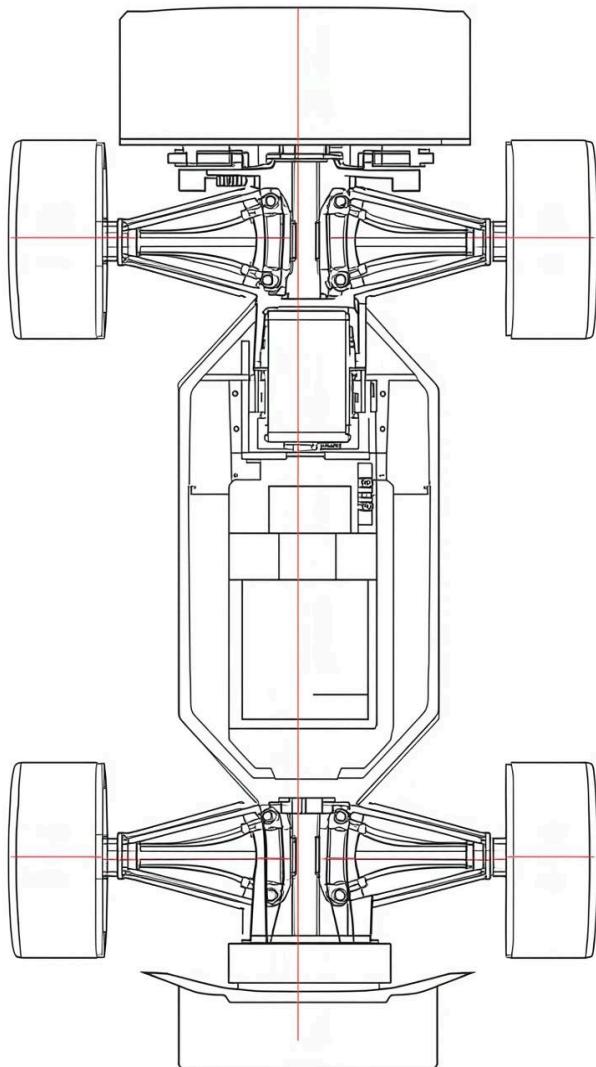


Creació d'un Vehicle RC imprès en 3D



Alumne: Adrià González Domènech

Professora: Maria Garcia Marqués

Modalitat: Batxillerat Tecnològic

Centre: Institut Berenguer d'Entença

Curs: 2025-26

Índex

Índex.....	1
1.1 Motivació personal/Justificació.....	3
1.2 Introducció.....	3
1.3 Metodologia.....	3
2. Marc Teòric.....	4
2.1 Orígens del cotxe RC (Radio Control) dècada de 1950.....	4
2.2 Consolidació industrial (dècada de 1960).....	4
2.3 Salt tecnològic (dècada de 1970).....	4
2.4 Inici dels Campionats Mundials i autoritat reguladora.....	4
2.5 Diversificació energètica (dècada de 1980).....	5
2.6 Electrificació madura (dècada de 1990).....	5
2.7 Innovació sostinguda (segle XXI).....	5
3. Tipologies de vehicles RC.....	6
3.1 Vehicles RC de Drift.....	6
3.2Touring.....	7
3.3 Ral·li.....	7
3.4 Buggy TT.....	8
3.5 Truggy.....	8
3.6 Rock Crawler.....	9
3.7 Rock Racer.....	9
3.8 Short course.....	10
3.9 Monster Truck.....	10
3.10 Altres Modalitats.....	10
4.1 Motor.....	12
4.2 Tipus de motor Brushless.....	12
4.2.1 Motor Outrunner.....	12
4.2.2 Motor Inrunner.....	12
4.2.2 Motor Brushless amb sensors.....	12
4.2.3 Mida dels motors.....	12
4.2.4 Classificació de la potència dels motors.....	13
4.2.5 Classificació de voltatge dels motors.....	13
4.2.6 Característiques d'un motor RC:.....	13
5. Sistema de transmissió i direcció.....	14
5.3 Com escollir el nostre pinyó i corona.....	15
5.5 Rodes.....	17
5.5.1 Llanta (rim).....	17
5.5.2 Pneumàtic (pneumàtic o goma).....	18
- És la part de cautxú que toca el terra.....	18
- Pot ser llis, de tacs, o amb patró mixt, segons el tipus de terreny.....	18
- En competició s'ajusta molt el dibuix i la duresa (shore) de la goma.....	18
5.5.3 Escuma interior (foam o inserció).....	18

5.5.4 Drift.....	19
5.5.5 Off-road.....	19
5.5.6 Crawler.....	19
5.5.7 Touring.....	19
5.6 Control remot.....	20
5.6.1 Sistemes de control.....	20
5.7 Elements de disseny.....	21
5.7.1 Detalls estètics.....	22
5.7.2 Materials.....	22
6. Reptes i limitacions (pressupost, materials i eines disponibles).....	23
6.3 Materials i eines disponibles.....	24
6.4 Proves.....	24
6.5 Coneixements tècnics.....	25
7 Marc pràctic.....	26
7.1 Elecció del tipus de cotxe.....	26
7.1.1 Disseny preliminar: esbossos, plànols.....	26
7.2 Xassís i Sistema de tracció.....	34
7.3 Sistema de suspensió.....	42
8. Explicació pas a pas del muntatge.....	46
9. Materials i components utilitzats.....	47
10. Proves i resultats.....	47
10.1 Problemes detectats:.....	47
10.2 Parts positives.....	47
10.4 Maniobrabilitat.....	48
10.5 Problemes i resolucions finals.....	48
11. Conclusió General.....	49
11.1 Aprendentatges tècnics i personals.....	49
11.2 Perspectives de continuïtat.....	50
12. Fonts telemàtiques.....	51
13. Annex 1. Plànol del Xassís amb arestes visibles i oclutes.....	53
14. Annex 2 . Plànol del conjunt amb arestes visibles.....	54
15. Annex 3. Plànol amb vista del material.....	55

1 Introducció

1.1 Motivació personal/Justificació

He escollit fer aquest TdR perquè em semblava un repte motivant d'assolir, ja que no havia fet mai res semblant i m'agrada la idea de fer una cosa que no en tenia coneixements, això la veritat era un plus quant a motivació a part que fer aquest projecte em semblava divertit i entretingut, perquè no volia fer un TdR que la major part fos teòric hi hagués d'escriure paràgrafs llargs que no em servirien gaire, així que aquest projecte em permetia fer una cosa més pràctic i manipulatiu que al final és una manera que a mi em dona la sensació que aprenc més. Per això vaig decidir fer un cotxe radiocontrol.

1.2 Introducció

Aquest treball de recerca tracta sobre el disseny i la construcció d'un vehicle de radiocontrol (RC) creat completament des de zero mitjançant impressió 3D. L'objectiu és entendre com es dissenya un vehicle funcional, des de la idea inicial fins al muntatge final, aplicant coneixements de tecnologia, física i enginyeria.

El projecte combina una part teòrica, on s'explica el funcionament dels principals sistemes d'un cotxe RC —motor, transmissió, direcció i control remot—, amb una part pràctica en què es desenvolupa el disseny digital del xassís i la seva fabricació amb impressora 3D.

Amb aquest treball he volgut aprendre el procés complet de creació d'un prototip funcional i explorar les possibilitats que ofereix la fabricació additiva per al disseny personalitzat de vehicles a petita escala.

1.3 Metodología

Vaig distribuir el projecte en un mètode. Primer pensava i feia un esbós de la peça que necessitava, després la passava al programa 3D i la impremia un cop feta analitzava problemes i m'informava de com es feia aquesta peça basant-me en dissenys de la gent i com ho havien fet per a que peces semblants funcionessin, pero adaptan-ho a la meva manera, característiques i mesures del projecte, i cosecs a canviar i a partir d'allí l'anava millorant i fent més senzilla resistent i productiva.

2. Marc Teòric

2.1 Orígens del cotxe RC (Radio Control) dècada de 1950

Els primers cotxes teledirigits, inicialment controlats per cable, es presenten a la dècada de 1950. Aquesta novetat desperta l'interès del públic i impulsa una nova etapa dins l'automobilisme a escala.

2.2 Consolidació industrial (dècada de 1960)



imatge 1. Primer cotxe Radio Control

El 1966, l'empresa italiana ***Elettronica Giocattoli*** inicia la producció de petits vehicles a escala 1:12 (imatge 1) amb motor elèctric i control remot, fent possible manejar-los a distància i ampliant-ne la difusió.

Paral·lelament, durant aquesta dècada s'organitzen diversos esdeveniments automobilístics de vehicles a control remot. El primer campionat és impulsat per l'entitat ***IFMAR***, amb seu a Indianapolis (Estats Units), fet que contribueix decisivament a la popularització d'aquesta disciplina.

2.3 Salt tecnològic (dècada de 1970)

Els anys setanta marquen un avenç significatiu amb la introducció del **radiocontrol proporcional**. Aquesta tecnologia permet que la direcció respongui de manera gradual: quan el conductor gira lleument el volant, les rodes també giren en la mateixa proporció. Això suposa una millora notable respecte als sistemes anteriors —basats en botons amb posicions extremes (tot a la dreta o tot a l'esquerra)— i incrementa de manera clara la precisió de la conducció i el control del vehicle.

2.4 Inici dels Campionats Mundials i autoritat reguladora

En aquesta dècada s'inicien els **Campionats Mundials**, i l'**IFMAR** consolida la seva autoritat com a organisme regulador dins la comunitat global de l'aeromodelisme. Destaquen els tres primers esdeveniments:

- **1977**: Sport IC Track, **Pomona (Califòrnia)**
- **1978**: Track IC Track, **Montecarlo (Mònaco)**
- **1979**: Sport IC Track, **Ginebra (Suïssa)** — any en què l'**IFMAR** assoleix plenament el seu reconeixement com a autoritat del sector.

2.5 Diversificació energètica (dècada de 1980)

La dècada de 1980 incorpora la diversificació de fonts d'energia amb l'aparició de models equipats amb **motors de combustió** (gasolina/nitro)(imatge 2). Aquests propulsors ofereixen una conducció més realista i una sonoritat pròpia, incrementant la immersió i l'interès competitiu.



Imatge 2. RC a combustió

2.6 Electrificació madura (dècada de 1990)

Els anys noranta generalitzen l'ús de **bateries recarregables** en substitució de les piles d'un sol ús, fet que millora de manera notable l'eficiència i l'autonomia dels vehicles i en facilita l'ús continuat.

2.7 Innovació sostinguda (segle XXI)

Al segle XXI la innovació no s'atura: s'introduceixen **materials més lleugers i resistentes**, s'optimitzen els sistemes i es consolida la tendència a l'automatització. La **intel·ligència artificial** es perfila com un vector d'evolució capaç d'aportar noves capacitats de control, diagnosi i seguretat, amb potencial per assolir fites tan rellevants com les dels períodes precedents.

3. Tipologies de vehicles RC

Els vehicles RC es classifiquen en dues tipologies:

On-road (carretera): dissenyats per circular sobre asfalt o superfícies dures i llises. Prioritzen la velocitat i la precisió de traçat.

Off-road (fora d'asfalt): pensats per a terrenys irregulars (terra, grava, herba, sorra). Prioritzen la tracció, la suspensió i la capacitat d'absorir sots.

On road

3.1 Vehicles RC de Drift

Aquests vehicles estan especialitzats per derrapar i competir. S'emmarquen dins la categoria **on-road** perquè la majoria de les proves es disputen sobre asfalt, tot i que ocasionalment també es fan en superfícies de **grava**.

Es caracteritzen pel seu realisme (Imatge 3 i 4) i per què el que destaca i permet dur a terme aquesta modalitat es que tenen les rodes més dures, el que els hi fa perdre tracció amb l'asfalt i així poder derrapar més fàcilment.

URL:<https://www.youtube.com/watch?v=qcAllmdwd1Q&t=3s>



Imatge 3. BMW de drift



Imatge 4. Rc de drift tunejat

3.2 Touring

Els Touring (Imatge 5) són uns vehicles que estan fets per competir en circuit el que fa que cada cop intenten apropar-se més ja al que és un vehicle de carreres buscant optimitzar l'aerodinàmica i components.

En aquests vehicles tot conta tant com a l'altura del xassís com la tracció o les rodes, ja que són vehicles que estan fets per anar al límit, superant fàcilment els 100 km/h.

URL: <https://www.youtube.com/watch?v=ar4EQwpO5Y4>



Imatge 5. RC Touring

3.3 Ral·li

Els vehicles Rally (Imatge 6) són uns dels més complets, són vehicles molt competitius que circulen tant per grava o terreny mixt (asfalt i grava). Tenen també diferents opcions de tracció, davantera, posterior o integral.



Imatge 6. Model de Ral·li real a escala RC

En les competicions d'aquests models competeixen per crono, però no guanya el més ràpid sinó el que el condueixi amb més habilitat. Amb un sistema de punts.

URL: <https://www.youtube.com/watch?v=KH32r89fW64&t=1s>

off road

3.4 Buggy TT

Els Buggy TT (Imatge 6 i 7) estan preparats per a competir en terra i circuits amb salts i moltes corbes gràcies a la seva configuració de suspensions més exagerades i rodes tot terreny, entre altres.

Són vehicles estèticament més petits a una escala 1/10 o 1/8 i tenen diferents configuracions de tracció depenent de les condicions o preferències. Tracció posterior amb unes rodes de darrere més gruixudes o tracció 4x4 amb una equivalència entre la mida de les quatre rodes. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=7P4xPTMnYJ0>



imatge 7. Buggy TT sense carroseria



imatge 7. Buggy TT

3.5 Truggy

Els vehicles **Truggy** (Imatge 8) es pot dir que són una evolució dels [Buggy TT](#), són més als més amples i tenen unes rodes més gruixudes. Estan fets per anar per terrenys més extiors i no preparats, tenen un estil més aventurer i no tan competitiu.



imatge 8. Truggy

URL: <https://www.youtube.com/watch?v=bbPeX9FynwU&t=68s>

3.6 Rock Crawler

Aquesta branca de vehicles són una rèplica bastant exacta als cotxes tot terreny reals (Imatge 9), ja que els components que tenen i el disseny són molt idèntics però en una escala 1/10.

Són vehicles que porten motors molt potents, suspensions molt bones i servos molt potents, ja que han de superar obstacles (Imatge 10) bastant complicats i grans.



Imatge 9. Rock Crawler



Imatge 10. Rock Crawler escalant una pedra

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

3.7 Rock Racer

Els rock racer (Imatge 11 i 12) són la variant competitiva dels rock crawler: mantenen l'aptitud per superar roca, però prioritzen velocitat i estabilitat. Presenten xassís funcional i lleuger (sovint tubular), suspensió de llarg recorregut, transmissió menys curta i pneumàtics mixtos, sacrificant part de l'eficàcia extrema a baixa velocitat a canvi d'un rendiment més ràpid i polivalent.



Imatge 11. Rock racer



Imatge 12. Rock Racer

URL: <https://www.youtube.com/watch?v=bcRK7zWfRVk>

3.8 Short course

Són unes replicles (Imatge 13) als vehicles tot terreny que corren a [Baja1000](#) i n'hi ha de elèctrics i amb gasolina, amb tracció davant o completa. Estan fets per a competir en circuits i fer salts a gran velocitat (Imatge 14).



Imatge 13. Short Course Rèplica



Imatge 14. Short Course

URL: https://www.youtube.com/watch?v=bmM_y2s_vmE

3.9 Monster Truck

Són uns vehicles que a primera vista el que mes destaca es la mida de les seves rodes, els Monster truck (Imatge 15) són vehicles semblants als reals i les competicions també es caracteritzen per ser iguals, i poder saltar a gran velocitat.



Imatge 15. Monster Truck

3.10 Altres Modalitats

A part dels vehicles anteriors hi ha més variacions, amb tot tipus de vehicles, ja que al final és muntar un xassís i adaptar-lo al vehicle que vulguis.

Creació d'un Vehicle RC imprès en 3D

Com per exemple: **Formula 1**



imatge 16. F1

Camions



imatge 17. Camió

Motos



imatge 18. Moto

F1 URL: <https://www.youtube.com/watch?v=xWYrK88d1WU>

Camió URL: <https://www.youtube.com/watch?v=yrA8TSaqCkk>

Moto URL: <https://www.youtube.com/watch?v=jnnznC2d0Jo>

4. Principis de funcionament

4.1 Motor

El **motor** proporciona potència i velocitat. En vehicles RC, és compacte i amb especificacions diverses. La transmissió primària es fa mitjançant un **pinyó** solidari a l'eix del motor que engranatge amb una **corona**.

4.2 Tipus de motor Brushless

4.2.1 Motor Outrunner

Outrunner. En aquests motors gira la carcassa exterior al voltant de les bobines mentre el nucli roman estàtic. Són molt utilitzats en drons per la seva mida i funcionalitat; en girar l'exterior, faciliten el muntatge directe d'una hèlix (o configuracions amb dues hèlixs), amb bona relació potència/pes.

4.2.2 Motor Inrunner

Inrunner. A diferència dels outrunner, aquests motors fan girar el rotor intern; l'eix d'acer sobresurt i és on s'instal·la el pinyó. Són molt utilitzats en vehicles RC per la seva alta densitat de potència, estabilitat a altes rpm i capacitat de transmetre parell de manera eficient a la transmissió.

4.2.2 Motor Brushless amb sensors

Aquests tipus de motors com bé ens diuen porten sensors, els quals estan vinculats amb el variador (ESC) que el que fa és regular la quantitat de tensió que rep el motor.

Estan connectats amb un altre connector a part amb l'ESC per vincular-ho i controlar.

4.2.3 Mida dels motors

La mida del motor varia (Taula 1) tant depenent de qui motor es **Outrunner** o **Inrunner** tant la força que pot exercir. També es té en compte la mida de l'eix del motor

Mida del motor	Escala recomanada
1222	1/24
2030	1/18
2440	1/16
2839	1/12
3650	1/10
3670	1/8

Taula 1. Valors recomanats

que es per on es transmet la força i on es fica el pinyó per moure l'eix de les rodes.

En el cas dels motors Inrunner es classifiquen depenent de les seves mesures. Per diferenciar-los al nom et diu els seus diàmetres → **3650, 4274** entre altres. Els dos primers dígits són el diàmetre del motor i els altres dos la llargada.

4.2.4 Classificació de la potència dels motors

Els motors no només estan classificats per mida, sinó també per revolucions, i n'hi ha diferents variacions que es van enumerant → 21 T. La T és **turn** que significa nom de voltes que fa la bobina en anglès.

4.2.5 Classificació de voltatge dels motors

Cada motor té uns voltatges diferents les que li determinen el número de voltes que fan quan els alimentes amb un volt. Es a dir que si tenim un motor com el meu per exemple 6500 Kv (revolucions per volt) quan alimentem amb 1 V girarà teòricament a 6500 RPM. Però si ho fessin amb 5.7 volts → $6500 \times 5,7 = 37050 \text{ RPM}$.

Amb això arribo a la conclusió de que el meu motor estarà absorbint 7.4 V el que vol dir que girarà a = $6500 \times 7,4 = 48100 \text{ RPM}$

4.2.6 Característiques d'un motor RC:

Tipus de motor: Brush, Brushless (amb sensor o sense sensor)

Model: Expressat en números, 540, 550, 3650...etc, defineix la talla del motor.

Diàmetre i Longitud total: expressat en mil·límetres.

Pols: Com més baix sigui el nombre de pols més velocitat però menys força. A més nombre de pols menys velocitat i més força.

Kv o Turns: Kv són les revolucions per volt, T són les voltes del bobinat del motor.

Tensió màxima: Rang de Potència màxima o nombre de cel·les de bateria Lipo que suporta.

Corrent màxim: Expressat en Ampers.

Voltatge màxim: Expressada en watts.

Diàmetre de l'eix: Expressada en mil·límetres.

Pes: Expressat en grams.

Timing : S'ajusta girant la carcassa del motor i modifica els graus del motor. Un grau més (+) fa que augmenti la velocitat, però perdi força i al contrari amb un grau menys (-).

Resistent a l'aigua: Si/no Waterproof.

Connectors: Tipus banana o bala, de x mil·límetres.

5. Sistema de transmissió i direcció

La transmissió d'un cotxe RC és el que permet que el vehicle es mogui i es transmet la força del motor cap les rodes per tal que el vehicle es pugui moure.

Per fer això necessitem un motor que estarà connectat a un pinyó el que mourà un engranatge més gran que serà el que girarà l'eix de les rodes.

5.1 Pinyó: El pinyó és l'engranatge que va enganxat al motor i és l'encarregat de transmetre la força del motor. N'hi ha de moltes mides i depenen de les que tingui oferirà unes revolucions inicials majors o menors el que ens permetrà jugar amb l'acceleració i la velocitat punta del nostre vehicle dependent de quin pinyó li fiquem.



imatge 19. Pinyó

Si li fiquem un pinyó de 12T (T→ dents): al ser més petit produirà que la roda comenci a girar més ràpid per una vegada el motor hagi augmentat molt les revolucions tindrà un límit més prematur.

Si li fiquem un pinyó de 15T: com és un pinyó que és més gran que l'anterior ens donarà una millor velocitat punta però amb menys acceleració, i es pot dir que els pinyons 15 - 18 són un terme mitjà en el qual tens bona acceleració com velocitat punta.

Si li fiquem un pinyó de 20T: obtindrem una acceleració bastant baixa però una velocitat punta molt a causa de la mida del pinyó.

5.2 Corona: La corona és l'engranatge gran que he dit abans aquest és el que està connectat al pinyó i és l'encarregat de moure l'eix que connecta les rodes.

Aquests també es classifiquen per número de dents i són més grans que el pinyó per a que quan el petit doni una volta el gran en faci un parell així tenim més eficiència. També tenen la característica que han de tenir el mateix mòdul que es el gruix de les dents, per tal que encaixin i girin bé.

5.3 Com escollir el nostre pinyó i corona

Per escollir bé el nostre pinyó hem de saber primer unes característiques necessàries.

Necessitem saber:

- **Diàmetre de l'eix del motor:** Per calcular podem agafar un peu de rei o un regle per saber quan mesura. Que ens servirà per fer-lo coincidir dintre del pinyó i que encaixi.
- **Nombre de dents (T):** el nombre de dens anirà lligat amb el tipus de vehicle que vulguem fer, si necessitem un vehicle que acceleri més com un vehicle off road necessita un pinyó amb menys, en canvi, si volem que tingui una major velocitat punta com un vehicle Fórmula1 haurem d'augmentar el nombre de dents.
- **Mòdul:** És la mesura que fa cada dent la qual ha de coincidir entre els dos engranatges perquè puguin girar harmònicament.

Un cop sapiguem aquestes característiques hauríem de buscar o fer aquestes peces tenint en compte aquestes característiques, hem de buscar un engranatge o fer-lo nosaltres.

N'hi ha de diferents tipus i combinacions i al final la combinació més important és l'elecció del pinyó, amb l'engranatge gran no varia tant, pero solen tenir 40-60 dents.

Aquests es poden comprar per internet que n'hi ha moltes opcions fetes amb metall, acer, però també tens l'opció de fer-los tu ja sigui amb un *software* de disseny 3D o amb algunes pàgines que te'ls dissenyen depenen de les característiques que necessites. Com: <https://www.igus.es/gears/iglidur-gears>

5.4 Suspensió

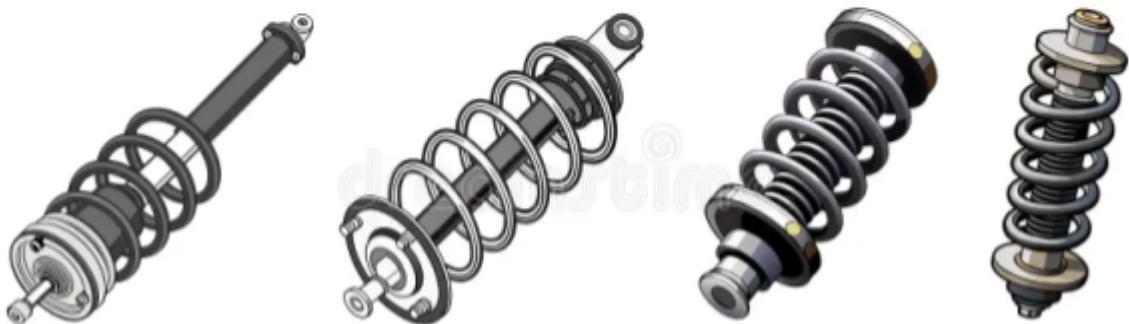
La suspensió de un vehicle radiocontrol com també la de un vehicle a motor a escala real, permet al vehicle estar en contacte constant amb el terra evitant que reboti i es vagi tragant els batxes.

Les seves funcions són.

Absorbir els impactes: redueix els cops en passar per sots o salts.

Millorar l'adherència: manté les rodes en contacte amb el terreny.

Estabilitzar el xassís: evita que el cotxe s'inclini massa en corbes.



imatge 20. Molles de suspensió

Augmentar la durabilitat: protegeix les peces internes del cotxe RC

Estan formades per:

Uns Amortidors contenen oli o aire i controlen la velocitat del rebot, connectats a uns Molls (ressorts) que suporten el pes del cotxe i absorbeixen els impactes.

Aquests estan enganxats a uns Braços de suspensió uneixen les rodes amb el xassís i permeten moviment vertical.

Al xassís van connectats unes Torres de suspensió que són punts d'ancoratge per als amortidors que van assemblats amb uns Trapezis i tirants: ajusten la geometria (caiguda, convergència, etc.).

5.5 Rodes

Les rodes són el que permeten al vehicle girar, i això fa que siguin un dels components més importants. Són el punt de contacte entre el vehicle i el terreny, i influeixen directament en **la tracció, la velocitat, l'estabilitat i la direcció**.

5.5.1 Llanta (rim)

- És l'estructura rígida que dona forma a la roda.
- Pot ser de **plàstic, alumini o fibra de carboni**, depenent del tipus de cotxe.
- Les llantes poden ser **enganxades (glued)** o **amb sistema beadlock** (fixades amb anelles).

5.5.2 Pneumàtic (pneumàtic o goma)

- És la part de cauixú que toca el terra.
- Pot ser llis, de tacs, o amb patró mixt, segons el tipus de terreny.
- En competició s'ajusta molt el dibuix i la duresa (shore) de la goma.

5.5.3 Escuma interior (foam o inserció)

- És una peça d'escuma dins del pneumàtic.
- Serveix per mantenir la forma i absorbir vibracions.
- Pot ser **bàsica (denses)** o **d'alta competició (modelades i precises)**.

Classificació de rodes dependent del terreny i característiques:

Tipus de terreny	Característiques de la roda	Exemple de vehicle
Asfalt / pista	Pneumàtics llisos o semillisos per màxim adherència	Touring, drift, GT
Terra / off-road	Tacs mitjans o grans, goma resistent	Buggy, truggy
Gespa / grava	Tacs profunds i separats per no embussar-se	Monster truck

Roca / trial / crawler	Goma molt tova i flexible, beadlock	Rock crawler
Neu / sorra	Paddle tires (pales o aletes)	Sand rail, desert buggy

També es classifiquen per modalitat:

5.5.4 Drift

Uns pneumàtics amb una goma molt dura i llisa comunament feta amb PVC, això els hi permet derrapar més fàcilment ja que la roda té molta menys fricció i s'utilitzen pneumàtics completament llisos.

5.5.5 Off-road

En els vehicles off road es necessiten unes rodes més grans, amples i gruixudes. Perque s'adaptin més al terreny, amb uns tacs més gruixuts i pronunciats.

5.5.6 Crawler

Els crawler són un derivat de les off-road, ja que adopten característiques molt semblants però aquestes són encara més toves per poder escalar fàcilment i tenir més tracció al l'escalar roques. Normalment tenen beadlocks per evitar desenganxar-s

5.5.7 Touring

Els Touring al ser uns vehicles més de competició necessiten unes rodes en part una mica més dures, però seguint sen toves ja que sinó si fossin massa dures derraparia i si fossin massa toves perdria velocitat punta i control a la pista. Fets amb compostos d'alt rendiment i una escuma d'alta densitat.

5.6 Control remot

El control remot (o emissor) és l'aparell amb què el pilot envia ordres al cotxe.

Funciona sense fils mitjançant ones de ràdio i comunica amb el receptor del vehicle, que transforma les ordres en moviment: accelerar, girar, frenar o fins i tot controlar llums o suspensió.

Funciona amb ones a través d'un comandament, el qual té un gatillo que quan accions envia un senyal, la qual intercepta el receptor del **vehicle** que es el que transforma les ordres i acciona el control que hagis executat des del controlador.

Parts principals:

Part	Funció	Descripció
Gatet d'acceleració/fre	Controla la potència del motor	Cap endavant o enrere segons la pressió
Volant o palanca de direcció	Gira les rodes davanteres	Cap a la dreta o esquerra
Antena	Emissió del senyal de ràdio	Pot ser interna o externa
Compartiment de bateries	Alimenta l'emissor	Normalment amb piles AA o bateria Li-ion
Trims	Ajustos fins de direcció i acceleració	Serveixen per centrar o equilibrar
Pantalla / menú (en models avançats)	Mostra paràmetres, canals i configuracions	Present en emissores digitals o de competició

5.6.1 Sistemes de control

N'hi ha dos tipus:

Analògic (ja antiquat) que utilitzava unes freqüències de 27 MHz o 40 MHz, limitat a pocs canals i fàcil d'interferir. Actualment, està en desús, encara que es manté en alguns models antics.

Digital 2.4 GHz que és l'estàndard actual, no té interferències, amb connexió estable i ràpida, permet molts pilots alhora sense problemes de freqüència i pot memoritzar diversos cotxes al mateix emissor.

5.7 Elements de disseny

El disseny d'un cotxe RC no és només estètic: també influeix en l'aerodinàmica, la durabilitat i la conducció. El disseny combina materials, formes i colors per obtenir un vehicle eficient i atractiu.

Xassís: El xassís és l'estructura base on s'integren totes les peces. Ha de ser lleuger i resistent, per això s'utilitzen materials com plàstics d'alta resistència, fibra de carboni o alumini. Pot ser monocasc (una sola peça) o modular (dues o més peces connectades).

Carrosseria: La carrosseria és la part visible ("carcassa") i depèn del tipus de vehicle i de les prestacions desitjades. Habitualment es fabrica en policarbonat o ABS per combinar lleugeresa i resistència als impactes. No és només estètica: també és clau per a l'aerodinàmica. En vehicles de competició es prioritzen formes més netes i lleugeres; en tot terreny, major robustesa amb el mínim de massa possible.

Aerodinàmica: L'aerodinàmica redueix la resistència de l'aire i millora l'estabilitat a velocitat, incrementant l'eficiència i el rendiment. Cada modalitat ajusta la carrosseria als seus requisits aerodinàmics (alerons, difusors, superfícies suaus) per equilibrar adherència i velocitat punta.

Per això cada vehicle té una estructura de la carrosseria que s'adapta a les seves característiques, depenent dels seus requisits aerodinàmics:

Tipus de cotxe	Disseny estètic	Elements clau
RC		
Touring / Drift	Baix, aerodinàmic, detalls realistes	Volants, alerons, llantes llises
Buggy / Truggy	Alt, robust, agressiu	Amortidors visibles, tacs grans, carroseria flexible
Monster Truck	Imponent, robust, exagerat	Rodes grans, llums, carroseria alta
Crawler	Realista, resistent, detallat	Rodes toves, beadlocks, xassís elevat

5.7.1 Detalls estètics

- **Colors i vinils** → permeten personalitzar i diferenciar el cotxe
- **Logotips i adhesius** → inspirats en competició real
- **Protectors i paracops** → combinen estètica i protecció
- **Alerons i spoilers** → milloren aerodinàmica i donen un look esportiu

5.7.2 Materials

La selecció de materials depèn en gran manera del tipus de vehicle i de les característiques que necessita. Per exemple, un vehicle off-road requereix materials molt resistents a cops i salts, prioritant la durabilitat i la seguretat en condicions extremes.

En canvi, un vehicle on-road necessita materials lleugers, però igualment resistents, de manera que es pugui optimitzar el pes i aconseguir el màxim rendiment, eficiència i confort en la conducció. Cada tipus de vehicle, per tant, exigeix un equilibri diferent entre resistència i lleugeresa dels materials.

6. Reptes i limitacions (pressupost, materials i eines disponibles)

6.1 Pressupost

Inicialment de pressupost tenia al cap uns 200 € que era uns diners que tenia estalviats, però per a gastar allò que volgués. A causa d'un baix pressupost les peces que he adquirit no són professionals pero he intentat buscar un bon equilibri entre bon preu i qualitat del material.

Però el pressupost va augmentar a mesura que feia el projecte, ja que també he iniciat amb l'adquisició de la impressora un petit negoci i vaig venent peces impreses amb 3D. Fins ara he aconseguit 55 €, però estic a punt de tancar una venda de 80 € el que farà que el meu pressupost incrementi a 335 €, perquè fins que acabi el TdR he decidit anar invertint-ho en millors per al vehicle. (20/10/25).

6.2 Solució/Reptes

Pel que fa a materials, he comprat una part, però d'altra també he usat materials reutilitzats i que tenia per casa.

Per exemple:

Tenia just 4 rodaments de 10x15 que m'anaven molt bé per a l'eix i les rodes, els quals he usat pel projecte.

Tenia un parell de bobines de plàstic PLA que he anat usant per fer les proves dels dissenys.

Pel que fa al material he intentat buscar les millors relacions, qualitat, preu, per fer això m'ha ajudat principalment del ChatGPT el qual m'ha ajudat molt a contrarestar informació i reduir el temps de cerca i també he contrarestat informació amb vídeos de YouTube i cerca per Google comparant preus i característiques.

Principalment, les compres que he realitzat han sigut a través d'Amazon, ja que a casa tenim el Prime i això em permet demanar el material i tenir-lo molt ràpid a casa.

En canvi, el motor com que no el trobava a Amazon el vaig demanar per una pàgina que es diu RcPro la qual es dedica a la venda de material RC. Però justament la comanda va coincidir amb les vacances del venedor el que va endarrerir l'entrega del motor i l'ESC tres setmanes. Durant aquelles com que encara no em volia posar a fer peces perquè no tenia el motor, vaig avançar a la part teòrica.

6.3 Materials i eines disponibles

El material principal era plàstic com que el projecte era la creació d'un vehicle RC dissenyat amb 3D, si era una limitació el fet de fer-ho en 3D, ja que les peces tenen molta menys vida útil i molt més desgast i pèrdues de rendiment, però també era una motivació per fer-ho tot jo i poder adaptar-ho a les mesures que jo volgués.

Per això els principals materials que he utilitzat han sigut el PLA i el PETG. Totes les altres peces com el servo, motor, controlador... ja estan fetes del material que els hi toca per cada marca.

En quant a eines que he utilitzat per fer el muntatge, ha consistit en:

- x1 caixa de cargols 3x10 | 3,80€ |
- x1 caixa de cargols 3x16 | 4,40€ |
- x1 tornavís estrella | de casa |
- x1 treplant | de casa |
- x1 tac de paper de vidre | 0.50€ |
- x1 paper de vidre | 1,20€ |
- x1 paper de vidre amb mànec | de casa |
- x1 Bambu lab A1 | de casa |

6.4 Proves

Quant a les proves, he hagut de fer proves dels dissenys per saber si estan bé abans de fer les proves finals. Jo no tenia pensat gastar més d'una bobina de PLA per fer totes les proves i així ha sigut, en total de peces "malgastades" tinc 800-900 g, com que cada bobina em va costar 10,50 €

això és un total de 9,5 € en total de material gastat (sense contar les peces finals)

Aquestes pèrdues es podrien haver evitat si hagués tingut més coneixement tant del disseny 3D com de la mecànica del vehicle radiocontrol. Ja que moltes peces desaprofitades venen d'errors bàsics, com poca resistència a les peces impressions en les quals faltaven per exemple forats per despistes, per no saber ajustar una peça sense haver d'imprimir abans 5. Però suposo que és part del procés d'anar aprenent-ne i ha sigut una manera exprés d'aprendre.

6.5 Coneixements tècnics

Com deia abans vaig començar aquest projecte amb unes nocions molt baixes de com fer un vehicle, radiocontrol i em vaig haver de buscar la vida de qualsevol manera. A causa de això em vaig posar prèviament a començar a fer el vehicle a fer una recerca exhaustiva de com funcionaven, que eren, perquè uns eren d'una manera i un d'una altra una mica la base i d'aquests vehicles que m'han estat fascinant durant aquest temps.

Quan ja començava a saber com funcionaven i que necessitaven per a fer-ho vaig començar per lo bàsic, un motor, un ESC, un controlador, un comandament a control remot, una bateria i unes rodes, i a partir d'això vaig començar a fer esbossos i peces sense saber ni com fer una direcció.

A l'inici vaig decidir provar de inventar-me jo una direcció sense ajuda de ningú i amb intuïció, vaig estar a punt, però vaig decidir començar a buscar i preguntar, ja que sinó se'm tiraria el temps damunt.

Aquí volia fer una menció a:

El meu cosi Rai → actualment està estudiant un grau **Enginyeria en Vehicles Aeroespacial** a Madrid. Que em va ajudar molt en el inici dels esbossos ja que m'estava costant arrencar.

A partir d'alí vaig començar ja a fer els dissenys i em vaig trobar un projecte del que em vaig ajudar molt que havia fet **Antonio García** sobre la creació de un vehicle 3D. [Duke Doks](#)

Amb aquest projecte i amb molts vídeos de youtube vaig anar adquirint coneixements sobre le radiocontrol i impresió 3D el que em va permetre anar avançant cada cop més ràpid.

6.6 Temps

Pel que fa al temps, és cert que durant l'estiu em vaig disconnectar una mica, i quan va començar el setembre vaig notar-ne les conseqüències. Si hagués gestionat millor aquell període, crec que el projecte hauria assolit millores més significatives, com ara la incorporació d'una suspensió.

També cal destacar que el motor va trigar tres setmanes a arribar; tot i això, vaig aprofitar aquest temps per avançar en la part teòrica.

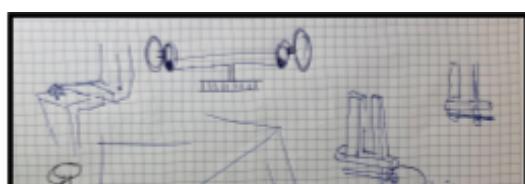
7 Marc pràctic

7.1 Elecció del tipus de cotxe

He optat per un vehicle **on-road mixt** entre *Touring* i *Rally*. L'objectiu no és la competició en una categoria estricta, sinó obtenir un prototip versàtil, capaç d'adaptar-se a superfícies dures amb rugositat moderada. El xassís està dissenyat com a plataforma oberta, prioritant l'encaix correcte de l'electrònica i la funcionalitat estable per sobre de l'optimització extrema d'un sol paràmetre.

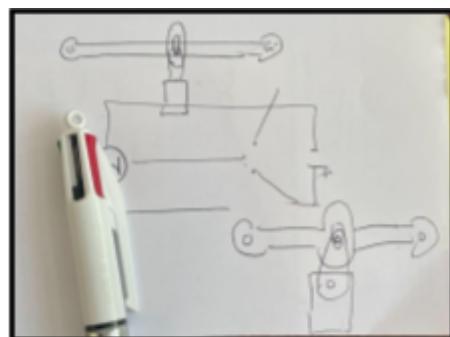
7.1.1 Disseny preliminar: esbossos, plànols

La primera proposta era una direcció que era accionada per un engranatge connectat al servo (Esbós 1) verticalment i amb una barra de subjecció.



Esbós 1. Esbosos inicials de la direcció

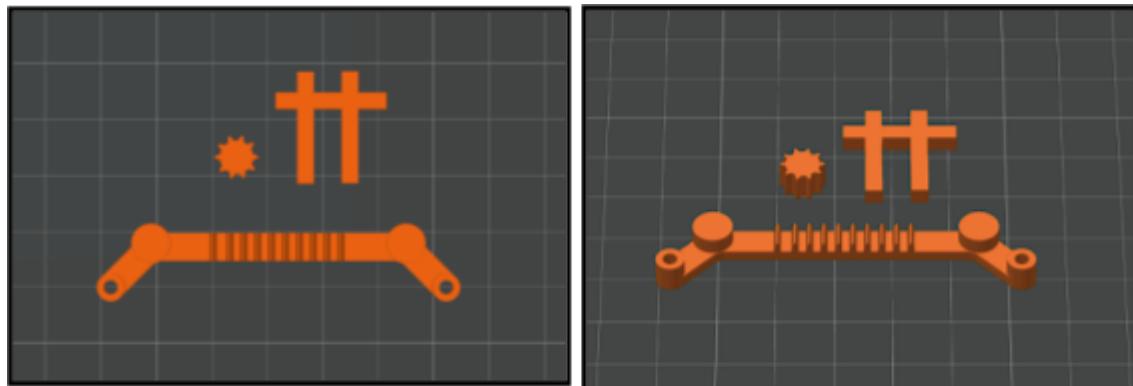
Amb assessorament extern (Cristóbal) vaig decidir eliminar l'engranatge intermedi i connectar directament el servo a la direcció (Esbós 2). L'objectiu és reduir jocs mecànics, millorar la resposta i simplificar el manteniment.



Esbós 2. Esbós fet amb Cristóbal de la direcció

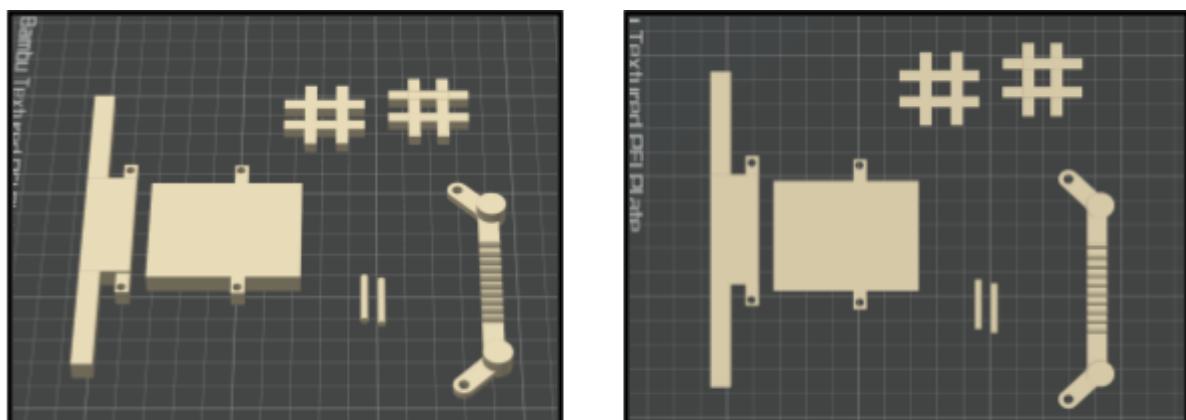
Creació d'un Vehicle RC imprès en 3D

A partir d'aquest esbós vaig començar a fer dissenys amb el Tinkercad (Disseny 1).



Disseny 1. Disseny inicial de la direcció al tallador 3d de BambuLab desde diferents vistes

Aquests dissenys inicials (disseny 1) no em van semblar adequats perquè no disposaven de punts de fixació fiables i necessitaven molts ajustos dimensionals. Després de comentar-ho amb el meu cosí, vaig concloure que calia un suport estructural que permetés ancorar la direcció i connectar-la amb les rodes; vaig modificar el model (Disseny 2).



Disseny 2. Disseny direcció anomenada al text al tallador de Bambu lab desde diferents vistes

Creació d'un Vehicle RC imprès en 3D

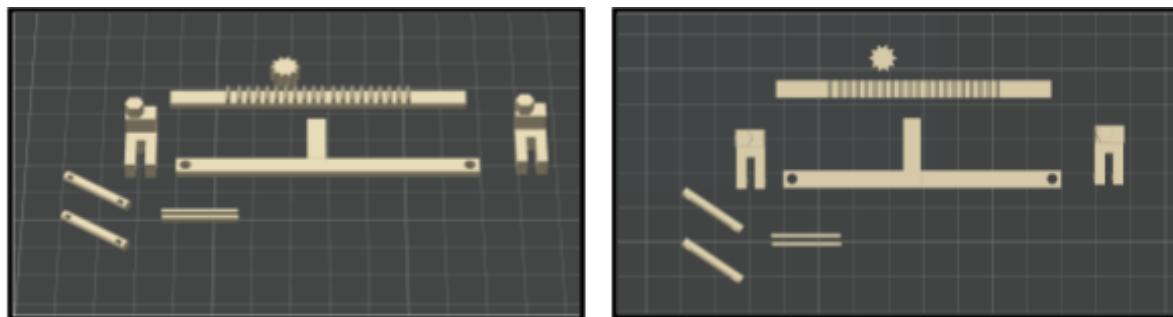
Amb el nou plantejament, la direcció ja començava a prendre forma, però no vaig preveure la inclinació lateral de la barra accionada per l'engranatge. Vaig fer més petita la barra central i la vaig fer més senzilla (Impressió 1), també vaig igualar les cotes d'alçada dels punts de gir, però encara no em convencía el resultat final.

Però el disseny no em va acabar de convèncer encara que fos molt viable, llavors vaig decidir apartar-lo sense provar-ho i vaig decidir fer un altre model.

En aquest nou model situava en paral·lel els punts de fixació i vaig treure les circumferències de la imatge de la direcció errònia, ja que interfereixen en el moviment de la peça.



Impressió 1. Prova de la direcció impresa en 3D

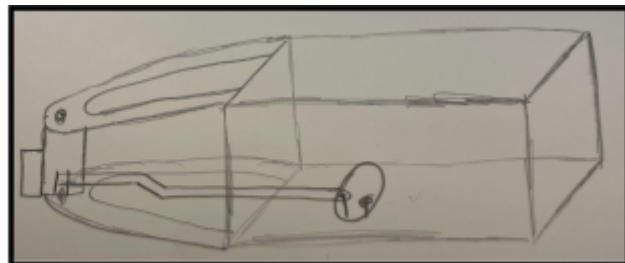


Disseny 3. Disseny al tallador de Bambu Lab de la nova direcció plantejada desde diferents vistes

Aquesta (Impressió 2) jo em pensava que seria la final, però no era suficientment rígida ni segura, ja que l'engranatge era molt senzill i les subjeccions molt dèbils.

Llavors vaig agafar aquest model i vaig anar a parlar amb Cristóbal per solucionar temes de rigidesa i que la peça fos més fiable. Vam arribar a la conclusió de què havia d'adoptar un altre estil.

Va ser allí investigant una mica vaig veure alguns dissenys que em convencien més. Llavors a partir de l'ajuda del Cristóbal i recerca vam establir un model de direcció (Esbós 3)



Esbós 3. Esbós de la nova idea de direcció

Creació d'un Vehicle RC imprès en 3D

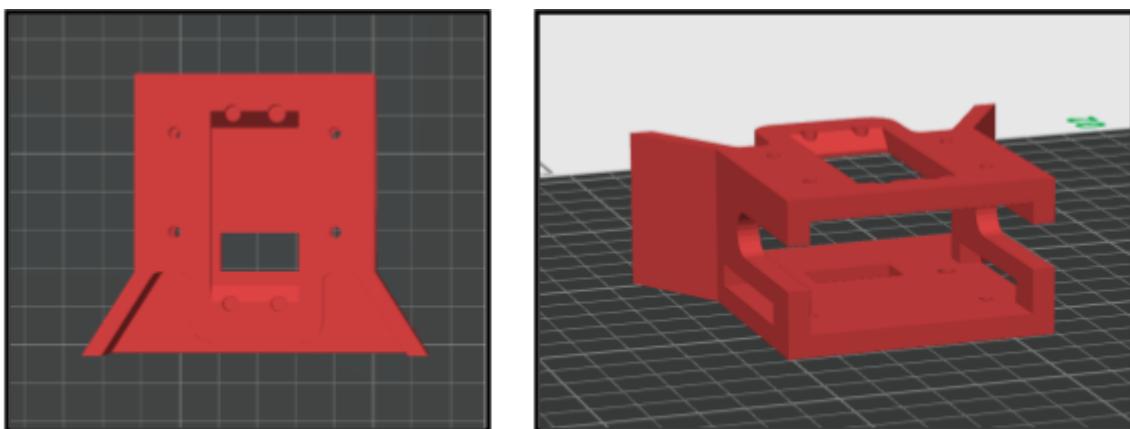
que seria més fàcil d'imprimir, fiable i segur.

Fet això vaig començar a fer esbossos, i a dissenyar-ho. Va ser aquí quan vaig trobar el projecte de *Duke Doks* que també havia fet un cotxe 3D i vaig acabar de captar la idea. Provant i provant amb diferents direccions vaig anar veient el funcionament i vaig acabar decidint-me per fer-la amb dues subjeccions dalt i baix i un palet que anés connectat al servo.

Vaig parar els esbossos al programa *Fusion 360* per començar a fer els models i les proves de la direcció.

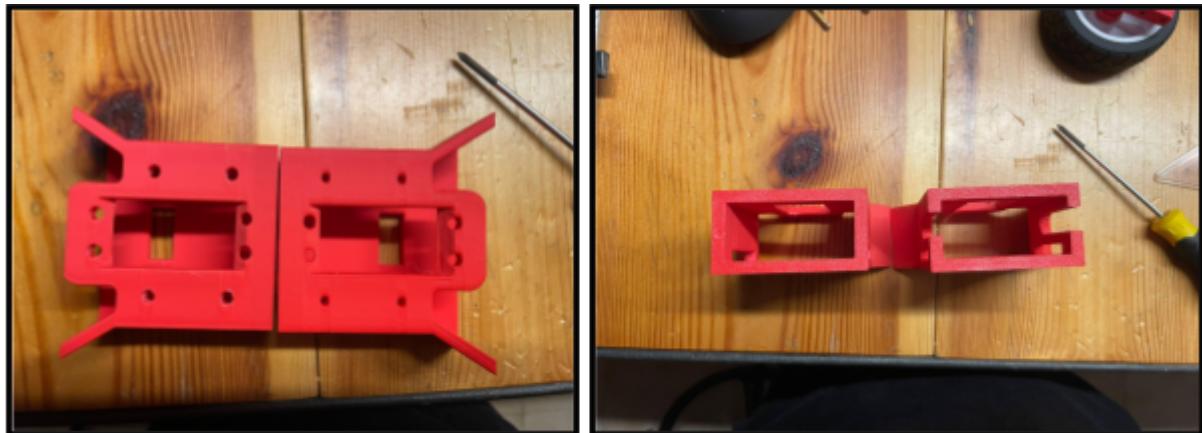
Aquesta peça la vaig connectar fent els forats de les de dalt més gran i l'altre més petit això feia que a dalt el caragol es mogués lliurement i a baix es mantingués enganxat.

Primer vaig fer l'estruatura (Disseny 4) amb el forat per situar el servo i els forats per on enganxaria posteriorment les peces.



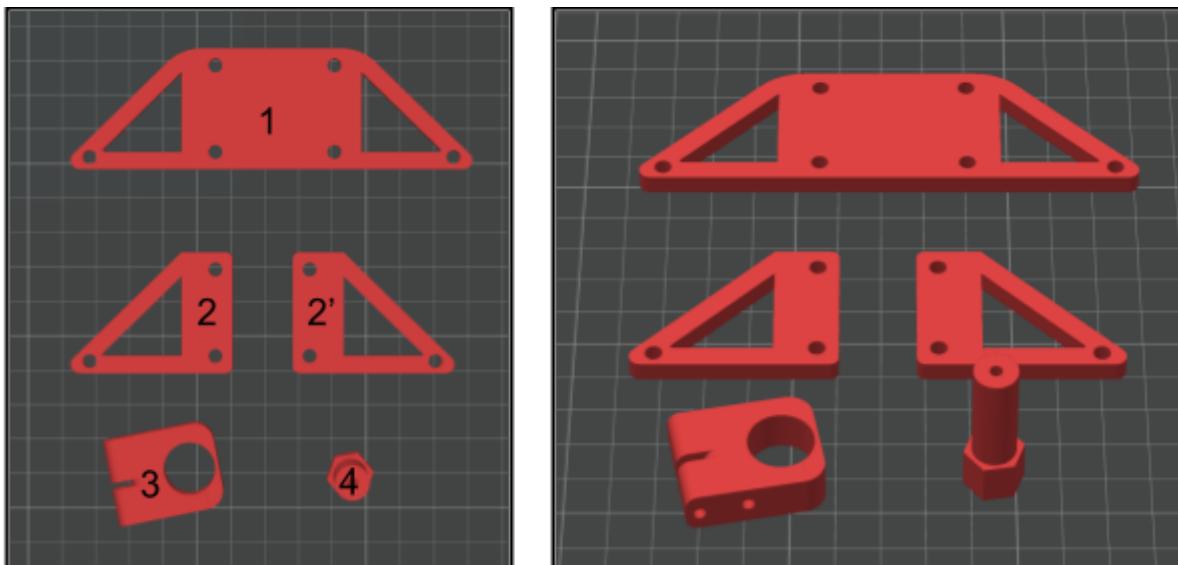
Disseny 4. Disseny de prova de la estructura de la direcció al tallador de BambuLab desde diferents vistes

Aquest era el disseny inicial del suport del servo i centre de la direcció, el de l'esquerra (Impressió 2) té els forats més grans perquè em vaig adonar que per a que quedes més ferm havia de fer els de les peces de la direcció més petits que els del suport del xassís.



Impressió 2. Compració de les Impressións 3D de la peça de la direcció

També vaig modificar la peça perquè tingués una ranura (Impressió 2) en la que es mogués la connexió entre el servo i la peça de la direcció que anava connectada a la roda.



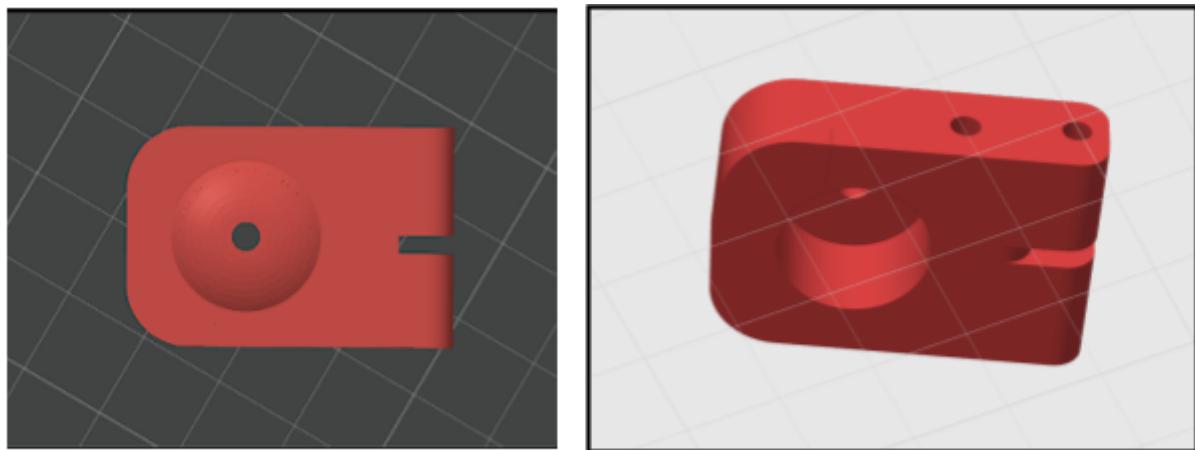
Disseny 5. Disseny de les peces de la direcció al tallador de Bambu Lab

Per a que la roda pogués girar vaig fer un sistema en el que hi ha una carcassa (figura 3 del Disseny 5) amb un forat on va un rodamunt aquest porta en l'interior la peça 4 que va connectada a la roda amb un caragol així gira independentment.

I per fer la connexió amb les rodes vaig replicar l'hexagon que tenien les rodes a l'interior i li vaig afegir un tub amb un forat dintre per poder passar un caragol.

Creació d'un Vehicle RC imprès en 3D

Però quan ho vaig muntar em vaig adonar de que el tubet es desplaça horitzontalment, ja que no tenia cap mena de topall i això suposa un problema. Vaig anar a parlar amb Cristóbal i em va dir que necessitava una tapa amb un caragol per a evitar que marxi però encara girava. Llavors vaig afegir una circumferència elevada damunt el forat la qual faria de toapll i permetria al caragol i la peça 4 girar perfectament.

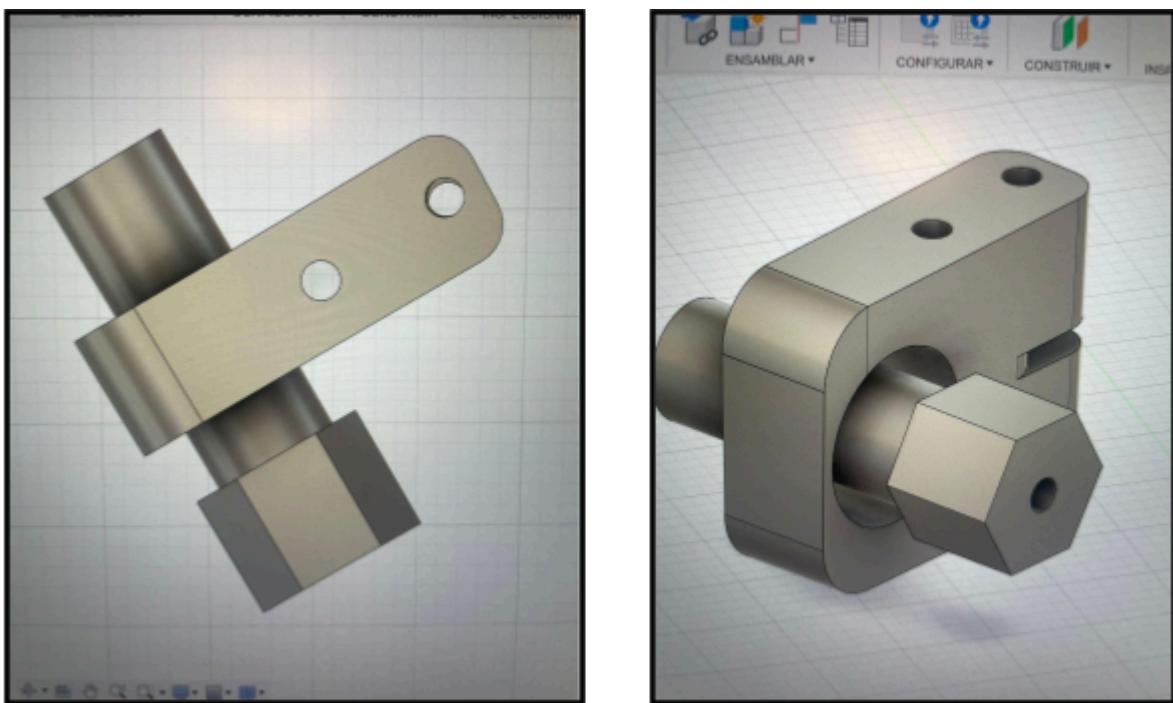


Disseny 6. disseny de la peça de la direcció al tallador de Bambu Lab amb diferents vistes



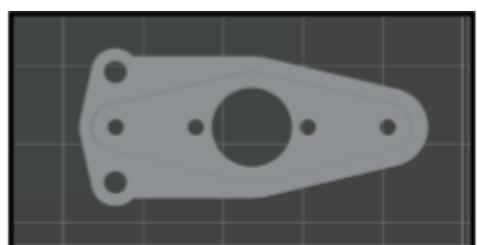
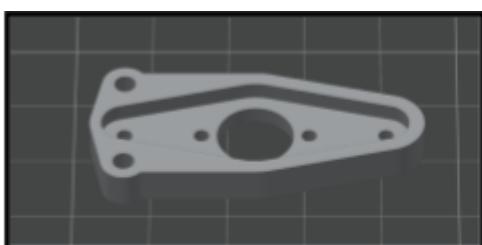
Impressió 3. Impressió 3D de la peça de la direcció

Creació d'un Vehicle RC imprès en 3D

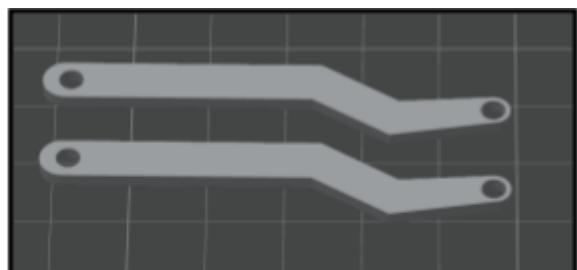


Disseny 7. Disseny de les dos peces de la direcció al programa Fusion 360

La peça d'acoblament del servo la vaig adaptar d'un model existent (projecte Duke Docks) per coincidència dimensional, amb modificacions pròpies per a la geometria de la direcció i l'hexàgon de roda. Aquesta reutilització redueix temps d'assaig sense comprometre l'adequació al disseny.



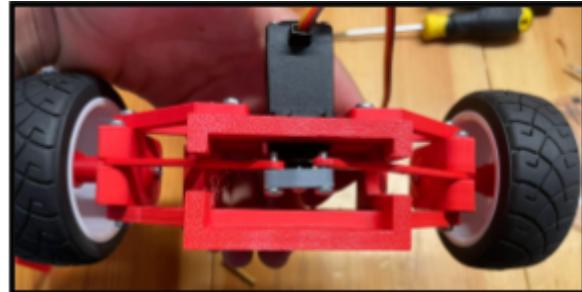
Disseny 8. Disseny copiat del projecte Duke Doks al Tallador de Bambu Lab desde diferents vistes



Disseny 9. Disseny adaptat del projecte Duke Doks al tallador de Bambu Lab desde diferentes vistes

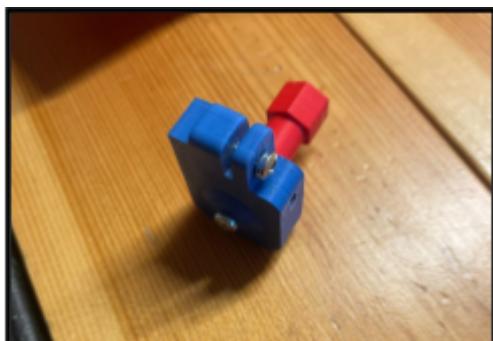
A partir d'això vaig anar ajustant mesures i les peces en quant a mesures, perquè quedés bé.

Una vegada connectat el servo amb les rodes només em calia anar perfeccionant peça que els connectava perquè quan la direcció estigués en neutre les rodes estiguessin paral·leles.



Impressió 4. Impressió en 3D de la prova de direcció completa

També vaig haver de retallar la part per on passa el caragol, ja que tocava amb les peces de la direcció i no podia girar. D'això em vaig adonar quan vaig connectar el servo.



Impressió 5. Impressió 3D del rediseny de les peces de la direcció que connecten a la roda

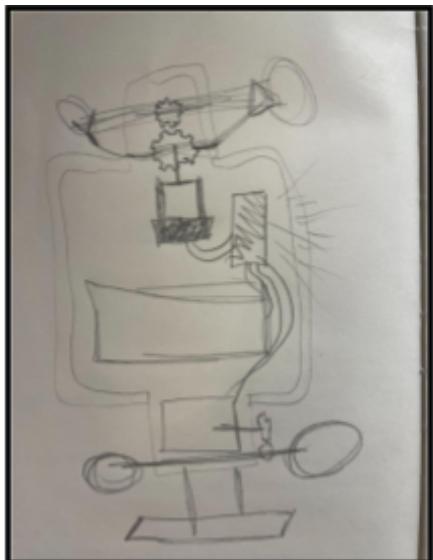
I així vaig deixar enllestida la direcció, va ser una part difícil a causa de la complexitat del funcionament, però en quan vaig veure com funcionava una i amb ajuda d'alguns models vaig aconseguir arribar fins aquest producte final.



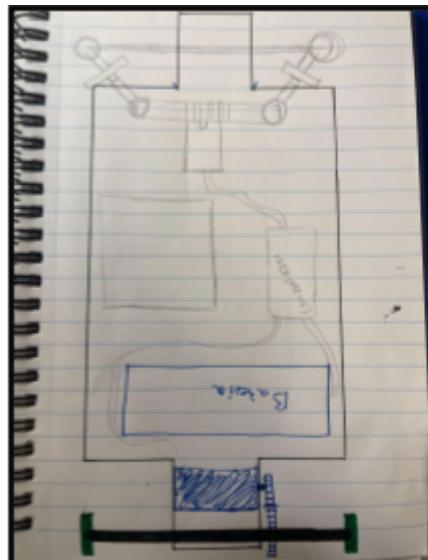
Impressió 5. Impressió en 3D de la prova de direcció completa

7.2 Xassís i Sistema de tracció

Per fer el xassís primer vaig començar amb un disseny preliminar, més que res per fer-me una idea de la forma, mida i quadrar l'electrònica.

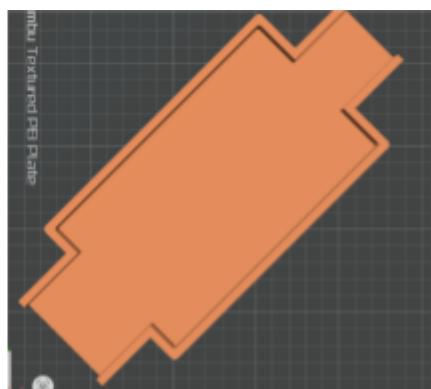
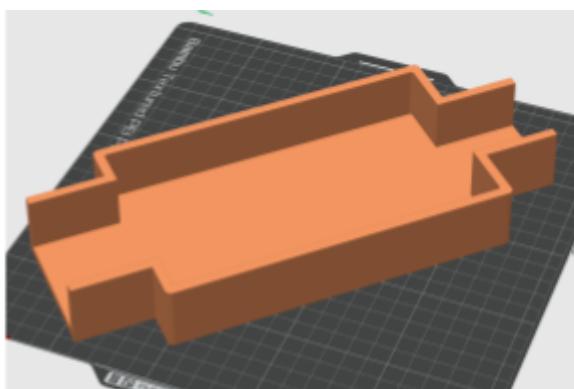


Aquest era inicialment el disseny, jo tenia pensat fer la direcció que he explicat a la part inicial de la direcció (disseny 1), amb un motor que feia girar l'engranatge.



Esbós 4. Esbossos del prototip inicial del vehicle

Inicialment, vaig fer un xassís de prova (Disseny 10) per poder tenir una referència de les mesures en físic anar retocant el que em semblés convenient.



Disseny 10. Disseny de la prova del xassís inicial al tallador de Bambu Lab desde diferents vistes

Creació d'un Vehicle RC imprès en 3D

Quan vaig imprimir (Impressió 6) aquest disseny que van ser uns 102 g el vaig aprofitar per agafar referències de les mesures i anar dibuixant on aniren les peces per anar quadrant les mesures.

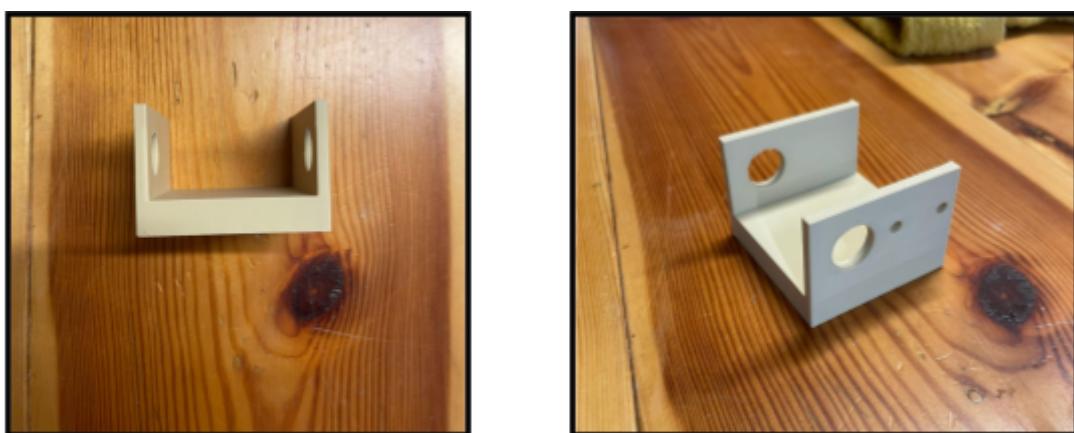


Impressió 6. Impressió en 3D del xassís inicial de prova amb dibuix de la distribució de l'electrònica

Aquests Xassís van ser els primers esbossos impresos inicials, amb aquests em vaig començar a fer la idea de com seria, i de la mida.

Quan vaig acabar de fer això, em va arribar ja el motor i el controlador, llavors vaig començar a fer el sistema de tracció del vehicle.

Vaig començar amb algunes impressions (Impressió 7) que consistien en dos forats pels quals hi passava un eix de plàstic que anava just pels forats dels rodaments, llavors girava amb el rodamenter.



Impressió 7. impressió 3D del sistema de tracció desde diferents vistes

Creació d'un Vehicle RC imprès en 3D



Impressió 8. Impressió 3d tracció amb els engranatges

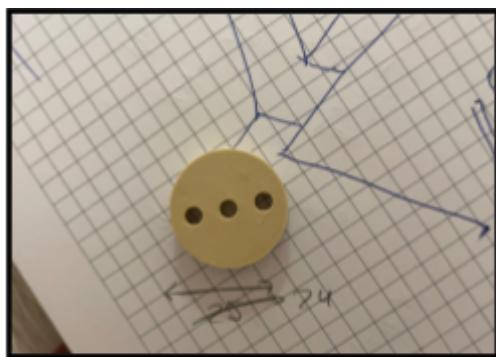


imatge 21. Rodaments en un regle

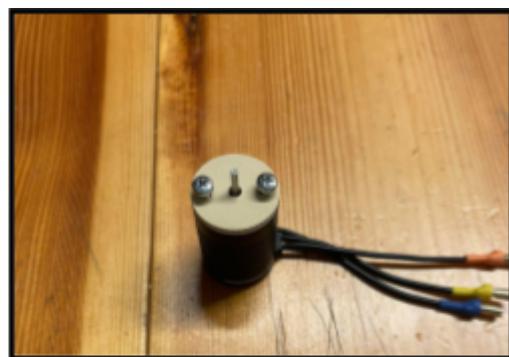
Per aquesta part vaig aprofitar uns rodaments (imatge 21) dels pedals de la bici que tenia de recanvi, ja que la mida era prou bona per al disseny, ja que no eren ni massa grans ni massa petits.

Aquest feien de mesura 15x10 i per introduir-los a la peça vaig haver de respectar una tolerància, però la vaig fer molt petita, ja que així costava més de col·locar, però també era més difícil que és Ortigues.

Amb aquestes proves (impressió 8, 9) ja vaig començar a millorar i adaptar les peces. Primer vaig començar per muntar el motor. Al principi vaig fer unes proves circulars per veure si encaixaven bé els forats:



Impressió 9. Peça 3D de prova per saber si coincidia en el motor

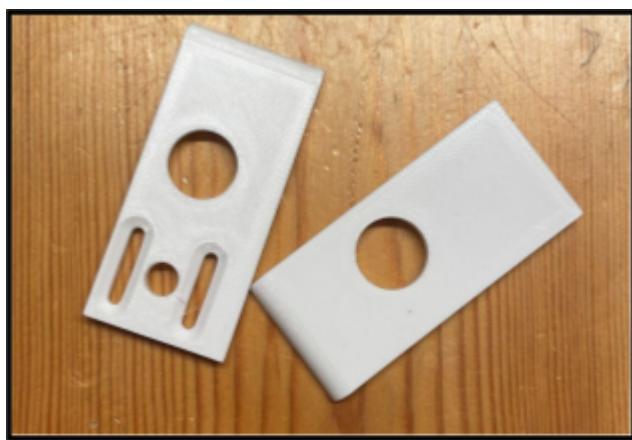


Amb aquestes proves enllestides ho vaig ficar en el sistema de tracció.

Com que l'encaix (Imatge 22) general era correcte, vaig iniciar el desenvolupament de la direcció. Primer vaig elaborar esbossos a mà i, a partir d'aquests, vaig generar models preliminars en Fusion 360 que vaig imprimir i anar modificant iterativament.



Imatge 22. Motor connectat al sistema de tracció



Impressió 10. Impressió en PETG de les parets del xassís

El xassís el vaig construir a partir d'un esbós base, que vaig adaptar dimensionalment segons els requisits d'espai de l'electrònica i de la transmissió. En una iteració posterior (Impressió 11) es va reduir notablement l'efecte warping. Per minimitzar-lo sense adquirir una nova bobina de PLA bàsic, ja que el PLA mat (el que estava utilitzant) produeix warping en impressions prolongades, vaig aplicar adhesiu de barra sobre la placa d'impressió per augmentar l'adherència; el resultat va ser satisfactori.

Per al mòdul de tracció, vaig separar la carcassa en dues parets (Impressió 10) paral·leles per poder introduir l'eix i limitar-ne el joc. A cada paret hi vaig afegir un reborde interior (topall)—definit després de consultar-ho amb el Cristóbal— per evitar el desplaçament axial del rodamunt sota càrrega.

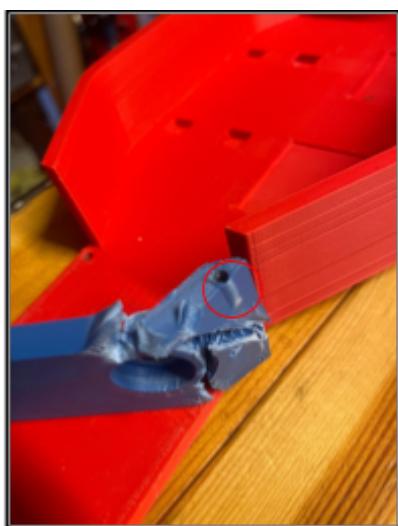


Impressió 11. Impressió 3D del nou xassís



Impressió 12. Impressió del nou xassís desde una altra vista

En acabar el xassís de prova (Impressió 11 i 12), vaig veure que alguns caragols no quedaven ben alineats. Un d'ells estava massa a prop d'una paret (Error 1) fins i tot feia que es trenqués per falta de material. Ho vaig solucionar movent els forats, augmentant una mica el gruix en aquella zona i assegurant que hi hagués prou suport al voltant de cada subjecció (Impressió 13).

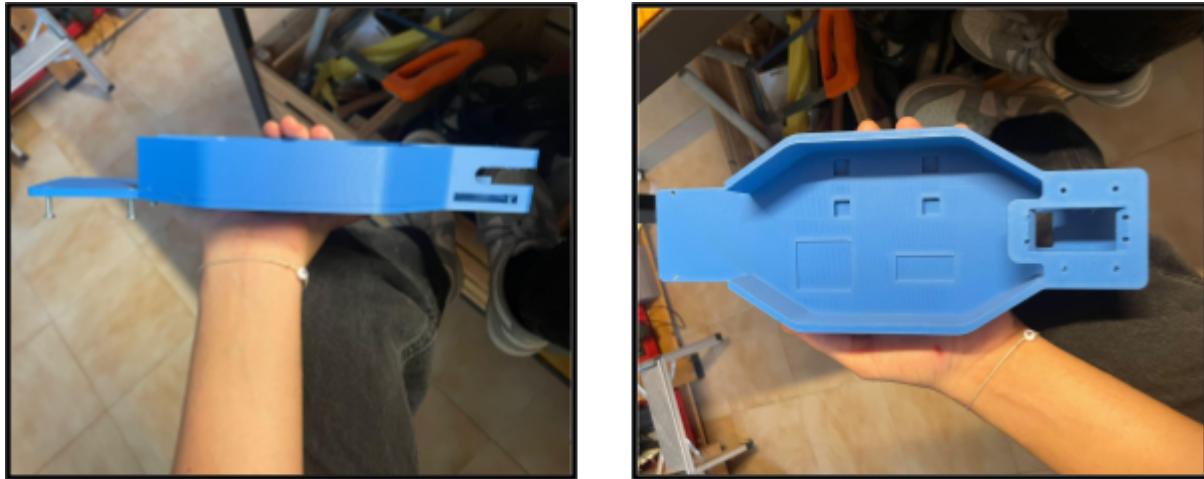


Error 1. Error de disseny de la pared



Error 1. Error de disseny de la pared

Creació d'un Vehicle RC imprès en 3D



Impressió 13. Impressió 3D del redisseny del xassís amb els forats alineats. Des de diferents vistes

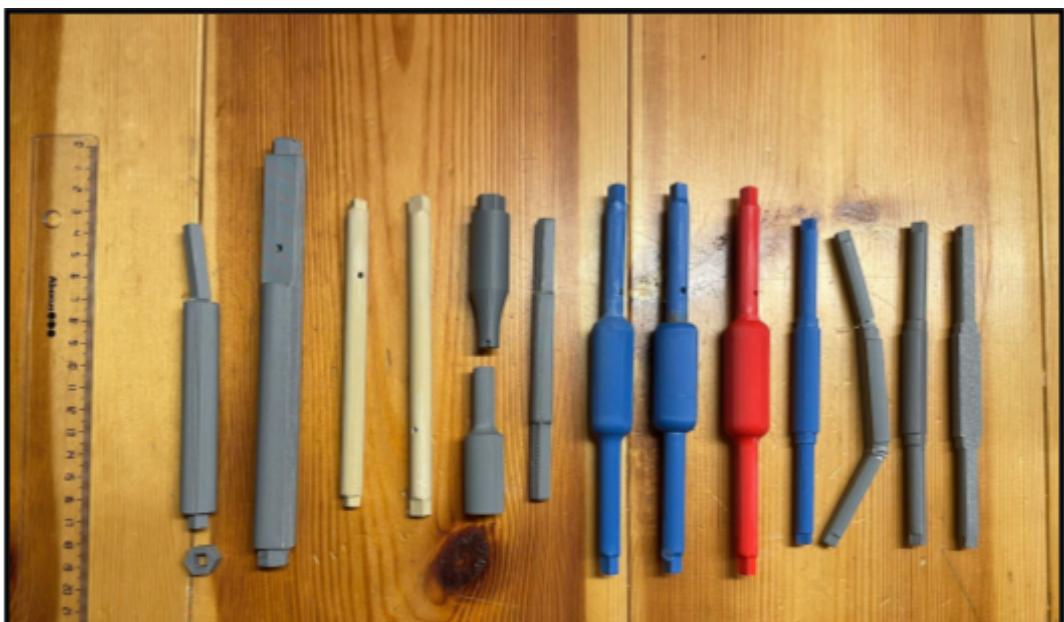
Un cop això fet vaig començar a fer l'eix (Impressió 14), aquesta va ser una peça que va canviar molt d'ença que la vaig fer inicialment, ja que al principi jo pensava fer un eix circular en el qual introduïs l'engranatge i ja, però quan ho vaig ficar a prova:



Impressió 14. Prova inicial de l'eix en la tracció inicial perquè tenia en aquest el motor instal·lat

Lògicament, l'eix es movia de costat a costat, va ser allí quan vaig haver de començar a buscar solucions, la inicial va ser ficar uns engranatges helicoidals el que faria que hi hagués un "topall" que no permet que es desplaçés, però això no era suficient.

Vaig anar a parlar amb Cristóbal i em va dir que necessitava augmentar el radi interior, i això vaig fer.



imatge 23, Imatge de totes les proves d'eixos ordenats cronològicament

Al final vaig arribar a la conclusió de que el millor era fer les mesures amb menys diferència entre cada circumferència i fer una part plana perquè a l'impressió no hi hagués l'error que he explicat abans que augmenta una mica el diàmetre, per culpa dels suports.

Un cop amb l'eix aclarit més o menys vaig començar a fer proves dels engranatges, aquesta vegada vaig utilitzar un generador de [MakerWorld](#), que em permet fer engranatges helicoidals.

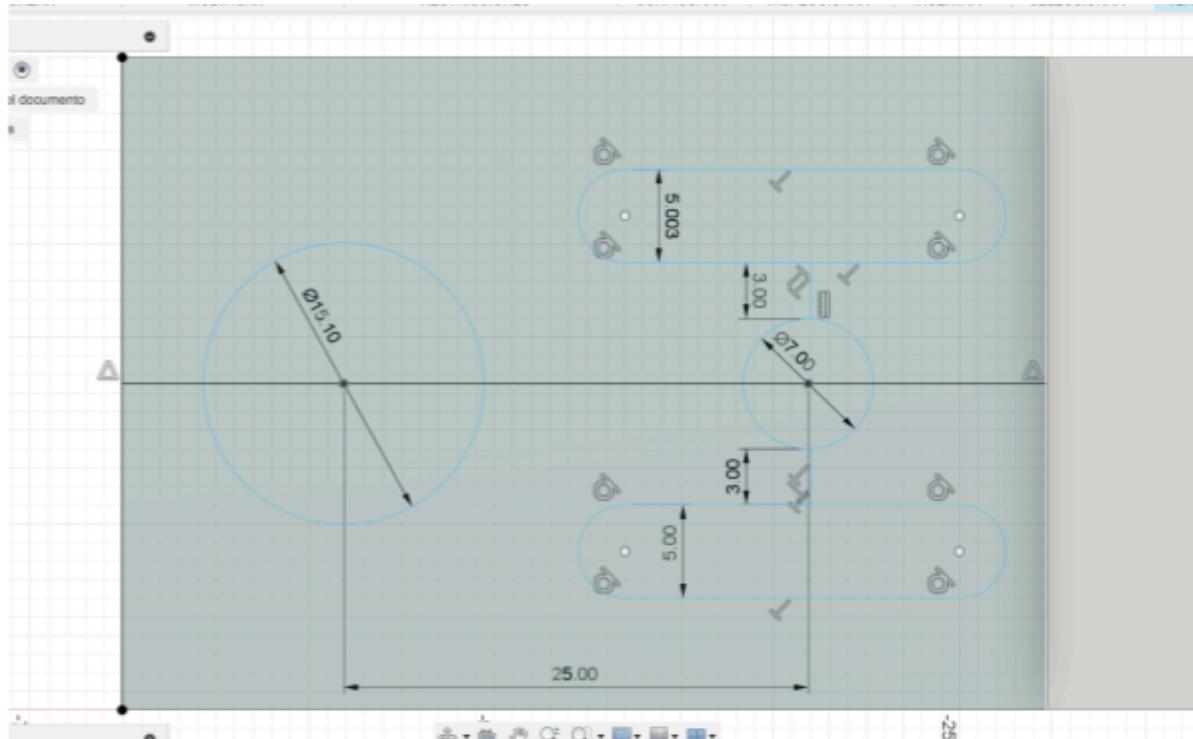
En quant a les mesures em vaig ajudar del Chat GPT, que després de estar parlant i ajustant mesures vam arribar a què el millor era:

x1 Engranatge 35 dents

x1 Pinyó 15 dents

25mm de distància entre centre i centre

Creació d'un Vehicle RC imprès en 3D



Imatge 24. Imatge del esbós de la tracció al programa Fusion 360



Impressió 15. Impressió d'eix engranatges i connexions de la direcció

Ho vaig ficar en funcionament, però no vaig tindre en compte la fricció del pinyó amb la paret del xassís llavors es va quedar enganxat (Error 2). Llavors vaig haver d'anar demana ajuda al Cristóbal

A l'engranatge li vaig afegir un cercle interior més alt (7 mm) amb un forat lateral per a connectar-ho a l'eix, del pinyó també li vaig ficar el cercle interior, i amb un forat de diàmetre 1.9 perquè entres bé l'eix del motor (Impressió 15).



Error 2. Error per adherència del engranatge amb la part resultant per fricció

perquè em dones un consell de com arreglar això.

Em va dir que havia de fer la part que tocava més petita perquè només toques la part del rodamunt que girava amb el mateix eix (Impressió 16).



Impressió 16 . Engranatge final imprès en PETG. Des de diferents vistes

El conjunt funcionava correctament i vaig decidir quedar-me aquest model com a versió de referència. Un cop totes les peces modificades i ajustades, vaig procedir al muntatge per fer les proves inicials; però, en encendre el motor no va respondre. El motiu era la bateria LiPo descarregada i el fet que no disposava del carregador específic (no ho havia previst: les LiPo requereixen un carregador dedicat). Vaig haver de comprar el carregador adequat, un cost addicional no pensat inicialment. Amb els engranatges ja ajustats i girant amb fluïdesa, vaig deixar el sistema llest per a la posada en marxa tan bon punt tingués la bateria operativa.

Mentre esperava l'arribada de la bateria, vaig decidir remodelar el xassís i reduir-ne la mida per poder integrar-hi una carroseria i millorar-ne l'aspecte visual. Vaig retallar elements no funcionals i vaig reconfigurar punts crítics per incrementar la rigidesa i ajustar el conjunt al volum requerit per l'electrònica i la transmissió.

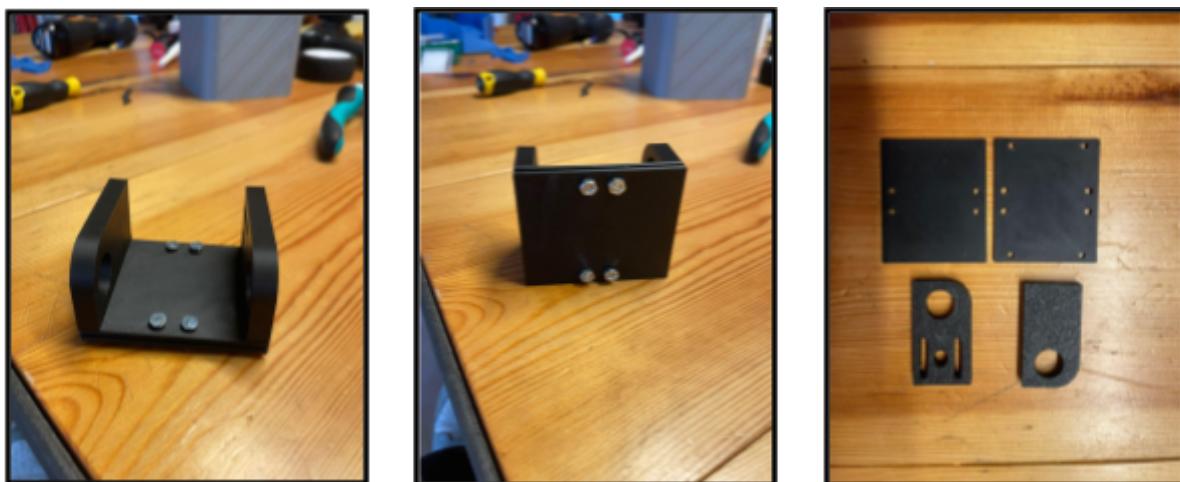
7.3 Sistema de suspensió

Com que no tenia prou temps per dissenyar una suspensió amb amortidors, vaig agafar com a referència el projecte Duke Docks. Allà vaig veure que l'autor feia servir TPU per donar una mica de flexibilitat: les peces de direcció davanteres estaven impreses en TPU i

Creació d'un Vehicle RC imprès en 3D

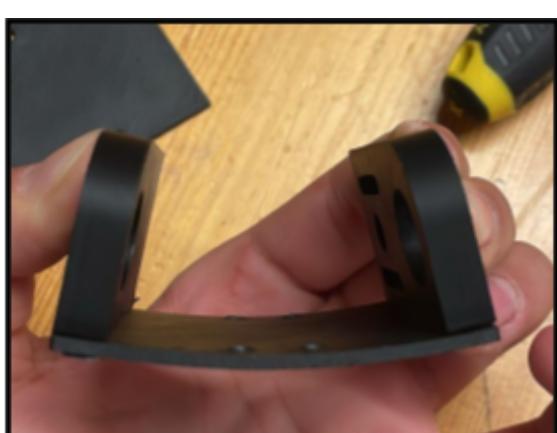
al darrere hi posava una làmina del mateix material per esmorteir els cops. Vaig decidir aplicar aquest sistema al meu disseny (Impressió 17).

No és una suspensió amb amortidors com a tal, però a part de ser un enfoc diferent, permet augmentar el nombre de peces impreses en 3D i simplifica tant el muntatge com el manteniment. El punt negatiu és que té un rang d'esmorteïment més limitat, depèn de com s'imprimeixi la peça i el material es pot cansar amb el temps. Tot i això, vaig considerar que aquests inconvenients eren acceptables per aquesta fase del prototip.

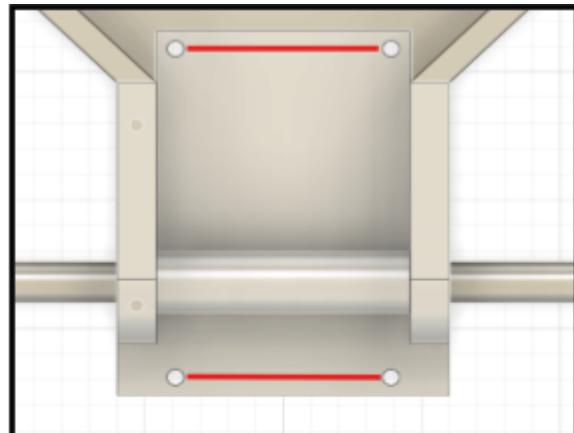


Impressió 17. Impressió en 3D PLA de prova del nou sistema de suspensió. Desde diferents vistes

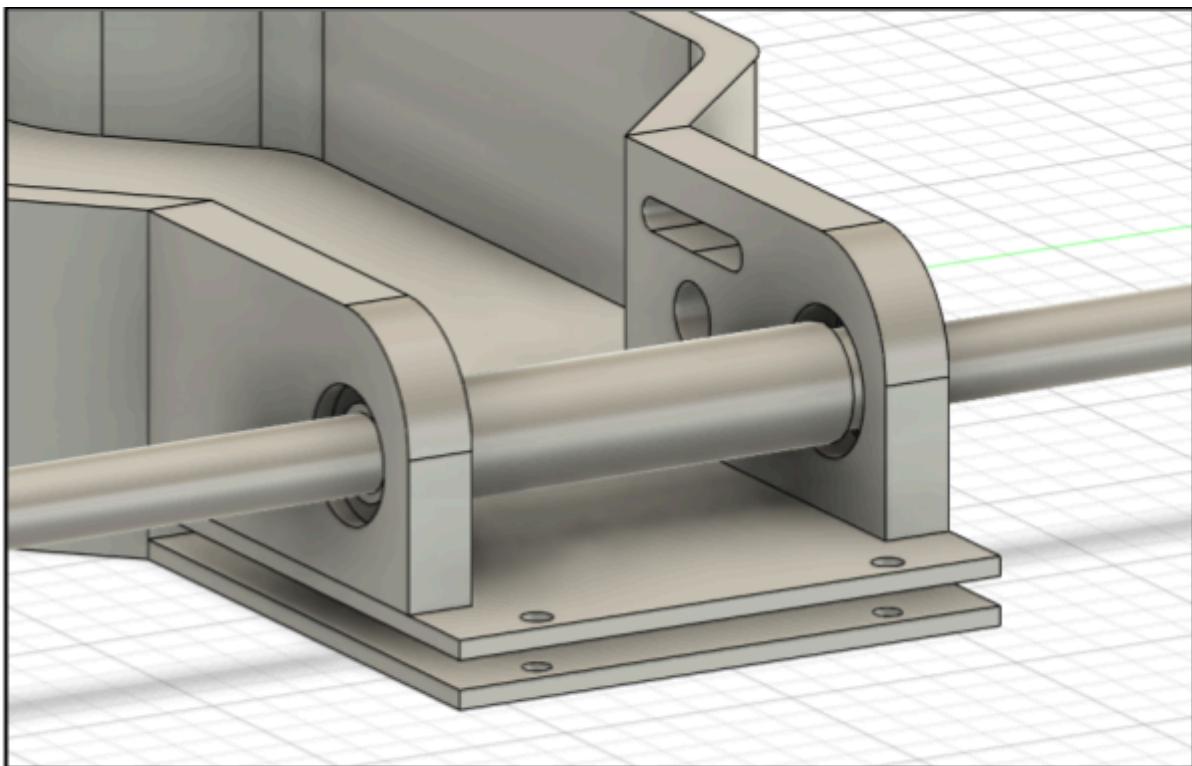
Quan vaig provar el moviment que havia dissenyat, les parets es doblegaven cap a dins (Error 3) i això feia que l'eix no funcionés bé. Vaig veure que havia posat els caragols massa al centre i, a més, coincidien just amb la zona on les parets quedaven enganxades. Ho vaig arreglar movent els caragols cap a fora i traient-los de la superfície (Disseny 11 i Imatge 25) on s'unien les parets. Amb aquest canvi, en passar per un obstacle s'aixecava tot el mòdul de tracció, aconseguint l'efecte de suspensió flexible que volia.



Error 3. Error d'ubicació dels cargols



Disseny 11. Rediseny i reubicació dels forats



imatge 25. Vista del nou sistema de suspensió desde el programa Fusion 360

Arran d'aquestes modificacions em vaig veure obligat a tornar a redimensionar el xassís. Vaig escurçar el tram central de 120 mm a 80 mm, i vaig compactar el mòdul de tracció per reduir volum i pes sense comprometre la rigidesa. La peça de la direcció la vaig conservar, però en la zona posterior la vaig allargar 20 mm abans d'afegir el reborde; d'aquesta manera, vaig evitar que les rodes interferissin amb el xassís en gir complet.

Per assegurar-me de que tot cuadres vaig:

Situar els forats que hi havia al centre en els laterals alineats entre ells

Allargar la peça de la direcció (Disseny 4) perquè les rodes no interferissin amb el xassís

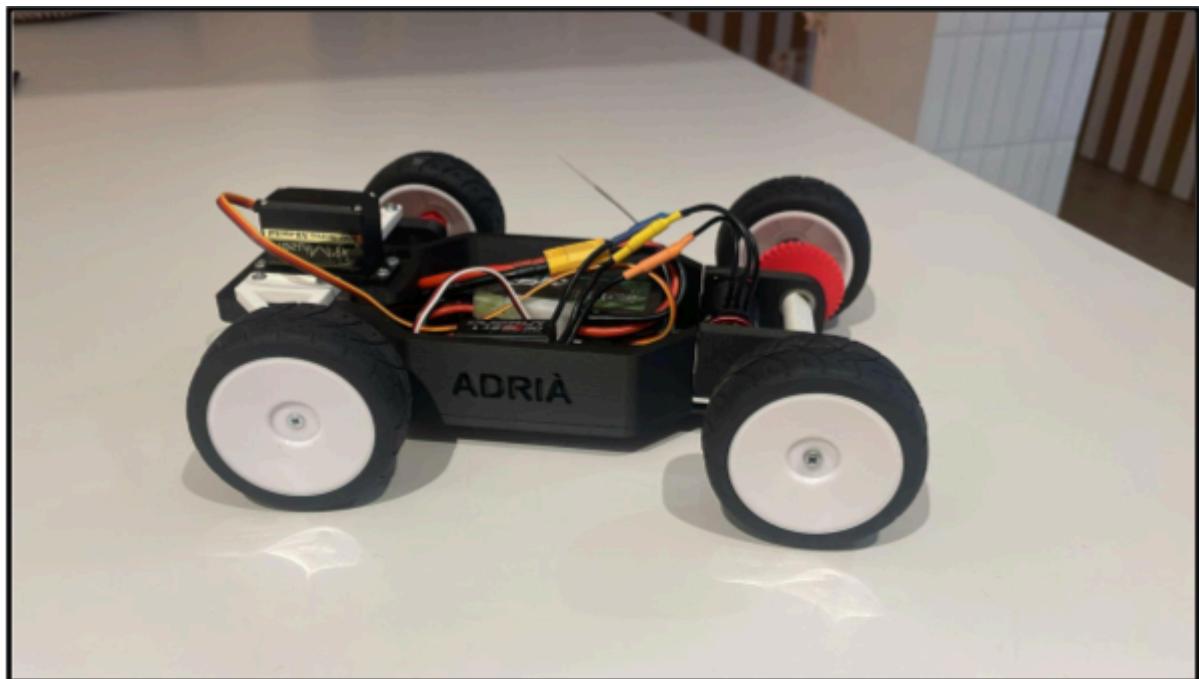
Revisar l'espai del cablejat perquè quadres i no faltés espai

Aquestes modificacions van fer que es reduís el temps i material d'impressió, a part vaig centrar més els components cap al centre del vehicle fent que sigués mes estable.

Creació d'un Vehicle RC imprès en 3D

Un cop amb aquestes modificacions enllestides, les peces ja estaven preparades per a fer l'impressió final. Però se'm presentava un altre problema, no m'havia arribat el TPU per imprimir les peces de la direcció i la placa del darrere. Però la impressió la vaig fer igual, el material m'arribava la setmana següent llavors un cop el tingues només caldria imprimir la peça de la placa en TPU i les peces de la direcció.

El vehicle amb el nou xassís i muntat quedava així (Annexos 13 i 14):



Imatge 27. Imatge del projecte final acabat



imatge 28.. Imatge del projecte final acabat desde una altra vista

8. Explicació pas a pas del muntatge

També com que considero que amb un projecte escrit trobo que no es pot expressar ni mostrar del tot el que he fet. Aquesta web l'he creat una pàgina web amb ajuda de codex (una eina de programació lligada amb el ChatGPT) amb la finalitat de poder mostrar tant vídeos com a models 3D des d'en el que es pot accedir tant en el format digital a través d'un enllaç com en el format físic copiant la direcció de pàgina a l'ordinador o telèfon mòbil fàcilment, així es podrà veure i interactuar amb el meu projecte més fàcilment. A part dintre de la web també hi ha diversos apartats que resumeixen la feina feta, i es pot descarregar directament el projecte des d'allí, sent una eina de mostra molt útil i pràctica.

Enllaç: rctdr.net

9. Materials i components utilitzats

A continuació deixo el llistat total de materials i components elèctrics utilitzats en el projecte:

X1 bobina PETG (només la vaig utilitzar per fer els rodaments i el suport del motor i eix).
x1 bobina PLA en quant a pes, ja que he utilitzat diferents colors
x1 Motor Hobbywing Quick Run Combo (ja venia amb el ESC)
x1 Bateria OVONIC
x1 Kit controlador i transmisor radio control 2.4 Ghz
x1 Kit de rodes
x4 rodaments 10x15 (de casa)
x1 caixa de carols 3x10 (3.80€)
x1 caixa de cargols 3x18 (4,40€)
x1 destornillador estrella | de casa |
x1 trepat | de casa |
x1 tac de paper de vidre | 0.50€ |
x1 paper de vidre | 1,20€ |
x1 paper de vidre amb mànec | de casa |
x1 Bambú lab A1
x1 Batería IMAX
x1 Adaptador XT60

10. Proves i resultats

Després de fer les proves de funcionament del vehicle me'n adono de què, funciona. encara ha moltes peces i ajustos a corregir però això ho reservo per perspectives de continuitat.

10.1 Problemes detectats:

Els engranatges després d'un bon ús s'acaben degradant i trencant poquet a poquet.

La direcció no està al 100% alineada ja que les peces s'han de acabar de ajustar.

10.2 Parts positives

El vehicle corre més de l'esperat (els tests de velocitat estan en els vídeos de la web).

És més compacte i estable del que em pensava inicialment.

Els components resisteixen molt bé a tots els processos donats a terme en les modificacions.

Per saber el temps que la bateria podrà funcionar fem una fórmula $t = \frac{\text{Ampers}}{\text{Intensitat}}$

$$5 \text{ Ampers} \rightarrow \frac{2.2}{5} = 0,44 \text{ h} \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 26.4 \text{ min}$$

$$10 \text{ Ampers} \rightarrow \frac{2.2}{10} = 0,22 \text{ h} \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 13.2 \text{ min}$$

$$20 \text{ Ampers} \rightarrow \frac{2.2}{20} = 0,11 \text{ h} \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 6.6 \text{ min}$$

Aquí tenim que en una bateria de 2200 mah tenim màximes de 20 llavors la bateria si la portem al límit durarà poc, en canvi, si no li exigeixo tant durarà més.

10.4 Maniobrabilitat

En quant a la maniobrabilitat el vehicle es comporta molt bé i el servo gira correctament, les rodes no toquen a les parets, però encara falta d'ajustar perquè la direcció estigui totalment alineada les peces que connecten el servo amb les rodes (Disseny 9).

10.5 Problemes i resolucions finals

L'únic problema i imprevist ha sigut que no he estat a temps de rebre el filament TPU per imprimir les peces que ho necessitaven. Però quant arribin immediatament imprimiré les peces.

11. Conclusió General

En quant a la creació del vehicle. Ja sabia que seria un projecte que portaria problemes inesperats i preocupacions constants per part de les peces, ajustos i el document.

És veritat que aquest projecte ha donat com a resultat una recerca no tant profunda en el sentit d'haver d'estar buscant en moltes pàgines i llibres, com que ha sigut més trencar-me el cap en com fer les peces, com encaixar-les, quins materials i combinacions han sigut més efectius. Trobo que aquesta cerca ha sigut molt més pràctica en el sentit d'haver de provar de moltes maneres fins a donar amb el resultat, i no tant de buscar la resposta i tenir-la.

Per una altra part, m'agradaria comentar el que hauria fet si tornaria a començar, i la veritat és que ara mateix si comencés amb l'experiència que tinc i l'aprenentatge que he obtingut m'evitaria una gran quantitat d'obstacles com, dedicar més temps al disseny i no optar per imprimir la peca de pressa després d'un canvi, això una cosa que he anat fent cada cop menys. També em centaria més en la transmissió, ja que crec que es podria haver reforçat molt i he optat per una prou bàsica.

11.1 Aprenentatges tècnics i personals

En aquest treball he après molts coneixements nous en molt poc temps. He après a dissenyar amb un programa nou (Fusion 360) completament diferent del que estava acostumat (Tinkercad) principalment per necessitat, ha sigut jo diria un aprenentatge forçat exprés en el qual he après moltes tècniques de disseny. També ha sigut un aprenentatge forçat exprés en el sentit de la impressió 3D, malauradament no havia pogut comprar-la abans i vaig haver d'iniciar-me en la posada en pràctica paral·lelament amb l'inici del desenvolupament del meu cotxe, això va fer que com un començat que era cometés errors que ara mateix em semblen ridículs, però que van formar part de l'aprenentatge, aprenentatge que considero molt valuós, ja que en aquests temps que he anat aprenent aquestes habilitats de disseny a la vegada he anat desenvolupant una habilitat que qui sap potser em serveix en un futur amb el qual vull estudiar i això m'obre noves oportunitats, i estalvia temps.

Igualment he après aaprofitar i esprémer al màxim el meu temps, ara mirant enrere veig que no només he aprofitat el temps sinó que l'he espremut vull dir que fins ara a l'hora de fer treballs jo sentia que podia fer molt més, però veia que no ho feia per mandra, però en aquest projecte he après a dedicar qualsevol estona encara que fossin 20, aquests 20 min eren molt més valuosos, ja que els aprofitava al màxim ficant el meu 100%.

Per una altra part, he après molt sobre diferents tipus de materials 3D i components d'electrònica enfocats en el radiocontrol i funcionament de sistemes elèctrics que no havia vist ni manipulat abans. A part d'això també he creat una habilitat sobre la mecànica i el muntatge del cotxe, m'arre fereixo als caragols que havia d'utilitzar, eines manuals com trepants, papers de vidre, material per tal d'assolir el millor acabat en plàstic com l'alcohol.

11.2 Perspectives de continuïtat

Pel que fa a la continuïtat del projecte jo ho trobo obvi, ja vaig escollir un projecte que m'agradés i em motives, llavors continuar fent el projecte no és una idea que descarti al contrari ja tinc pensades coses que m'hagués agradat fer, però per temps no he pogut, com per exemple:

- Afegir una carroseria de ral·li que ja tinc pensat com ho faré, i anar millorant els components
- Fer una capsa adaptada per al vehicle amb foam dintre per poder-lo transportar desmuntat.
- Fer un diferencial per la part del darrere del vehicle el qual permetrà que cada roda giri independentment i pugui situar el motor verticalment.
- Difusió projecte en pàgines com Maker World, Printables i fins i tot amb la web
- Polir les peces de connexió de la direcció per a que estiguin perfectament alineades

Però tot això són canvis que comporten molt de temps i treball darrere així que els aniré fent tranquil·lament, ja que aquest curs m'he d'enfocar a treure les millors notes, però no dubto aprofitar estones lliures per donar-li la continuïtat merescuda.

12. Fonts telemàtiques

Pàgines web:

RC Fanatic. Accés el: octubre 2025.

URL: <https://rcfanatic.es/>

Font principal per a la informació sobre components elèctrics del projecte.

Autos a Control Remoto. Accés el: octubre 2025.

URL: <https://www.autoscontrolremoto.online/>

Consulta sobre la història dels vehicles RC.

RC Team. Accés el: octubre 2025.

URL: <https://www.rcteam.com/>

Consulta de l'apartat d'engranatges per al projecte.

Pàgines web per a la compra de productes:

Amazon. Accés el: octubre 2025.

URL: <https://www.amazon.com/>

Consulta per a la compra de material elèctric.

RC Pro. Accés el: octubre 2025.

URL: <https://www.rc-pro.es/>

Consulta per a la compra del combo motor-ESC.

Pàgines per a consulta general:

ChatGPT. Accés el: octubre 2025.

URL: <https://chat.openai.com/>

Consulta per a resolució de dubtes, revisió de criteris i suport en la redacció del projecte.

YouTube. Accés el: octubre 2025.

URL: <https://www.youtube.com/>

Consulta sobre impressió, disseny 3D i funcionament de vehicles RC.

Consultes específiques:

Reddit. Accés el: octubre 2025.

URL: <https://www.reddit.com/>

Consulta per a la resolució de problemes puntuals amb la impressora 3D.

Autodesk. Accés el: octubre 2025.

URL: <https://www.autodesk.com/>

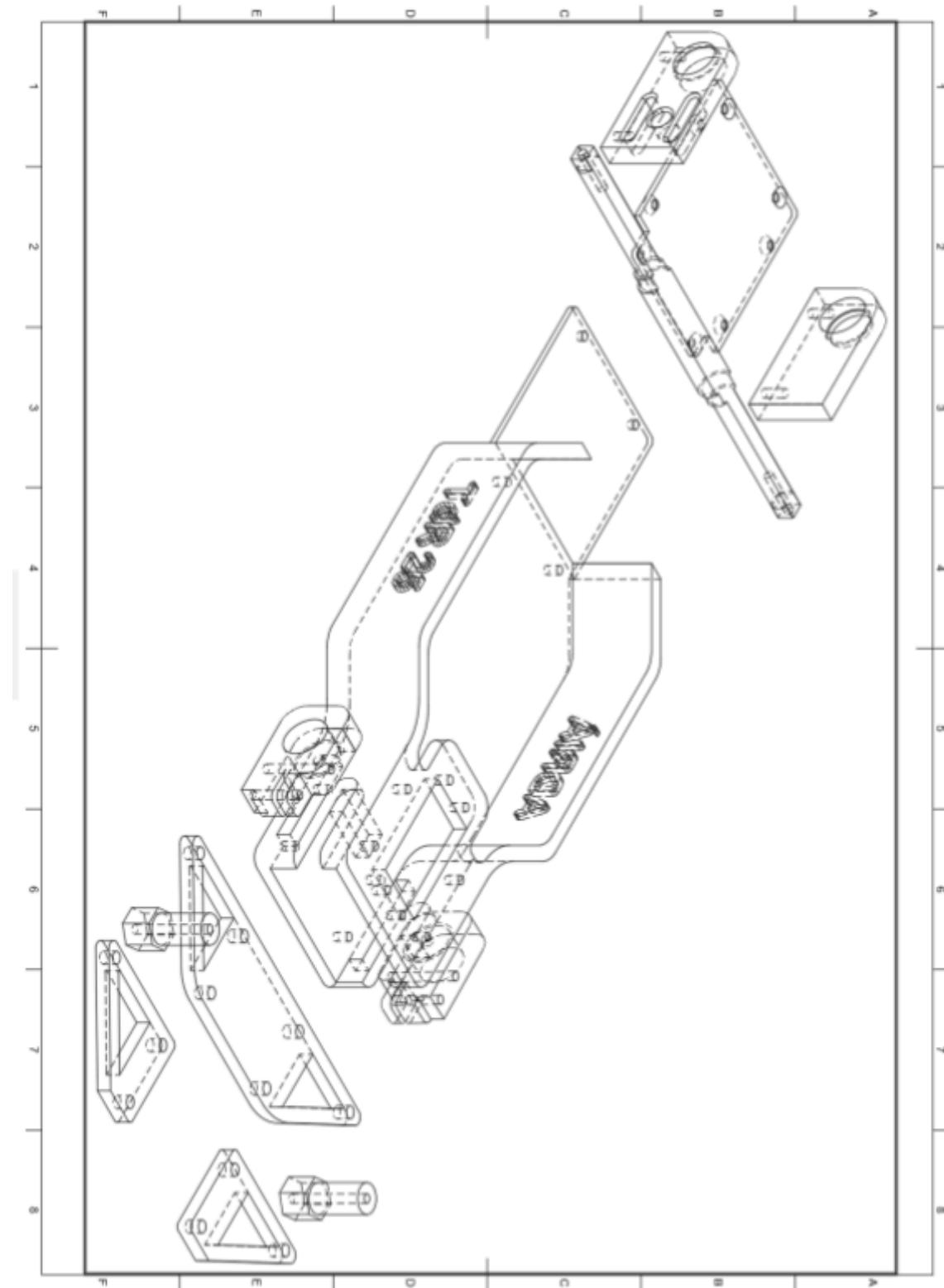
Consulta per a l'aprenentatge i pràctica del modelatge 3D.

Agraïments

Vull expressar el meu agraïment al meu cosí Rai, estudiant d'Enginyeria Aeroespacial, per la seva ajuda en aspectes tècnics relacionats amb la direcció i les característiques del motor.

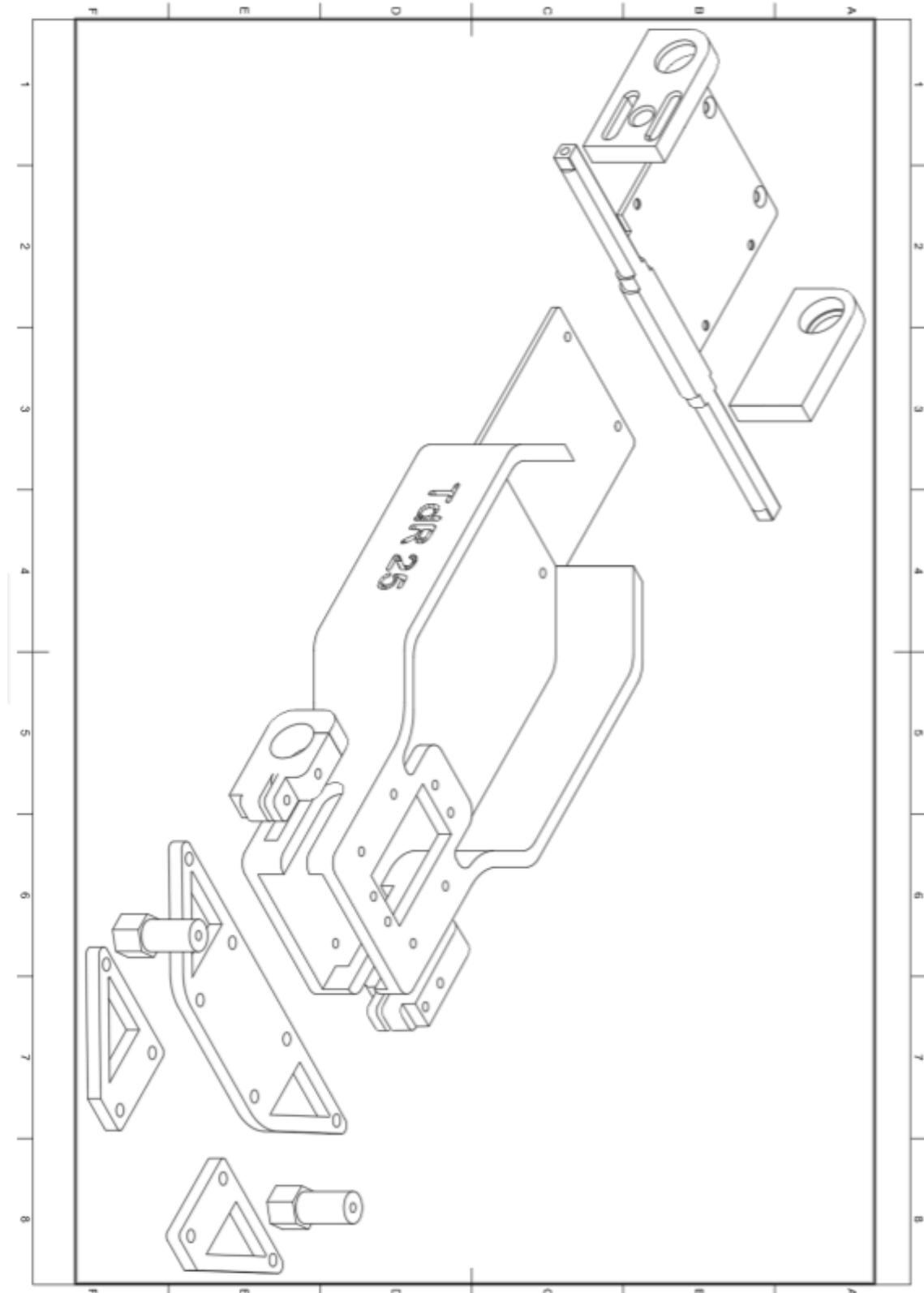
També vull agrair al professor Cristóbal, docent de Tecnologia de l'institut, el seu suport i orientació en la resolució de problemes de disseny 3D que han estat essencials per al desenvolupament del projecte.

13. Annex 1. Plànor del Xassís amb arestes visibles i ocultes



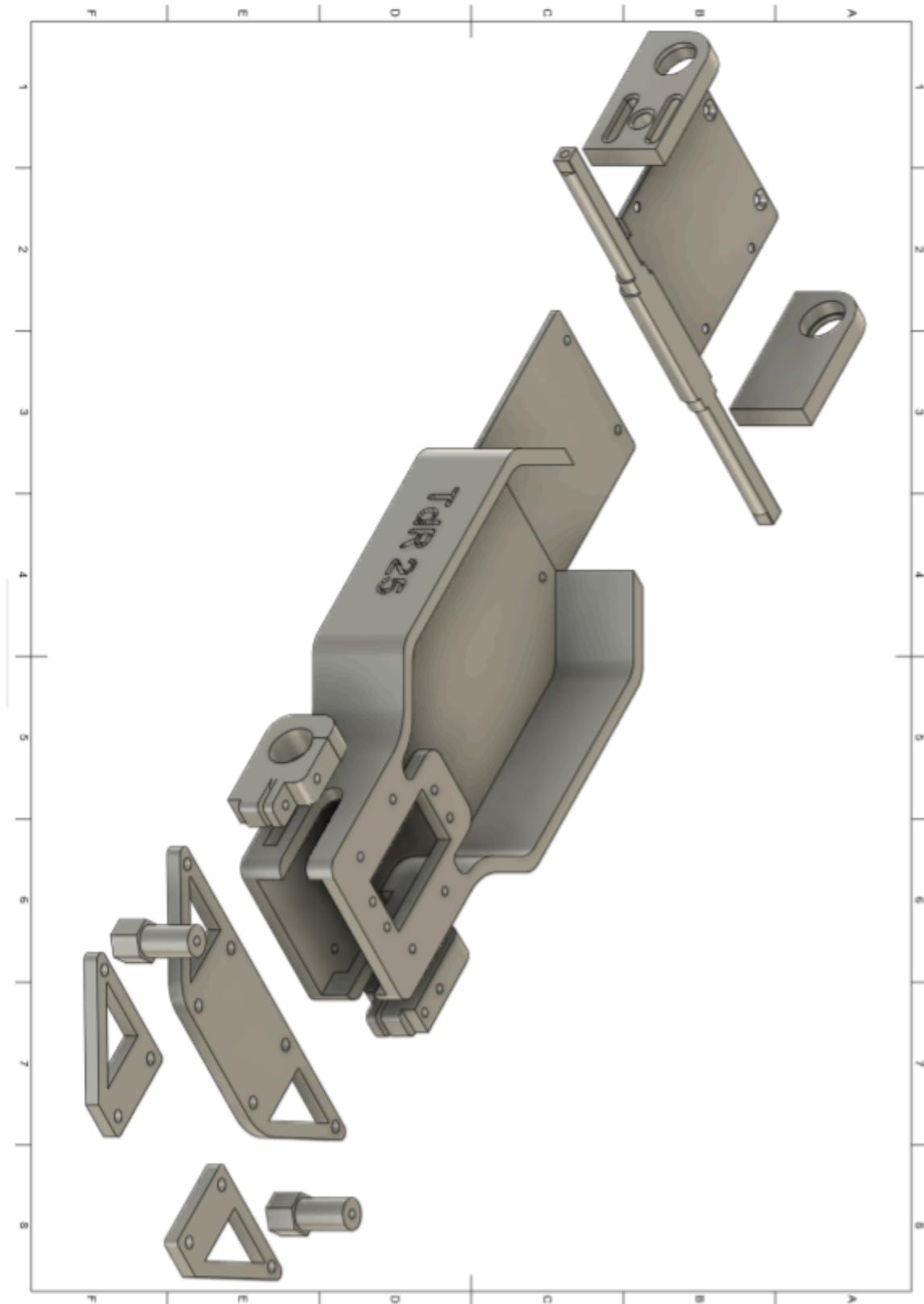
Plànol 1. Plànor del disseny en Fusion 360 amb l'eina dibuix desde una vista isomètrica

14. Annex 2 . Plàtol del conjunt amb arestes visibles



Plàtol 2. Plàtol del disseny en Fusion 360 amb l'eina dibuix desde una vista isomètrica

15. Annex 3. Plànor amb vista del material



Plànor 3. Plànor del disseny en Fusion 360 amb l'eina dibuix des de una vista isomètrica