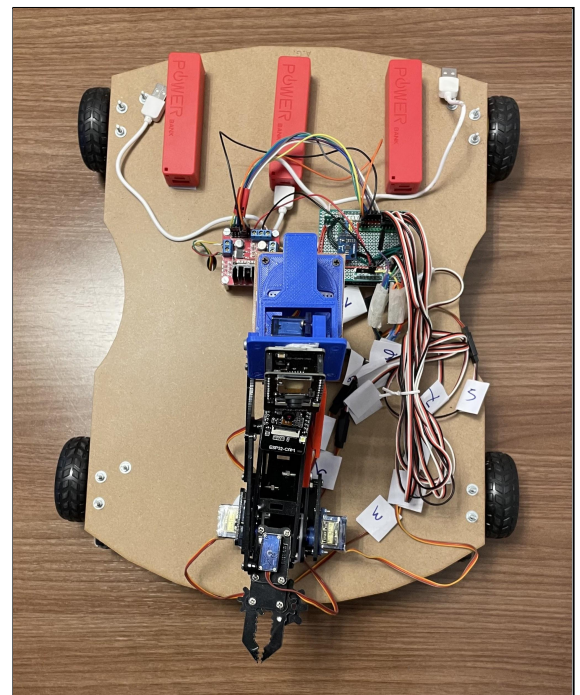
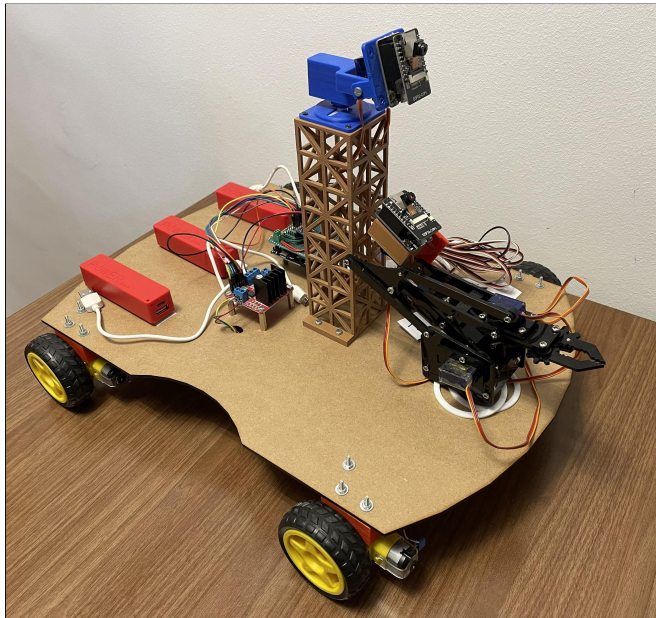


CREACIÓ D'UN ROBOT TELEDIRIGIT DETECTA MINES ANTIPERSONES (RTDMA)



Ana Andrés García
Treball de recerca
INS Príncep de Viana
Tutor: Jordi Orts
Curs 2021/2022

CREACIÓ D'UN ROBOT TELEDIRIGIT DETECTA MINES ANTIPERSONES (RTDMA)

Ana Andrés

Gener 2022

Aquesta obra està subjecta a la llicència de Reconeixement-NoComercial 3.0 No adaptada Creative Commons. Per veure una còpia de la llicència, visiteu

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>

Abstract

Disseny i creació d'un robot teledirigit amb funció de detectar mines antipersones. El robot està compost per dos mòduls ESP32-CAM cada un amb una funció. La CAM1 és la general, per poder dirigir el robot i, la CAM2, enfoca el terra per analitzar la presència de mines. Per controlar el robot s'utilitza una web accessible des de qualsevol dispositiu. Per últim té un braç mecànic per manipular objectes en cas necessari i una brúixola que indica el nord.

La idea és dissenyar un robot a un baix preu per tal que les pèrdues, en cas que esclati una mina, no siguin molt grans.

Castellà

Diseño y creación de un robot teledirigido con función de detectar minas antipersonas. El robot está compuesto por dos módulos ESP32-CAM cada uno con una función. La CAM1 es la general, para poder dirigir al robot y, la CAM2, enfoca al suelo para analizar la presencia de minas. Para controlar el robot se utiliza una web accesible desde cualquier dispositivo. Por último tiene un brazo mecánico para manipular objetos en caso de que sea necesario y una brújula que apunta al norte.

La idea es diseñar un robot de bajo presupuesto para que las pérdidas, en caso de que estalle una mina, no sean muy grandes.

Anglès

Design and creation of a remote controlled robot made to detect antipersonnel mines. The robot is composed of two ESP32-CAM modules, each one of them with a different function. The CAM1 is the one which controls the robot, and the CAM2 is focused on the floor to analyze the presence of mines. In order to control the robot, it is used a web accessible from any device. In addition, it has a mechanical arm to manipulate objects if necessary and also, it has a compass which guides you to the nord.

The idea is to design a low-cost robot so the financial loss, in case a mine explodes, won't be a huge problem.

ÍNDIX

1.Introducció	5
1.1. Elecció del tema	5
1.2. Introducció al projecte	5
1.3. Objectius	5
2.Mines antipersona	6
3. Detecció de mines	7
3.1. Imatge i càmera hiperespectral	7
4.Disseny del robot	9
4.1. Planificació	9
4.2. Pressupost	10
4.2.1. Components	10
4.2.2. Peces 3D	12
4.2.3. Materials	13
4.2.4. Mà d'obra	13
5.Disseny i creació de les peces 3D	14
5.1. Impressió 3D	14
5.2. Suport motors	14
5.2.1. Disseny	15
5.2.2. Codi	16
5.2.3. Impressió i cost	17
5.2.4. Resultat	18
5.3. Torre	19
5.3.1. Disseny	20
5.3.2. Codi	21
5.3.3. Impressió i cost	23
5.3.4. Resultat	24
5.4. Suport càmera 1	24
5.4.2. Codi	25
5.4.3. Impressió i cost	25
5.4.4. Resultat	27
5.5. Suport càmera 2	27
5.5.1. Disseny	28
5.5.2. Codi	28
5.5.3. Impressió i cost	29
5.5.4. Resultat	30
6. Muntatge del braç mecànic	31
7. Xassís	32
7.1. Plànols	32
7.2. Impressió en talladora làser	33

8.Preparació de la placa	34
8.1. Soldadura de les connexions	34
8.2. Connexions	34
9. ESP32-CAM	36
9.1. Informació (parts, imatges, etc.)	36
10. Programació amb Arduino	38
10.1. Codis	38
10.2. ESP32-CAM	38
10.3 Servos	43
10.4. Motors i sensors	45
10.5. Brúixola	48
10.6. Control de motors, servos i brúixola (per WiFi)	50
11. Creació de la web	59
11.1. Planificació de l'estructura	59
11.2. Codi	60
11. Conclusions	75
11.1. Millores del projecte	75
11.1.1. Sensors (mapa)	75
11.1.2. Xassís de metacrilat	75
11.1.3. Millora de la web	75
11.2. Valoració final	75
12. Agraïments	76
13. Annexos	77
Annex 1: PLA	77
Annex 2: OpenSCAD	77
Annex 3: Codis mòdul triangles i pis amb triangles	77
Annex 4: Suport provisional braç mecànic	80
Annex 5: Talladora làser	81
Annex 6: LibreCAD	81
Annex 7: Data Upload (carpeta data)	81
14. BIBLIOGRAFIA	82
Teoria	82
Components comprats	82
Dissenys 3D	82
Info etc	82
Carpeta data	83
Altres opcions no utilitzades	83
Detecció de mines	83
Web	84

1. Introducció

1.1. Elecció del tema

Vaig decidir fer el meu treball de recerca de l'àmbit tecnològic ja que els temes que s'ensenyen en aquesta matèria sempre m'han agradat. També, vull estudiar una enginyeria electrònica o mecànica, pel fet que són les rames que més m'interessen i, per tant, volia fer un treball que barreges tant l'electrònica com la mecànica. A part, creia que era una bona oportunitat per aprendre, ja que considero que la pràctica és una bona forma de complementar la teoria de les classes.

1.2. Introducció al projecte

He de dir que vaig trigar un temps a decidir-me què podria fer com a treball. Després de descartar unes quantes idees, jo tenia al cap fer alguna cosa relacionada amb la salut o ajuda a persones. Amb això, va sorgir la idea de fer un robot detecta mines antipersones. Aquest aniria controlat per una pàgina web pujada al servidor web creat per la mateixa placa ESP32.

Després de molt de temps d'investigació per intentar trobar una manera de detectar les bombes (no tenen pràcticament metall, per tant, no podia utilitzar un detector de metalls) vaig trobar la solució... càmeres hiperespectrals (més endavant explicaré amb més detall de què tracta). El robot estaria constituït per dues càmeres, una per la visió general pel control del robot, i l'altre per examinar el terra. Aquesta segona, és la que faria servir el terme d'imatge hiperespectral.

1.3. Objectius

- Millorar habilitats amb la creació de figures 3D (OpenScad)
- Millorar habilitats amb la creació de figures 2D (LibreCad)
- Coneixements de programació
- Aprendre sobre la placa ESP32
- Crear un robot que sigui capaç de detectar mines antipersones i, per tant, evitar accidents i morts.

2. Mines antipersona

Mines antipersona

Els problemes que plantegen les mines antipersona, en moltes parts del món, va fer que m'interessés més per aquest tema.

Primer de tot, de mines terrestres n'hi ha de molts tipus, cadascuna amb un receptor diferent. Per exemple, existeixen les mines de fortificació, les mines antitancs les quals pretenen inutilitzar vehicles blindats i llurs ocupants, i per últim les mines antipersones, que estan dissenyades per a matar o incapacitar persones i en les que jo m'he centrat per fer el meu projecte.

Dintre de la categoria de mines antipersones, tenim de dos tipus: les explosives o de pressió, i les de fragmentació. L'objectiu de les primeres és destruir i cremar l'individu mentre que les segones, en esclatar, expulsen una gran quantitat de fragments que fa que el seu abast pugui arribar als 50 metres.¹

¹ Més informació a la web del Comitè Internacional de la Creu Roja [CICR]

3. Detecció de mines

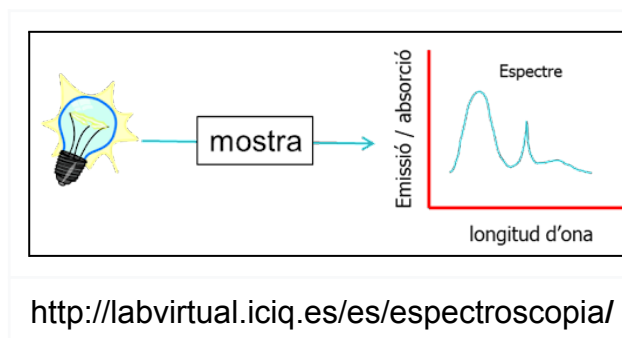
3.1. Imatge i càmera hiperespectral

L'energia electromagnètica irradia del sol i ones de diferents mides. La gran majoria d'aquestes ones no són visibles amb l'ull humà, però estan igualment sent absorbides o reflectides per objectes de la Terra. La intensitat de la seva reflectància pot ser mesurada per càmeres d'alta sensibilitat mitjançant un procés anomenat imatge hiperespectral (hyperspectral imaging). L'estudi de la interacció de la llum amb els diferents materials es coneix com: **espectroscòpia**.

La imatge hiperespectral ens ajuda a determinar materials exactes identificant la seva "signatura espectral" (spectral signature), ja que la composició química de tots els materials poden ser identificats amb precisió segons la quantitat d'energia electromagnètica que reflecteixi, organitzat per longitud d'ona i intensitat.

La signatura espectral pot ser identificada a través de l'espectre del material, que és el que ens informa de la quantitat de llum en diferents longituds d'ones. Ens mostra quanta llum és emesa, reflectida i transmesa de l'objectiu. En altres paraules, ens diu la quantitat que conté d'aquell color.

Normalment, els espectres es representen en gràfiques en una escala d'intensitat i longitud d'ona.

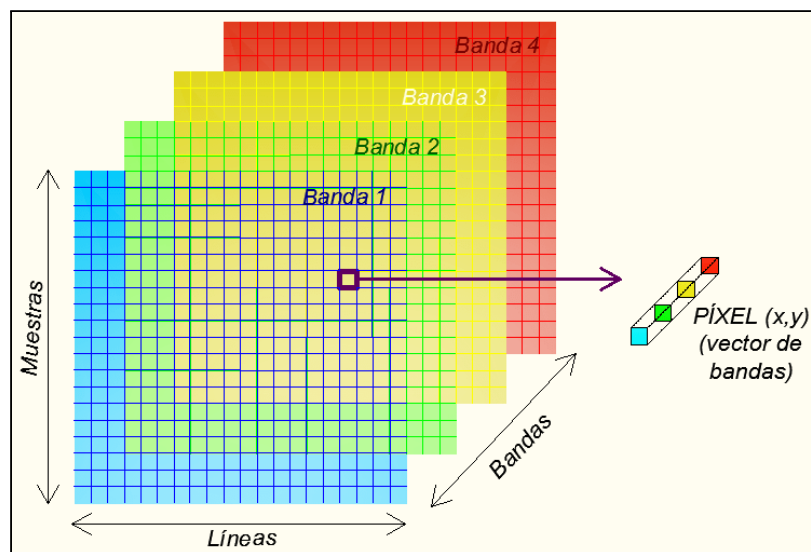


Una càmera normal captura ones de llum visible que és reflectida dels objectes i recopila aquesta informació en només tres bandes: vermell, verd i blau (RGB). L'espectre electromagnètic conté milers de longituds d'ones úniques que van des d'ones de ràdio molt grans fins a ones gamma ultra petites.

Les ones electromagnètiques poden ser agrupades en bandes, com les RGB (red, green, blue) de la nostra imatge normal, però en comptes de només les bandes

RGB, una càmera hiperespectral registra milers de bandes. Representant una porció més àmplia de l'espectre electromagnètic.

La imatge hiperespectral proporciona dades tridimensionals anomenat **cub de dades**. Aquest cub està format per moltes longituds d'ones on cadascuna presenta la seva informació. Combinant les longituds d'ones som capaços de processar diferents qualitats de l'objectiu.



https://www.researchgate.net/figure/FIGURA-31-Concepto-de-imagen-hiperespectral-Fuente-Adaptado-de-Chuvieco-2010_fig1_332188185

Els investigadors utilitzen les càmeres hiperespectrals per mesurar i registrar la intensitat de l'energia electromagnètica. Aquestes càmeres són, normalment, fetes servir en satèl·lits o avions per capturar imatges de la superfície terrestre.

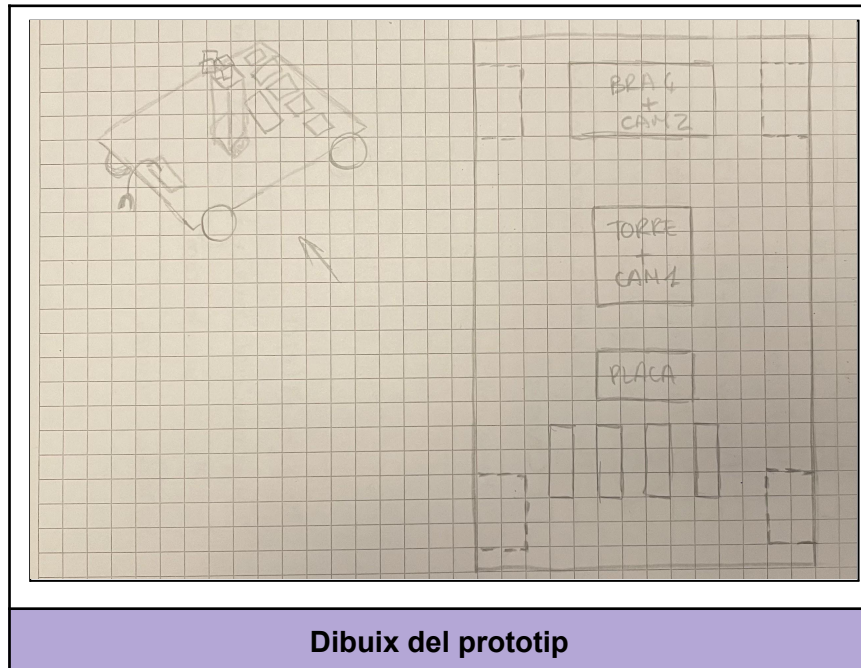
Per exemple, els nostres ulls detecten la majoria de plantes de color verd, ja que reflecteixen més energia en la banda verda de llum visible en comptes d'en la blava o vermella. Però en realitat, la vegetació reflecteix més energia en bandes infraroges properes. Fent així, la classificació de les plantes més fàcil i precisa que confiant en la llum visible verda².

² Per més informació visitar els següents enllaços de la bibliografia: [SpecimSpectral 1] [SpecimSpectral 2] [AlaskaEPSCoR] [VMEAT]

4. Disseny del robot

4.1. Planificació

Per començar el robot vaig pensar una idea de com volia que fos i de com distribuir les peces. Per fer-ho vaig fer un esbós del robot:

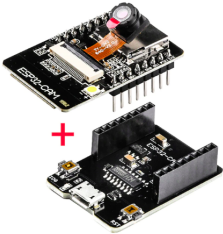

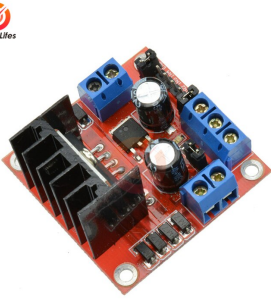
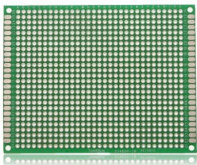


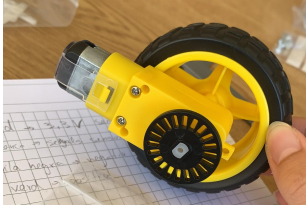
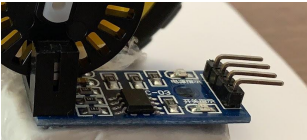

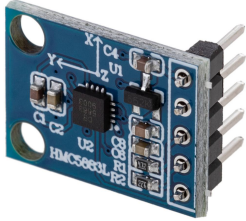
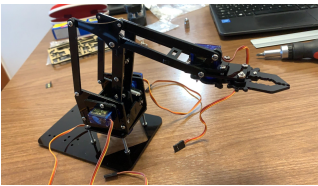
Operacions	Materials	Eines	Temps
Disseny peces 3D	-	OpenSCAD	20 hores
Impressió peces 3D	PLA	Impressora 3D	18:11 hores
Disseny xassís	-	LibreCAD	5 hores
Tall làser del xassís	Fusta	Talladora làser	5 min
Muntatge robot	Cargols i components	Tornavís	1 hora
Programació	Components	Portàtil	50 hores
Muntatge braç mecànic	Peces braç mecànic i cargols	Tornavís	1:30 hores
Soldadura placa pcb	Estany	Soldador	1:30 hores
Soldadura cables motors	Estany	Soldador	30 min

4.2. Pressupost

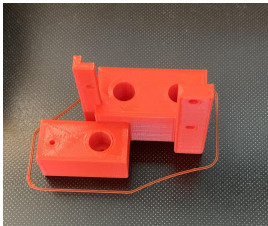
Totes les imatges proporcionades en aquest apartat són fetes per mi o estretes de la pàgina web on es van comprar els components.

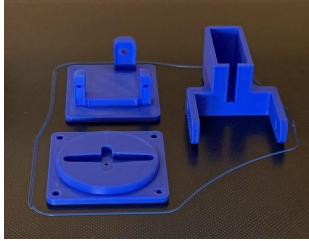
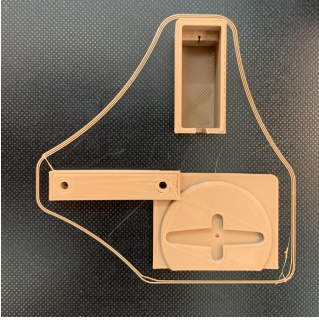
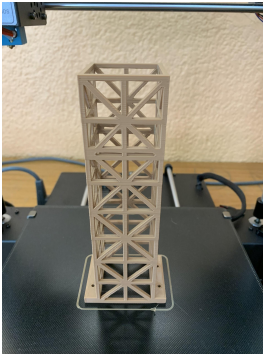
4.2.1. Components

COMPONENT	IMATGE	PREU
Placa ESP32-CAM		unitat: 0,85 € x2: 1,70 €
Placa WeMos d1 r32 esp32		unitat: 13,21 €
PontH motors		5 unitats: 10,20 € unitat: 2,04 €
Placa pcb		unitat: 1,15 €


Motors		4 unitats: 9,09 €
Sensors		2 unitats: 0,63 €
Servos G9		10 unitats: 16,78 €
Brúixola		unitat: 1,20 €
Braç mecànic		unitat: 8,38 €
		PREU TOTAL: 61,19 €



4.2.2. Peces 3D

COMPONENT	IMATGE	PREU
Suport rodes		unitat: 0,40 cèntims x4: 1,60 €

Suport CAM1		unitat: 0,55 cèntims
Suport CAM2		unitat: 0,33 cèntims
Torre		unitat: 1,30 €
		PREU TOTAL: 3,78 €

4.2.3. Materials

MATERIAL	IMATGE	PREU
Anelles de tefló		10 unitats: 0,34 €

Fusta		unitat: 8,78€
Estany		Rotllo: 16,99€ Molt poca quantitat utilitzada, 0,50 cèntims.
		PREU TOTAL: 9,62 €

Pressupost de la impressió:	5 min són 6 €
------------------------------------	----------------------

PRESSUPOST TOTAL DEL ROBOT	80,59 €
-----------------------------------	----------------

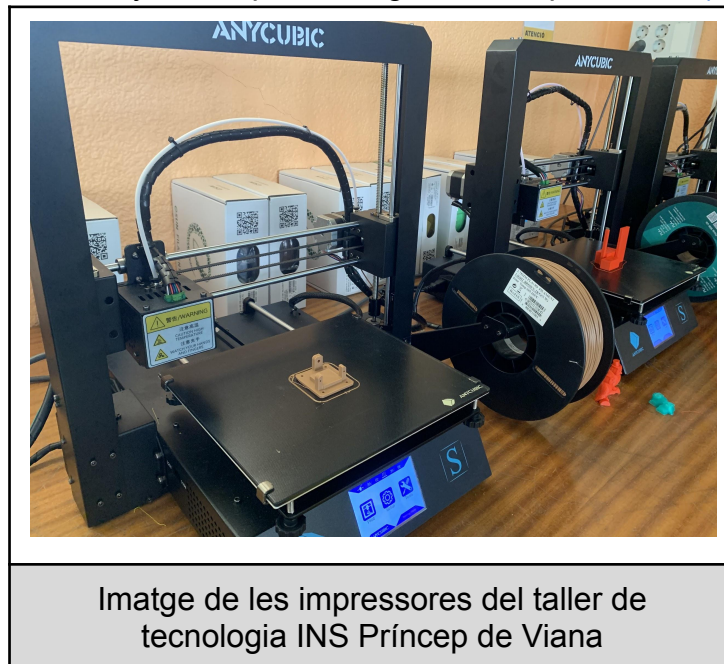
4.2.4. Mà d'obra

DIES TREBALLATS	HORES PER DIA	PREU PER HORA	TOTAL
145 dies	4 hores	10€/h	139.200 €

5. Disseny i creació de les peces 3D

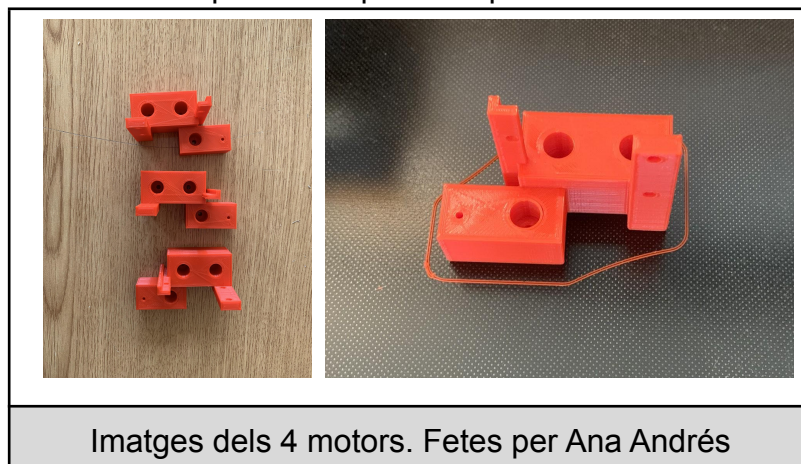
5.1. Impressió 3D

La impressió 3D consisteix en la creació de peces tridimensionals mitjançant superposició de capes successives de material. En el meu cas, el material utilitzat per a totes les peces impreses ha sigut PLA ([Annex 1](#)). Com podreu veure a mesura que avanci en el capítol també he tingut l'oportunitat d'utilitzar diferents colors per cada peça. Per fer el disseny de les peces vaig utilitzar OpenSCAD ([Annex 2](#))

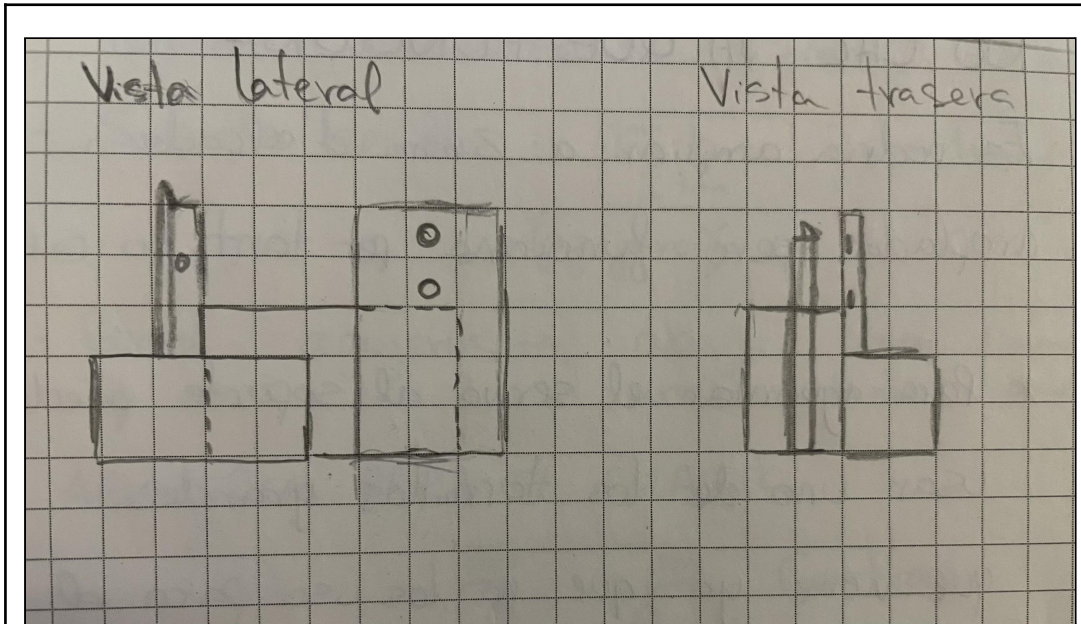


5.2. Suport motors

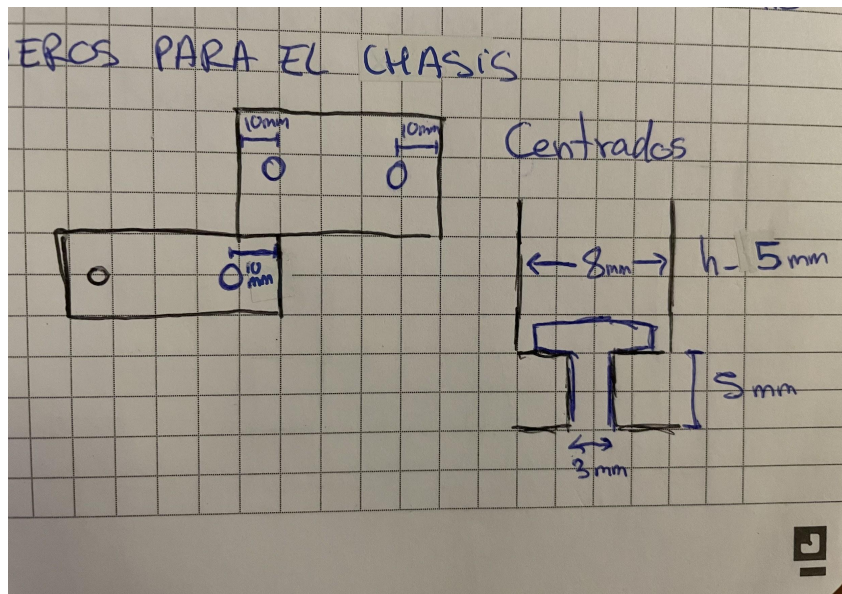
Per subjectar els motors amb les rodes i els sensors, vaig haver de dissenyar un suport que agafés tots dos components i que s'adaptés al xassís.



5.2.1. Disseny



Disseny dels suports dels motors



Forats del suport

5.2.2. Codi

```
Codi de disseny 3D del suport de les rodes

/--cubo pequeño
difference(){
cube([32,16,15]);

/--agujero sensor
translate([5,7,8])
cylinder(r=2/2, h=8, $fn=50);

/--agujero derecho
translate([22,8,5])
cylinder(r=8/2, h=16, $fn=50);
translate([22,8,0])
cylinder(r=3/2, h=6, $fn=50);
}

/--cubo grande
difference(){
translate ([20,16,0])
Cube([40,20,20]);

/--agujero derecho
translate([50,26,5])
cylinder(r=8/2, h=16, $fn=50);
translate([50,26,0])
cylinder(r=3/2, h=6, $fn=50);

/--ajugero izquierdo
translate([30,26,5])
cylinder(r=8/2, h=16, $fn=50);
translate([30,26,0])
cylinder(r=3/2, h=6, $fn=50);
}

/--tornillo parte trasera
difference(){
translate ([15,20,0])
cube([7,2.5,43]);

rotate([90,0,0])
translate([19.75,32,-22.5])
cylinder(r=3/2, h=7, $fn=50, center=true);
}

translate ([15,20,0])
```

```
cube([2.5,5,43]);

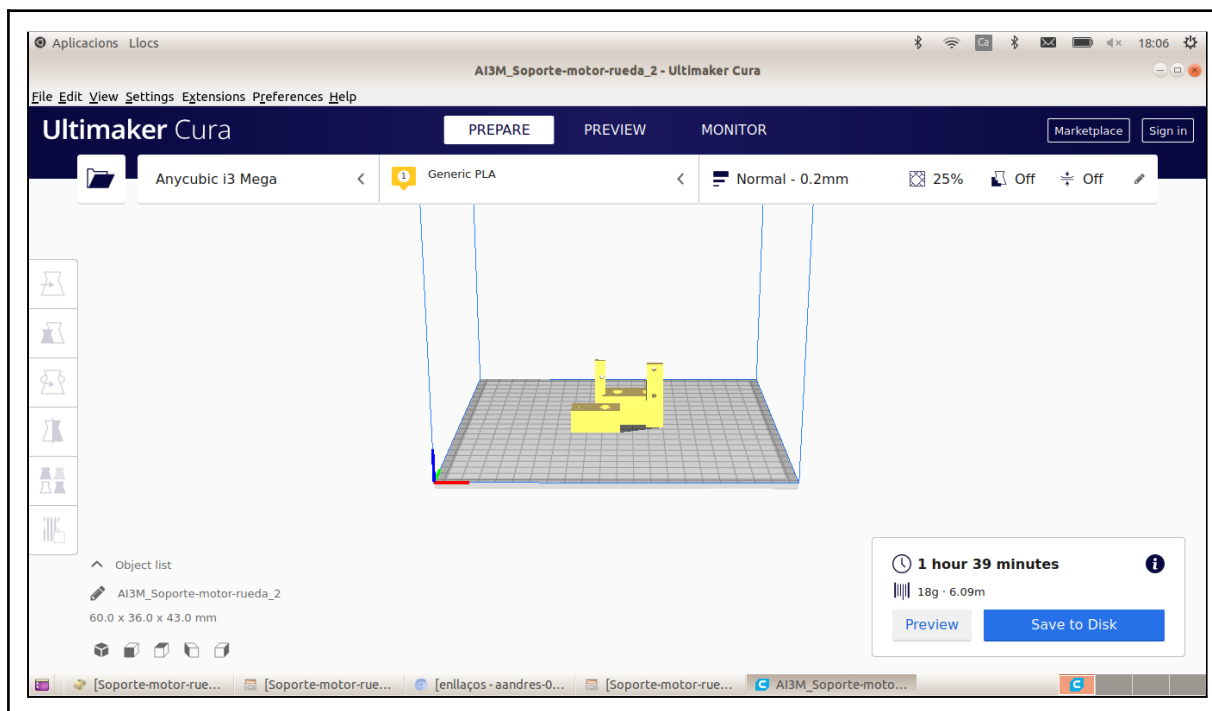
/--pared
difference(){
translate ([49,11,0])
cube([11,5,43]);

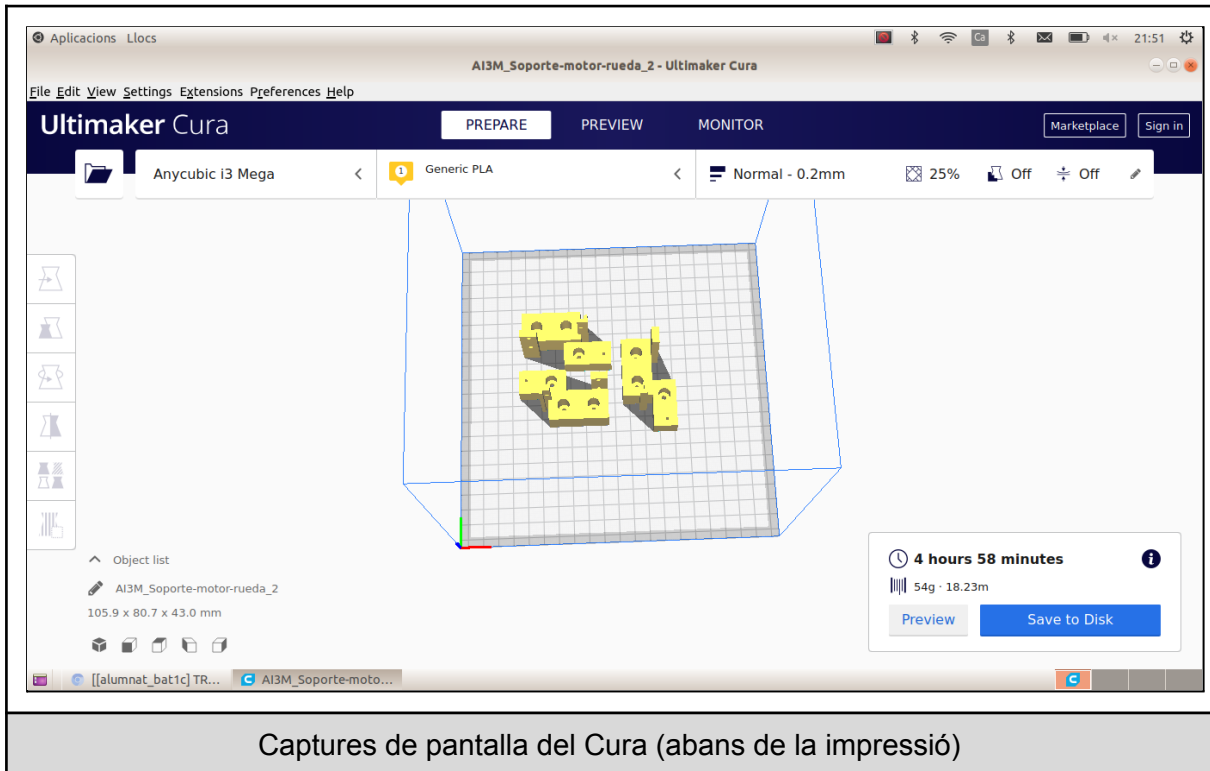
rotate([90,0,0])
translate([54,22,-13])
cylinder(r=3/2, h=8, $fn=50, center=true);

/--agujero de arriba
rotate([90,0,0])
translate([54,40,-13])
cylinder(r=3/2, h=8, $fn=50, center=true);
}
```

5.2.3. Impressió i cost

Quan ja vaig aconseguir tenir el codi perfecte, vaig imprimir primer només una peça per comprovar que tot encaixava bé. Després de la comprovació vaig imprimir les 3 peces restants. Això sí, dues les vaig haver d'invertir, ja que anaven a l'altre costat del robot.

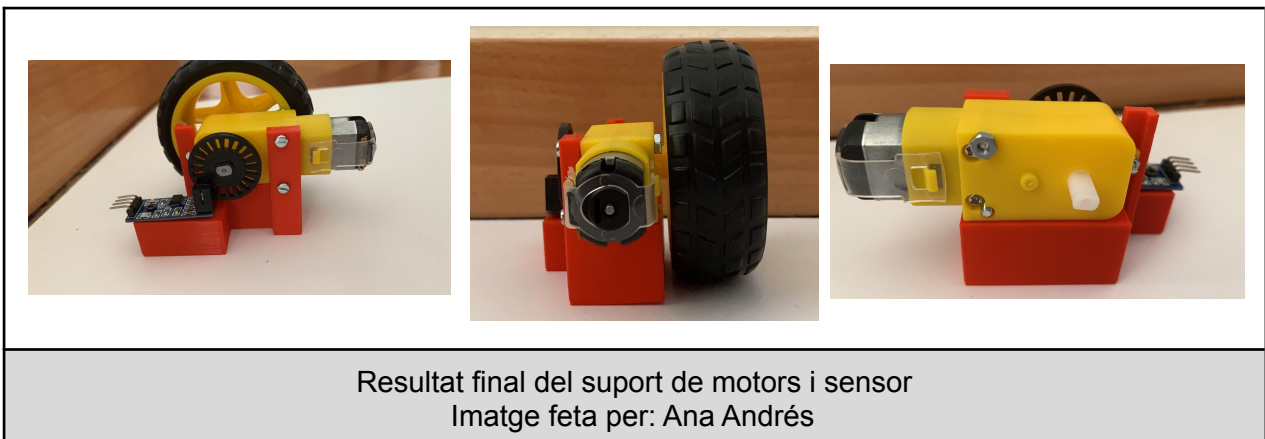




Sumant el temps que va trigar a imprimir-se el primer suport i els tres restants, el resultat són 6 hores i 37 minuts, utilitzant un total de 72g de PLA.

El plàstic utilitzat val 22€/kg, per tant, la impressió dels quatre suports té un cost d'1, 60 €.

5.2.4. Resultat



5.3. Torre

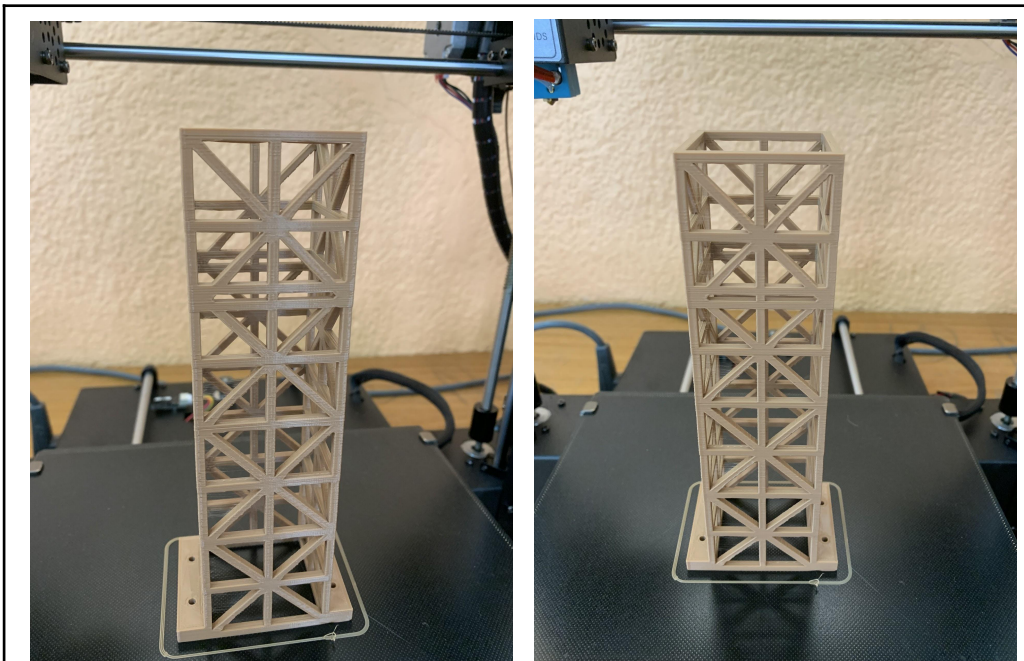
Per subjectar el suport de la càmera 1 (vista general) vaig dissenyar una torre formada de triangles (inspirant-me en les torres elèctriques).



<https://diario16.com/las-torres-electricas-ayudara-n-a-la-ecologia-como-reserva-de-biodiversidad-para-pequenos-animales/>

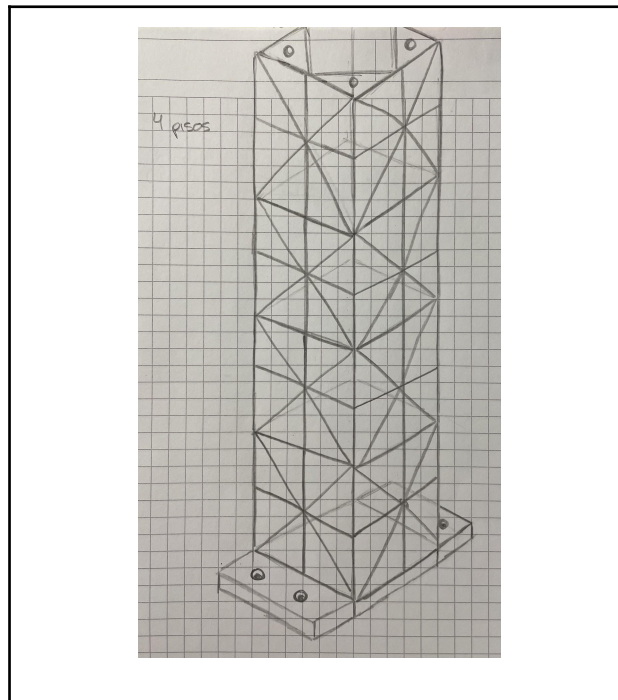
Vaig dividir l'estructura en tres parts: una que era un dels costats de la torre, una altra que formava un cub amb la primera part (anomenat "pis") i l'última la torre completa amb 4 pisos.

A la part inferior vaig afegir dos rectangles per poder fer els forats que ajuntarien la torre al xassís i a la part superior vaig afegir una petita base per poder fer els forats que aguantessin el suport de la càmera 1.

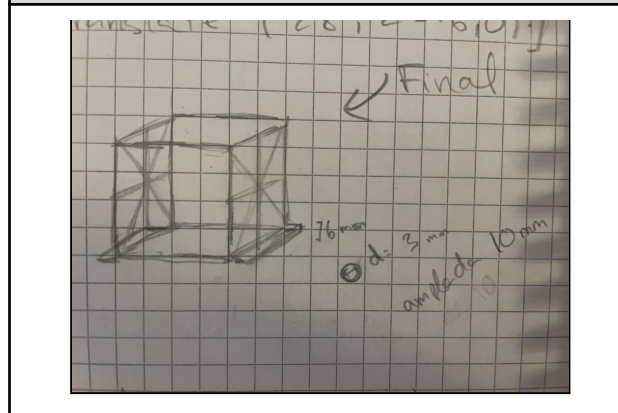


Imatges de la torre
Fet per: Ana Andrés

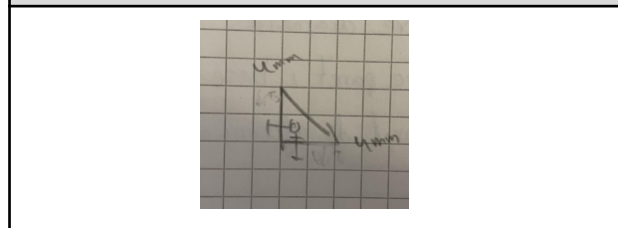
5.3.1. Disseny



Disseny de la torre
Fet per: Ana Andrés



Disseny de l'estructura de cada pis
Fet per: Ana Andrés



Disseny estructura part superior per collar el suport de la càmera
Fet per: Ana Andrés

5.3.2. Codi

```
Disseny 3D Torre definitiva

pis();
translate ([0,0,45])
pis();
translate ([0,0,45])
pis();
translate ([0,0,90])
pis();
translate ([0,0,135])
pis();

/--suport esquerra
difference (){
translate ([-11.5,-1.5,-1.5])
cube([10,48,6]);

translate([-5.75,11,0])
cylinder(r=3/2, h=15, $fn=50, center=true);

translate([-5.75,33,0])
cylinder(r=3/2, h=15, $fn=50, center=true);
}

/--suport dret

difference (){
translate ([46,-1.5,-1.5])
cube([10,48,6]);

translate([51,11,0])
cylinder(r=3/2, h=15, $fn=50, center=true);

translate([51,33,0])
cylinder(r=3/2, h=15, $fn=50, center=true);
}

module pis (){

rotate([0,-90,0]) pared();
rotate([90,0,0]) pared();
translate([45,0,0])rotate([0,-90,0]) pared();
translate([0,45,0])rotate([90,0,0]) pared();
}

module pared(){

translate([1.5,-1.5,-1.5]){
```

```
//--QUADRAT
cube([45,3,3]);

rotate([0,0,90])
cube([45,3,3]);

rotate([0,0,90])
translate([0,-45,0])
cube([45,3,3]);

translate([-3,45,0])
cube([48,3,3]);

//--DIAGONALS
rotate([0,0,45])
cube([63.7,3,3]);

rotate([0,0,135])
translate([-30,-33.5,0])
cube([63.7,3,3]);

rotate([0,0,90])
translate([0,-22.5,0])
cube([45,3,3]);

translate([-3,22.5,0])
cube([48,3,3]);
}
}

translate([0,-22.5,178.5])
union(){
difference (){
triangles();

//--forats
translate([4,26.5,0])
cylinder(r=2/2, h=8, $fn=50);

translate([4,63.5,0])
cylinder(r=2/2, h=8, $fn=50);

translate([42,26.5,0])
cylinder(r=2/2, h=8, $fn=50);

translate([42,63.5,0])
cylinder(r=2/2, h=8, $fn=50);
}
}

//--triangle
```



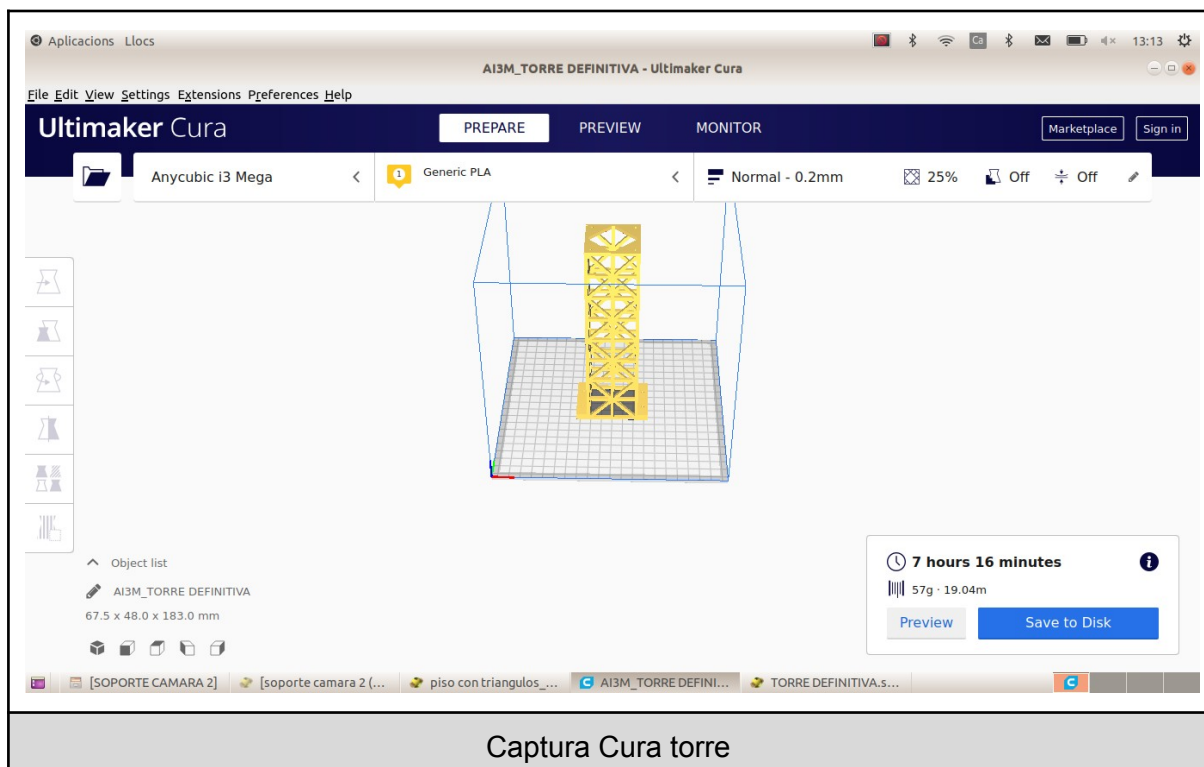
```
module triangles() {  
intersection(){  
  union(){  
    rotate([0,0,45]) cube([31.8,31.8,3]);  
    translate([45,45,0]) rotate([0,0,45]) cube([31.8,31.8,3]);  
    translate([45,0,0]) rotate([0,0,45]) cube([31.8,31.8,3]);  
    translate([0,45,0]) rotate([0,0,45]) cube([31.8,31.8,3]);  
  }  
  
  translate([0,22.5,0]) cube([45,45,5]);  
}  
}
```

(Revisar l'[Annex 3](#) per veure els codis del mòdul de triangles i el pis amb triangles)

5.3.3. Impressió i cost

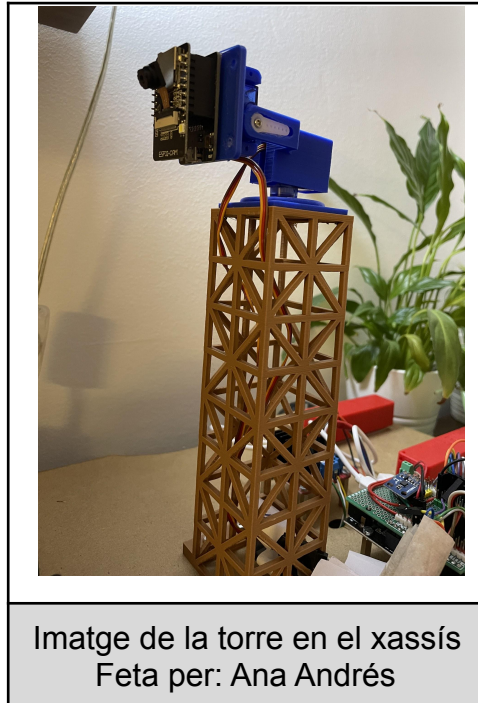
Abans d'imprimir la torre definitiva vaig imprimir cada part per separat per comprovar que tot era correcte.

La impressió de la torre definitiva va trigar 7 hores i 16 minuts hores i es van utilitzar 57g de material. Per tant, el pressupost per fabricar la torre serien 1, 30 €.



5.3.4. Resultat

Aquest és el resultat de la torre al xassís i amb el suport de la càmera 1.

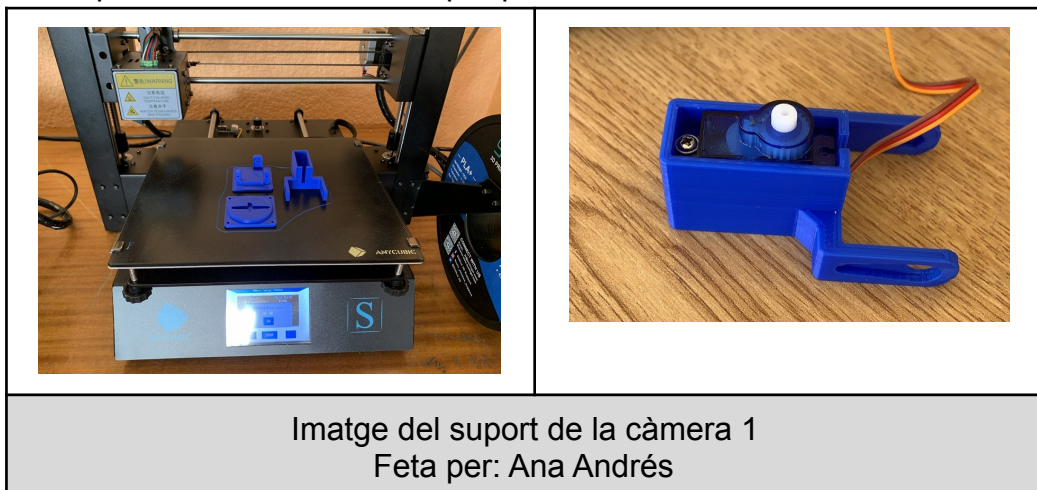


5.4. Suport càmera 1

La càmera 1 està situada a dalt de la torre, ja que la seva funció és aportar una vista general del terreny per tal de poder manejar el robot. Aquest disseny el vaig agafar de thingiverse [PanTilt1]

Tot i que vaig haver de fer una petita modificació a una de les peces per tal que el servo s'aguantés bé.

Vaig fer una petita torre amb un forat per poder collar el servo.



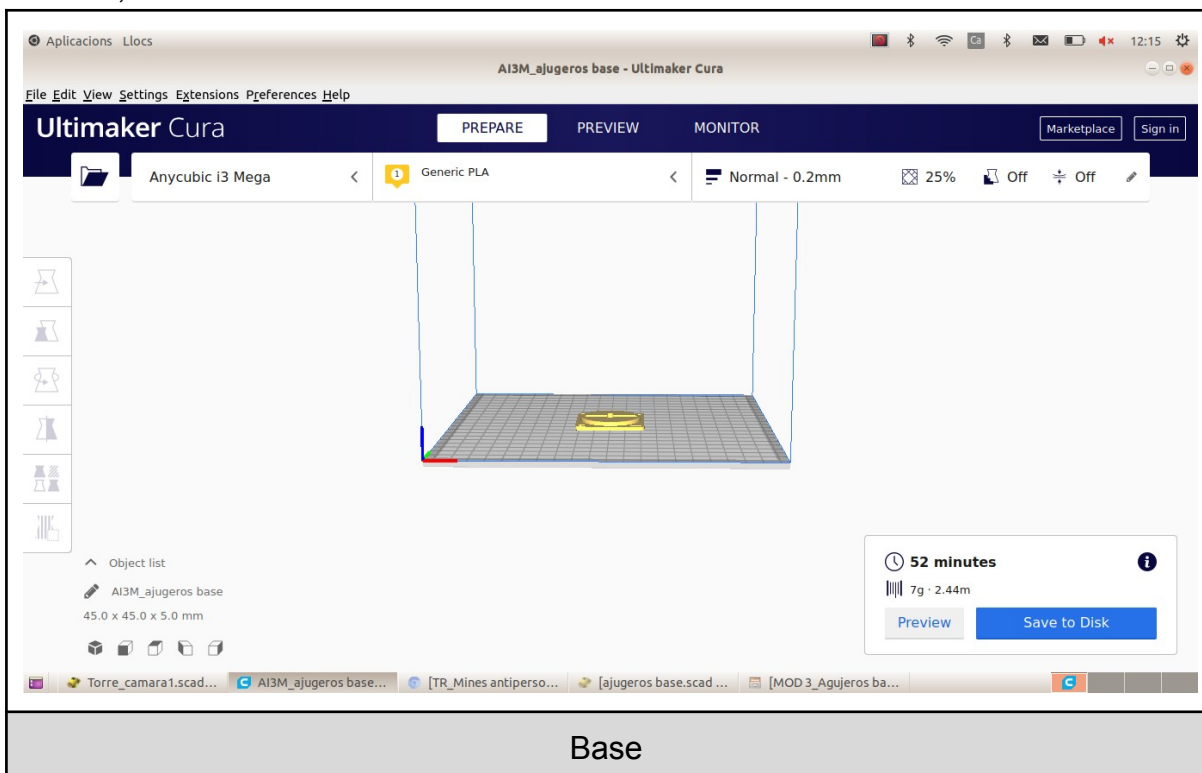
5.4.2. Codi

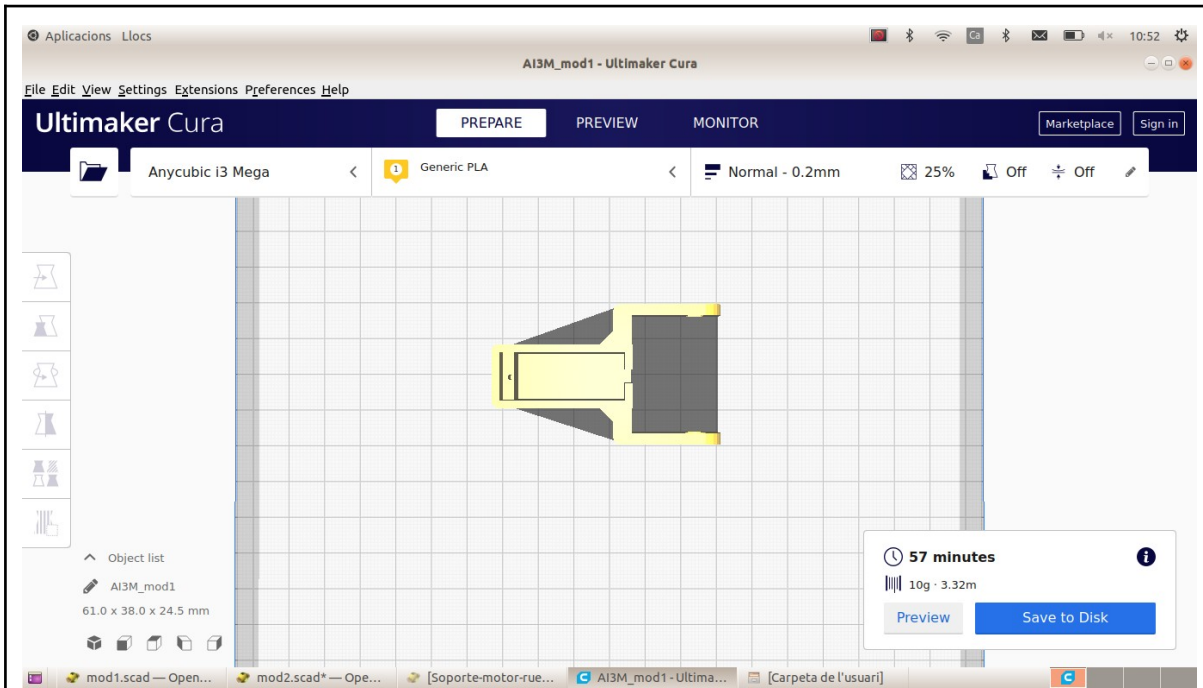
```
Modificació  
  
import("Pan-tilt-tapa.stl");  
difference () {  
  translate([2,2,0])  
  cube([3,13,15]);  
  translate([4,8,15])  
  cylinder(r=1.4/2, h=15, $fn=50,  
  center=true);  
}
```

Els altres arxius estan en .stl

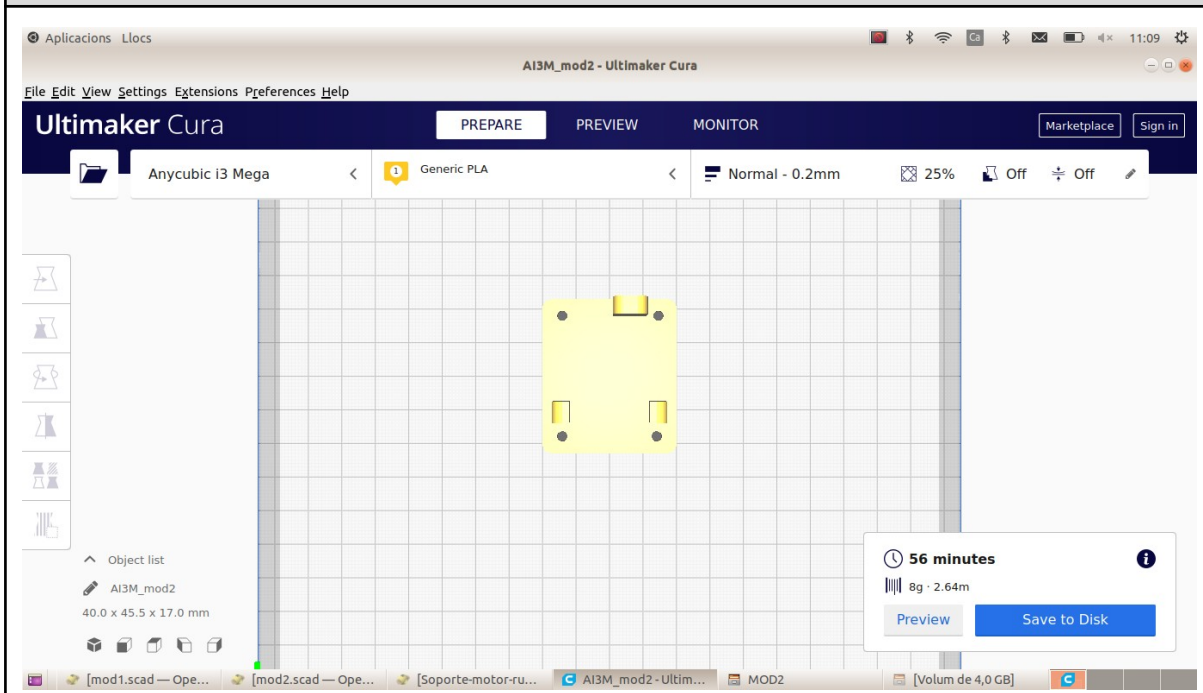
5.4.3. Impressió i cost

El temps total per imprimir les 3 peces va ser de 2 hores i 45 minuts utilitzant 25g. Per tant, el cost total és de 55 cèntims.





Suport



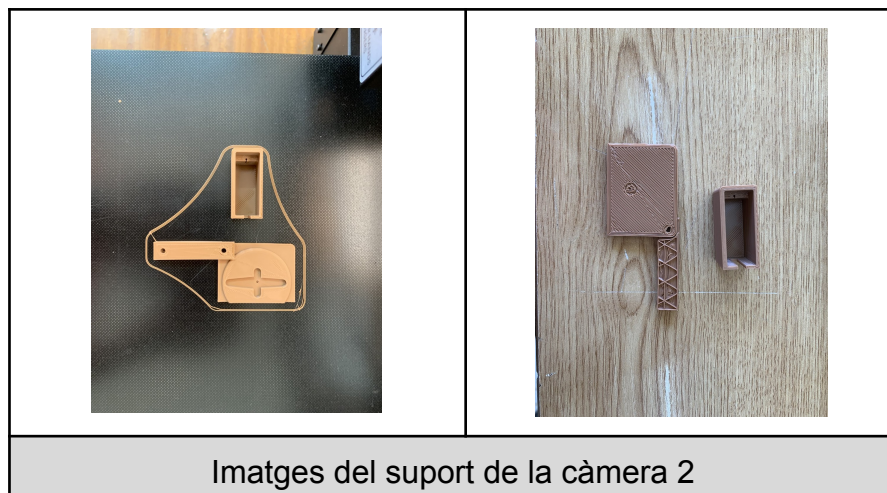
Tapa

5.4.4. Resultat

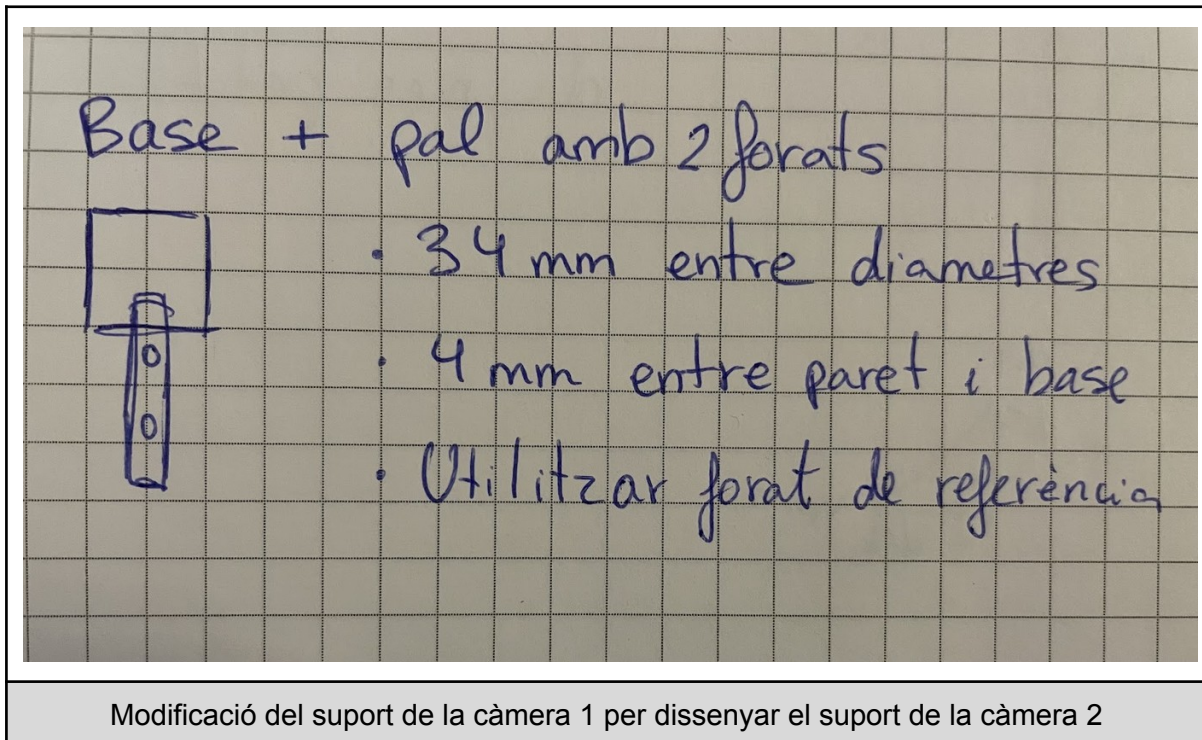


5.5. Suport càmera 2

Aquest suport el vaig personalitzar modificant una de les peces del suport de la càmera 1 i afegint una altra peça feta per mi.



5.5.1. Disseny



5.5.2. Codi

```
Plaraforma

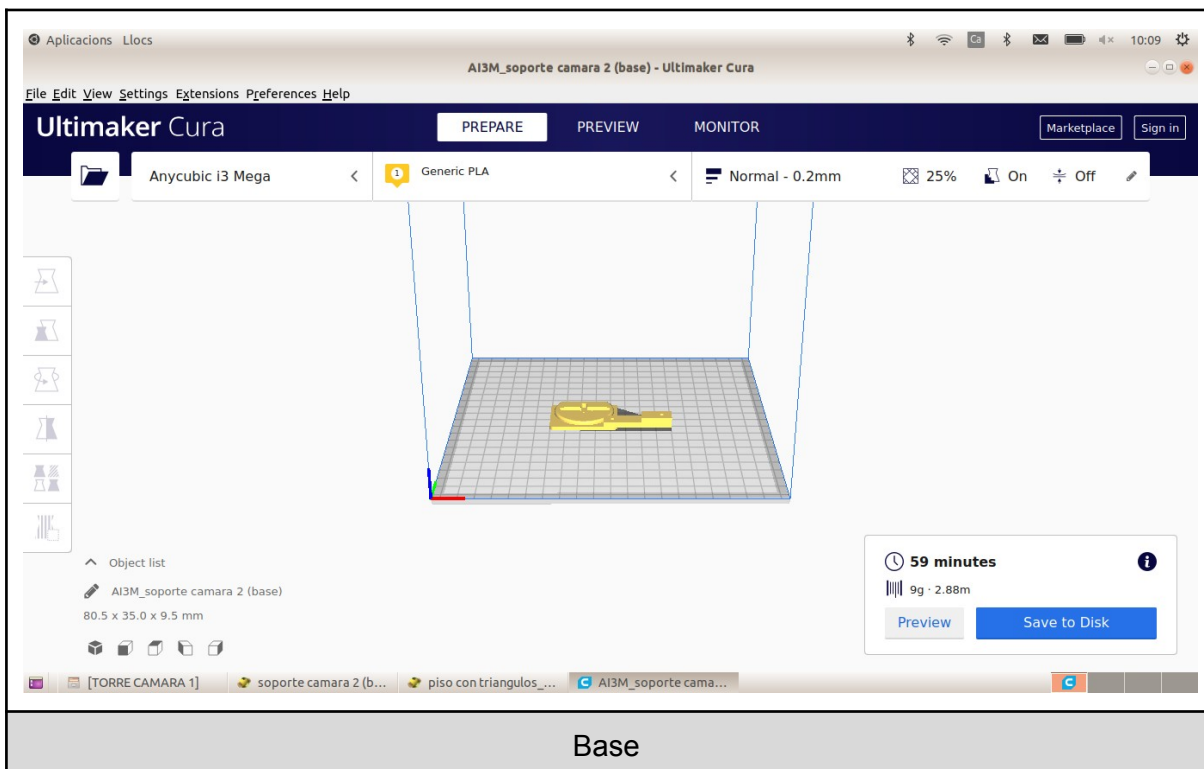
difference(){
import("Pan-tilt-plataforma.stl");
translate([-10,20,-1])
cube([50,15,10]);
}
difference(){
union(){
translate([30,-15,2.5])
cube([45,10,4]);
/--translate([55,-15,0])
translate([55,-15,6.5])
cube([20,10,3]);
}
/--forat a 34 mm de distancia (dreta)
translate([68.5,-10,0])
cylinder(r=3/2, h=80, $fn=50, center=true);
translate([36,-10,0])
cylinder(r=3/2, h=10, $fn=50);
}
/--cilindre per tapar el forat
translate([-2,-10,0])
cylinder(r=3/2, h=2.5, $fn=50);
```

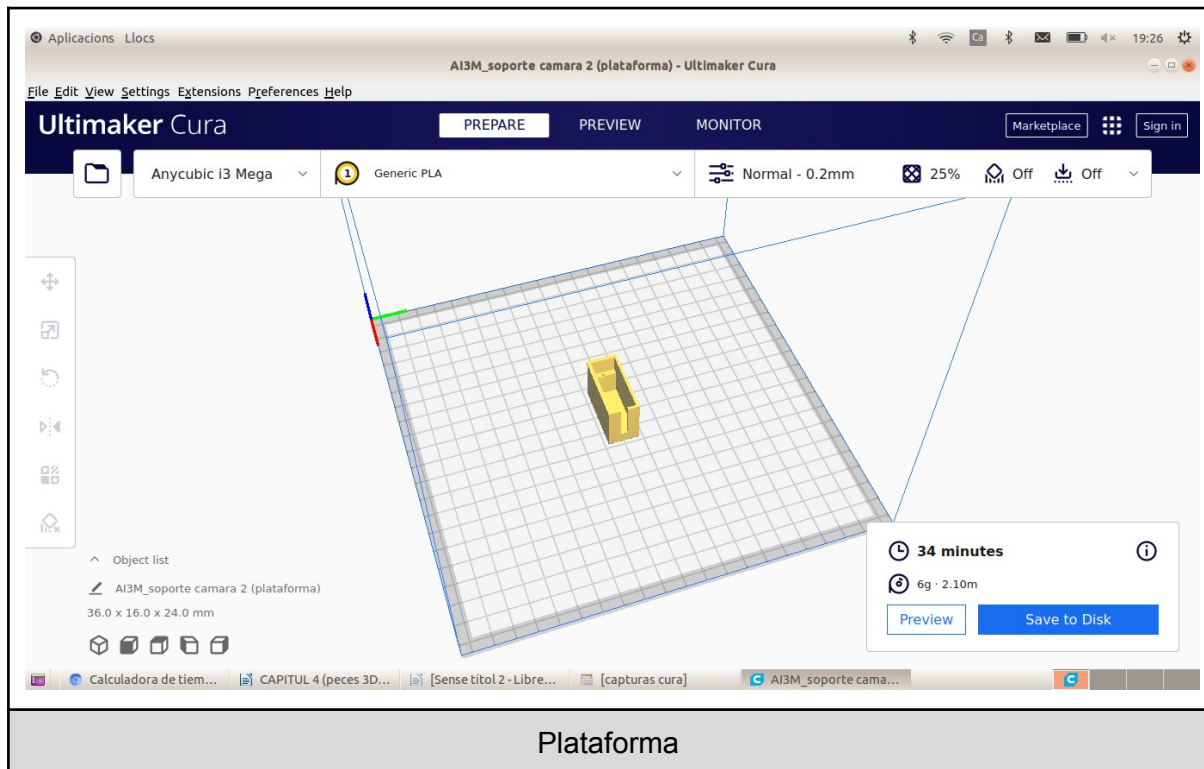
```
Base

intersection () {
import("Pan-tilt-tapa.stl");
cube([36,16,24]);
}
difference (){
translate([2,2,0])
cube([3,13,15]);
translate([4,8,15])
cylinder(r=1.4/2, h=15, $fn=50,
center=true);
}
```

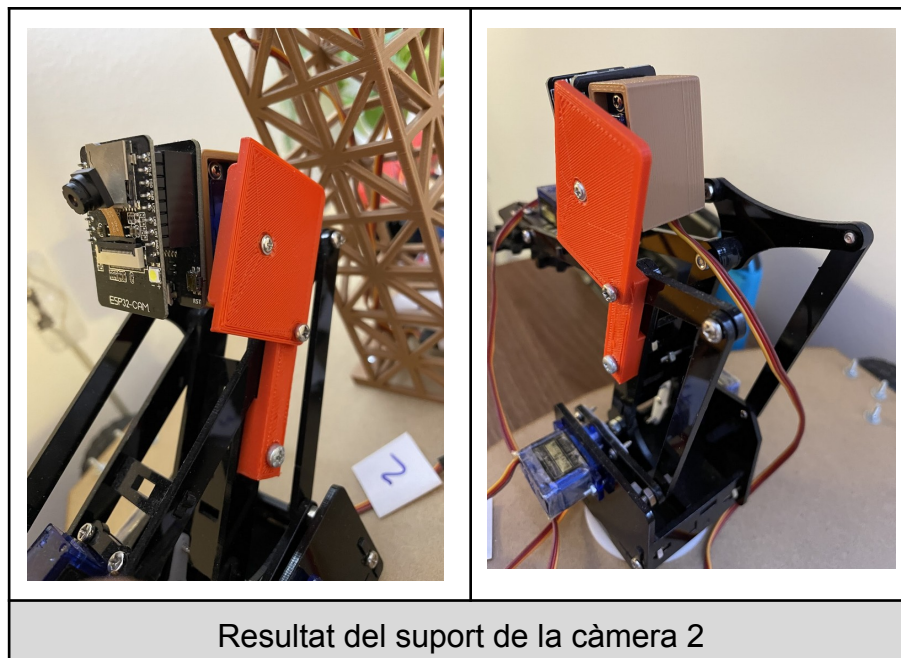
5.5.3. Impressió i cost

Aquestes peces van trigar 1 hora i 33 minuts utilitzant 15 g de material. El cost total són 0,33 cèntims. A la primera peça vaig haver de posar-hi l'opció de suport.





5.5.4. Resultat

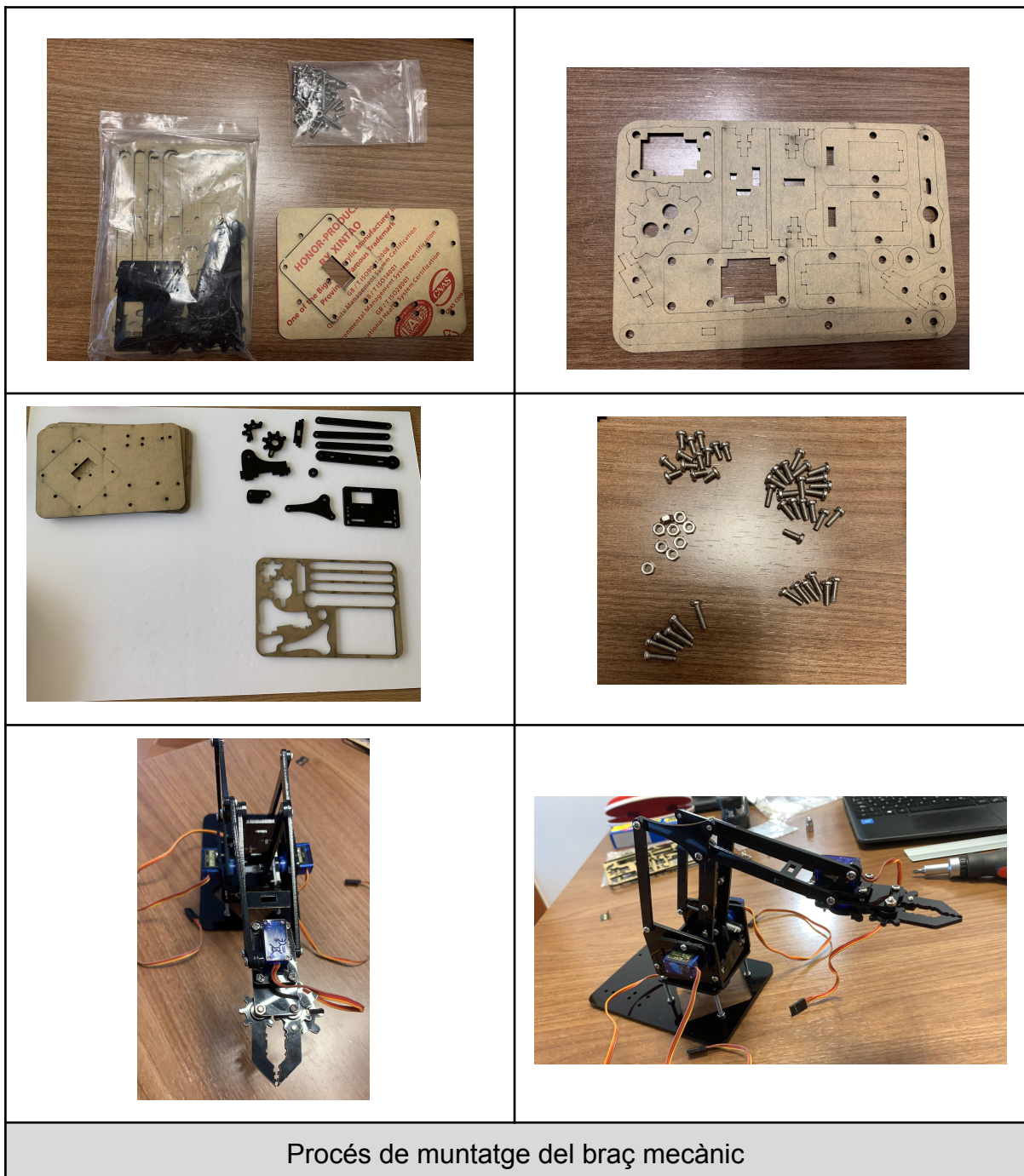


Una de les peces del braç mecànic se'm va trencar i vaig haver de fer un suport provisional per tal que s'aguantés ([Annex 4](#)).

6. Muntatge del braç mecànic

El braç mecànic permet poder manipular qualsevol objecte en cas que sigui necessari. També porta la CAM 2, que és la que enfoca el terra, per poder examinar les mines de la superfície terrestre.

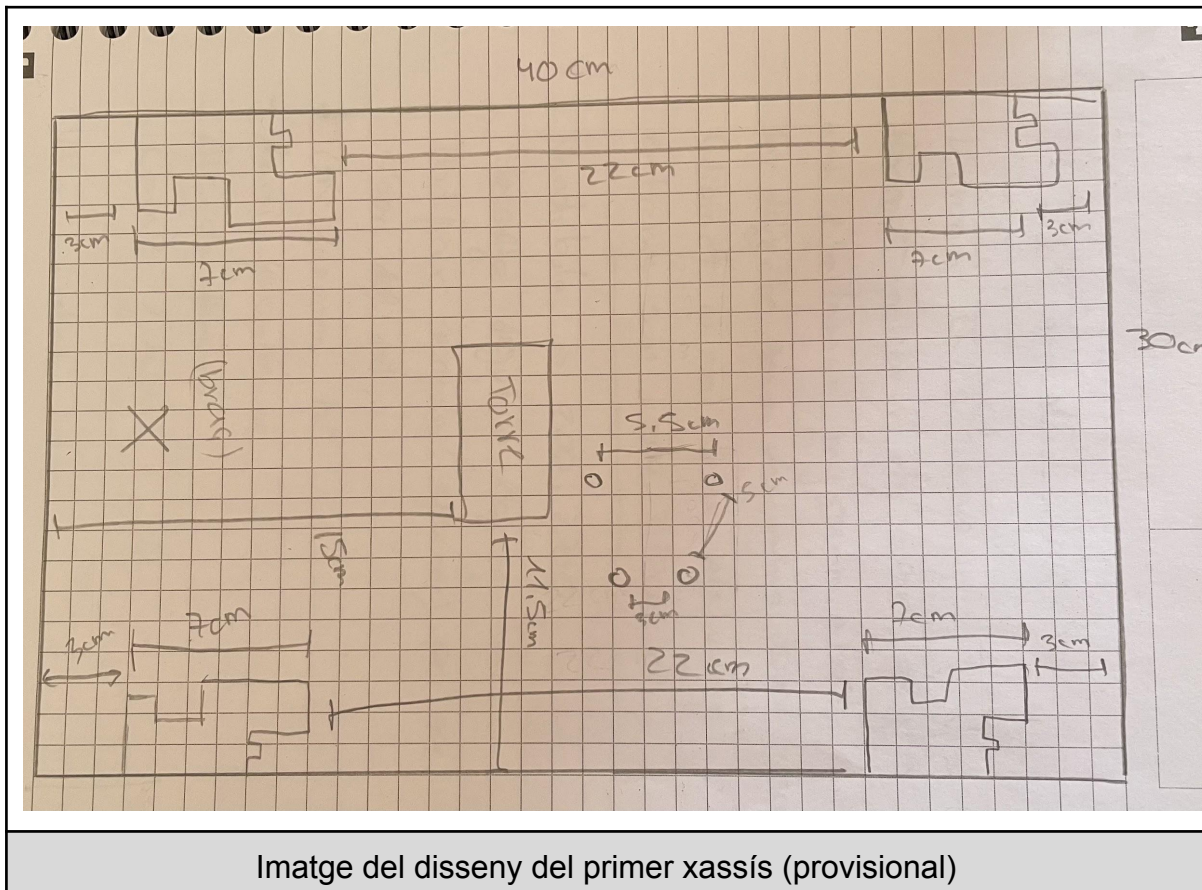
Per muntar el braç mecànic vaig seguir el tutorial del vídeo i el manual de la bibliografia: [VTUT], [MANUAL]



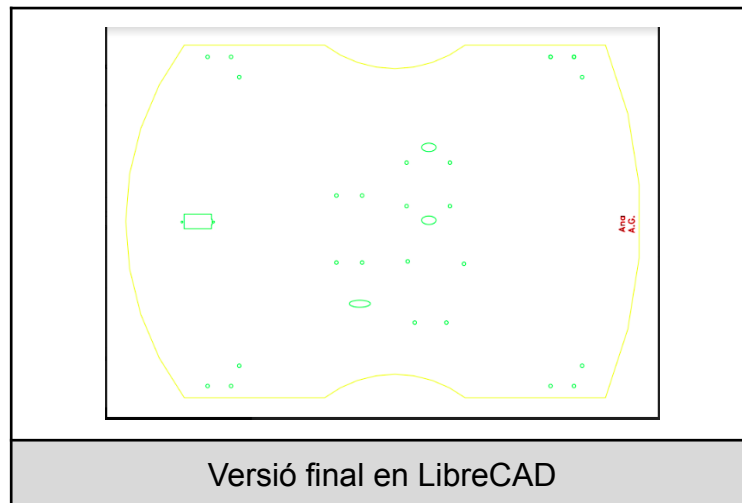
7. Xassís

7.1. Plànols

Per fer el xassís vaig agafar un tros de fusta de 320 mm x 460 mm i com que vaig fer primer les peces en 3D només vaig col·locar els components on volia i per collar-los vaig fer els forats amb una broca de 3 mm.



Però necessitava fer també un rectangle cap al mig del xassís i això era impossible de fer amb el material del taller, per tant, la versió final la vaig fer amb una talladora làser ([Annex 5](#)) que em va deixar utilitzar "L'Escola Superior de Disseny i Art Llotja". Per imprimir en la talladora vaig fer els plànols en LibreCad ([Annex 6](#)).



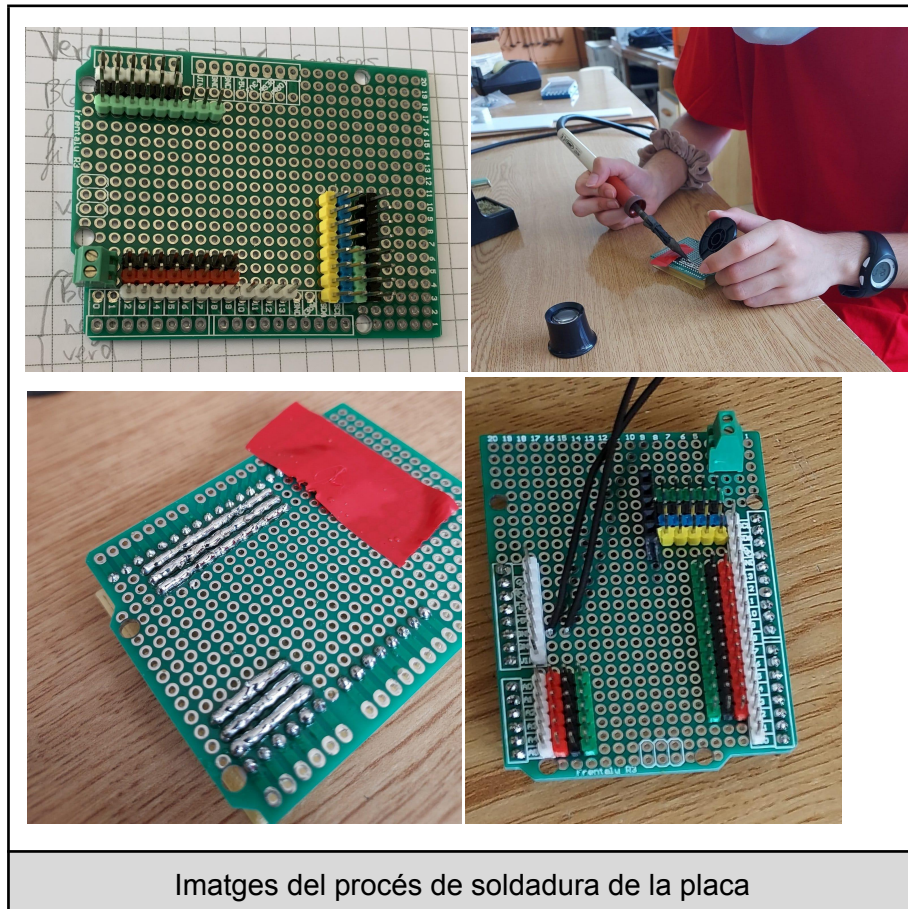
7.2. Impressió en talladora làser

Pressupost de la impressió:	5 min són 6 €
------------------------------------	---------------

8. Preparació de la placa

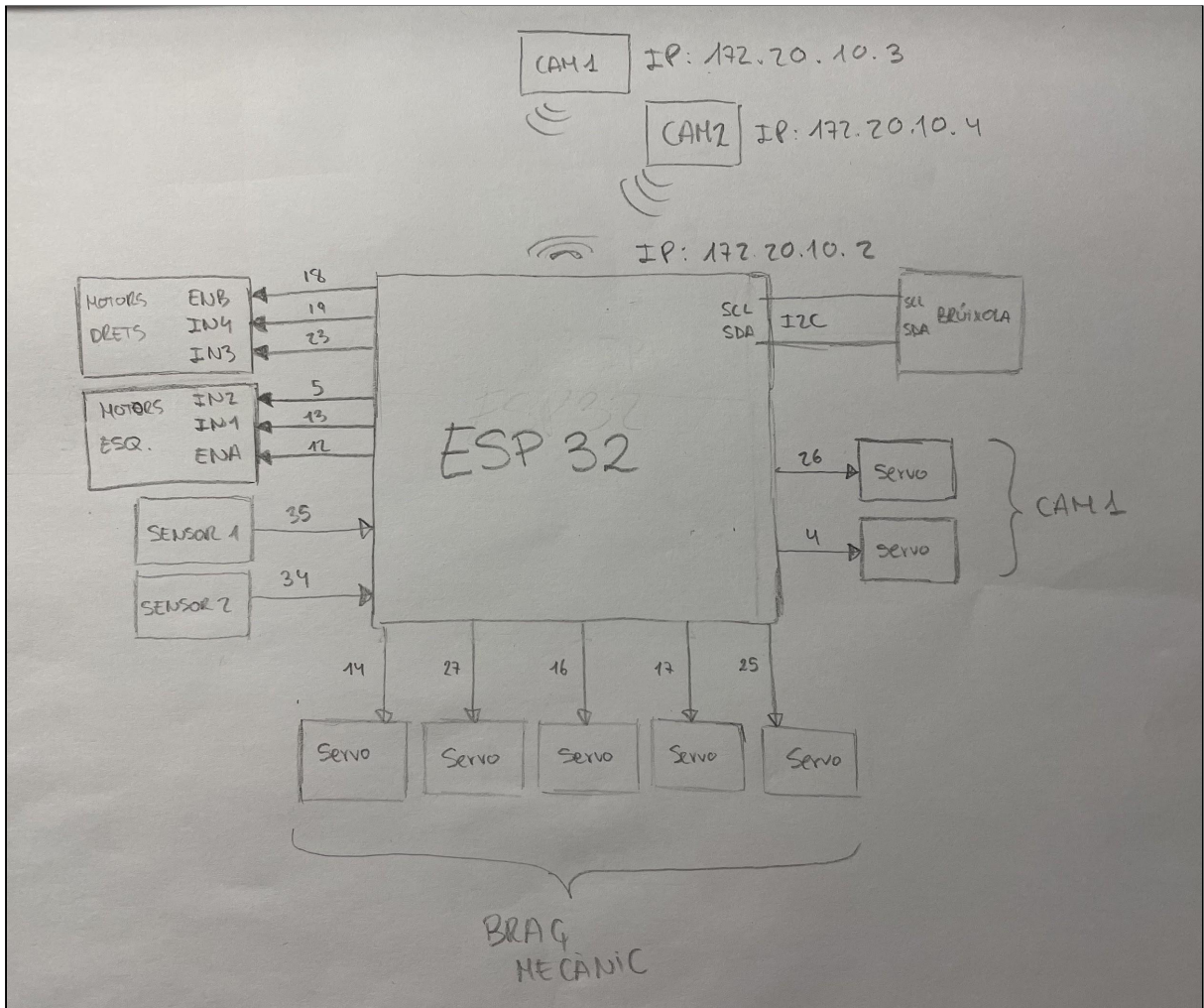
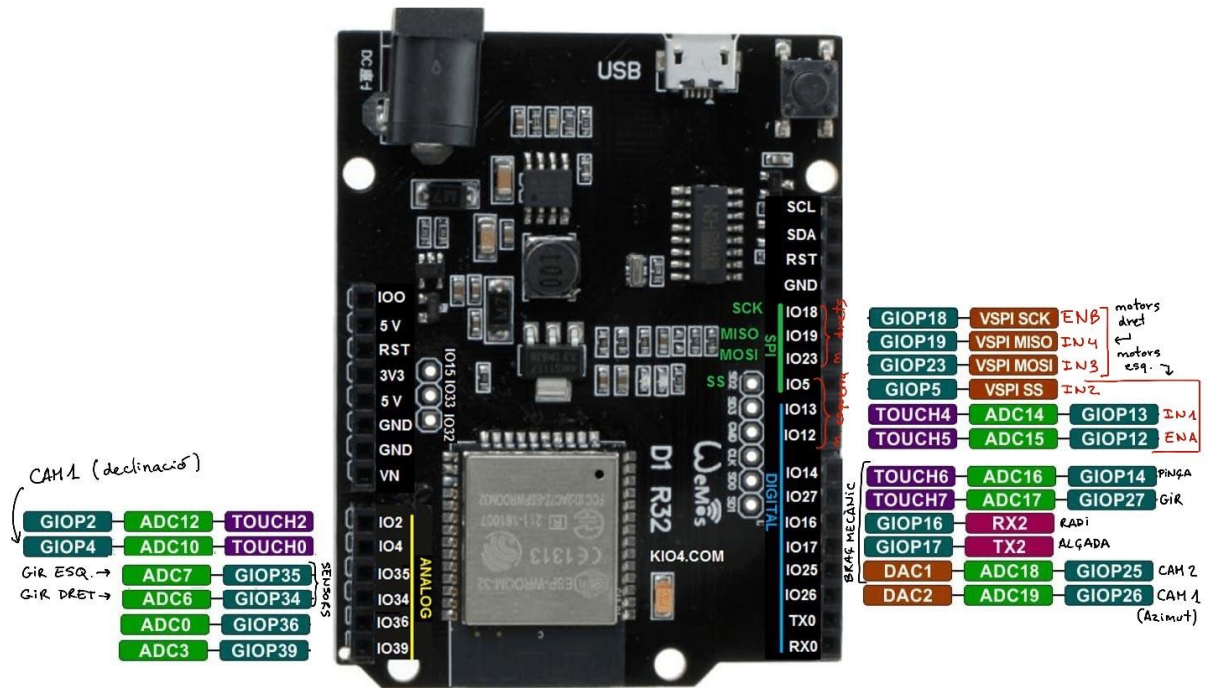
8.1. Soldadura de les connexions

Per poder programar el robot primer vaig haver de soldar les connexions. Per començar, vaig col·locar els pins al seu lloc i després ho vaig soldar a poc a poc per no cometre cap error.



8.2. Connexions

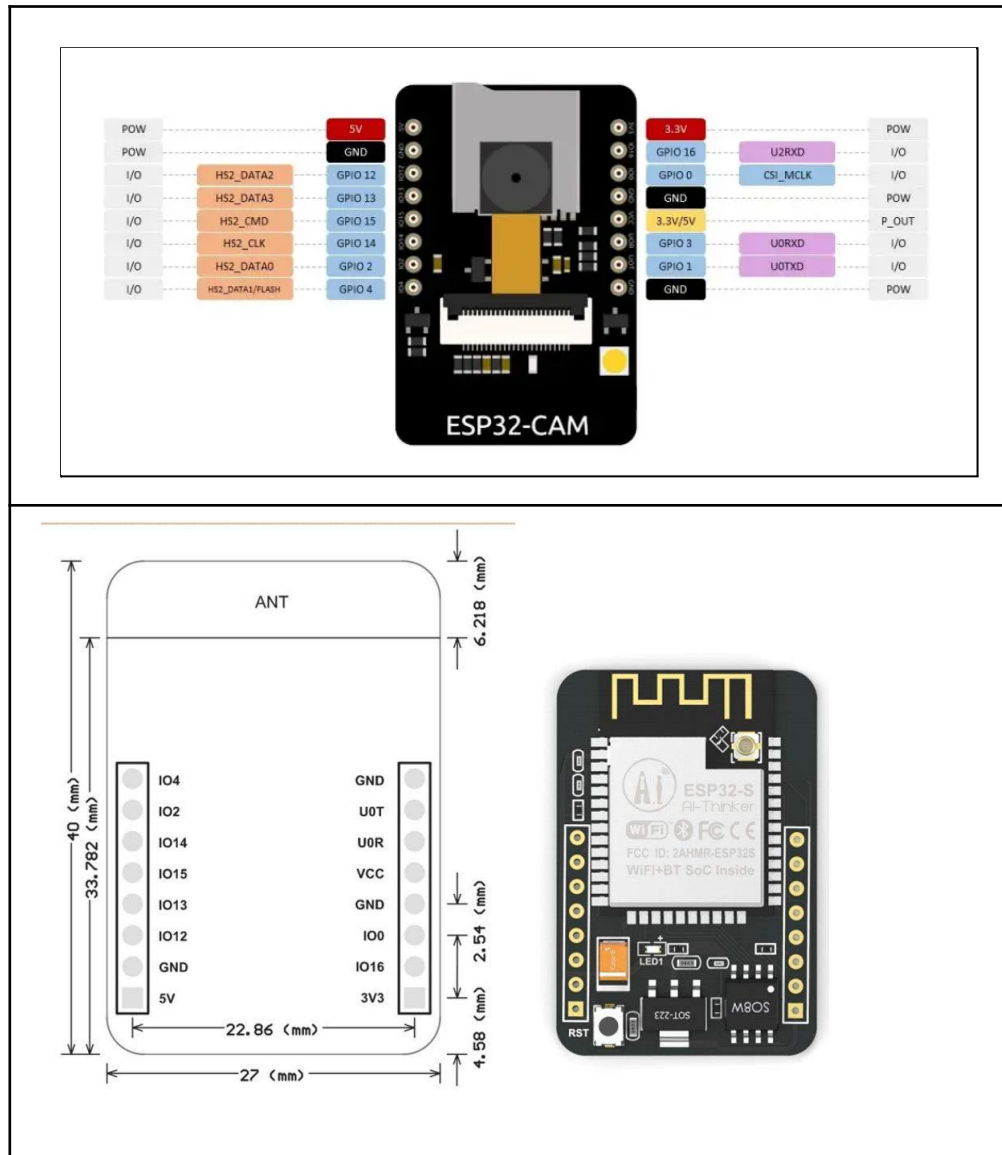
En la següent imatge es mostra la placa WeMos D1 R32 amb la distribució dels pins per a cada component del robot i el diagrama de blocs:

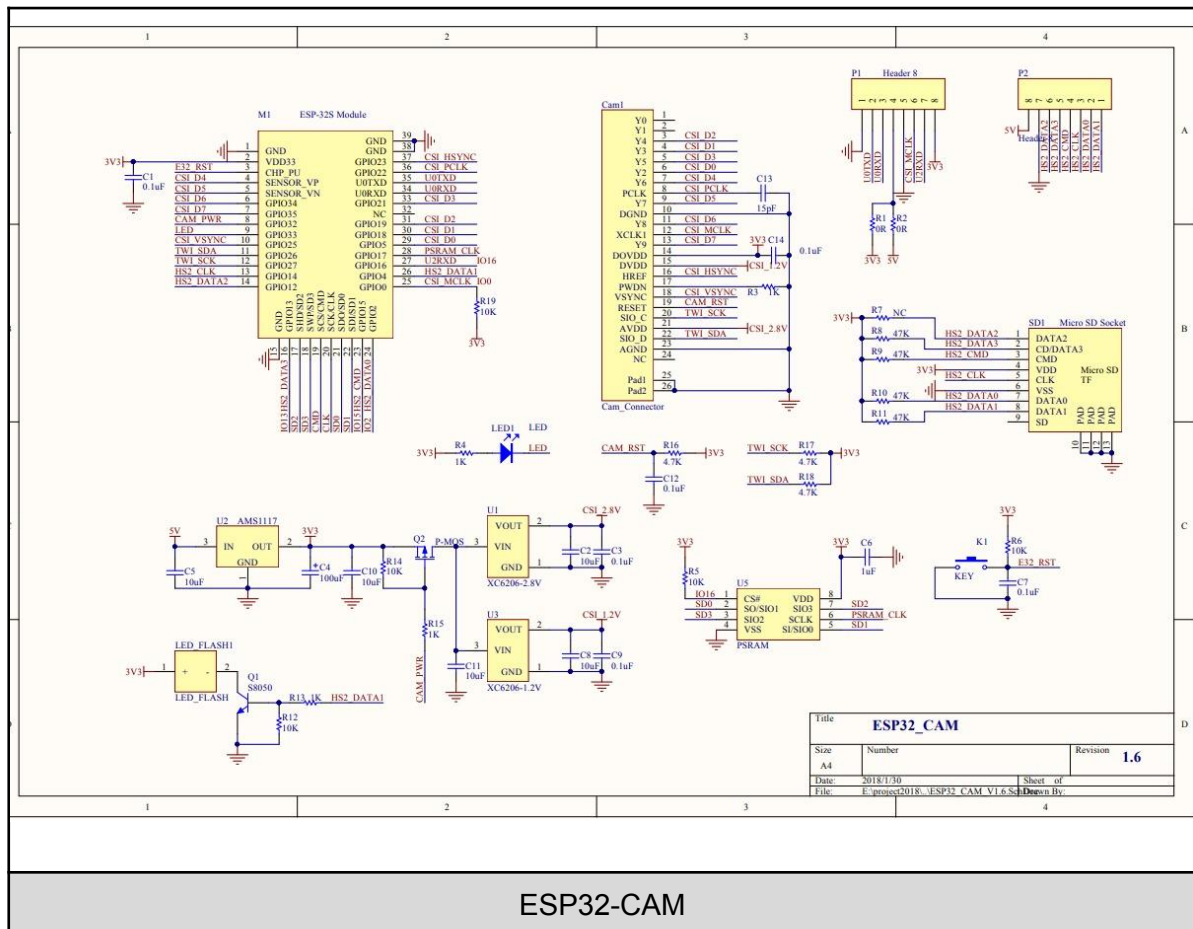


9. ESP32-CAM

9.1. Informació (parts, imatges, etc.)

El ESP32-CAM és un mòdul WiFi ESP32 amb una petita càmera de vídeo incorporada i amb una ranura microSD per emmagatzemar.





Pel meu projecte he utilitzat dos d'aquests mòduls connectats, cada un d'ells, a una bateria personal perquè puguin funcionar.

10. Programació amb Arduino

10.1. Codis

10.2. ESP32-CAM

Codi per fer funcionar només la càmera

```
#include "esp_camera.h"
#include <WiFi.h>#include "esp_timer.h"

#include "img_converters.h"
#include "Arduino.h"
#include "fb_gfx.h"
#include "soc/soc.h" //disable brownout problems
#include "soc/rtc_cntl_reg.h" //disable brownout problems
#include "esp_http_server.h"

//Replace with your network credentials
const char* ssid = "ssid";
const char* password = "password";

#define PART_BOUNDARY "12345678900000000000000987654321"

// This project was tested with the AI Thinker Model, M5STACK PSRAM Model and
M5STACK WITHOUT PSRAM
#define CAMERA_MODEL_AI_THINKER
// #define CAMERA_MODEL_M5STACK_PSRAM
// #define CAMERA_MODEL_M5STACK_WITHOUT_PSRAM

// Not tested with this model
// #define CAMERA_MODEL_WROVER_KIT

#if defined(CAMERA_MODEL_WROVER_KIT)
#define PWDN_GPIO_NUM -1
#define RESET_GPIO_NUM -1
#define XCLK_GPIO_NUM 21
#define SIOD_GPIO_NUM 26
#define SIOC_GPIO_NUM 27

#define Y9_GPIO_NUM 35
#define Y8_GPIO_NUM 34
#define Y7_GPIO_NUM 39
#define Y6_GPIO_NUM 36
#define Y5_GPIO_NUM 19
#define Y4_GPIO_NUM 18
#define Y3_GPIO_NUM 5
#define Y2_GPIO_NUM 4
#define VSYNC_GPIO_NUM 25
```



```
#define HREF_GPIO_NUM 23
#define PCLK_GPIO_NUM 22

#elif defined(CAMERA_MODEL_M5STACK_PSRAM)
#define PWDN_GPIO_NUM -1
#define RESET_GPIO_NUM 15
#define XCLK_GPIO_NUM 27
#define SIOD_GPIO_NUM 25
#define SIOC_GPIO_NUM 23

#define Y9_GPIO_NUM 19
#define Y8_GPIO_NUM 36
#define Y7_GPIO_NUM 18
#define Y6_GPIO_NUM 39
#define Y5_GPIO_NUM 5
#define Y4_GPIO_NUM 34
#define Y3_GPIO_NUM 35
#define Y2_GPIO_NUM 32
#define VSYNC_GPIO_NUM 22
#define HREF_GPIO_NUM 26
#define PCLK_GPIO_NUM 21

#elif defined(CAMERA_MODEL_M5STACK_WITHOUT_PSRAM)
#define PWDN_GPIO_NUM -1
#define RESET_GPIO_NUM 15
#define XCLK_GPIO_NUM 27
#define SIOD_GPIO_NUM 25
#define SIOC_GPIO_NUM 23

#define Y9_GPIO_NUM 19
#define Y8_GPIO_NUM 36
#define Y7_GPIO_NUM 18
#define Y6_GPIO_NUM 39
#define Y5_GPIO_NUM 5
#define Y4_GPIO_NUM 34
#define Y3_GPIO_NUM 35
#define Y2_GPIO_NUM 17
#define VSYNC_GPIO_NUM 22
#define HREF_GPIO_NUM 26
#define PCLK_GPIO_NUM 21

#elif defined(CAMERA_MODEL_AI_THINKER)
#define PWDN_GPIO_NUM 32
#define RESET_GPIO_NUM -1
#define XCLK_GPIO_NUM 0
#define SIOD_GPIO_NUM 26
#define SIOC_GPIO_NUM 27

#define Y9_GPIO_NUM 35
#define Y8_GPIO_NUM 34
#define Y7_GPIO_NUM 39
#define Y6_GPIO_NUM 36
```

```
#define Y5_GPIO_NUM    21
#define Y4_GPIO_NUM    19
#define Y3_GPIO_NUM    18
#define Y2_GPIO_NUM    5
#define VSYNC_GPIO_NUM 25
#define HREF_GPIO_NUM  23
#define PCLK_GPIO_NUM  22
#else
  #error "Camera model not selected"
#endif

static const char* _STREAM_CONTENT_TYPE = "multipart/x-mixed-replace;boundary="
PART_BOUNDARY;
static const char* _STREAM_BOUNDARY = "\r\n--" PART_BOUNDARY "\r\n";
static const char* _STREAM_PART = "Content-Type: image/jpeg\r\nContent-Length:
%u\r\n\r\n";

httpd_handle_t stream_httpd = NULL;

static esp_err_t stream_handler(httpd_req_t *req){
  camera_fb_t * fb = NULL;
  esp_err_t res = ESP_OK;
  size_t _jpg_buf_len = 0;
  uint8_t * _jpg_buf = NULL;
  char * part_buf[64];

  res = httpd_resp_set_type(req, _STREAM_CONTENT_TYPE);
  if(res != ESP_OK){
    return res;
  }

  while(true){
    fb = esp_camera_fb_get();
    if (!fb) {
      Serial.println("Camera capture failed");
      res = ESP_FAIL;
    } else {
      if(fb->width > 400){
        if(fb->format != PIXFORMAT_JPEG){
          bool jpeg_converted = frame2jpg(fb, 80, &_jpg_buf, &_jpg_buf_len);
          esp_camera_fb_return(fb);
          fb = NULL;
          if(!jpeg_converted){
            Serial.println("JPEG compression failed");
            res = ESP_FAIL;
          }
        } else {
          _jpg_buf_len = fb->len;
          _jpg_buf = fb->buf;
        }
      }
    }
  }
}
```

```
if(res == ESP_OK){
    size_t hlen = snprintf((char *)part_buf, 64, _STREAM_PART, _jpg_buf_len);
    res = httpd_resp_send_chunk(req, (const char *)part_buf, hlen);
}
if(res == ESP_OK){
    res = httpd_resp_send_chunk(req, (const char *)_jpg_buf, _jpg_buf_len);
}
if(res == ESP_OK){
    res = httpd_resp_send_chunk(req, _STREAM_BOUNDARY,
strlen(_STREAM_BOUNDARY));
}
if(fb){
    esp_camera_fb_return(fb);
    fb = NULL;
    _jpg_buf = NULL;
} else if(_jpg_buf){
    free(_jpg_buf);
    _jpg_buf = NULL;
}
if(res != ESP_OK){
    break;
}
//Serial.printf("MJPEG: %uB\n", (uint32_t)(_jpg_buf_len));
}
return res;
}

void startCameraServer(){
    httpd_config_t config = HTTPD_DEFAULT_CONFIG();
    config.server_port = 80;

    httpd_uri_t index_uri = {
        .uri      = "/",
        .method   = HTTP_GET,
        .handler  = stream_handler,
        .user_ctx = NULL
    };

    //Serial.printf("Starting web server on port: %d\n", config.server_port);
    if (httpd_start(&stream_httpd, &config) == ESP_OK) {
        httpd_register_uri_handler(stream_httpd, &index_uri);
    }
}

void setup() {
    WRITE_PERI_REG(RTC_CNTL_BROWN_OUT_REG, 0); //disable brownout detector

    Serial.begin(115200);
    Serial.setDebugOutput(false);

    camera_config_t config;
    config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
```

```
config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;
config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;
config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;
config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;
config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;
config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;
config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;
config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;
config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
config.pin_sscb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
config.pin_sscb_scl = SIOC_GPIO_NUM;
config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;
config.xclk_freq_hz = 20000000;
config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG;

if(psramFound()){
  config.frame_size = FRAMESIZE_UXGA;
  config.jpeg_quality = 10;
  config.fb_count = 2;
} else {
  config.frame_size = FRAMESIZE_SVGA;
  config.jpeg_quality = 12;
  config.fb_count = 1;
}

// Camera init
esp_err_t err = esp_camera_init(&config);
if (err != ESP_OK) {
  Serial.printf("Camera init failed with error 0x%x", err);
  return;
}
// Wi-Fi connection
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");

Serial.print("Camera Stream Ready! Go to: http://");
Serial.print(WiFi.localIP());

// Start streaming web server
startCameraServer();
}
```

```
void loop() {  
  delay(1);  
}
```

10.3 Servos

Codi per fer funcionar el braç mecànic

```
#include <WiFi.h>  
#include <WebServer.h>  
#include <ESP32Servo.h>  
  
const char *ssid = "ssid";  
const char *password = "password";  
  
WebServer server ( 80 );  
  
Servo myservo1;  
Servo myservo2;  
Servo myservo3;  
Servo myservo4;  
Servo myservo5;  
Servo myservo6;  
Servo myservo7;  
  
int pos1;  
int pos2;  
int pos3;  
int pos4;  
int pos5;  
int pos6;  
int pos7;  
  
String mensaje = "";  
  
//-----CODIGO HTML PAGINA DE CONFIGURACION-----  
  
void paginacanvi() {  
  String pagina = "<!DOCTYPE html>"  
  "<html>"  
  "<head>"  
  "<title>4DOF</title>"  
  "<meta charset='UTF-8'>"  
  "<meta name='viewport' content='width=device-width'/>"  
  "</head>"  
  "<body>"  
  "<table style='width:100%'><form action='canviar' method='get'>"  
  "<tr><td>Pinça:</td><td><input type='range' name='BP' min='0' max='180'"  
  "value='"+String(pos1)+"></td></tr>"
```

```
"<tr><td>BM_Alçada:</td><td><input type='range' name='BZ' min='0' max='180'  
value='"+String(pos2)+"'"></td></tr>"  
"<tr><td>BM_Radi:</td><td><input type='range' name='BR' min='0' max='180'  
value='"+String(pos3)+"'"></td></tr>"  
"<tr><td>BM_Azimut:</td><td><input type='range' name='BA' min='0' max='180'  
value='"+String(pos4)+"'"></td></tr>"  
"<tr><td>BM_CAM2:</td><td><input type='range' name='C2D' min='0' max='180'  
value='"+String(pos5)+"'"></td></tr>"  
"<tr><td>CAM1_Declinació:</td><td><input type='range' name='C1D' min='0' max='180'  
value='"+String(pos6)+"'"></td></tr>"  
"<tr><td>CAM1_Azimut:</td><td><input type='range' name='C1A' min='0' max='180'  
value='"+String(pos7)+"'"></td></tr>"  
"<tr><td></td><td><input type='submit' value='CANVIAR' /></td></tr>"  
"</form></table>"  
"</body>"  
"</html>";  
server.send(200, "text/html", pagina);  
}  
  
void canviar_servos() {  
  pos1 = server.arg("BP").toInt();  
  pos2 = server.arg("BZ").toInt();  
  pos3 = server.arg("BR").toInt();  
  pos4 = server.arg("BA").toInt();  
  pos5 = server.arg("C2D").toInt();  
  pos6 = server.arg("C1D").toInt();  
  pos7 = server.arg("C1A").toInt();  
  myservo1.write(pos1);  
  myservo2.write(pos2);  
  myservo3.write(pos3);  
  myservo4.write(pos4);  
  myservo5.write(pos5);  
  myservo6.write(pos6);  
  myservo7.write(pos7);  
  paginacanvi();  
}  
  
void setup() {  
  Serial.begin(115200);  
  Serial.setDebugOutput(true);  
  Serial.println();  
  ESP32PWM::allocateTimer(0);  
  ESP32PWM::allocateTimer(1);  
  ESP32PWM::allocateTimer(2);  
  ESP32PWM::allocateTimer(3);  
  myservo1.setPeriodHertz(50); // standard 50 hz servo  
  myservo1.attach(14, 500, 2400);  
  myservo2.attach(17, 500, 2400);  
  myservo3.attach(16, 500, 2400);  
  myservo4.attach(27, 500, 2400);  
  myservo5.attach(25, 500, 2400);  
  myservo6.attach(4, 500, 2400);
```

```
myservo7.attach(26, 500, 2400);
pos1 =90;
pos2 =90;
pos3 =90;
pos4 =90;
pos5 =90;
pos6 =90;
pos7 =90;
myservo1.write(pos1);
myservo2.write(pos2);
myservo3.write(pos3);
myservo4.write(pos4);
myservo5.write(pos5);
myservo6.write(pos6);
myservo7.write(pos7);

WiFi.begin ( ssid, password );
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");
server.on("/", pagenacanvi);
server.on("/canviar", canviar_servos);
server.begin();
Serial.print("Device Ready! Use 'http://'");
Serial.print(WiFi.localIP());
Serial.println(" to connect");
}

void loop() {
  server.handleClient();
}
```

10.4. Motors i sensors

```
Codi per fer funcionar els motors (per WiFi)

#include <WiFi.h>
#include <WebServer.h>

const char* ssid = "ssid";
const char* password = "password";

WebServer server(80);

void atura() {
```

```
digitalWrite(18,LOW); //Apaga motor dret
digitalWrite(12,LOW); //Apaga motor esquerra
server.send(200, "text/plain", "STOP");
}

void forward() {
digitalWrite(18,HIGH); //Motor dret a tope
digitalWrite(19,LOW);
digitalWrite(23,HIGH); //motor dret fwd

digitalWrite(12,HIGH); //Motor esquerra a tope
digitalWrite(13,LOW);
digitalWrite(5,HIGH); //motor esquerra fwd
server.send(200, "text/plain", "FWD");
}

void fwdturnleft() {
digitalWrite(18,HIGH); //Motor dret a tope
digitalWrite(19,LOW);
digitalWrite(23,HIGH); //motor dret fwd

digitalWrite(12,HIGH); //Motor esquerra a tope
digitalWrite(13,LOW);
digitalWrite(5,LOW); //motor esquerra stop
server.send(200, "text/plain", "FTL");
}

void antihorari() {
digitalWrite(18,HIGH); //Motor dret a tope
digitalWrite(19,LOW);
digitalWrite(23,HIGH); //motor dret fwd

digitalWrite(12,HIGH); //Motor esquerra a tope
digitalWrite(13,HIGH);
digitalWrite(5,LOW); //motor esquerra bwd
server.send(200, "text/plain", "RCC");
}

void bwdturnleft() {
digitalWrite(18,HIGH); //Motor dret a tope
digitalWrite(19,HIGH);
digitalWrite(23,LOW); //motor dret bwd

digitalWrite(12,HIGH); //Motor esquerra a tope
digitalWrite(13,LOW);
digitalWrite(5,LOW); //motor esquerra stop
server.send(200, "text/plain", "BTL");
}

void backward() {
digitalWrite(18,HIGH); //Motor dret a tope
digitalWrite(19,HIGH);
```



```
digitalWrite(23,LOW); //motor dret bwd

digitalWrite(12,HIGH); //Motor esquerra a tope
digitalWrite(13,HIGH);
digitalWrite(5,LOW); //motor esquerra bwd
server.send(200, "text/plain", "BWD");
}

void bwdturnright() {
digitalWrite(18,HIGH); //Motor dret a tope
digitalWrite(19,LOW);
digitalWrite(23,LOW); //motor dret stop

digitalWrite(12,HIGH); //Motor esquerra a tope
digitalWrite(13,HIGH);
digitalWrite(5,LOW); //motor esquerra bwd
server.send(200, "text/plain", "BTR");
}

void horari() {
digitalWrite(18,HIGH); //Motor dret a tope
digitalWrite(19,HIGH);
digitalWrite(23,LOW); //motor dret bwd

digitalWrite(12,HIGH); //Motor esquerra a tope
digitalWrite(13,LOW);
digitalWrite(5,HIGH); //motor esquerra fwd
server.send(200, "text/plain", "RCW");
}

void fwdturnright() {
digitalWrite(18,HIGH); //Motor dret a tope
digitalWrite(19,LOW);
digitalWrite(23,LOW); //motor dret stop

digitalWrite(12,HIGH); //Motor esquerra a tope
digitalWrite(13,LOW);
digitalWrite(5,HIGH); //motor esquerra fwd
server.send(200, "text/plain", "FTR");
}

void setup(void){
pinMode(18,OUTPUT);
pinMode(19,OUTPUT);
pinMode(23,OUTPUT);
pinMode(5,OUTPUT);
pinMode(13,OUTPUT);
pinMode(12,OUTPUT);

digitalWrite(18,LOW); //Apaga motor dret
digitalWrite(12,LOW); //Apaga motor esquerra
```

```
Serial.begin(115200);
WiFi.begin(ssid, password);
Serial.println("");
// Wait for connection
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.print("Connected to ");
Serial.println(ssid);
Serial.print("IP address: ");
Serial.println(WiFi.localIP());

server.on("/STOP", atura);
server.on("/FWD", forward);
server.on("/FTL", fwdturnleft);
server.on("/RCC", antihorari);
server.on("/BTL", bwdturnleft);
server.on("/BWD", backward);
server.on("/BTR", bwdturnright);
server.on("/RCW", horari);
server.on("/FTR", fwdturnright);

server.begin();
Serial.println("HTTP server started");

}

void loop(void){
  server.handleClient();
}
```

10.5. Brúixola

Codi per fer funcionar la brúixola

```
#include <WiFi.h>
#include <WebServer.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Adafruit_HMC5883_U.h>

/* Assign a unique ID to this sensor at the same time */
Adafruit_HMC5883_Unified mag = Adafruit_HMC5883_Unified(12345);

const char* ssid = "ssid";
const char* password = "password";
```

```
WebServer server(80);

void bruixola() {
  sensors_event_t event;
  mag.getEvent(&event);

  float heading = atan2(event.magnetic.x, event.magnetic.y);
  float declinationAngle = 0.22;
  heading += declinationAngle;

  // Correct for when signs are reversed.
  if(heading < 0)
    heading += 2*PI;

  // Check for wrap due to addition of declination.
  if(heading > 2*PI)
    heading -= 2*PI;

  // Convert radians to degrees for readability.
  float headingDegrees = heading * 180/M_PI;
  server.send(200, "text/plain", String(headingDegrees));
}

void setup(void){

  Serial.begin(115200);
  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.println("");
  // Wait for connection
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.print("Connected to ");
  Serial.println(ssid);
  Serial.print("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  server.on("/NORD", bruixola);

  mag.begin();
  server.begin();
  Serial.println("HTTP server started");

}

void loop(void){
  server.handleClient();
}
```

10.6. Control de motors, servos i brúixola (per WiFi)

Codi per controlar tot el robot menys les càmeres

```
#include <WiFi.h>
#include <WebServer.h>
#include <ESP32Servo.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Adafruit_HMC5883_U.h>
//1-12-21
#include <WiFiClient.h>
#include <FS.h>
#include "SPIFFS.h"

/* Assign a unique ID to this sensor at the same time */
Adafruit_HMC5883_Unified mag = Adafruit_HMC5883_Unified(12345);

const char *ssid = "ssid";
const char *password = "password";

WebServer server ( 80 );

void bruixola() {
  sensors_event_t event;
  mag.getEvent(&event);

  float heading = atan2(event.magnetic.x, event.magnetic.y);
  float declinationAngle = 0.22;
  heading += declinationAngle;

  // Correct for when signs are reversed.
  if(heading < 0)
    heading += 2*PI;

  // Check for wrap due to addition of declination.
  if(heading > 2*PI)
    heading -= 2*PI;

  // Convert radians to degrees for readability.
  float headingDegrees = heading * 180/M_PI;
  server.send(200, "text/plain", String(headingDegrees));
}

Servo myservo1;
Servo myservo2;
Servo myservo3;
Servo myservo4;
Servo myservo5;
Servo myservo6;
Servo myservo7;
```

```
int pos1;
int pos2;
int pos3;
int pos4;
int pos5;
int pos6;
int pos7;

String mensaje = "";

//-----CÓDIGO HTML PAGINA DE CONFIGURACION-----

void paginacanvi() {
    String pagina = "<!DOCTYPE html>"
    "<html>"
    "<head>"
    "<title>4DOF</title>"
    "<meta charset='UTF-8'>"
    "<meta name='viewport' content='width=device-width'/>"
    "</head>"
    "<body>"
    "<table style='width:100%'><form action='canviar' method='get'>"
    "<tr><td>Pinça:</td><td><input type='range' name='BP' min='0' max='180'"
    "value="" +String(pos1)+"></td></tr>"
    "<tr><td>BM_Alçada:</td><td><input type='range' name='BA' min='0' max='180'"
    "value="" +String(pos2)+"></td></tr>"
    "<tr><td>BM_Radi:</td><td><input type='range' name='BR' min='0' max='180'"
    "value="" +String(pos3)+"></td></tr>"
    "<tr><td>BM_Azimut:</td><td><input type='range' name='BZ' min='0' max='180'"
    "value="" +String(pos4)+"></td></tr>"
    "<tr><td>BM_CAM2:</td><td><input type='range' name='C2D' min='0' max='180'"
    "value="" +String(pos5)+"></td></tr>"
    "<tr><td>CAM1_Declinació:</td><td><input type='range' name='C1D' min='0' max='180'"
    "value="" +String(pos6)+"></td></tr>"
    "<tr><td>CAM1_Azimut:</td><td><input type='range' name='C1A' min='0' max='180'"
    "value="" +String(pos7)+"></td></tr>"
    "<tr><td></td><td><input type='submit' value='CANVIAR' /></td></tr>"
    "</form></table>"
    "</body>"
    "</html>";
    server.send(200, "text/html", pagina);
}

void canviar_servos() {
    pos1 = server.arg("BP").toInt();
    pos2 = server.arg("BA").toInt();
    pos3 = server.arg("BR").toInt();
    pos4 = server.arg("BZ").toInt();
    pos5 = server.arg("C2D").toInt();
    pos6 = server.arg("C1D").toInt();
    pos7 = server.arg("C1A").toInt();
}
```

```
myservo1.write(pos1);
myservo2.write(pos2);
myservo3.write(pos3);
myservo4.write(pos4);
myservo5.write(pos5);
myservo6.write(pos6);
myservo7.write(pos7);
paginacanvi();
}

//control de servos web
void c2du() {
  if (pos5 < 90) {
    pos5=pos5 +20;
    myservo5.write (pos5);
    server.send(200, "text/html", "C2DU");
  }
  else
    server.send(200, "text/html", "C2DU a tope");
}

void c2dd() {
  if (pos5 > 30) {
    pos5=pos5 -20;
    myservo5.write (pos5);
    server.send(200, "text/html", "C2DD");
  }
  else
    server.send(200, "text/html", "C2DD a tope");
}

void bpc() {
  if (pos1 > 100) {
    pos1=pos1 -20;
    myservo1.write (pos1);
    server.send(200, "text/html", "BPC");
  }
  else
    server.send(200, "text/html", "BPC a tope");
}

void bpo() {
  if (pos1 < 180) {
    pos1=pos1 +20;
    myservo1.write (pos1);
    server.send(200, "text/html", "BPO");
  }
  else
    server.send(200, "text/html", "BPO a tope");
}

void bzl() {
```

```
if (pos4 < 160) {
    pos4=pos4 +20;
    myservo4.write (pos4);
    server.send(200, "text/html", "BZL");
}
else
    server.send(200, "text/html", "BZL a tope");
}

void bzs() {
if (pos4 > 0) {
    pos4=pos4 -20;
    myservo4.write (pos4);
    server.send(200, "text/html", "BZR");
}
else
    server.send(200, "text/html", "BZR a tope");
}

void bau() {
if (pos2 < 135) {
    pos2=pos2 +20;
    myservo2.write (pos2);
    server.send(200, "text/html", "BAU");
}
else
    server.send(200, "text/html", "BAU a tope");
}

void bad() {
if (pos2 > 90) {
    pos2=pos2 -20;
    myservo2.write (pos2);
    server.send(200, "text/html", "BAD");
}
else
    server.send(200, "text/html", "BAD a tope");
}

void bro() {
if (pos3 < 160) {
    pos3=pos3 +20;
    myservo3.write (pos3);
    server.send(200, "text/html", "BRO");
}
else
    server.send(200, "text/html", "BRO a tope");
}

void bri() {
if (pos3 > 130) {
    pos3=pos3 -20;
```

```
myservo3.write (pos3);
server.send(200, "text/html", "BRI");
}
else
server.send(200, "text/html", "BRI a tope");
}

void c1du() {
if (pos6 < 140) {
pos6=pos6 +20;
myservo6.write (pos6);
server.send(200, "text/html", "C1DU");
}
else
server.send(200, "text/html", "C1DU a tope");
}

void c1dd() {
if (pos6 > 70) {
pos6=pos6 -20;
myservo6.write (pos6);
server.send(200, "text/html", "C1DD");
}
else
server.send(200, "text/html", "C1DD a tope");
}

void c1al() {
if (pos7 < 180) {
pos7=pos7 +20;
myservo7.write (pos7);
server.send(200, "text/html", "C1AL");
}
else
server.send(200, "text/html", "C1AL a tope");
}

void c1ar() {
if (pos7 > 0 ) {
pos7=pos7 -20;
myservo7.write (pos7);
server.send(200, "text/html", "C1AR");
}
else
server.send(200, "text/html", "C1AR a tope");
}

void atura() {
digitalWrite(18,LOW); //Apaga motor dret
digitalWrite(12,LOW); //Apaga motor esquerra
server.send(200, "text/plain", "STOP");
}
```



```
void forward() {
  digitalWrite(18,HIGH); //Motor dret a tope
  digitalWrite(19,LOW);
  digitalWrite(23,HIGH); //motor dret fwd

  digitalWrite(12,HIGH); //Motor esquerra a tope
  digitalWrite(13,LOW);
  digitalWrite(5,HIGH); //motor esquerra fwd
  server.send(200, "text/plain", "FWD");
}

void fwdturnleft() {
  digitalWrite(18,HIGH); //Motor dret a tope
  digitalWrite(19,LOW);
  digitalWrite(23,HIGH); //motor dret fwd

  digitalWrite(12,HIGH); //Motor esquerra a tope
  digitalWrite(13,LOW);
  digitalWrite(5,LOW); //motor esquerra stop
  server.send(200, "text/plain", "FTL");
}

void antihorari() {
  digitalWrite(18,HIGH); //Motor dret a tope
  digitalWrite(19,LOW);
  digitalWrite(23,HIGH); //motor dret fwd

  digitalWrite(12,HIGH); //Motor esquerra a tope
  digitalWrite(13,HIGH);
  digitalWrite(5,LOW); //motor esquerra bwd
  server.send(200, "text/plain", "RCC");
}

void bwdturnleft() {
  digitalWrite(18,HIGH); //Motor dret a tope
  digitalWrite(19,HIGH);
  digitalWrite(23,LOW); //motor dret bwd

  digitalWrite(12,HIGH); //Motor esquerra a tope
  digitalWrite(13,LOW);
  digitalWrite(5,LOW); //motor esquerra stop
  server.send(200, "text/plain", "BTL");
}

void backward() {
  digitalWrite(18,HIGH); //Motor dret a tope
  digitalWrite(19,HIGH);
  digitalWrite(23,LOW); //motor dret bwd

  digitalWrite(12,HIGH); //Motor esquerra a tope
  digitalWrite(13,HIGH);
```

```
digitalWrite(5,LOW); //motor esquerra bwd
server.send(200, "text/plain", "BWD");
}

void bwdturnright() {
digitalWrite(18,HIGH); //Motor dret a tope
digitalWrite(19,LOW);
digitalWrite(23,LOW); //motor dret stop

digitalWrite(12,HIGH); //Motor esquerra a tope
digitalWrite(13,HIGH);
digitalWrite(5,LOW); //motor esquerra bwd
server.send(200, "text/plain", "BTR");
}

void horari() {
digitalWrite(18,HIGH); //Motor dret a tope
digitalWrite(19,HIGH);
digitalWrite(23,LOW); //motor dret bwd

digitalWrite(12,HIGH); //Motor esquerra a tope
digitalWrite(13,LOW);
digitalWrite(5,HIGH); //motor esquerra fwd
server.send(200, "text/plain", "RCW");
}

void fwdturnright() {
digitalWrite(18,HIGH); //Motor dret a tope
digitalWrite(19,LOW);
digitalWrite(23,LOW); //motor dret stop

digitalWrite(12,HIGH); //Motor esquerra a tope
digitalWrite(13,LOW);
digitalWrite(5,HIGH); //motor esquerra fwd
server.send(200, "text/plain", "FTR");
}

void setup() {
pinMode(18,OUTPUT);
pinMode(19,OUTPUT);
pinMode(23,OUTPUT);
pinMode(5,OUTPUT);
pinMode(13,OUTPUT);
pinMode(12,OUTPUT);

digitalWrite(18,LOW); //Apaga motor dret
digitalWrite(12,LOW); //Apaga motor esquerra

Serial.begin(115200);
Serial.setDebugOutput(true);
Serial.println();
ESP32PWM::allocateTimer(0);
```

```
ESP32PWM::allocateTimer(1);
ESP32PWM::allocateTimer(2);
ESP32PWM::allocateTimer(3);
myservo1.setPeriodHertz(50); // standard 50 hz servo
myservo1.attach(14, 500, 2400);
myservo2.attach(17, 500, 2400);
myservo3.attach(16, 500, 2400);
myservo4.attach(27, 500, 2400);
myservo5.attach(25, 500, 2400);
myservo6.attach(4, 500, 2400);
myservo7.attach(26, 500, 2400);
pos1 =100;
pos2 =80;
pos3 =120;
pos4 =80;
pos5 =90;
pos6 =90;
pos7 =90;
myservo1.write(pos1);
myservo2.write(pos2);
myservo3.write(pos3);
myservo4.write(pos4);
myservo5.write(pos5);
myservo6.write(pos6);
myservo7.write(pos7);

SPIFFS.begin(); //1-12-21

WiFi.begin ( ssid, password );
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");
server.on("/", paginacanvi);
server.on("/canviar", canviar_servos);

server.on("/STOP", atura);
server.on("/FWD", forward);
server.on("/FTL", fwdturnleft);
server.on("/RCC", antihorari);
server.on("/BTL", bwdturnleft);
server.on("/BWD", backward);
server.on("/BTR", bwdturnright);
server.on("/RCW", horari);
server.on("/FTR", fwdturnright);

server.on("/C2DU", c2du);
server.on("/C2DD", c2dd);
server.on("/BPC", bpc);
server.on("/BPO", bpo);
```

```
server.on("/BZL", bzl);
server.on("/BZR", bZR);
server.on("/BAU", bau);
server.on("/BAD", bad);
server.on("/BRO", bro);
server.on("/BRI", bri);
server.on("/C1DU", c1du);
server.on("/C1DD", c1dd);
server.on("/C1AL", c1al);
server.on("/C1AR", c1ar);

server.on("/NORD", bruixola);
mag.begin();

server.serveStatic("/web", SPIFFS, "/web"); // 1-12-21

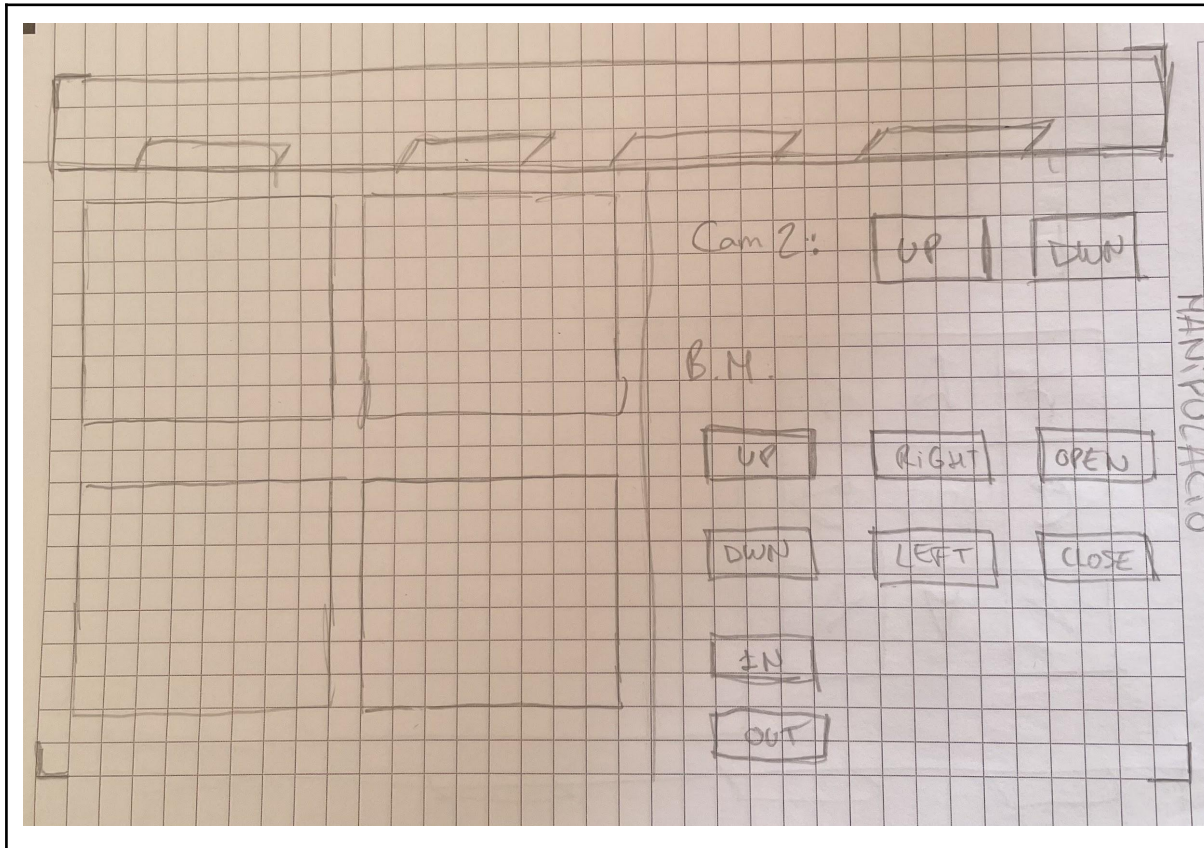
server.begin();
Serial.print("Device Ready! Use 'http://'");
Serial.print(WiFi.localIP());
Serial.println(" to connect");
}

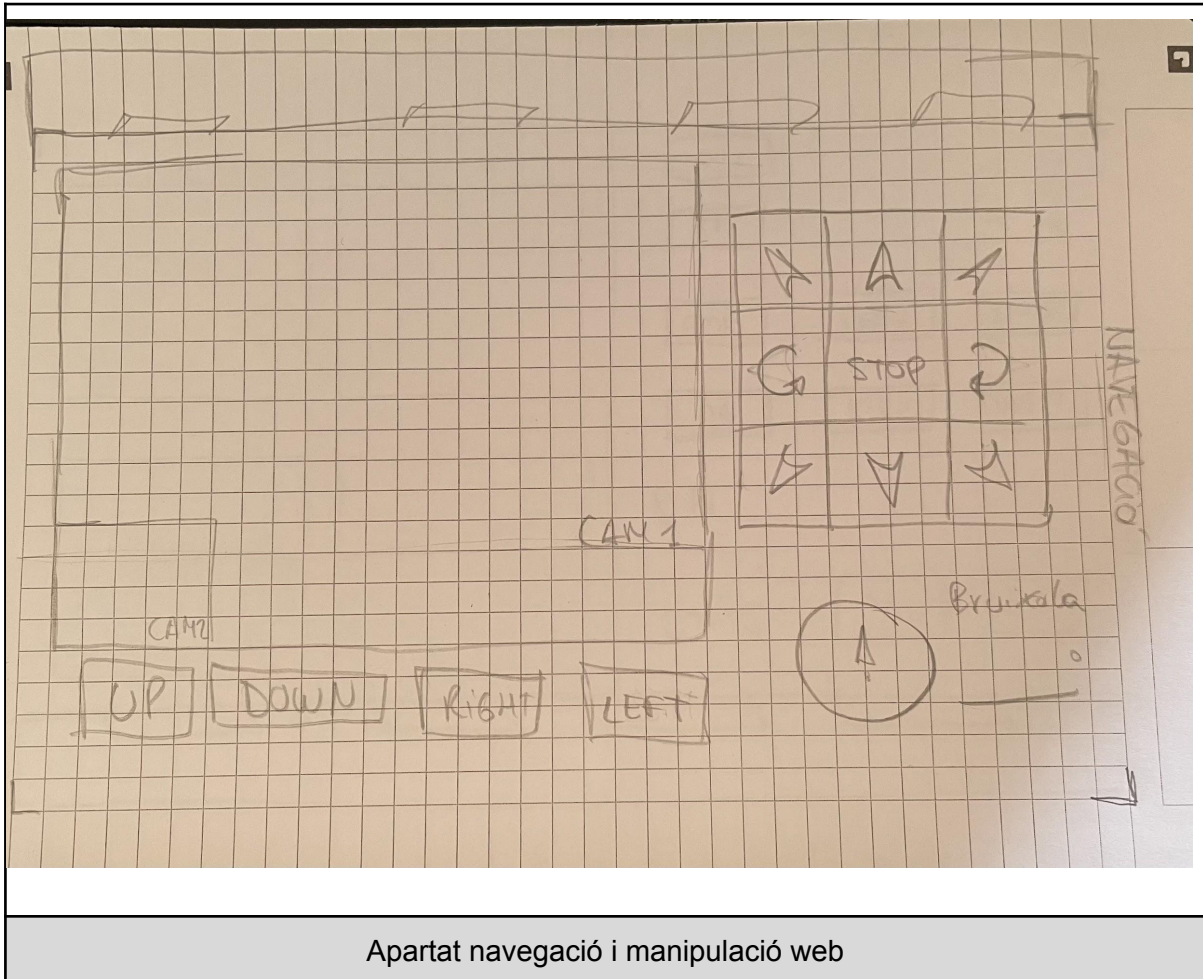
void loop() {
  server.handleClient();
}
```

11. Creació de la web

Per poder fer la web i que es connectés al robot vaig haver-hi d'afegir una carpeta data. El procediment l'explico en l'[Annex 7](#).

11.1. Planificació de l'estructura





11.2. Codi

```
CSS

*{
  padding: 0;
  margin: 0;
  box-sizing: border-box;
}

body{
  background-image:url (brown.jpg);
  background-size: cover;
  background-position: center;
  font-family: "Times New Roman", Times, serif;
}

.menu-bar{
```

```
background: black;
text-align: center;
}
.menu-bar ul{
  display: inline-flex;
  list-style: none;
  color: white;
}
.menu-bar ul li{
  width: 120px;
  margin: 5px;
  padding: 5px;
}
.menu-bar ul li a{
  text-decoration: none;
  color: white;
}
.active, .menu-bar ul li:hover{
  background: dimgrey;
  border-radius: 3px;
}

.button {
  padding: 15px 25px;
  font-size: 24px;
  text-align: center;
  cursor: pointer;
  outline: none;
  color: #fff;
  background-color: #e4ba4e;
  border: none;
  border-radius: 15px;
  box-shadow: 0 9px #999;
}

.button:hover {background-color: goldenrod}

.button:active {
  background-color: goldenrod;
  box-shadow: 0 5px #666;
  transform: translateY(4px);
```

```
    }  
    .button_up{  
        margin-top: 15px;  
        margin-bottom: 15px;  
        margin-right: 0px;  
        margin-left: 950px;  
    }  
    .button_middle{  
        margin-right: 0px;  
        margin-left: 930px;  
    }  
    .button_down{  
        margin-top: 15;  
        margin-bottom: 15px;  
        margin-right: 0px;  
        margin-left: 950px;  
    }  
  
.button2 {  
    padding: 15px 25px;  
    font-size: 24px;  
    text-align: center;  
    cursor: pointer;  
    outline: none;  
    color: #fff;  
    background-color: 073A7A;  
    border: none;  
    border-radius: 15px;  
    box-shadow: 0 9px #999;  
}  
    .button2:hover {background-color: 042D61}  
  
    .button2:active {  
        background-color: 042D61;  
        box-shadow: 0 5px #666;  
        transform: translateY(4px);  
    }  
    .button2_up{  
        margin-top: 15px;  
        margin-bottom: 15px;  
        margin-right: 0px;
```



```
        margin-left: 950px;
    }

    .button2_middle{
        margin-right: 0px;
        margin-left: 930px;
    }

    .button2_down{
        margin-top: 15;
        margin-bottom: 15px;
        margin-right: 0px;
        margin-left: 950px;
    }

.button3 {
    padding: 15px 25px;
    font-size: 24px;
    text-align: center;
    cursor: pointer;
    outline: none;
    color: #fff;
    background-color: #AF061C;
    border: none;
    border-radius: 15px;
    box-shadow: 0 9px #999;
}

.button3:hover {background-color: 810514}

.button3:active {
    background-color: 8E8105140516;
    box-shadow: 0 5px #666;
    transform: translateY(4px);
}

.button3_up{
    margin-top: 15px;
    margin-bottom: 15px;
    margin-right: 0px;
    margin-left: 950px;
}

.button3_middle{
    margin-right: 0px;
    margin-left: 930px;
```

```
    }  
  
    .button3_down{  
        margin-top: 15;  
        margin-bottom: 15px;  
        margin-right: 0px;  
        margin-left: 950px;  
    }  
  
.button4 {  
    padding: 15px 25px;  
    font-size: 24px;  
    text-align: center;  
    cursor: pointer;  
    outline: none;  
    color: #fff;  
    background-color: black;  
    border: none;  
    border-radius: 15px;  
    box-shadow: 0 9px #999;  
}  
  
.button4:hover {background-color: dimgrey}  
  
.button4:active {  
    background-color: dimgrey;  
    box-shadow: 0 5px #666;  
    transform: translateY(4px);  
}  
  
.button4_up{  
    margin-top: 15px;  
    margin-bottom: 15px;  
    margin-right: 0px;  
    margin-left: 950px;  
}  
  
.button4_middle{  
    margin-right: 0px;  
    margin-left: 930px;  
}  
  
.button4_down{  
    margin-top: 15;  
    margin-bottom: 15px;  
    margin-right: 0px;
```

```
        margin-left: 950px;
    }

    .box{
        margin-top: 10px;
        width: 38.5%;
        height: 55%;
        border: 5px solid black;
        position: relative;
    }

    .CAM1{
        width: 50%;
    }

    .CAM2{
        position: absolute;
        bottom: 0px;
    }

    .CAM2_1{
margin: none;
    }
```

index.html

```
<html>
  <head>
    <meta name="viewport" content="width=device-width,
initial-scale=1"> <!-- idk -->

    <title>NAVIGATION</title>
    <link rel="stylesheet" href="style.css">
  </head>
  <body>
    <!-- menu bar -->
    <div class="menu-bar">
      <ul>
        <li class="active"><a href="index.html">
```

```
Navigation</a></li>
  <li><a href="manipulation.html">Manipulation</a></li>
  <li><a href="map.html">Map</a></li>
  <li><a href="batteries.html">Batteries</a></li>
  <li><a href="info.html">How does it work?</a></li>
</ul>
</div>

<div class="box">
<div class="CAM1">
  
</div>
<div class="CAM2">
  
</div>
</div>

<!-- motors button -->
<div>
  <div class="button_up">
    <button class="button"onclick="ftl()"><ion-icon
name="caret-back-outline"></ion-icon></button>
    <button class="button"onclick="forward()"><ion-icon
name="caret-up-outline"></ion-icon></button>
    <button class="button"onclick="ftr()"><ion-icon
name="caret-forward-outline"></ion-icon></button>
  </div>

  <div class="button_middle">
    <button class="button"onclick="rcc()"><ion-icon
name="sync-outline"></ion-icon></button>
    <button class="button"onclick="atura()">STOP</button>
    <button class="button"onclick="rcw()"><ion-icon
name="sync-outline"></ion-icon></button>
  </div>

  <div class="button_down">
    <button class="button"onclick="btl()"><ion-icon
name="caret-back-outline"></ion-icon></button>
    <button class="button"onclick="backward()"><ion-icon
name="caret-down-outline"></ion-icon></button>
```

```
        <button class="button"onclick="btr()"><ion-icon
name="caret-forward-outline"></ion-icon></button>
    </div>
</div>

<h2 style="color: white;">CAM1 CONTROL</h2>
<div style="margin-bottom: 5%;">
    <button class="button2"onclick="up()">UP</button>
    <button class="button2"onclick="down()">DOWN</button>
    <button class="button2"onclick="right()">RIGHT</button>
    <button class="button2"onclick="left()">LEFT</button>
</div>

<h2 style="color: white;">Where is the NORD?</h2>
<button onclick="nord()"><ion-icon
name="compass-outline"></ion-icon></button>

<!-- ICONS WEB -->
<script type="module"
src="https://unpkg.com/ionicons@5.5.2/dist/ionicons/ionicons.esm.js">
</script>
<script nomodule
src="https://unpkg.com/ionicons@5.5.2/dist/ionicons/ionicons.js"></sc
ript>

<!-- MOTORS -->
<script>
    function forward() {
        var xhttp = new XMLHttpRequest();
        xhttp.open("GET", "/FWD", false);
        xhttp.send();
    }
    function atura() {
        var xhttp = new XMLHttpRequest();
        xhttp.open("GET", "/STOP", false);
        xhttp.send();
    }

    function backward() {
        var xhttp = new XMLHttpRequest();
        xhttp.open("GET", "/BWD", false);
```

```
xhttp.send();
}
function ftl() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.open("GET", "/FTL", false);
    xhttp.send();
}
function ftr() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.open("GET", "/FTR", false);
    xhttp.send();
}
function btl() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.open("GET", "/BTL", false);
    xhttp.send();
}
function btr() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.open("GET", "/BTR", false);
    xhttp.send();
}
function rcc() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.open("GET", "/RCC", false);
    xhttp.send();
}
function rcw() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.open("GET", "/RCW", false);
    xhttp.send();
}
</script>

<!-- CAM1 -->
<script>
function up() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.open("GET", "/C1DU", false);
    xhttp.send();
}
```

```
function down() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.open("GET", "/C1DD", false);
    xhttp.send();
}

function left() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.open("GET", "/C1AL", false);
    xhttp.send();
}

function right() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.open("GET", "/C1AR", false);
    xhttp.send();
}

</script>
<!-- NORD -->
<script>
function nord() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.open("GET", "/NORD", false);
    xhttp.send();
}

</script>

</body>
</html>
```

manipulation.html

```
<html>
  <head>
    <title>NAVIGATION</title>
    <link rel="stylesheet" href="style.css">
  </head>
  <body>
    <div class="menu-bar">
      <ul>
        <li><a href="index.html"> Navigation</a></li>
        <li class="active"><a
```

```
href="manipulation.html">Manipulation</a></li>
  <li><a href="map.html">Map</a></li>
  <li><a href="batteries.html">Batteries</a></li>
  <li><a href="info.html">How does it work?</a></li>
</ul>
</div>
<table>
  <tr>
  <td>
    <svg viewBox="0 0 204 153">
      <filter id="original">
        <feColorMatrix type="matrix"
          values="1 0 0 0 0
                0 1 0 0 0
                0 0 1 0 0
                0 0 0 1 0" >
        </feColorMatrix>
      </filter>
      <image xlink:href="http://172.20.10.4/" width="100%"
x="0" y="0" height="100%" filter="url(#original)"></image>
    </svg>
  </td>
  <td>
    <svg viewBox="0 0 204 153">
      <filter id="R-golden-x-rays" x="-10%" y="-10%"
width="120%" height="120%" filterUnits="objectBoundingBox"
primitiveUnits="userSpaceOnUse" color-interpolation-filters="sRGB">
        <feColorMatrix type="matrix" values="1 0 0 0 0
          1 0 0 0 0
          1 0 0 0 0
          0 0 0 1 0" in="SourceGraphic"
result="colormatrix"/>
        <feComponentTransfer in="colormatrix"
result="componentTransfer">
          <feFuncR type="table" tableValues="0.98 1 0.94"/>
          <feFuncG type="table" tableValues="1 0.98 0.44"/>
          <feFuncB type="table" tableValues="0.91 0.43 0.02"/>
          <feFuncA type="table" tableValues="0 1"/>
        </feComponentTransfer>
        <feBlend mode="normal" in="componentTransfer"
in2="SourceGraphic" result="blend"/>
    </svg>
  </td>
</tr>
</table>
```



```
        </filter>
        <image xlink:href="http://172.20.10.4/" width="100%"
x="0" y="0" height="100%" filter="url(#R-golden-x-rays)"></image>
        </svg>
    </td>
</tr>
<tr>
<td>
<svg viewBox="0 0 204 153">
    <filter id="G-golden-x-rays" x="-10%" y="-10%"
width="120%" height="120%" filterUnits="objectBoundingBox"
primitiveUnits="userSpaceOnUse" color-interpolation-filters="sRGB">
        <feColorMatrix type="matrix" values="0 1 0 0 0
            0 1 0 0 0
            0 1 0 0 0
            0 0 0 1 0" in="SourceGraphic"
result="colormatrix"/>
        <feComponentTransfer in="colormatrix"
result="componentTransfer">
            <feFuncR type="table" tableValues="0.98 1 0.94"/>
            <feFuncG type="table" tableValues="1 0.98 0.44"/>
            <feFuncB type="table" tableValues="0.91 0.43 0.02"/>
            <feFuncA type="table" tableValues="0 1"/>
        </feComponentTransfer>
        <feBlend mode="normal" in="componentTransfer"
in2="SourceGraphic" result="blend"/>
    </filter>
    <image xlink:href="http://172.20.10.4/" width="100%"
x="0" y="0" height="100%" filter="url(#G-golden-x-rays)"></image>
    </svg>
</td>
<td>
<svg viewBox="0 0 204 153">
    <filter id="B-golden-x-rays" x="-10%" y="-10%"
width="120%" height="120%" filterUnits="objectBoundingBox"
primitiveUnits="userSpaceOnUse" color-interpolation-filters="sRGB">
        <feColorMatrix type="matrix" values="0 0 1 0 0
            0 0 1 0 0
            0 0 1 0 0
            0 0 0 1 0" in="SourceGraphic"
result="colormatrix"/>
```

```
<feComponentTransfer in="colormatrix"
result="componentTransfer">
  <feFuncR type="table" tableValues="0.98 1 0.94"/>
  <feFuncG type="table" tableValues="1 0.98 0.44"/>
  <feFuncB type="table" tableValues="0.91 0.43 0.02"/>
  <feFuncA type="table" tableValues="0 1"/>
</feComponentTransfer>
<feBlend mode="normal" in="componentTransfer"
in2="SourceGraphic" result="blend"/>
</filter>
<image xlink:href="http://172.20.10.4/" width="100%"
x="0" y="0" height="100%" filter="url(#B-golden-x-rays)"></image>
</svg>
</td>
</tr>
</table>

<div style="margin-bottom: 5%;">
<h2 style="color: white;">CAM2:</h2>
<button class="button3"onclick="c2up()">UP</button>
<button class="button3"onclick="c2down()">DOWN</button>
</div>

<h2 style="color: white;">MECHANICAL ARM:</h2>
<button class="button4" onclick="up()">UP</button>
<button class="button4"onclick="right()">RIGHT</button>
<button class="button4"onclick="openn()">OPEN</button>
<button class="button4"onclick="down()">DOWN</button>
<button class="button4"onclick="left()">LEFT</button>
<button class="button4"onclick="closed()">CLOSE</button>
<button class="button4"onclick="inside()">IN</button>
<button class="button4"onclick="out()">OUT</button>

<script>
function c2up() {
  var xhttp = new XMLHttpRequest();
  xhttp.open("GET", "/C2DU", false);
  xhttp.send();
}
function c2down() {
```

```
xhttp.open("GET", "/C2DD", false);
xhttp.send();
}
function closed() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.open("GET", "/BPC", false);
    xhttp.send();
}
function openn() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.open("GET", "/BPO", false);
    xhttp.send();
}
function left() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.open("GET", "/BZL", false);
    xhttp.send();
}
function right() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.open("GET", "/BZR", false);
    xhttp.send();
}
function up() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.open("GET", "/BAU", false);
    xhttp.send();
}
function down() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.open("GET", "/BAD", false);
    xhttp.send();
}
function out() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.open("GET", "/BRO", false);
    xhttp.send();
}
function inside() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.open("GET", "/BRI", false);
```

```
        xhttp.send();
    }
    </script>
</body>
</html>
```

info.html

```
<html>
  <head>
    <title>NAVIGATION</title>
    <link rel="stylesheet" href="style.css">
  </head>
  <body>
    <div class="menu-bar">
      <ul>
        <li><a href="index.html"> Navigation</a></li>
        <li><a href="manipulation.html">Manipulation</a></li>
        <li><a href="map.html">Map</a></li>
        <li><a href="batteries.html">Batteries</a></li>
        <li class="active"><a href="info.html">How does it
work?</a></li>
      </ul>
    </div>
    <div style="margin-left: 10px;">
    <div style="margin-top: 10px;">
    <h1 style="color: white;">Information about the robot</h1>
    <p style="color: white;"> The colours of the buttons are based
on the real colors of the diferent parts of the robot.</p>
    <ul style="color: white;">
      <li>BLUE = CAM1</li>
      <li>YEALLOW = MOTORS</li>
      <li>BLACK = MECHANICAL ARM</li>
      <li>RED = CAM2</li>
    </ul>
    </div>
  </div>
</body>
</html>
```

11. Conclusions

11.1. Millores del projecte

11.1.1. Sensors (mapa)

Una de les millores pel meu projecte seria fer que el robot pogués recordar el camí per on a passat i pugui tornar per aquest. En acabar tot el recorregut, faria un mapa on estiguessin marcades les possibles mines (això s'hauria de fer manualment, és a dir, una persona ha de marcar amb un botons de la web si creu que es una mina o si no)

11.1.2. Xassís de metacrilat

Per la versió final, la idea era fer-la amb metacrilat de 3 mm transparent.

11.1.3. Millora de la web

Hauria de col·locar el control i els demés botons de manera que es pogués aprofitar millor l'espai i que es veiés tot en la pantalla. També hauria de fer que funcionés millor amb el mòbil ja que és un dispositiu més accessible per a tot el món.

11.2. Valoració final

Per concloure, com es veu en l'apartat anterior, encara hi han coses a millorar en el projecte, però, tot i així, personalment estic molt contenta amb el resultat del robot. Tot i que ha sigut un treball difícil de completar, he après moltes coses noves i millorat en las que ja sabia. També m'ha anat bé per adonar-me del que sóc capaç de fer, ja que mai m'ho imaginaria. Això si, m'hauria agradat seguir fent i millorant però el temps és limitat i s'ha de saber parar.

He aconseguit tots els objectius que m'havia proposat, només queda que aquest robot pugui de veritat ajudar i salvar vides.

12. Agraïments

Durant aquest projecte, hi ha hagut molta gent que m'ha ajudat i, per tant, volia donar-los les gràcies.

Primer de tot al meu tutor del projecte, el Jordi Orts, ja que sense la seva ajuda fer aquest treball no hauria sigut possible. Ha estat sempre atent si tenia cap dubte i no ha tingut problema d'ajudar-me qualsevol dia.

També volia agrair a l'escola Llotja per deixar-me utilitzar la seva talladora làser ja que fer el xassís no hauria sigut possible sense la seva ajuda. També moltes gràcies a la Talía Puey per ajudar-me si tenia cap dubte amb el disseny del xassís i mostrar-me el funcionament d'una talladora làser.

Agraeixo també tot el personal de l'Institut Príncep de Viana que havia de treballar a l'estiu i va haver d'esperar, alguns dies, a que jo acabés de treballar en el robot per poder tancar l'institut.

I per últim però no menys important, a la meva família per interessar-se pel meu projecte i suportar-me parlar tot el dia sobre ell. Però sobretot vull agrair al meu germà, Adrián Andrés, per utilitzar els seus coneixements en l'ortografia i gramàtica, que tant li agrada, per donar una ullada al meu treball i comentar-me millores.

13. Annexos

Annex 1: PLA

L'àcid polilàctic, PLA, és un termoplàstic rígid que pot ser semi cristal·lí o amorf, depenent de la puresa del caràcter del polímer. El filament PLA és un dels materials d'impressió 3D més populars. És molt fàcil d'imprimir en comparació amb altres materials, fet que el converteix en el filament ideal per als que s'estan iniciant en la fabricació additiva. A més d'això, el PLA sovint es veu com un material més sostenible i més segur que altres materials.

Annex 2: OpenSCAD

OpenSCAD és un programari CAD gratuït i un codi obert destinat a crear models 3D sòlids. [OSCAD2]



https://www.google.com/search?q=openscad&client=ubuntu&hs=q3n&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwid-a26rq_1AhVT5eAKHRY7D3UQ_AUoAXoECAIQAw&biw=1366&bih=576&dpr=1#imgsrc=WufUA_mD91qBPM

Annex 3: Codis mòdul triangles i pis amb triangles

MÒDUL TRIANGLES

```
difference (){
  triangles();
  //--forats
  translate([4,26.5,0])
  cylinder(r=2/2, h=8, $fn=50);
  translate([4,63.5,0])
  cylinder(r=2/2, h=8, $fn=50);
  translate([41,26.5,0])
  cylinder(r=2/2, h=8, $fn=50);
```

```
translate([41,63.5,0])
cylinder(r=2/2, h=8, $fn=50);
}
translate([0,22.5,-3])
cube([45,45,3]);
/--triangle
module triangles() {
intersection(){
union(){
rotate([0,0,45])
cube([31.8,31.8,3]);
translate([45,45,0]) rotate([0,0,45])
cube([31.8,31.8,3]);
translate([45,0,0]) rotate([0,0,45])
cube([31.8,31.8,3]);
translate([0,45,0]) rotate([0,0,45])
cube([31.8,31.8,3]);
}
}
translate([0,22.5,0]) cube([45,45,5]);
}
}
```

PIS AMB TRIANGLES

```
pis();
module pis (){
rotate([0,-90,0]) pared();
rotate([90,0,0]) pared();
translate([45,0,0])rotate([0,-90,0]) pared();
translate([0,45,0])rotate([90,0,0]) pared();
}
module pared(){
translate([1.5,-1.5,-1.5]){
/--QUADRAT
cube([45,3,3]);
rotate([0,0,90])
cube([45,3,3]);
rotate([0,0,90])
translate([0,-45,0])
cube([45,3,3]);
translate([-3,45,0])
Cube([48,3,3]);
/--DIAGONALS
rotate([0,0,45])
cube([63.7,3,3]);
rotate([0,0,135])
```



```
translate([-30,-33.5,0])
cube([63.7,3,3]);
rotate([0,0,90])
translate([0,-22.5,0])
cube([45,3,3]);
translate([-3,22.5,0])
cube([48,3,3]);
}
}
translate([0,-22.5,43.5])
union(){
difference (){
triangles();
/--forats
translate([4,26.5,0])
cylinder(r=2/2, h=8, $fn=50);
translate([4,63.5,0])
cylinder(r=2/2, h=8, $fn=50);
translate([42,26.5,0])
cylinder(r=2/2, h=8, $fn=50);
translate([42,63.5,0])
cylinder(r=2/2, h=8, $fn=50);
}
}
/--triangle
module triangles() {
intersection(){
union(){
rotate([0,0,45]) cube([31.8,31.8,3]);
translate([45,45,0]) rotate([0,0,45])
cube([31.8,31.8,3]);
translate([45,0,0]) rotate([0,0,45])
cube([31.8,31.8,3]);
translate([0,45,0]) rotate([0,0,45])
cube([31.8,31.8,3]);
}
translate([0,22.5,0]) cube([45,45,5]);
}
}
```

Annex 4: Suport provisional braç mecànic

Suport provisional braç mecànic

```
union() {
difference (){
union (){
translate ([33,0,19])
rotate ([0,90,0])
cube ([16,22,3]);
translate ([0,5,3])
cube ([33,5,16]);
translate ([28,10,14])
cube ([5,12,5]);
translate ([0,10,14])
cube ([5,12,5]);
translate ([0,0,3])
cube ([33,5,16]);
translate ([0,-10,3])
cube ([36,10,16]);
}
union (){
translate ([2.5,16,14])
cylinder (r=1,h=5,$fn=48);
translate ([30.5,16,14])
cylinder (r=1,h=5,$fn=48);
translate ([50,15,10])
rotate([0,-90,0])
cylinder (r=1,h=60,$fn=48);
translate ([35,15,10])
rotate([0,-90,0])
cylinder (r=2.5,h=10,$fn=48);
translate ([8,0,3])
cylinder (r=1.5,h=16,$fn=48);
translate ([28,0,3])
cylinder (r=1.5,h=16,$fn=48);
}
}
}
}
translate ([10.5,16,3])
difference (){
cylinder (r=30,h=23,$fn=48);
cylinder (r=27,h=23,$fn=48);
}
}
```

Annex 5: Talladora làser

Una cortadora làser és una màquina que permet tallar o gravar amb l'ajuda d'una mà de control des d'un programa 2D. Un làser llançat a alta potència es concentra en una superfície fràgil i així aconseguix tallar o gravar. [TLASER]

Annex 6: LibreCAD

LibreCAD és una aplicació informàtica de codi lliure de disseny assistit per ordinador per a disseny 2D. Funciona en els sistemes operatius Linux/Unix, mac OS i Microsoft Windows. [LCAD]

Annex 7: Data Upload (carpeta data)

- 1) Baixar carpeta exemples
- 2) Carpeta "serveStatic"
- 3) Modificacions al codi
- 4) Ficar a la carpeta "tools" dintre d'arduino, la carpeta "ESP32FS"³

³ [BJO] [C-DATA] [W-DATA]

14. BIBLIOGRAFIA

Teoria

- [SpecimSpectral1]https://www.youtube.com/watch?v=ayp7hP0Xr8Q&list=PLE_SvbKSB1GSYQVcaRFnSo7FxiMyTG38Xp&index=1
- SpecimSpectral2]https://www.youtube.com/watch?v=sUZ96YZOQU&list=PLE_SvbKSB1GSYQVcaRFnSo7FxiMyTG38Xp&index=2
- [AlaskaEPSCoR] <https://www.youtube.com/watch?v=0gs-Ohg8KIM>
- [VMEAT]https://www.youtube.com/watch?v=ppsJ2K_dZLU

Components comprats

- [MECH-ARM]<https://es.aliexpress.com/item/4000807754856.html?spm=a2g0s.9042311.0.0.7a8463c0oey361>
- [CH-EJ]<https://es.aliexpress.com/item/1005001555619052.html?spm=a2g0s.9042311.0.0.7a8463c0oey361>
- [MOT4]<https://es.aliexpress.com/item/1005001870244882.html?spm=a2g0s.9042311.0.0.7a8463c0oey361>
- [CAM-32]<https://es.aliexpress.com/item/1005001722303127.html?spm=a2g0s.9042311.0.0.274263c0yZmJj4>
- [GIR2]<https://es.aliexpress.com/item/4000986127855.html?spm=a2g0s.9042311.0.0.274263c0RKX3A7>
- [S9G] <https://es.aliexpress.com/item/32962341836.html>
- [PONTH-M]<https://es.aliexpress.com/item/4000083426267.html>
- [TEFLO] <https://m.es.aliexpress.com/item/4000246772224.html>
- [ESP32-WEMOS] <https://www.e-ika.com/esp32-wemos-d1-r32>
- [PCB]<https://www.tiendatec.es/electronica/placas-de-prototipo/placas/890-placa-pcb-prototipos-doble-cara-7x9cm-8472496014489.html>
- [WOOD]https://www.amazon.es/dp/B07RM6R6D1/ref=cm_sw_r_wa_api_glt_i_5E8QBMRNVYR4418DZW3W?psc=1

Dissenys 3D

- [PanTilt1]<https://www.thingiverse.com/thing:708819>

Info etc

- [VTUT] <https://www.youtube.com/watch?v=POWOHeYg2ME>
- [MANUAL] <https://www.makerbuying.com/docs/4dofarm/install-the-base-plate>

- [T-MECHARM]<https://www.thingiverse.com/thing:993759>
- [SERVOS]<https://protosupplies.com/product/servo-motor-micro-sg90/>
- [OPSCAD]<https://www.youtube.com/watch?v=WJFqa7LUpmA>
- [WEBSERVER]<https://randomnerdtutorials.com/esp32-web-server-spiffs-spi-flash-file-system/>
- [IN-ESP32-CAM]<https://www.hwlibre.com/esp32-cam/>
- [LCAD]<https://librecad.org/>
- [TLASER]<https://www.sculpteo.com/es/glosario/maquina-corte-y-grabado-por-laser/>
- [OSCAD2]<https://www.3dnatives.com/es/openscad-modelador-3d/>

Carpeta data

- [BJO]<https://github.com/jorts64/kit-D1-mini>
- [C-DATA]<https://randomnerdtutorials.com/install-esp32-filesystem-uploader-arduino-ide/>
- [W-DATA]<https://github.com/me-no-dev/arduino-esp32fs-plugin/releases/>

Altres opcions no utilitzades

- [Mini Pan-Tilt]<https://www.thingiverse.com/thing:4192842>
- [ESP-BOX]<https://www.thingiverse.com/thing:3766571>

Detecció de mines

- [CICR] <https://www.icrc.org/es/doc/resources/documents/misc/5tdm6d.htm>
- <https://www.icrc.org/es/doc/resources/documents/misc/5tdm6d.htm>
- [CORE]<https://www.elperiodico.com/es/apps-para-el-ciudadano-comprometido/20181001/app-robot-minas-antipersona-7064846>
- [AIR-R]<https://www.lendelmediasolutions.com/sistema-de-deteccion-de-minas-antipersonales>
- [MINES]https://es.wikipedia.org/wiki/Mina_terrestre
- [S-IR]https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/3159/OO_UC3M_54.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [IM-HYP1]<https://es.wikipedia.org/wiki/Hiperespectral>
- [M-DET]<https://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/nuevo-radar-detecta-minas-antipersona-con-mayor-eficacia/>
- [AVIRIS]<https://aviris.jpl.nasa.gov/>
- [CAM-HYP]<https://www.droneservices.com.ar/industria-4-0/las-cameras-hiperespectrales-para-drones/>

- [MULT-HYPCAM]https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2016/tfg_49267/Desarrollo_de_camara_multiespectral_captura_y_analisis_de_sus_imagenes-Luis_Lebron_Casas.pdf
- [IM-HYP2]<https://www.cursosteledeteccion.com/las-imagenes-hiperespectrales/>

Web

- [CSS-POSITION]<https://www.youtube.com/watch?v=gD3G67oPg-w>
- [T-HTML]<https://www.w3schools.com/html/default.asp>
- [SVG-FILTER1]<https://yoksel.github.io/svg-gradient-map/#/>
- [SVG-FILTER2]<https://yoksel.github.io/svg-gradient-map/#/about>