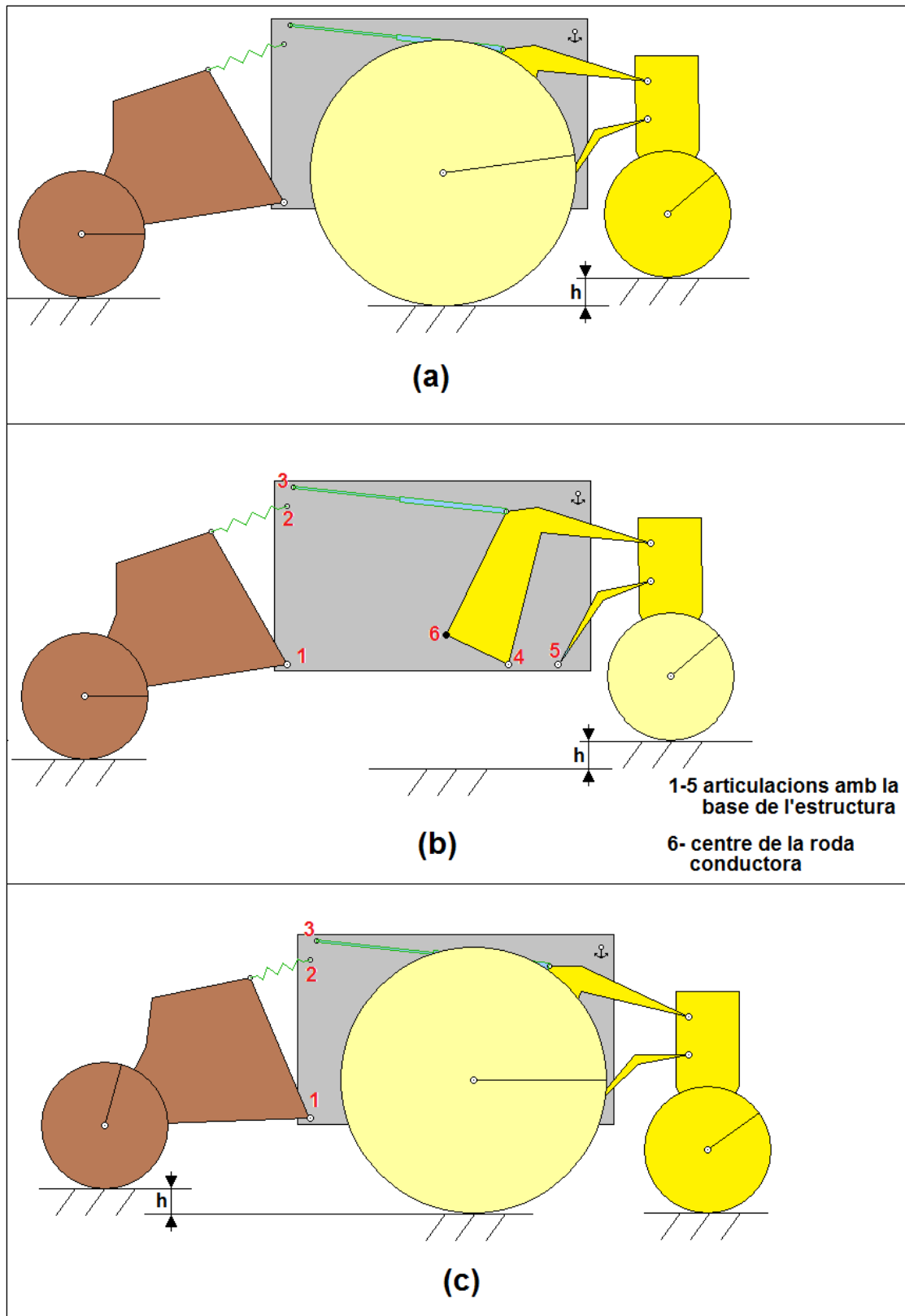


Figura C7. (a) representació general, amb WM, de l'estructura amb les rodes conduïdes aixecades. (b) Ídem que (a) però sense la roda conductora per una millor visualització.

Una vegada introduïdes i unides les diferents parts que formen l'estructura, hem pogut visualitzar-ne i analitzar-ne el seu funcionament. A continuació s'en detallen els aspectes més destats:

- Quan, degut a algun obstacle o irregularitat del terreny, la roda davantera es veu obligada a pujar (figura C7a i C7b), els braços (superior i inferior) realitzen un moviment articulat en les unions amb la base principal que en fan possible l'ascensió. Aquest moviment es veu amortigat gràcies a l'amortidor connectat al braç superior. Per altra banda, com que la part posterior no està connectada amb la davantera, la roda del darrera no es veu obligada a realitzar cap moviment.
- En el mateix moviment anterior, la roda central es veu obligada a descendir lleugerament. Això provocarà que tinguin un major contacte amb el terra, fet que li proporcionarà una millor tracció.
- Quan és la part posterior que troba alguna irregularitat o algun obstacle, el braç gira respecte l'eix (punt 1) permetent-li el moviment d'ascensió a la roda. Al mateix temps, es veurà amortigat gràcies al ressort de què disposa i que s'uneix a la base (punt 2). Tal com s'ha explicat anteriorment, la roda posterior dreta i esquerra són independents (quan una puja l'altre no es veu obligada a fer-ho) gràcies als coixinets de fricció de què es disposa (veure figura C5d).

C.4. Conclusions

Un cop vistos els diferents elements que conformen l'estructura i analitzat el seu funcionament, a continuació en resumim els seus aspectes.

Els dos models parteixen d'una part principal o base metàl·lica on s'hi uneixen els diferents elements que conformen l'estructura. Aquesta part està construïda amb xapa metàl·lica i disposa de diferents forats i suports per a la unió de la resta d'elements.

Pel que fa als suports centrals on es fixen els motors, en els dos models disposen d'amortiguació. Mentre que el primer ho fa amb un simple ressort, el segon opta per un amortidor. En aquesta mateixa part, els dos models han optat perquè tinguin moviments independents, dit d'altre manera, quan les rodes davanteres o posteriors es vegin sotmeses a un moviment d'ascens o descens, la part central no se'n vegi afectada o ho faci lo mínim possible. Aquest fet s'explica ja que les rodes centrals

són les conductores del conjunt de la cadira, fet que significa que és molt important que estiguin en contacte permanent amb el sòl.

Referent a la part davantera, els dos models opten per un sistema amb doble braç amb esmorteïment, per a fer-ne més confortable la conducció del conjunt de la cadira. Mentre que el model Jive M de Quickie opta per un amortidor que comparteix amb la part posterior de l'estructura, el model TDX-SP d'Invacare també ho fa amb un sol amortidor però compartit amb la part central on es fixa el conjunt motor-roda.

En la part posterior, els dos models vistos usen un sol braç independent i esmorteït. El primer model utilitza l'amortidor que comparteix amb la part davantera, mentre que el segon model opta pel sistema de pont esmorteït mitjançant un ressort per cada costat.

Annex D: Estudi previ d'esmoreïment

D.1. Introducció

Partint del punt que el nostre disseny serà format per una estructura central on s'hi fixaran les rodes motrius i d'on partiran quatre braços independents iguals i amb sistema d'esmoreïment per a obtenir una major comoditat per a l'usuari, es creu necessari que s'ha de portar a terme un estudi on s'analitzin els diferents casos que es podrien emprar.

En aquest estudi no es pretenen obtenir resultats numèrics sinó que l'objectiu és, a partir dels valors experimentals i aproximats obtinguts, decidir per a quina de les tres opcions ens decanem alhora de portar a terme el nostre disseny definitiu.

D.2. Coneixements previs

Per a la realització del present estudi s'han d'esmentar prèviament uns petits i senzills coneixements que es detallen a continuació:

- Ressorts

- Esmorteïdors

- Sistema d'1GDLL i raó d'esmoreïment (concepte d'anàlisi emprat).

Els ressorts, també coneguts com a molles, són uns elements que poden emmagatzemar energia i desprendre's d'ella sense que variï la seva longitud inicial un cop s'hi deixa d'aplicar la força o tensió a les que estaven sotmesos. Quan apartem un ressort de la seva longitud inicial o posició d'equilibri, tendeix a recuperar-la degut a l'aparició d'una força recuperadora que és proporcional i de sentit contrari al desplaçament, tal com es mostra a la Llei de Hooke.

$$F = -k \cdot \Delta x, \quad (\text{eq. D1})$$

on k és la constant elàstica de la molla i Δx la variació de longitud respecta la posició inicial.

Els esmorteïdors són elements que tenen com a finalitat controlar les forces a les que es veuen sotmesos. N'existeixen de diferents tipus (de gas, pneumàtics, etc.) però tots comparteixen la mateixa funció.

Quan es vol dimensionar i/o analitzar un sistema de suspensió, especialment d'un vehicle, es pot començar per estudiar un model d'un grau de llibertat, que ens permet observar els principals fenòmens que es produeixen i, per tant, poder establir els criteris fonamentals per al seu disseny. És el model més simple que pot representar la suspensió independent d'un vehicle ja que només contempla el ressort i l'esmorteïdor i no té en compte altres aspectes com per exemple la rigidesa del pneumàtic.

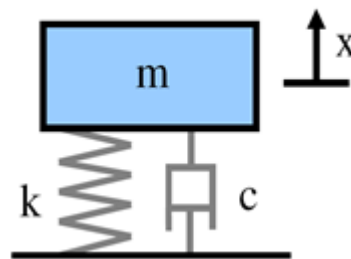


Figura D1. Sistema massa-molla-amortidor d'un grau de llibertat

On,

m_s : massa suspesa (part de la massa total que recau sobre el conjunt molla-amortidor: estructura/xassís i pilot), [kg]

k : rigidesa deguda al ressort [N/m]

c : coeficient d'esmoreïment de l'amortidor [N·s/m]

x : posició vertical del xassís, prenent $x=0$ com a la posició d'equilibri. [m]

F : força aplicada sobre la massa suspesa [N]

Per a simplificar el sistema d'anàlisi que durement a terme, treballarem amb el concepte anomenat raó d'esmoreïment ζ . Aquest paràmetre és el quocient entre el coeficient d'esmoreïment de l'amortidor i el d'esmoreïment crític del sistema i ens indica la proximitat respecta a l'esmoreïment crític del conjunt, que té lloc quan $\zeta=1$.

$$\zeta = \frac{c}{c_c} \quad (\text{eq. D2})$$

Segons els valors que tingui aquest quocient es pot classificar el règim transitori (període que té lloc fins que el sistema s'estabilitza) en:

$\zeta = 0$: té lloc quan no hi ha esmoreïment, és a dir el sistema només disposa de ressort ($c=0$). La massa oscil·la indefinidament al voltant del zero de referència sense estabilitzar-se mai. Aquest cas és teòric i no té mai lloc a la realitat, ja que en els sistemes reals sempre existeix dissipació d'energia.

$\zeta < 1$: sistema subesmoreït. La massa oscil·la al voltant del zero de referència mentre l'amplitud va decreixent.

$\zeta = 1$: esmoreïment crític. La massa tendeix al zero de referència sense oscil·lacions.

$\zeta > 1$: sistema sobre esmoreït. La massa tendeix al zero de referència sense oscil·lacions de manera més ràpida que en el cas anterior.

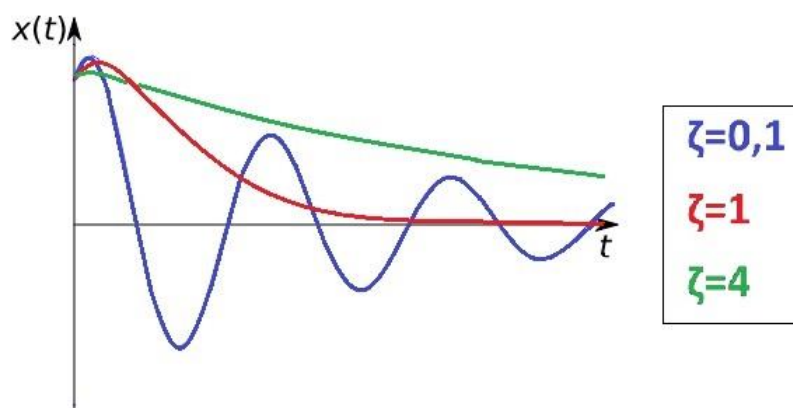


Figura D2. Diferents respostes en el règim transitori. Sistema subesmoreït, sistema crític i sistema sobre esmoreït.

En el disseny de la cadira de rodes es vol tenir una raó d'esmoreïment allunyada de 0, ja que si s'està excessivament a prop d'aquest valor, significa tenir gran quantitat d'oscil·lacions. Per altra banda, també es vol que aquest valor sigui inferior a 1, ja que si és superior significa tenir excessiva rigidesa al conjunt. Així doncs, tenint en compte que es pretén aconseguir un bon funcionament i sobretot una bona comoditat per l'usuari, es vol tenir una raó d'esmoreïment inferior però alhora propera a 1.

D.3. Casos d'estudi

En el nostre cas, un cop vistos els coneixements previs i sempre pensant en la facilitat i economia de fabricació, s'ha decidit estudiar tres possibilitats diferents que consisteixen en la combinació de sistemes d'amortidors i molles simples. Aquests tres possibles casos són els següents:

- Ús d'amortidor amb molla a cada un dels quatre braços.
- Ús d'una molla independent per a cada un dels quatre braços.
- Ús d'amortidor amb molla en dos braços del mateix eix i de molla independent en els dos restants.

A continuació s'analitzaran cada un d'aquests tres casos, simulant-los en les condició més desfavorable d'ús que és en la baixada d'un escaló o irregularitat del terreny. Per a fer-ho s'ha utilitzat el programa Working Model on s'ha construït una estructura amb unes característiques definides prèviament i comunes per als tres casos, tal i com es mostra a la figura de continuació.

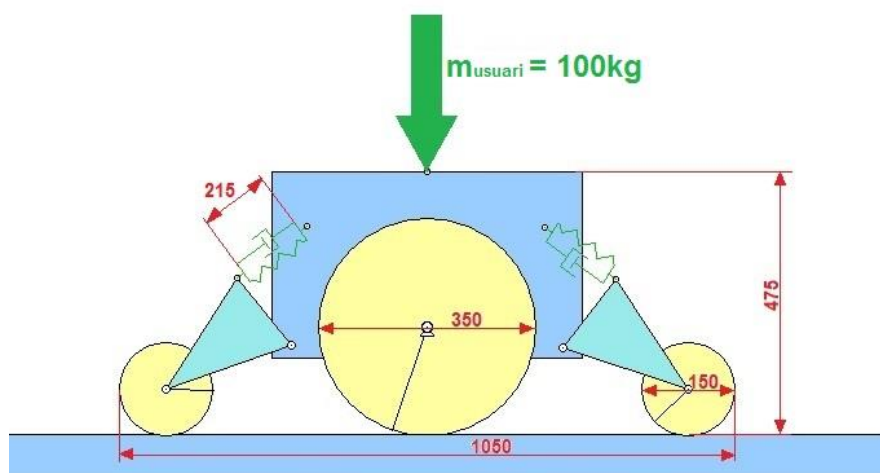


Figura D3. Estructura simulada amb les corresponents dimensions en mil·límetres.

Degut a que el programa usat treballa en dues dimensions, l'anàlisi consisteix principalment en valorar les diferències que puguin haver-hi entre el sistemes emprats en la part anterior i posterior, comparant les gràfiques de longitud i tensió d'ambdues parts.

Un cop simulats els tres casos esmentats anteriorment, s'observa que totes les gràfiques obtingudes disposen de quatre trams que en cada cas comentarem:

- 1) circulació en terreny horitzontal. No es comentarà massa ja que en tots els casos es té un valor constant aproximat de 0,14m.
- 2) baixada de la roda davantera
- 3) baixada de la roda central
- 4) baixada de la roda posterior

D.3.1. Amortidor amb molla

El primer cas que s'estudia és el format per amortidor i molla en la part davantera i posterior.

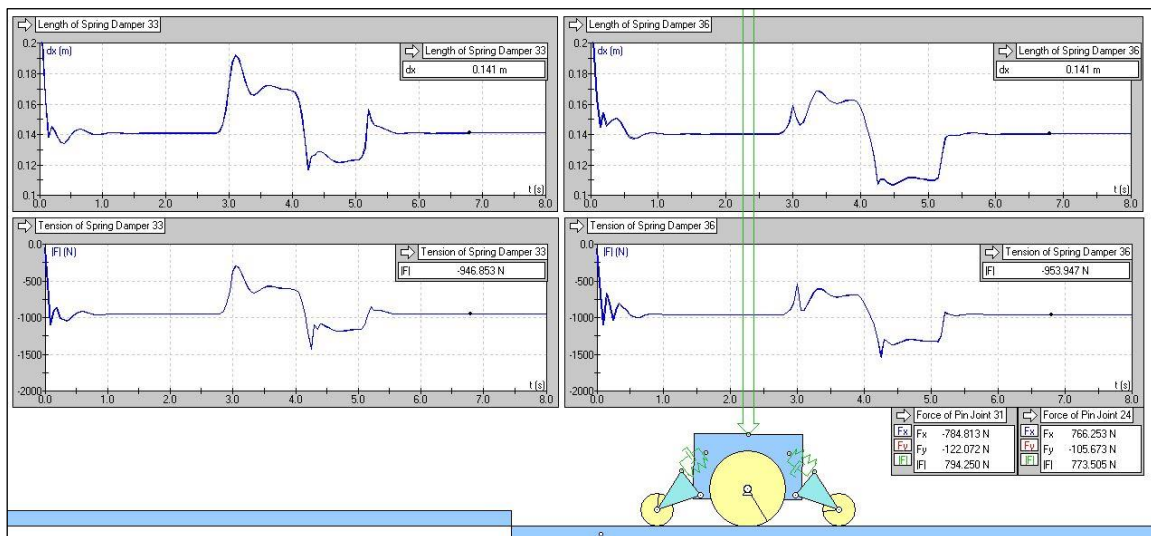


Figura D4. Estudi del primer cas: Ús d'amortidor amb molla a cada un dels quatre braços

S'aprecia que en el segon tram, quan la roda davantera baixa l'escaló, l'amortidor amb molla d'aquesta part veu incrementat tant la longitud com la tensió amb un petit sobrepic previ. Un cop superat, per la forma que té es pot deduir que disposa d'una raó d'esmoreïment inferior a la unitat

tot i que no hi dista massa. Pel que fa la part posterior també veu incrementada la longitud i la tensió amb una major quantitat però estabilitzant-se bastant ràpidament (aproximadament 0,5 segons) a 170mm i 600N. Aproximadament. La corba d'aquesta part és similar a la de la part davantera, és a dir, té un ζ inferior a 1 però no molt llunyà a aquest valor ja que només hi ha un rebot abans d'assolir l'equilibri. Dit d'altre manera, es té un sistema lleugerament subesmorteït.

En el tercer tram, quan la roda central ha baixat l'escaló s'ha disminuït molt ràpidament la tensió i longitud de les dues parts fins a obtenir els valors mínims de longitud i tensió tant a la part del davant com a la del darrera. A continuació tendeixen a estabilitzar-se fins al pas següent.

En el darrer pas, quan la roda posterior descendeix l'escaló, les dues parts tornen molt ràpidament a la seva posició inicial ($L=140\text{mm}$ i $T=-1000\text{N}$) sense rebots, és a dir amb un coeficient d'esmoreïment molt proper a 1 (esmoreïment crític).

D.3.2. Molla independent

En aquest segon cas observem que el conjunt està constantment oscil·lant, és a dir que no hi ha dissipació d'energia, per tant no s'assoleix en cap moment una posició estable o d'equilibri. Aquest fet demostra que ens trobem davant del cas teòric citat anteriorment on no hi ha esmoreïment ($\zeta=0$) i que a la realitat mai es produeix, ja que sempre existeix dissipació d'energia.

Així doncs, la simulació ens mostra el cas teòric més extrem en l'ús de molles sense amortidor. Val a dir que a la realitat, tot hi haver-hi dissipació d'energia les gràfiques que s'obtindrien també es veuria clarament una constant oscil·lació que tendiria a estabilitzar-se després d'un període de temps molt llarg, és a dir tindríem un sistema excessivament subesmorteït.

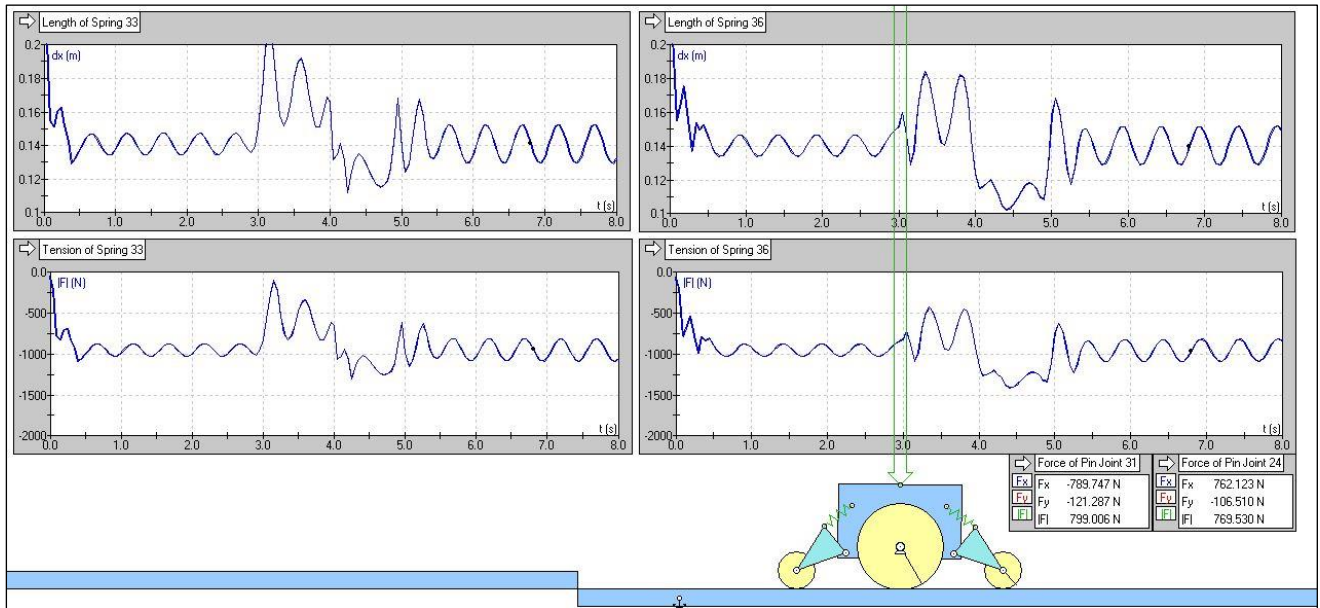


Figura D5. Estudi del segon cas: molla independent en cada una de les parts.

D.3.3. Amortidor amb molla en un eix i molla independent en l'altre

En aquest apartat podem diferenciar dos casos. El primer consisteix en usar un conjunt amortidor-molla a la part posterior i molla simple a la davantera, mentre que el segon cas és al revés, molla a la part del darrera i amortidor-molla en la part del davant.

Els dos casos tenen un comportament força similar. En el primer s'observa que al segon tram el conjunt del darrera veu incrementada la seva longitud i tensió fins a uns 0.190m i -250N aproximadament; ràpidament aquests valors decreixen i s'estabilitzen seguint una raó d'esmoreïment inferior a 1, però sense distar-ne molt ja que es pot observar que el conjunt només realitza dos rebots abans d'assolir l'equilibri (lleugerament subesmoreït). En aquest mateix tram, la part davantera realitza un petit sobrepic i seguidament continua amb un corba molt similar a la de la part posterior però amb valors màxims i mínims inferiors.

En la tercera part, quan la roda central baixa l'escaló, s'aprecia que la molla de la part davantera assoleix una elongació petita (0.11m aprox.) mentre que el conjunt molla-amortidor posterior arriba fins a uns 0.125m. El mateix passa amb les forces: uns 1400N en front 1200N.

En la darrera part abans de l'equilibri (tram 4) tant en la part davantera com posterior les gràfiques tenen la mateixa forma ($\zeta < 1$), però la molla de la part del davant assoleix un valor màxim lleugerament major.

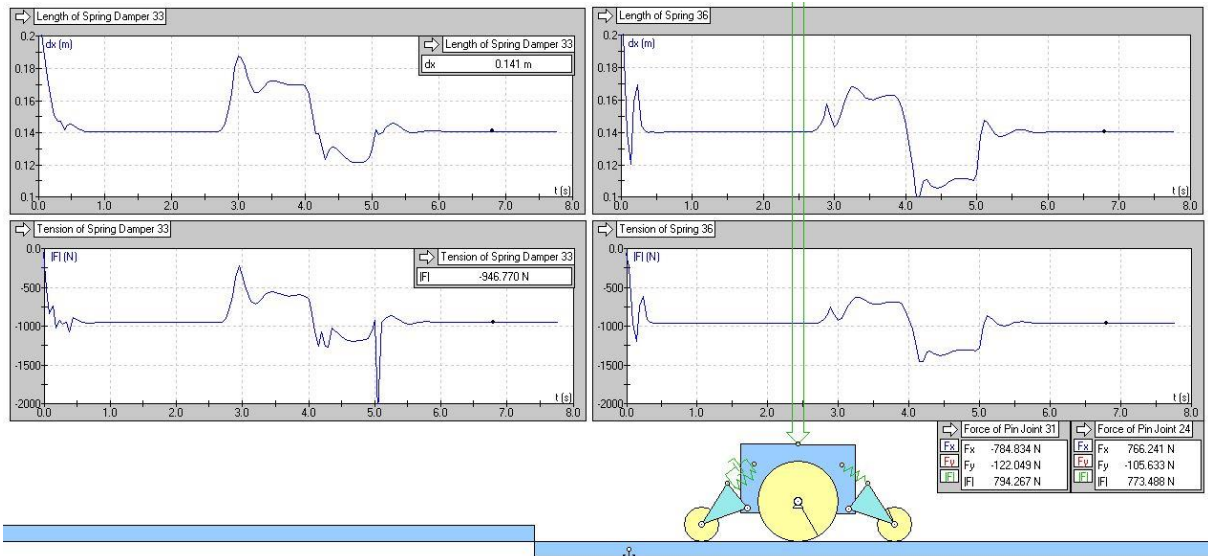


Figura D6. Estudi del cas tres amb molla a la part davantera i amortidor amb molla a la posterior.

Pel que fa al segon cas el comportament és molt similar a l'anterior exceptuant lleugerament dos indrets. El primer, quan la roda davantera baixa l'escaló (tram 2), on el la molla posterior assoleix un valor màxim una mica més elevat. I el segon quan la roda posterior baixa, on per una banda el conjunt davanter segueix la mateixa forma de gràfica però la primera oscil·lació, tal i com es pot apreciar, disposa de major amplitud. I per altra banda, la molla posterior realitza una primera oscil·lació més pronunciada que quan s'usa el conjunt molla-amortidor, però la forma de la gràfica és la mateixa.

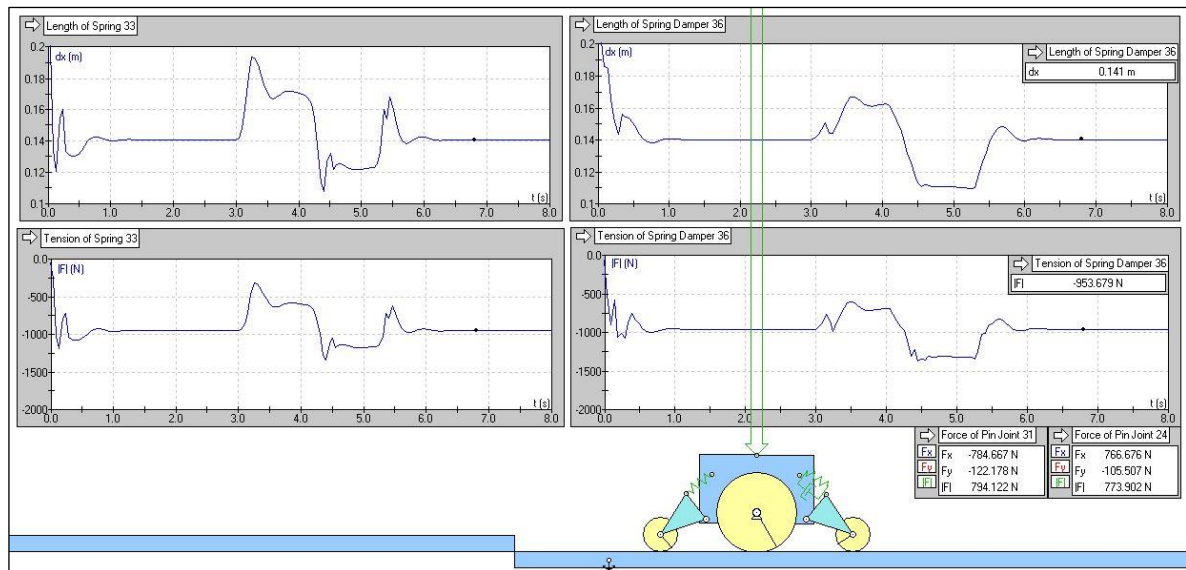


Figura D7. Estudi del cas tres amb molla a la part del darrera i amortidor amb molla a la davantera.

D.4. Anàlisi dels paràmetres K i C

Un cop analitzats els diferents casos, hem de fer menció a uns altres paràmetres que ens han influït en l'estudi que són els valors de la K de la molla i de la C dels amortidors.

El valor de la k utilitzat ha sigut de 12000 N/m obtingut després d'utilitzar-ne de diferents i observar que s'adequava a les nostres necessitats. S'han provat valors inferiors on el resultat que s'obtenia seria que el comportament dels braços esmorteïdors no produeixen força i no tenien un comportament adequat. També se n'han provat de superiors on s'observava que les rodes conduïdes exercien una força excessiva contra el sòl. Aquest fet disminuïa la capacitat de tracció de la roda conductora. I també en la situació de baixada de l'escaló, feien que la roda conductora quedés elevada sense tocar al terra, tal i com podem observar en la figura C8

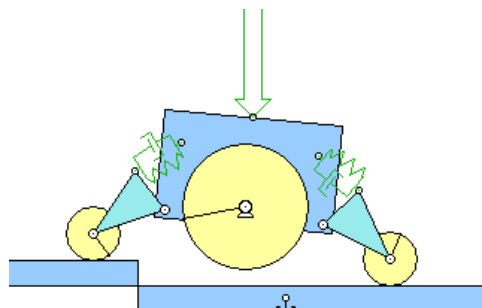


Figura D8. Baixada de l'estructura d'un escaló amb una K massa elevada

Pel que fa al paràmetre C, els valors dels casos estudiats han sigut de 500 N·s/m a cada esmorteïdor del primer cas (molla-esmorteïdor als dos eixos) i de 1000 N·s/m als casos tres i quatre (molla-esmorteïdor en un eix i molla a l'altre). Aquests valors no són molt optimitzats però sí que s'han escollit procurant tenir un bon comportament del conjunt.

A les gràfiques de continuació podrem observar les respostes del conjunt en el primer cas estudiat, emprant diferents valors del paràmetre C.

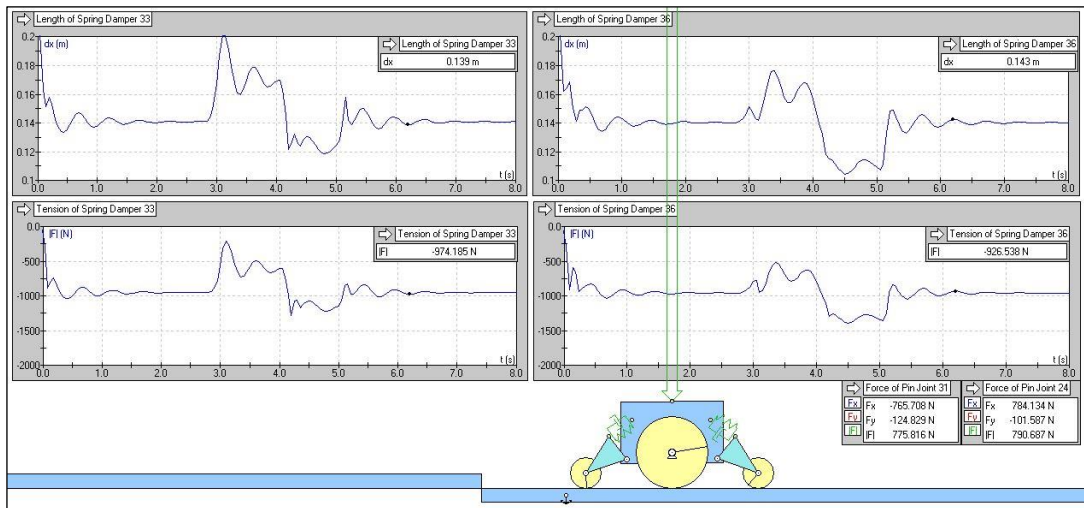


Figura D9. Estudi quan el paràmetre $C = 200 \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}$

En la figura anterior s'aprecia que al sistema, tant en el segon com en el quart tram, la raó d'esmorteïment és més proper a 0 que a 1 fet que provoca majors oscil·lacions a l'estructura de la cadira.

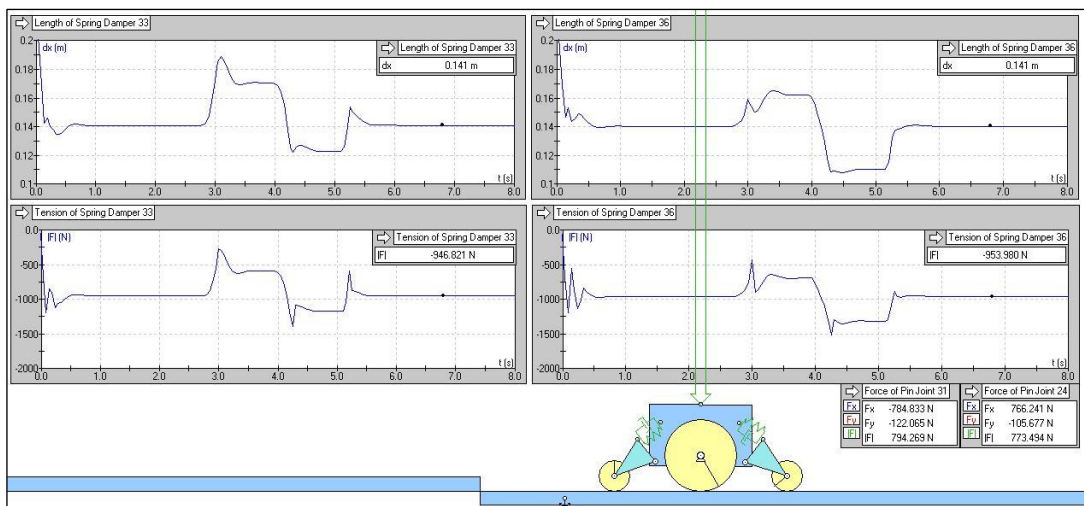


Figura D10. Estudi quan el paràmetre $C = 1000 \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}$

En la figura anterior s'analitza la resposta del conjunt quan el valor del coeficient d'esmoreïment és de 800 N·s/m. Podem veure que s'obté una resposta més rígida, ja que pràcticament no s'aprecien rebots en cap de les gràfiques fet que significa que la raó d'esmoreïment és superior a la unitat i, per tant, es tracta d'un sistema sobre esmoreït.

Hi ha un rang on el funcionament de la cadira es considera bo, ja que el seu comportament és molt similar en tot ell. Aquest va de 400 N·s/m fins a 1000 N·s/m aproximadament

D.5. Conclusions

Un cop analitzats els quatre casos podem rebutjar el segon que consistia en muntar una molla independent a cada braç. Tal i com hem pogut apreciar a la figura C5 la resposta en ambdues parts de l'estructura era d'oscil·lació permanent, fet que es considera totalment inadequat per a l'usuari que veuria com la seva posició varia constantment, amb la gran incomoditat que l'hi comportaria.

Els tres casos restants hem vist que tenen respostes similars. Això ens dota de certa "llibertat" i ens permetrà escollir el més adequat després de valorar la facilitat de disseny, fabricació, muntatge i economia.

Annex E: Estudi de funcionament i càlculs

E.1. Introducció

Després de decidir que el sistema d'amortiguació que utilitzarem és un amortidor amb molla per a cada un dels quatre braços, hem obtingut les seves característiques:

- Longitud = 150mm
- K de la molla = 500lbs/in \approx 87563N/m
- Recorregut = 30mm

Mitjançant aquests paràmetres s'ha fet un petit estudi per determinar la millor inclinació i longitud inicial de cada amortidor. Per a fer-ho s'ha utilitzat el mateix programa que a l'annex C: Working Model 2D, que també ens ha proporcionat els diferents valors per a realitzar els càlculs necessaris.

Resumint el procés i respectant l'ordre seguit a la realitat, tenim les tres parts amb les que es divideix aquest annex:

- Estudi de funcionament / esmorteïment
- Posició i dimensions de treball
- Càlculs

E.2. Estudi de funcionament / esmorteïment

L'estudi de funcionament o esmorteïment consisteix, igual que en l'annex D, en simular la cadira en el cas més desfavorable de baixada d'un escaló i analitzar-ne les diferents gràfiques de tensió i longitud.

Després de realitzar diferents proves, les gràfiques òptimes i definitives que seguirà la cadira de rodes es detalla a la següent figura.

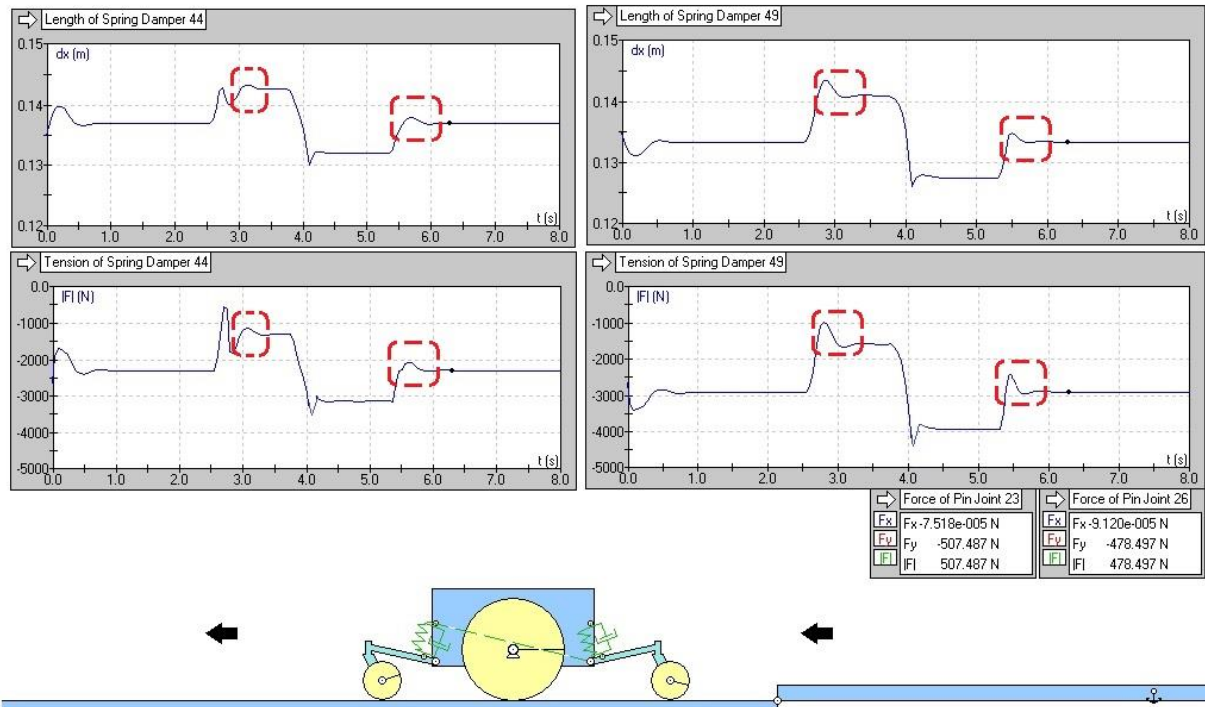


Figura D1. Gràfiques de longitud i tensió de la cadira de rodes

S'aprecia que en el primer i darrer tram, quan la cadira es desplaça horitzontalment, la part davantera té una longitud aproximada de 137mm i una tensió de -2300N. Pel que fa la part posterior té 134mm i -2900N respectivament.

Als trams 2 i 4 de baixada de la part davantera i baixada de la part posterior, veiem que la raó d'esmoreïment té un valor lleugerament superior a 1 (requadres vermells), fet que es volia ja que en aquest cas és quan s'aporta major comoditat a l'usuari (consultar apartat D.2. de l'annex D).

Els valors numèrics que apareixen a la part dreta són les forces que exerceix el sòl contra les rodes conduïdes.

E.3. Posició i dimensions de treball

Després d'estudiar-ho en l'apartat anterior, la posició i dimensions de treball que tenen cadascun dels quatre amortidors de la cadira són els que es veuen a la figura següent:

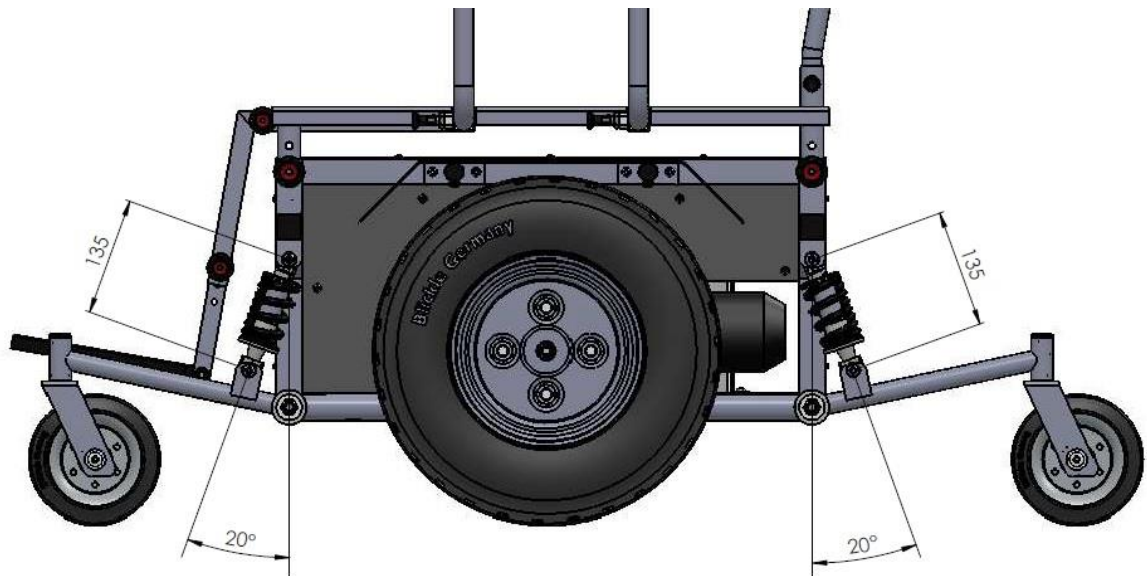


Figura E2. Dimensions de l'amortidor en la posició inicial de la cadira

La posició inicial dels amortidors amb la molla (en sòl horitzontal sense inclinació) és de 20° d'inclinació respecte la vertical i d'una longitud de 135mm, és a dir comprimits 15mm respecte els 150mm de longitud màxima del conjunt.

E.4. Càlculs

E.4.1 Velocitat de gir del motor

- Dades necessàries:

- Radi roda = 202,5 mm
- Velocitat màxima = 8Km/h = 2,22 m/s

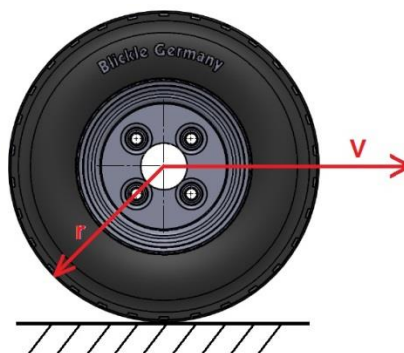


Figura E3. Representació de la velocitat i el radi de la roda motriu

- Velocitat angular màxima de la roda i per tant, també del motor:

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{2,22}{0,2025} = 10,9 \text{ rad/s} = 104 \text{rpm}$$

E.4.2. Parell i potència màxima del motor

- Suposició del cas més desfavorable:

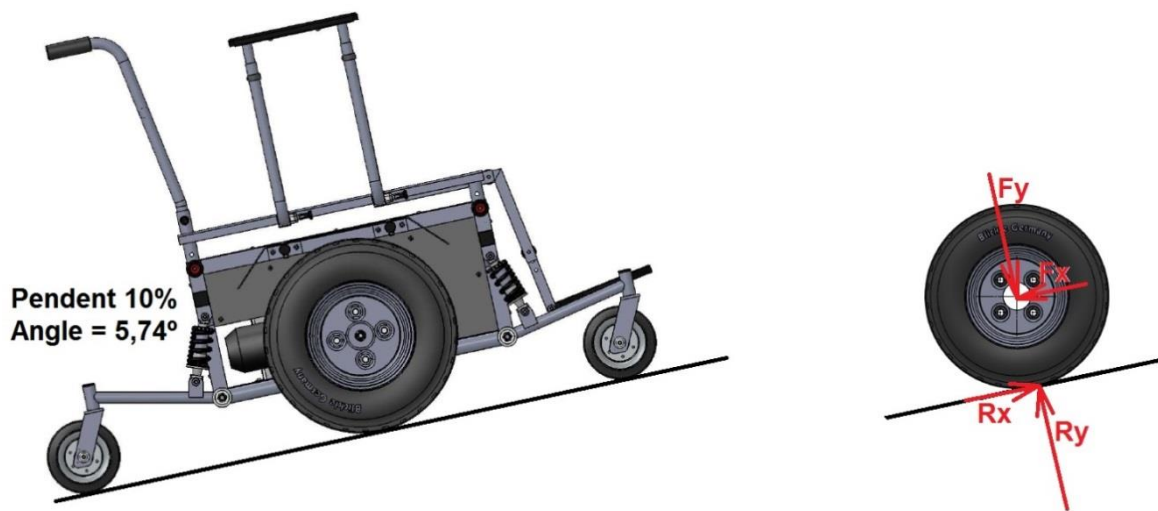


Figura E4. Representació de la cadira en el cas més desfavorable i diagrama de cos lliure de la roda

$$F = 200\text{Kg} = 1960\text{N}$$

$$F_x = R_x = F \cdot \sin 5,74^\circ = 196\text{N}$$

$$F_y = R_y = F \cdot \cos 5,74^\circ = 1950\text{N}$$

$$\text{Velocitat màxima} = 8\text{Km/h} = 2,22 \text{ m/s}$$

- Parell màxim:

$$\Gamma_{\text{màx}} = R_x \cdot r = 39,7\text{Nm}$$

- Potència màxima:

$$\text{Pot. màx} = F_x \cdot v = 435,1\text{W}$$

Amb els valors obtinguts als apartats D.4.1. i D.4.2. escollim els motors que utilitzarem, tal i com podem veure a la figura D5.

Model Number	Ratio	Orientation	Const. Torque Nm (lb-in)	Const. Speed (rpm)	Peak Torque Nm (lb-in)	Continuous Output Power (W)	Max. Output Power (W)	Brake Rating Nm (lb-in)
ES868-013-015-01	32:1	Right	8.8 (78)	105	103 (910)	120	800	2.5 (22)
ES868-013-016-01	32:1	Left	8.8 (78)	105	103 (910)	120	800	2.5 (22)
ES868-013-017-01	26.8:1	Right	7.7 (68)	127	84.7 (750)	120	750	2.5 (22)
ES868-013-018-01	26.8:1	Left	7.7 (68)	127	84.7 (750)	120	750	2.5 (22)
ES868-013-019-01	21.3:1	Right	6.1 (54)	164	67.8 (600)	120	850	2.5 (22)
ES868-013-020-01	21.3:1	Left	6.1 (54)	164	67.8 (600)	120	850	2.5 (22)
ES868-013-021-01	17.9:1	Right	5.1 (45)	195	56.5 (500)	120	800	2.5 (22)
ES868-013-022-01	17.9:1	Left	5.1 (45)	195	56.5 (500)	120	800	2.5 (22)

Figura E5. Característiques tècniques del motor

E.4.3. Adherència

- Amb el programa Working Model 2D trobem les forces que exerceix el terra contra les rodes conduïdes que ens permet trobar la resta de reaccions:

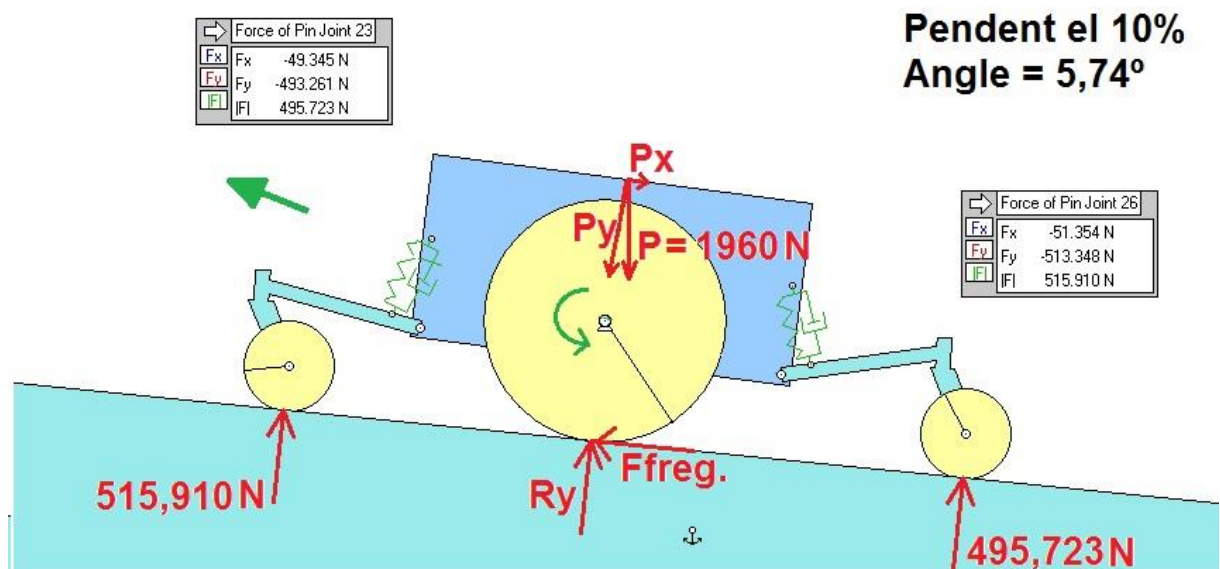


Figura E6. Representació de les reaccions en el cas més desfavorable

$$P_y = P \cdot \cos 5,74 = 1950 \text{ N}$$

$$P_x = P \cdot \sin 5,74 = 196 \text{ N}$$

$$R_y = P_y - 515,910 - 495,723 = 938,4 \text{ N}$$

- Suposant la Força de fregament màxima, trobem el coeficient de fregament mínim que ha de tenir el terreny perquè la cadira no patini al traccionar:

$$F_{freg, \text{màx}} = 196 \text{ N} \rightarrow \mu = \frac{F_{freg, \text{màx}}}{N} = \frac{196}{938,4} = 0,21$$

Donat que el coeficient de fregament entre la goma i l'asfalt és major al valor trobat (0,8 aprox.) la cadira traccionarà correctament.

E.4.4. Comprovació de la resistència del braç

- Dades de la secció (segons plànol 110.02.00)

$$\varnothing_{\text{ext}} = 22 \text{ mm}$$

$$\varnothing_{\text{int}} = 18 \text{ mm}$$

$$\text{Acer S275} \rightarrow S_y = 355 \text{ MPa} \quad S_{\text{ut}} = 470 \text{ MPa}$$

Forces \rightarrow Figura D7

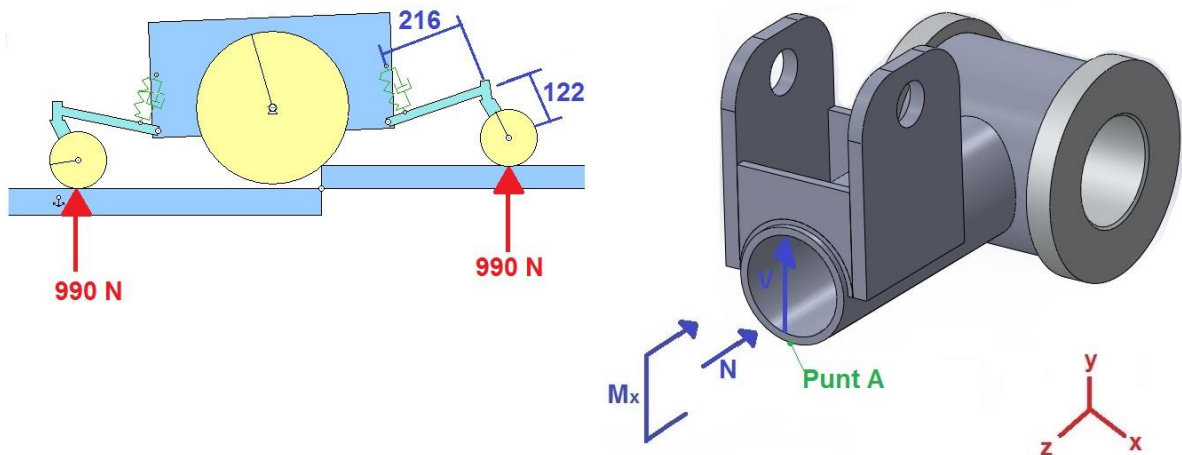


Figura E7. Forces que afecten a la secció d'estudi

- Cas estàtic:

- Esforç tallant, força normal i moment flector:

$$V = 990 \cdot \cos 12^\circ = 968 \text{ N}$$

$$N = 990 \cdot \sin 12^\circ = 205 \text{ N}$$

$$M_x = 968 \cdot 216 - 205 \cdot 122 = 184078 \text{ Nmm}$$

- Tensions al punt A:

$$\tau(V) = 0$$

$$\sigma(N) = \frac{N}{A} = 1,63 \text{ N/mm}^2 \quad \text{On:} \quad F = 205 \text{ N}$$

$$A = \pi \cdot (r_{\text{ext}}^2 - r_{\text{int}}^2) = 125,7 \text{ mm}^2$$

$$\sigma(M_x) = \frac{M_x \cdot y}{I_x} = 318 \text{ MPa} \quad \text{On:} \quad y = 11 \text{ mm}$$

$$I_x = \frac{\pi}{64} \cdot (\phi_{\text{ext}}^4 - \phi_{\text{int}}^4) = 6346 \text{ mm}^4$$

- Tensió equivalent al punt A:

$$\sigma' = \sigma(M_x) - \sigma(N) = 316,3 \text{ MPa}$$

- Factor de seguretat:

$$n = \frac{S_y}{\sigma'} \quad \rightarrow \quad n = 1,15$$

Com que el factor de seguretat és major que 1, resistirà correctament.

- Cas a fatiga:

- Es considera $F_{m\grave{a}x} = 990\text{N}$, $F_{m\grave{a}n} = 0\text{N}$ i vida limitada a 10^4 cicles, llavors:

$$M_{m\grave{a}x} = 184078\text{Nmm} \rightarrow \sigma_{m\grave{a}x} = 316,3\text{MPa}$$

$$M_{m\grave{a}n} = 0 \rightarrow \sigma_{m\grave{a}n} = 0\text{MPa}$$

- Es calcula la tensió alterna i mitjana:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{m\grave{a}x} - \sigma_{m\grave{a}n}}{2} = 158\text{MPa}$$

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{m\grave{a}x} + \sigma_{m\grave{a}n}}{2} = 158\text{MPa}$$

- Resistència a fatiga:

$$S_e = 0,5S_{ut} \cdot K_a \cdot K_b \cdot K_c \cdot K_d \cdot K_e = 181,96$$

On:

$$K_a(\text{mecanitzat}) = 4,45 \cdot S_{ut}^{-0,265} = 0,87$$

$$K_b = \left(\frac{d}{7,62}\right)^{-0,107} = 0,89$$

$$K_c = K_d = K_e = 1$$

$$S_f = a \cdot N^b = 319$$

On:

$$a = \frac{(0,9 \cdot S_{ut})^2}{S_e} = 983$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \frac{0,9 \cdot S_{ut}}{S_e} = -0,122$$

- Factor de seguretat:

$$\frac{\sigma_a}{S_f} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}} = \frac{1}{n_f} \rightarrow n_f = 1,22$$

Com que el factor de seguretat és major que 1, resistirà correctament.

Annex F: Manual d'usuari i manteniment

F.1. Col·locació del seient

Guia per a la correcte col·locació del seient:

- La cadira ha d'estar completament parada amb els motors en posició de frenada.
- Tenir en una posició fixa l'estructura superior.
- Per major comoditat, extreure els recolza-braços i reposapeus.
- Col·locar el seient de manera que el centre de gravetat de l'usuari (part on recolza el cul) quedi centrada en l'eix X i Z (figura F1)

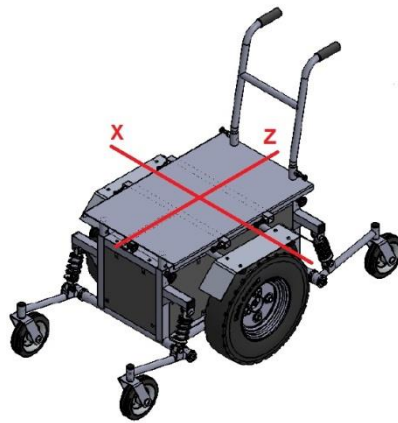


Figura F1. Eixos de centratge del seient

- Fixar el seient a la planxa base de l'estructura superior (plànol 106.01.00).
- La unió entre ambdues parts serà cargola i pot ser directa o bé amb algun sistema d'acoblament.

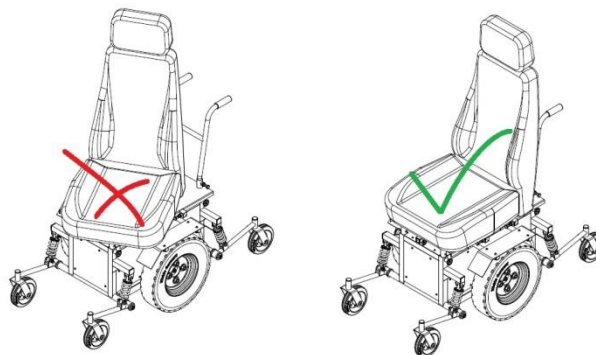


Figura F2. Posició seient

- Utilitzar un mínim de quatre unions, dues per costat.
- El diàmetre mínim de les unions utilitzades serà de 8 mm.
- No perforar els suports del reposapeus ni dels recolza-braços (plànols 106.05.00 i 106.04.00)

F.2. Col·locació i regulació de l'estructura superior

La col·locació de l'estructura superior es farà seguint l'apartat 2.2 del document 3: Plec de condicions.

En l'apartat anterior s'ha vist que per a la fixació del seient s'ha de tenir l'estructura superior en una posició fixa. Això no significa que sigui la definitiva ja que, un cop es té el seient col·locat correctament, es pot regular l'alçada del conjunt si es necessita.

F.3. Col·locació i regulació dels recolza-braços

La col·locació dels recolza-braços es farà seguint els apartats 2.1.2 i 2.2 del document 3: Plec de condicions. El procés resumit consta de dos parts:

- Regulació i fixació de l'amplada
- Regulació de l'alçada

Cal especificar que aquesta operació es realitzaran una vegada es tingui el seient correctament fixat, per tal d'ajustar correctament l'alçada.

F.4. Col·locació i regulació del reposapeus

La col·locació del reposapeus es farà seguint els apartats 2.1.2 i 2.2 del document 3: Plec de condicions. El procés resumit consta de tres parts:

- Fixació de la guia a l'estructura superior

- Regulació i fixació de l'alçada
- Regulació de la inclinació de la plataforma

Cal especificar que aquesta operació, igual que en l'apartat anterior, es realitzarà una vegada es tingui el seient correctament fixat, per tal de tenir un millor ajust.

F.5. Precaucions de funcionament

- No empènyer la màquina mentre els motors es troben en funcionament o frenats.
- En el cas d'estar empenyent la cadira, aplicar força als dos manillars per igual.
- En cap cas pujar sobre les rodes conduïdes ni els braços.
- Prestar especial atenció quan s'està circulant sobre terres amb poca adherència (gel, sòl humit, etc) i conduir amb moviments suaus i progressius.
- Queda totalment prohibit utilitzar la cadira de rodes en pendents majors al 10%.
- Quan es vol superar un obstacle menor o igual a 60mm, arribar-hi a velocitat reduïda i fer-ho progressivament
- Queda totalment prohibit superar obstacles o irregularitats amb una alçada major a 60mm
- En cap cas el pes de l'usuari més el seient ha de ser superior a 110kg

F.6. Substitució de la bateria

En cas que s'hagi de retirar alguna de les bateries de la cadira, es farà seguint els següents passos:

1. Comprovar que la cadira estigui aturada i desconnectada
2. Extreure la tapa davantera i/o posterior, retirant el reposapeus si és necessari.
3. Desendollar els cables de la bateria corresponent

4. Desmuntar el passamà de fixació
5. Retirar la bateria

F.7. Manteniment

Per a garantir el bon funcionament la cadira s'aconsella tenir cura dels següents aspectes:

- Lubricació de la unió braç-estructura principal, concretament a les dolles que fan possible el moviment de rotació.
- Lubricació l'eix de les rodes conduïdes.
- Lubricació del rodó vertical (plànol 110.03.00) ja que disposa dels diferents components que fan possible el gir de les rodes a través de l'eix vertical (112.01.02)
- Mantenir el conjunt de la cadira en bon estat de pintura i acabat

Annex G: Estudi de seguretat i salut

G.1. Introducció

Aquest estudi de seguretat i salut estableix, durant la fabricació, el muntatge i l'ús d'aquesta màquina, les previsions respecte la prevenció de riscos d'accidents laborals. Per altra banda també proporciona la informació necessària per efectuar, en les degudes condicions, els previsibles treballs posteriors de manteniment.

G.2. Objecte i definició

Es té com a objectiu la prevenció de riscos a la hora de fer les feines, en el marc de la Llei 31/1995, de 8 de novembre, de prevenció de riscos laborals.

G.3. Definició

Es prendran les decisions constructives, tècniques i d'organització que permetin la planificació dels diversos treballs o fases de treball que es desenvolupin simultàniament o successivament de forma que s'aconsegueixi:

- Evitar els riscos
- Avaluar els riscos inevitables.
- Combatre els riscos en el seu origen.
- Adaptar la feina a la persona.
- Substituir el que sigui perillós per allò que comporti poc o cap perill.
- Facilitar les instruccions necessàries als treballadors.

G.4. Construcció / fabricació

G.4.1. Riscos professionals

Cal prestar especial atenció als riscos professionals més freqüents que es detallen a continuació:

- Caiguda d'objectes pesants emprats en la construcció de la màquina.
- Talls per utilització de màquines i eines.
- Atrapament per maquinària.
- Electrocució: descàrregues elèctriques provocades per la màquina o per les màquines usades en la fabricació i muntatge d'aquesta.
- Cremades, especialment les provocades per soldadura.
- Explosions e incendis, principalment deguts per soldadura.
- Ambient sorollós.
- Generació de pols.
- Totes les zones en les que s'hagi de treballar estaran suficientment il·luminades. De no ser així s'empraran llums addicionals.

G.4.2. Prevenció de riscos

- Es prestarà especial atenció a les feines de tall i polit de les diferents peces de la màquina subjectant adequadament tant les peces a ser treballades com les eines usades, per tal d'evitar la seva possible caiguda.
- Es prestarà especial atenció als elements punxants i tallants que es poden trobar en alguna part de la pròpia màquina o d'alguna eina requerida per a la seva fabricació i muntatge.
- S'utilitzarà calçat de seguretat per evitar el dany als peus en cas de caiguda d'algun objecte.
- S'utilitzarà roba de treball adequada per a cada operació a realitzar.
- Es retiraran a una distància de seguretat els elements inflamables (lubricants, etc) durant les operacions de soldadura.
- S'utilitzaran tots els elements de seguretat disponibles per a cada operació a l'hora de fabricar i muntar la màquina:
 - Careta de soldar, guants de cuir i roba protectora en les operacions de soldadura.
 - Careta protectora, guants i roba adequats en l'operació de tall amb làser.
 - Guants i ulleres de protecció anti-pols i anti-impactes en les operacions de perforació, tall i polit de peces.

- Cascs o taps de protecció acústica en les operacions on el nivell de decibels excedeixi el límit permès.

G.5. Ús

- S'estableix la obligatorietat de seguir totes les instruccions presents en l'annex F (Manual d'usuari i manteniment).

- Queda totalment prohibit el desmuntatge, manipulació o regulació dels elements de la màquina durant el seu funcionament.

G.6. Normativa

G.6.1. Imposada pel peticionari

Es seguiran tots els requeriments i normes imposats pel peticionari en el document de petició.

G.6.2. Imposada per nosaltres a l'hora de dissenyar

La normativa seguida durant el procés de disseny de la màquina és la vigent, en matèria de prevenció de riscos laborals, del país on es destinarà el projecte, en aquest cas Espanya (Llei 31/1995, de 8 de novembre). Per altra banda, també s'ha complert amb la següent normativa:

- UNE-EN ISO 12100-1:2004 Seguretat de les màquines. Conceptes bàsics, principis generals pel disseny.

G.6.3. A complir durant el procés de fabricació i ús

Primer es seguirà tota la normativa imposada pel present país (Espanya) en matèria de prevenció de riscos laborals: Llei 31/1995, de 8 de novembre. Segon es complirà el seguiment de la següent normativa:

- UNE-EN 349:1994 Seguretat de les màquines. Distàncies mínimes per evitar l'atrapament de parts del cos humà (Versió oficial EN 349:1993).
- UNE-EN ISO 13850:2007 Seguretat de les màquines. Equip de parada d'emergència, aspectes funcionals. Principis pel disseny (Versió oficial en 418:1992).
- UNE-EN 953:1998 Seguretat de les màquines. Resguards. Requisits generals pel disseny i construcció de resguards fixes i mòbils.



EPS

Escola Politècnica
Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Grau en Enginyeria Mecànica

Títol: Disseny d'una cadira de rodes elèctrica de fàcil fabricació

Document: 1- Memòria

Alumne: Lluís Armengol Orench

Director/Tutor: Joan Andreu Mayugo Majó

Departament: Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Enginyeria Mecànica

Convocatòria (mes/any): Setembre/2013