

TREBALL DE RECERCA

Construcció d'un braç robòtic



Adrian Tamargo Miller

Tutors:

Inma Albelda

2n BatxPro

Institut Sants

RESUM

Aquest treball de recerca es basa en el procés i aprenentatge de la construcció d'un braç robòtic, el qual he construït des de zero a casa.

El procés de construcció del braç està separada en vàries parts diferents les quals són, el disseny i modelatge de les parts del robot, la programació dels controls i components, el muntatge del robot amb les peces dissenyades i la creació de l'aplicació de control del robot.

Cada apartat ha tingut el seu procés, des de la impressió de les peces a la programació de l'Arduino, fent servir les aplicacions com el TinkerCad, AppInventor, ArduinoIDE, he pogut construir i fer funcionar el braç robòtic.

ABSTRACT

This project is based on the process and learning about the construction of a robotic arm, which I built from home.

The construction process is separated into many parts which are, the designing of the robot parts, programming the commands for every component, the construction of the robot arm, the 3D printed pieces and the creation of the robot control App.

Each part had its process, from the 3D printing to the robot programation, using applications like TinkerCad, AppInventor, ArduinoIDE, I built a working robotic arm.

ÍNDEX

RESUM.....	2
1. INTRODUCCIÓ.....	5
2. OBJECTIUS.....	6
3. MARC TEÒRIC.....	7
4. PART PRÀCTICA.....	10
4.1 Descripció General.....	10
4.2 Modelatge de les peces.....	10
4.3 Programació del robot.....	11
5. Descripció de les peces.....	12
5.1 Dissenys de les peces.....	13
6. Muntatge del braç del robotic.....	18
6.1 Descripció General.....	18
7. Diagrama del braç del robot.....	22
7.1 Descripció General.....	22
8. Programació del braç del robotic.....	23
8.1 Descripció general.....	23
8.2 Definició dels components8.3 Configuració dels components.....	23
8.3 Configuració dels components.....	24
8.4 Rebuda de senyal.....	25
9. Creació de l'App.....	25
9.1 Programa de l'Applicació.....	27
9.2 Descripció General.....	27
9.3 Connexió al robot.....	27
9.4 Control dels servos.....	28
9.5 Control dels botons.....	29
10. CONCLUSIONS.....	30
11. BIBLIOGRAFIA.....	31

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1. Imatge Braç Robòtic.....	6
Figura 2. Inventari de les peces.....	10
Figura 3. Foto de l'aplicació.....	11
Figura 4. Disseny de la base del robot.....	13
Figura 5. Disseny de la cintura del robot.....	13
Figura 6. Disseny del braç inferior.....	14
Figura 7. Disseny del braç superior.....	14
Figura 8. Disseny mà inferior.....	15
Figura 9. Disseny mà superior.....	15
Figura 10. Disseny engranatge.....	16
Figura 11. Disseny pinça.....	16
Figura 12. Disseny unió mà.....	17
Figura 13. Foto de les peces.....	17
Figura 14. Fotos del muntatge.....	18
Figura 15. Fotos del muntatge.....	18
Figura 16. Fotos del muntatge.....	19
Figura 17. Fotos del muntatge.....	19
Figura 18. Fotos del muntatge.....	19
Figura 19. Fotos del muntatge.....	20
Figura 20. Fotos del muntatge.....	20
Figura 21. Fotos del muntatge.....	21
Figura 22. Diagrama del robot.....	22
Figura 23. Programació del robot.....	23
Figura 24. Programació del robot.....	24
Figura 25. Programació del robot.....	25
Figura 26. Creació de l'aplicació.....	25
Figura 27. Creació de l'aplicació.....	26
Figura 28. Programació de l'aplicació.....	27
Figura 29. Programació de l'aplicació.....	28
Figura 30. Programació de l'aplicació.....	29

1. INTRODUCCIÓ.

El tema que he triat per al meu treball de recerca és la construcció d'un braç robòtic. El qual faré a casa amb l'ús de robòtica, com l'Arduino i peces impreses en 3D.

He escollit aquest tema per poder veure l'eficiència d'un braç robòtic, si és més per construir, dissenyar i fabricar coses, com ara cotxes, robòtica i electrònica, O si encara tenir persones en les fàbriques treballant és millor o més rendible, com per exemple en països menys desenvolupats com alguns de l'Àsia, tenint a gent fent les coses, sigui a mà o amb eines.

Això és una cosa que a Europa i en el primer món en general ja es dona cada cop menys i menys, ja que les empreses busquen tenir el millor rendiment i benefici, però aquestes mateixes empreses són les que tenen les fàbriques als països de l'Àsia sobretot perquè no paguen quasi res per la mà d'obra.

Avui dia les companyies grans, com Ford, Apple, Amazon, tenen una gran part de les seves fàbriques automatitzades, per tal d'estalviar diners i obtenir-ne més, i no només en les fàbriques, es veu tot automatitzat, en els supermercats, tendes de roba com el Zara, tenen el que són els "autopago", per tal de prescindir de les persones per estalviar diners en sou.

Però crec que l'automatització podria ser útil per accomplir tasques sense estar físicament a la mateixa habitació, especialment quan es treballa amb substàncies perilloses, com químics.

També podria ser útil a fàbriques per manejar o utilitzar peces més petites i complexes amb més facilitat.

La idea és que el braç biònic pugui ser emprat en diferents llocs per fer activitats diferents.

En resum, la meua recerca no només se centrarà en com construir el braç biònic, sinó també en explorar com aquest pot ser útil en la vida quotidiana, en l'àmbit laboral, inclòs en escoles i universitats.

2. OBJECTIUS

El meu objectiu principal amb aquest treball és poder veure i entendre com funciona un robot, com és construir un i saber quines poden ser les seves aplicacions al món laboral.

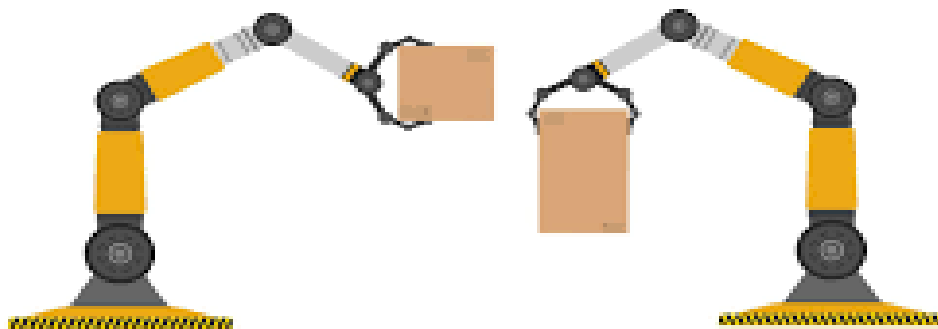
La funcionalitat de les seves parts, peces i construcció, des del disseny de les peces, la part de la impressió en 3D els materials utilitzats, les parts electròniques i programació de cadascuna d'elles, investigar quina és la millor forma de controlar-lo i construir-lo.

I un cop acabat de construir veure les utilitats que té i entendre per què algunes empreses opten per l'opció de l'automatització, com la Apple per exemple, que té tot automatitzat sigui per muntar un mòbil o empaquetar-lo, o si tenir a persones en les fàbriques és més efectiu a nivell de rendiment, tant econòmicament com a escala de productivitat.

I finalment veure si en un futur estarà tot controlat per robots en l'àmbit de la indústria, si alguns treballs desapareixeran o seran substituïts per la intel·ligència artificial o els robots, i si hi haurà conseqüències o beneficis.

I en la part més pràctica o professional el meu objectiu és tindre més experiència en aquest àmbit, tenir més coneixement a l'hora de programar, dissenyar peces en 3D i utilitzar diferents programés més moderns i amb més complexitat, tenir un coneixement més ampli del que és la robòtica i el disseny de maquinari, per tal de saber més per a estudis i treballs en el futur.

Figura 1: Imatge braç robòtic



3. MARC TEÒRIC

1. **Robotica:** La robòtica és una branca de l'enginyeria i la ciència que es dedica al disseny, construcció i ús de robots, així com al processament de la informació per controlar-lo.

Els robots són màquines programables que poden complir tasques de manera automàtica o controlada. La robòtica combina principis d'enginyeria mecànica, elèctrica i de programari per crear sistemes que poden realitzar una varietat de funcions en diferents entorns. (Ramírez 2013: 43-63)

1.2 Aplicació: La robòtica s'aplica en molts àmbits com la manufactura, la medicina, l'agricultura i l'exploració espacial. Els robots realitzen tasques repetitives en la manufactura, ajuden en cirurgies precises en medicina, assisteixen en la collita i el manteniment de cultius en agricultura, entre altres usos. (Vene Balón 2019)

1.3 Braç robotic: Un braç robòtic és un dispositiu mecànic format i connectats per articulacions, similar al braç humà, que es pot controlar per realitzar tasques. Aquests braços poden ser utilitzats en aplicacions industrials, mèdiques i altres àrees on es requereix manipulació precisa i repetitiva.

1.4 Arduino: Arduino és una plataforma d'electrònica de codi obert basada en maquinari i programari fàcil d'utilitzar. Es compon d'una placa de circuit imprès amb un microcontrolador i de programari que permet als usuaris escriure codi i carregar-lo a la placa per controlar dispositius electrònics. Arduino s'utilitza àmpliament en projectes d'automatització, robòtica, arts interactives i educació. (Mellis.D 2014)

2. **Hardware:** El hardware és la part física de la robòtica, és a dir els components d'una màquina o robot, com per exemple l'Arduino, un servo, etc. Pot ser des del component més senzill com un LED a una cosa més complex com una placa base d'un ordinador.

2.1 Impressió 3D: La impressió 3D és un procés de fabricació que construeix objectes tridimensionals capa per capa a partir de models digitals.

Utilitza materials com plàstic, metall, ceràmica o materials biològics, entre d'altres, i ofereix avantatges com la personalització, la rapidesa en el desenvolupament de prototips i la reducció de residus de material. (Kate 23-05-2010)

2.2 Servomotors: Els servomotors són components electrònics que es basen en engranatges que es mouen segons les ordres rebudes per moure un eix que està connectat, així permet controlar la posició del component que estigui connectat amb màxima precisió, hi ha de molts tipus, però els més comuns són el SG90 i el MG996r.

- 3. Software:** El software és un conjunt de programes informàtics i dades que donen instruccions a un sistema informàtic perquè realitzi tasques. Inclou aplicacions, sistemes operatius, controladors de dispositius i altres programes que permeten interactuar amb el maquinari. (Institut d'Estudis Catalans. [Consulta: 18 juliol 2009])

3.2 Programació: La programació és el procés de crear conjunts d'instruccions que permeten a un ordinador realitzar tasques específiques. Aquestes instruccions estan escrites en llenguatges de programació i defineixen els passos que l'ordinador ha de seguir per executar una determinada funcionalitat.
(Institut d'Estudis Catalans. [Consulta: 18 juliol 2009])

3.3 Blocks: Els "blocks" a la programació són elements gràfics amb un conjunt d'ordres preprogramades ordenades en categories segons la seva funcionalitat, serveixen per fer una programació més senzilla i visual sense falta de tenir un coneixement molt ampli de la programació.

3.4 Funcions: Les funcions en la programació són segments de codi que realitzen una tasca específica i poden ser creades i executades des de diferents parts del programa. Les funcions permeten reutilitzar codi, fer-lo més estructurat i modular, i faciliten la comprensió i el manteniment del programa. (McGraw-Hill. Prieto, A., Lloris, A., & Torres, J. C. 1989: Vol. 20)

4. **Programes:** Els programes de programació i disseny són eines utilitzades per crear programari, aplicacions i dissenys visuals. En el camp de la programació, aquests programes proporcionen entorns de desenvolupament integrats (IDE) que permeten escriure, depurar i executar codi de manera eficient. Pel que fa al disseny, ofereixen eines per a la creació de gràfics, models 3D, animacions i disseny d'interfícies d'usuari. Aquests programes són fonamentals per a professionals i aficionats en àrees com el desenvolupament de programari, disseny gràfic, disseny industrial i desenvolupament web, entre altres. (Carla, M. V., Alfonso, U. M., & Ángel, R. G. M, 2021)

4.1 Tinkercad: Tinkercad és una aplicació de disseny 3D que permet als usuaris crear models tridimensionals de manera fàcil i intuïtiva. És popular entre principiants i educadors perquè ofereix eines simples i una interfície amigable per a crear objectes en 3D sense necessitat de tenir coneixements avançats en disseny assistit per ordinador (CAD). (Chiluisa-Chiluisa, M. A., Lucio Ramos, Y. J., & Velásquez Campo, F. R, 2022)

4.2 Arduino IDE: Arduino IDE és una app de desenvolupament de programari utilitzat per programar i carregar codi als Arduino. Aquesta app proporciona eines per escriure i editar codi en llenguatge de programació Arduino, així com per carregar el codi als microcontroladors per a la seva execució. (Peña, C. 2020).

4.3 App Inventor: App Inventor és una plataforma de codi obert que permet crear aplicacions per a dispositius mòbils Android sense necessitat de saber programar, utilitzant una interfície gràfica de blocs de codi.

4. PART PRÀCTICA

4.1 Descripció General

Amb una aplicació podré moure manualment els servos del braç del robot utilitzant els controls. També podré gravar i reproduir moviments automàticament prement el botó 'Desa'. Aquest botó també serveix per aturar o reiniciar els moviments automàtics, així com per eliminar-los per gravar nous.

Per començar, dissenyaré el braç robòtic amb el programa de modelatge Tinkercad . El braç tindrà 5 articulacions.

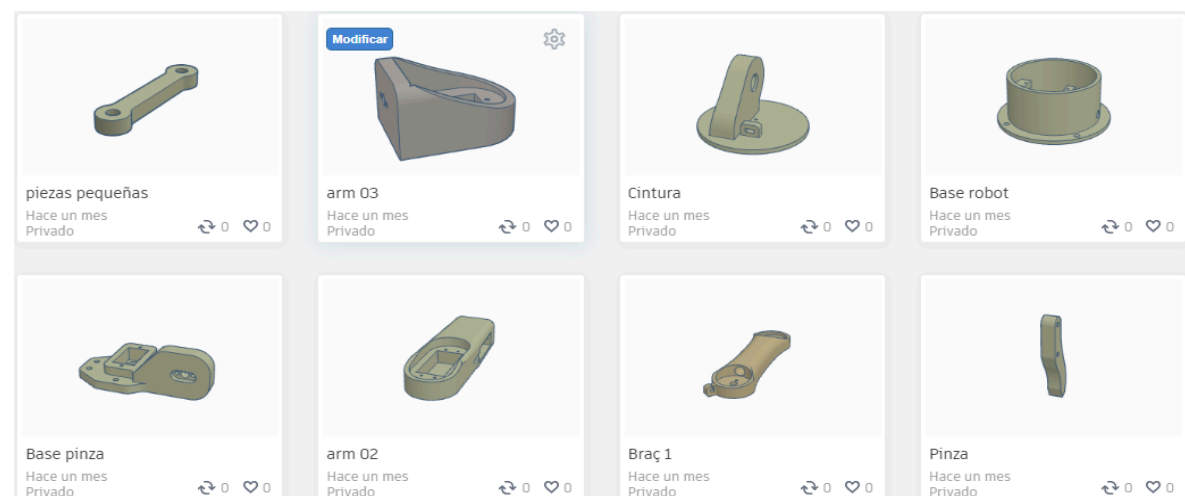
Per als 3 primers eixos, la cintura, l'espatlla i el colze, utilitzaré els servos MG996R, i per als altres 2 eixos, el rodatge del canell i el pas del canell, així com la pinça, utilitzaré els micro servos SG90 més petits.

4.2 Modelatge de les peces

Figura 2: Inventari de les peces

El muntatge del robot té diverses parts, per començar he dissenyat totes les peces amb el Tinkercad, que és una aplicació de disseny en 3D, he escollit aquesta perquè l'he utilitzat abans i és de les més fàcils de fer servir i de modelar les peces.

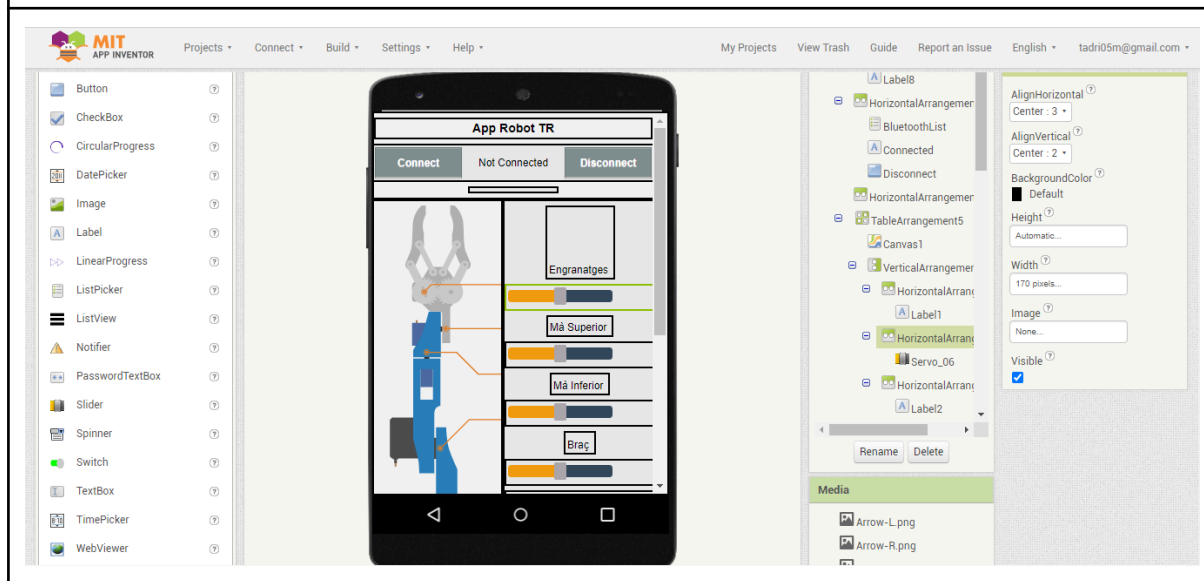
Cada peça té la seva funcionalitat, ja sigui moure el robot de dalt a baix o girar l'estructura sencera, fent servir servomotors es giraran les peces i seran enganxats a cada peça dissenyada amb els seus cargols.



4.3 Programació del robot

Després crearé una aplicació mòbil amb la web AppInventor, que serveix per fer aplicacions senzilles per a Android, amb la qual podré moure el robot amb diferents ordres connectant el mòbil al robot amb un mòdul Bluetooth, que serveix per enviar el senyal del mòbil al robot sense falta de cables.

Figura 3: Foto de l'aplicació



Pel moviment de cada peça del robot utilitzaré dos tipus de servos, el servo MG996R que serveix per moure peces més grans, ja que té més força, i el servo SG90, que és més petit i serveix per a les parts més petites i l'utilitzaré perquè no tingui tant pes el robot en la part de la mà.

La programació del robot la faré fent servir el ArduinoIDE, que és una app de programació fàcil d'entendre i és la millor per l'Arduino.

Faré 3 programes diferents, un controlarà els servos MG966R, farà que es mogui depenent dels controls que toquem a l'app, l'altre programa serà pels servos SG90 i l'últim programa serà perquè tot estigui connectat a l'app mitjançant Bluetooth.

5. Descripció de les peces

Base: La base és on s'aguantarà tot, és una estructura cilíndrica simple amb un espai per un servo MG996R, el qual és un servo gran amb més potencia per poder moure tota l'estructura. Aquesta peça és la que més va trigar a imprimir amb un total de 5 hores.

Cintura: La cintura del robot és la que farà possible que el robot giri 360°, connectada al servo de la base amb dos cargols podrà girar, té un suporta sobra per enganxar la part inferior del braç amb un servo MG996R, ja que ha de moure tota la part del braç i encara requereix més força que el servo SG90.

Braç inferior: El braç del robot està separat en dues parts, la part inferior i la superior, la inferior és la que es connecta a la cintura del robot, fent servir un servo MG996R a la part de baix i un servo SG90 a la part de dalt, té una part on enganxaré una goma elàstica perquè l'esforç del servo quan baixi el robot no sigui tant i no caigui el robot.

Braç superior: El braç superior serà l'encarregat d'aguantar la part inferior de la mà amb un servo SG90. Estarà enganxat al braç inferior amb un servo MG996R serà la peça que uneixi el braç a la mà sencera.

Mà Inferior: Aquesta és una de les peces més senzilles del robot, és bàsicament un quadrat on es connecta un servo SG90 que serà l'encarregat de fer girar la mà, i estarà unida al braç superior.

Base Mà: Connectada a la mà inferior mitjançant un servo SG90, en aquesta peça es posarà totes les parts per formar els "dits" del robot, les quals es mouran amb un servo SG90.

Engranatge: Servirà perquè quan el servo de la base de la mà es mogui transmeti el seu moviment a les pinces del robot.

Pinça: Són bàsicament els dits del robot, que es mouran gràcies als engranatges.

Unió Mà: Serveixen per assegurar els engranatges i les pinces de la mà del robot per què no caigui cap peça.

5.1 Dissenys de les peces

Figura 4: Base

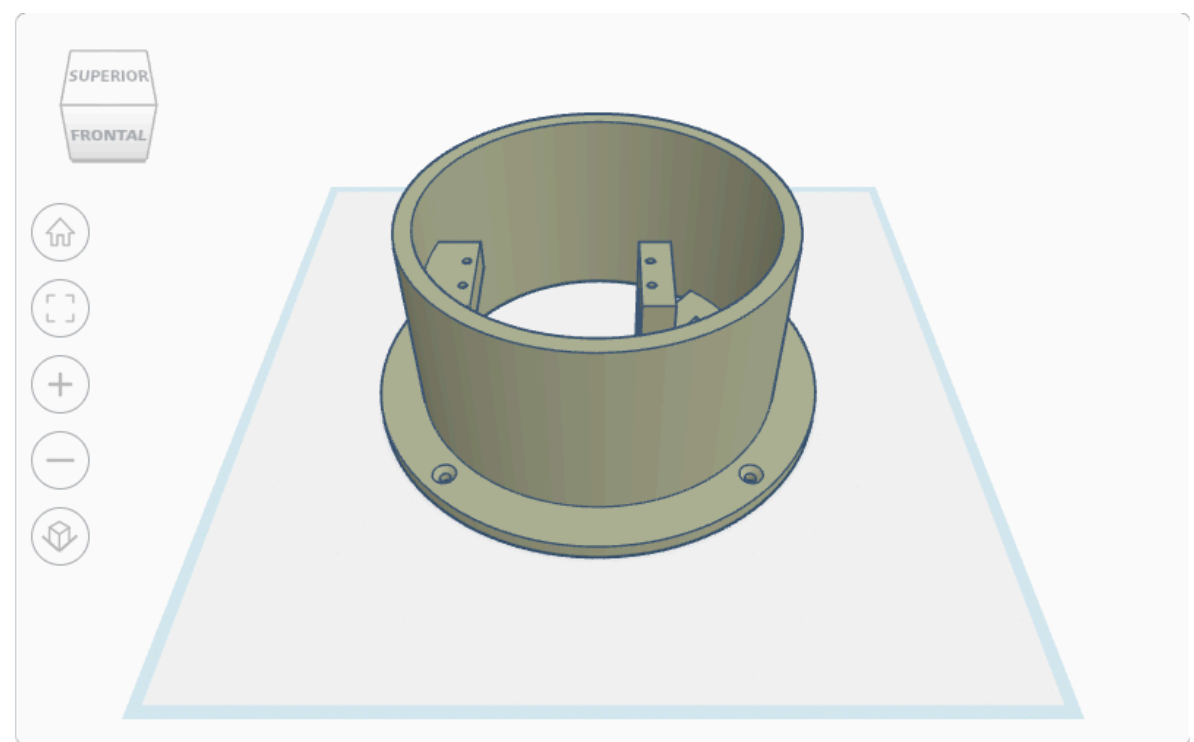


Figura 5: Cintura

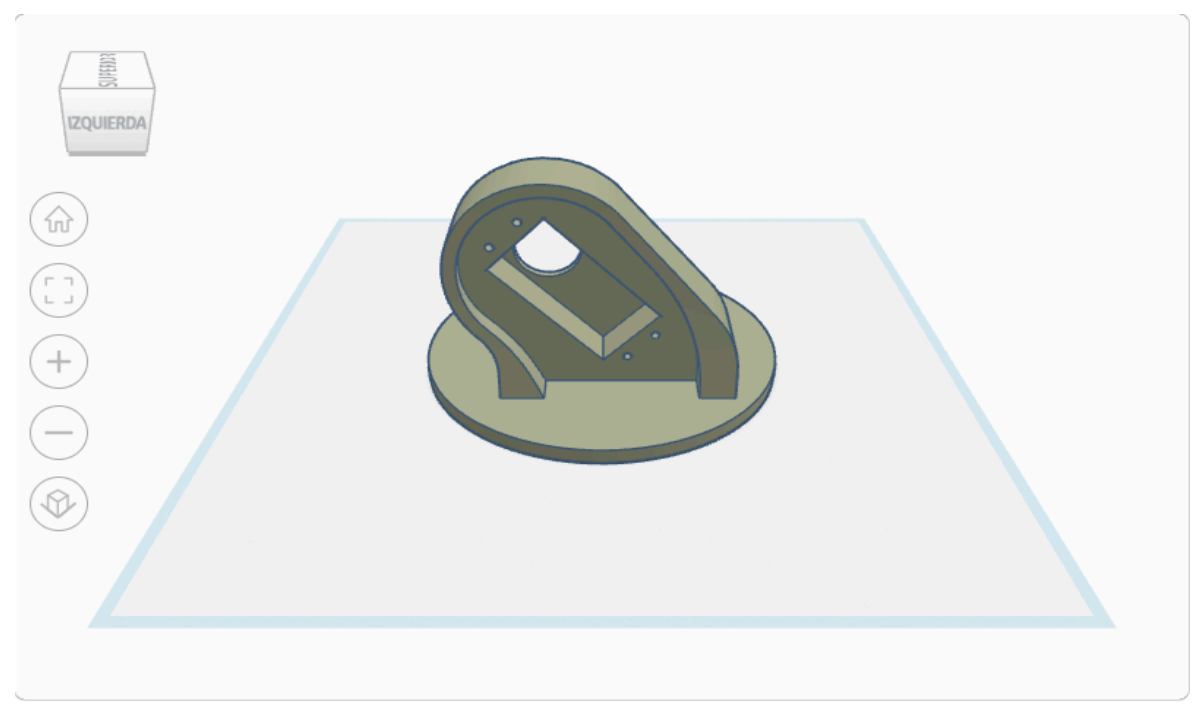


Figura 6: Braço Inferior

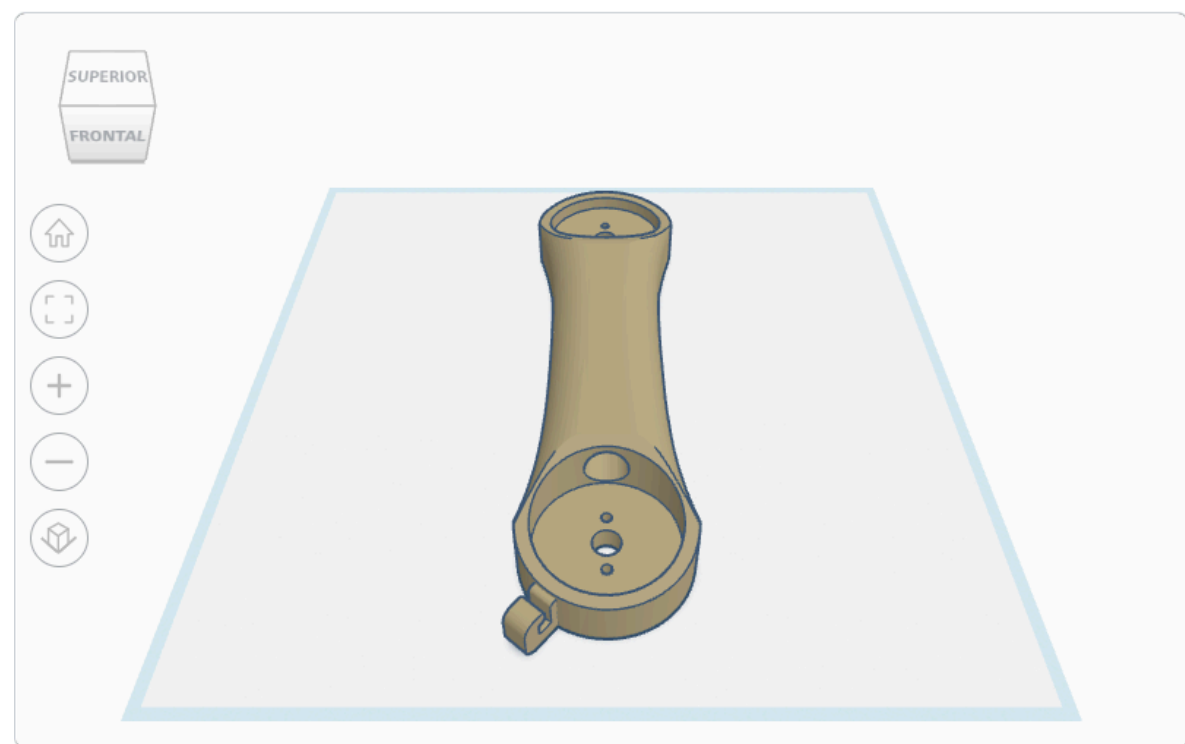


Figura 7: Braço Superior

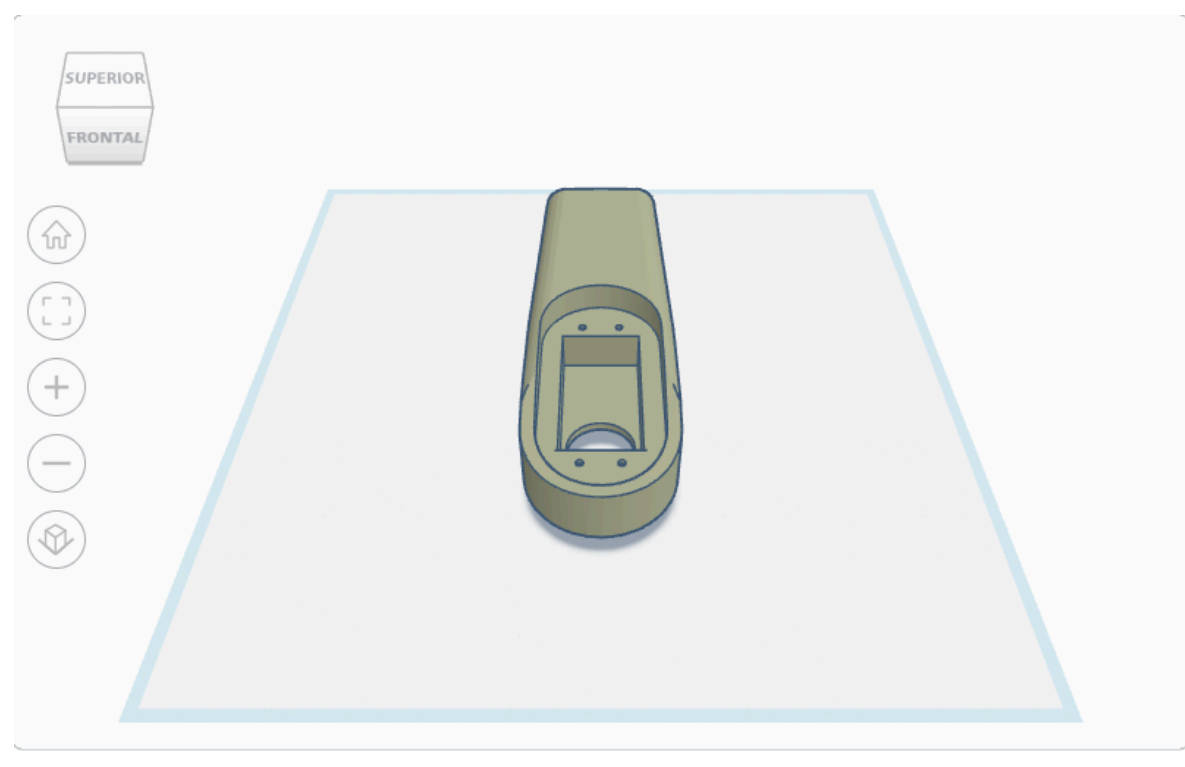


Figura 8: Må Superior

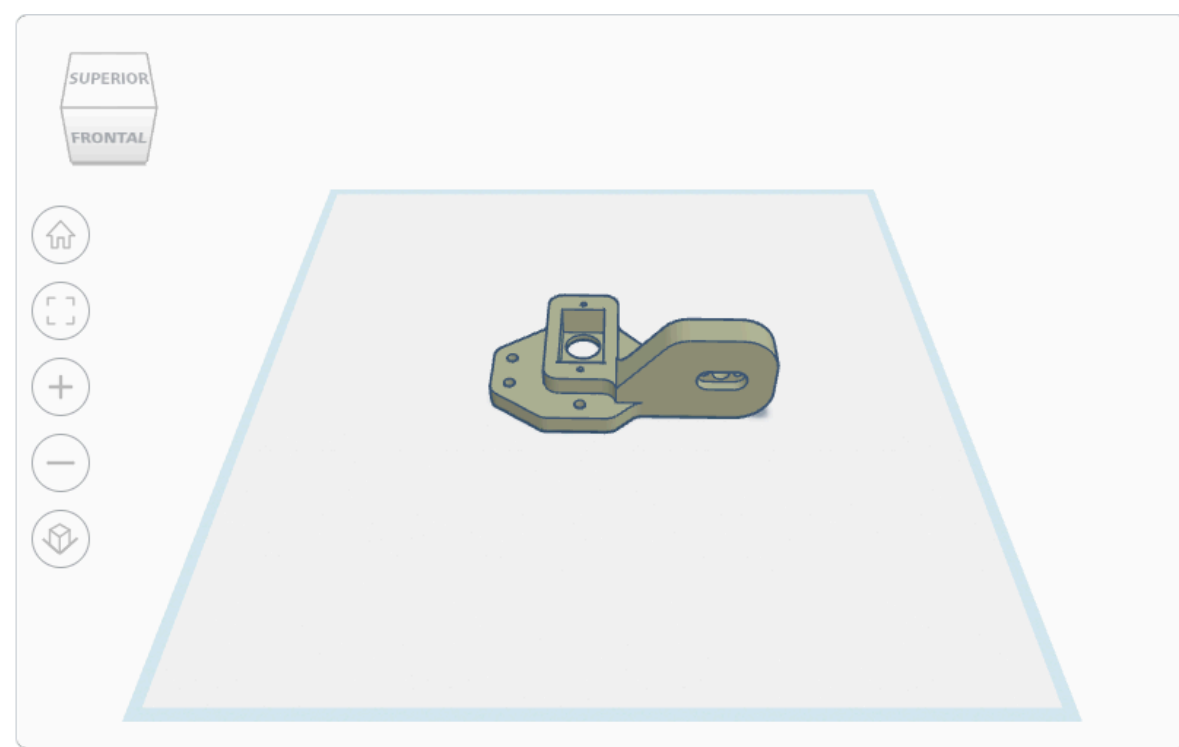


Figura 9: Må Inferior

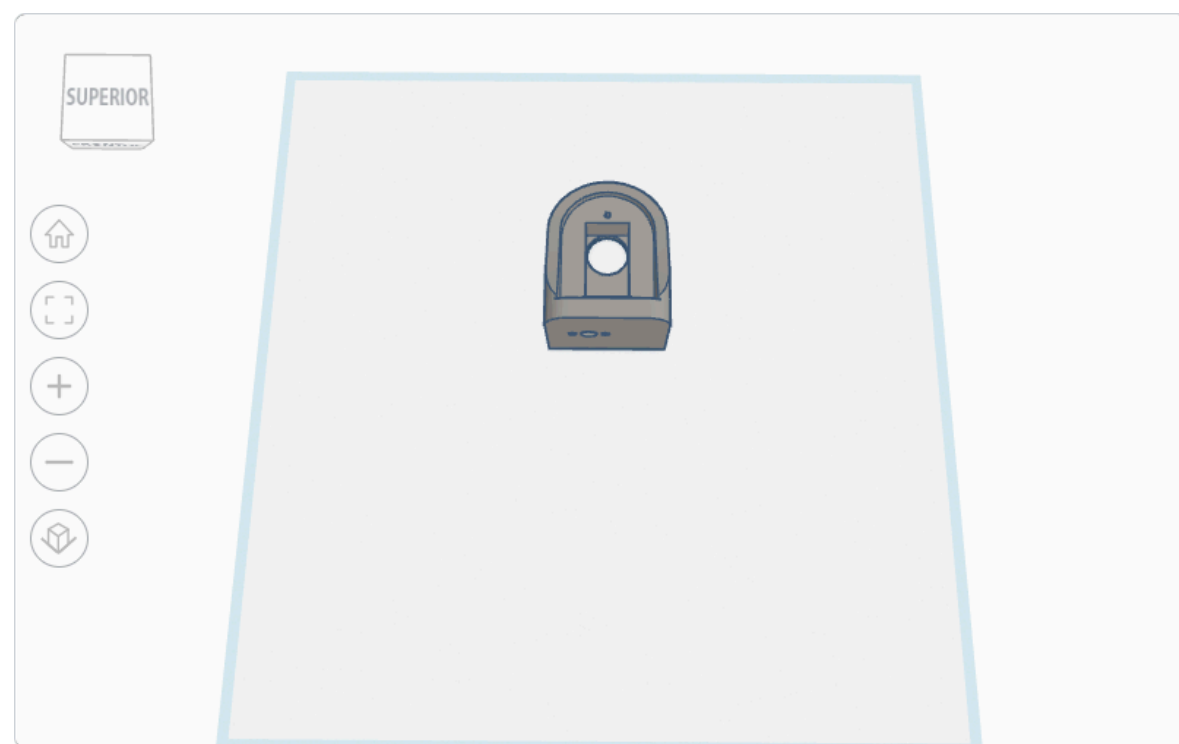


Figura 10: Engranatge

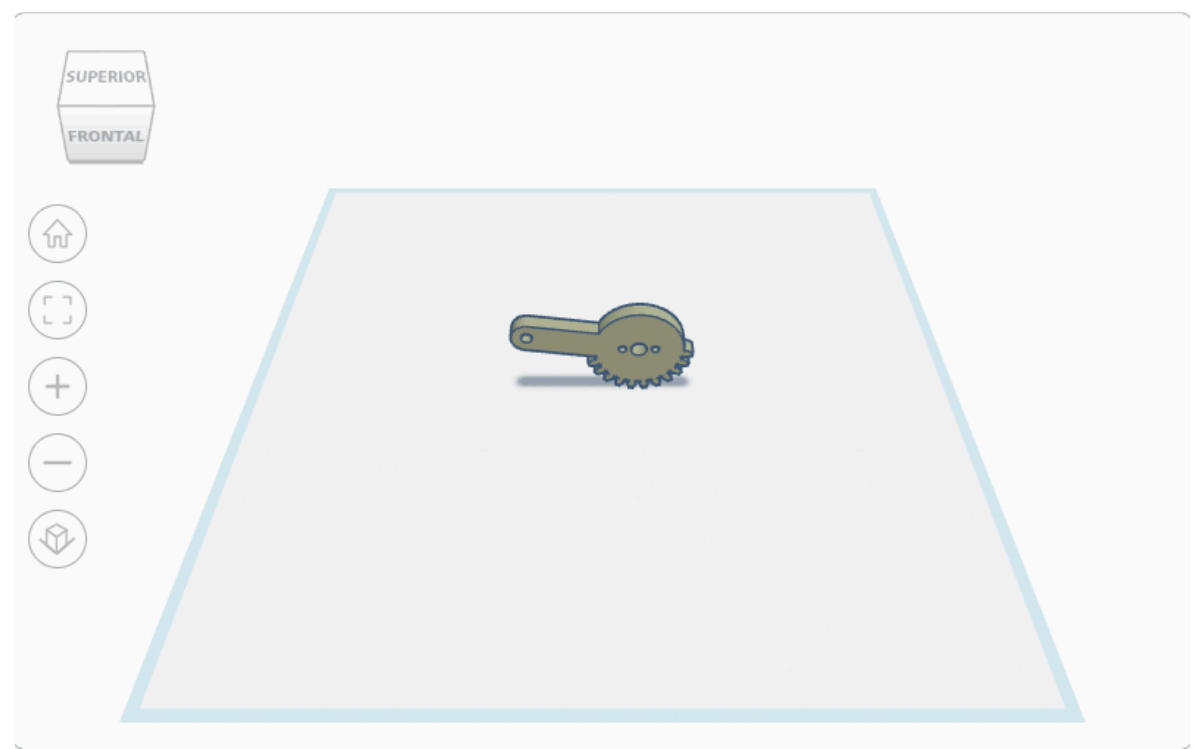


Figura 11: Pinça

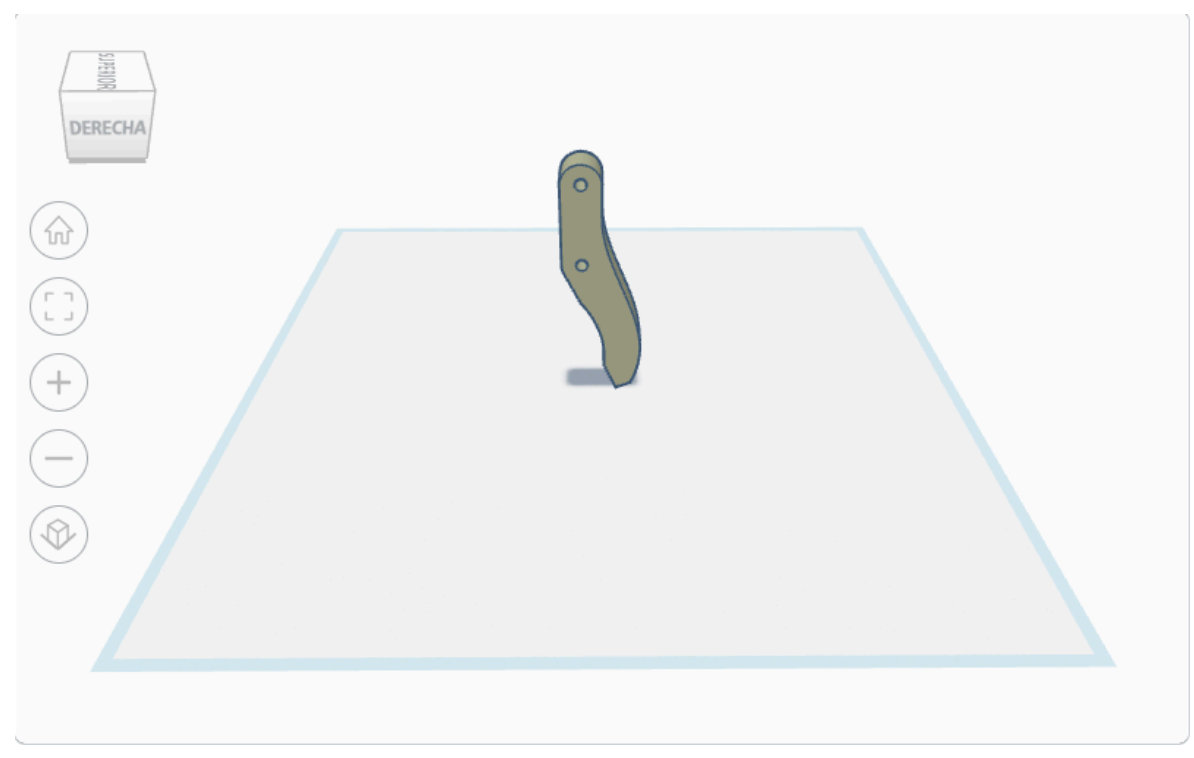


Figura 12: Unió Mà

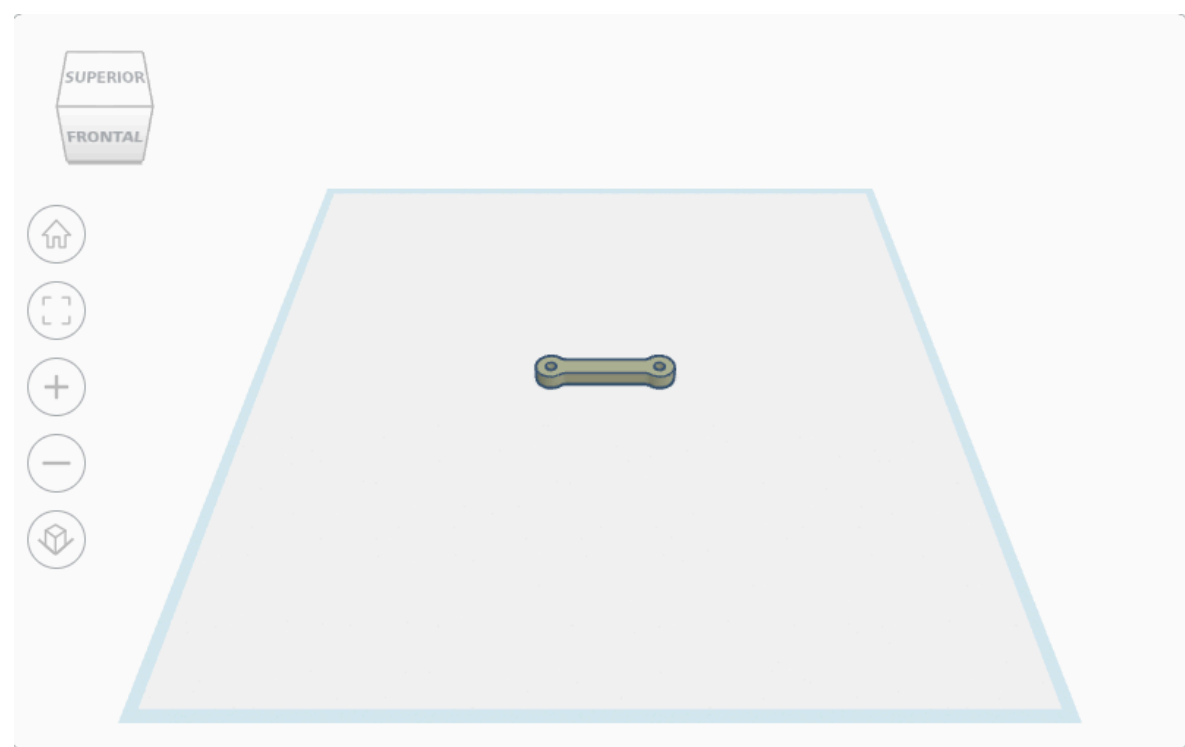
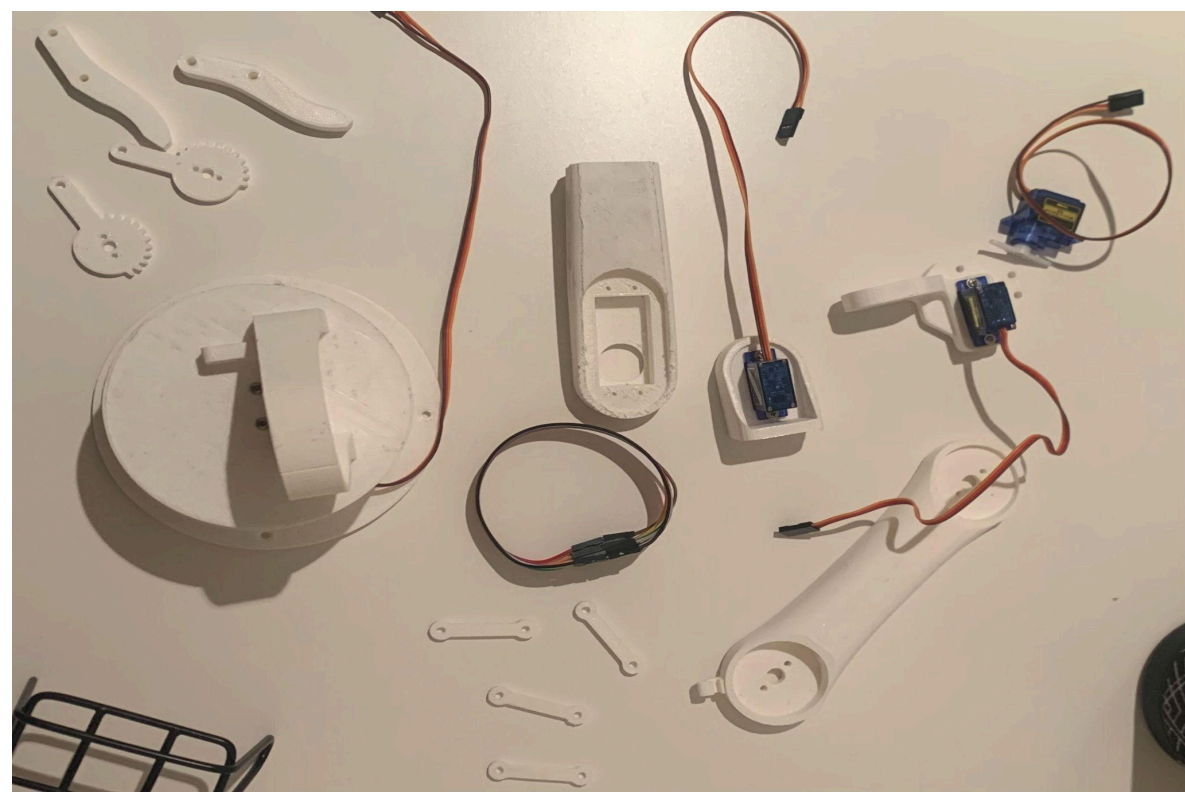


Figura 13: Totes les peces



6. Muntatge del braç del robotic

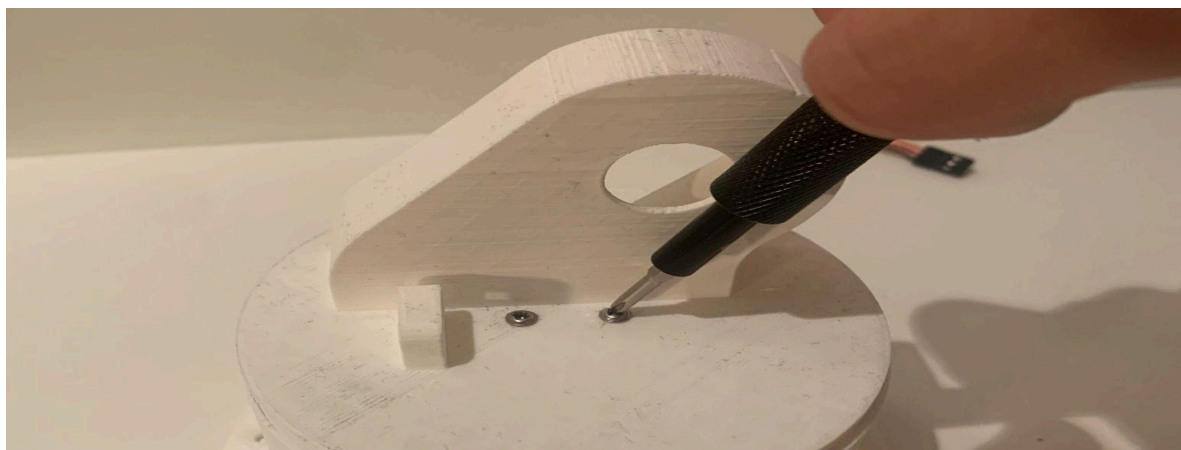
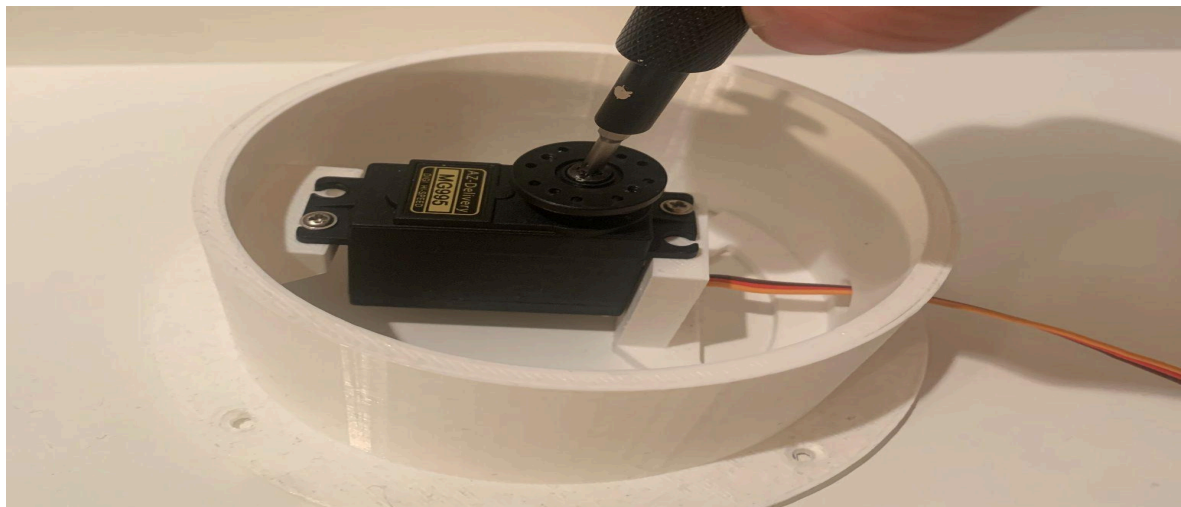
6.1 Descripció General

Després de tenir totes les peces impreses començaré la part del muntatge, totes les peces es connecten mitjançant els servos, MG996R i SG90 i els seus eixos, els servos es connectaran amb els caragols amb els quals venen a cada peça. Els components es connectaran entre si i a l'Arduino amb cables M/M (macho a macho) que són uns cables per l'Arduino amb puntes als dos costats per endollar-los als pins.

6.2 Muntatge

Per començar amb la base posaré un servo MG996R amb els cargols amb els quals venen, per després posar la cintura a sobre amb els dos cargols corresponents, la cintura es connectarà al servo amb un eix circular que porta el servo.

Figura 14/ 15: Fotos del muntatge (Base, Cintura)



Després es connectarà el braç inferior a la cintura del robot mitjançant un servo MG996R, a l'hora de dissenyar el braç i la cintura he posat una petita ranura per passar una goma elàstica perquè tingui més resistència el braç a l'hora de moure's.

Figura 16: Fotos del muntatge (Braç inferior)



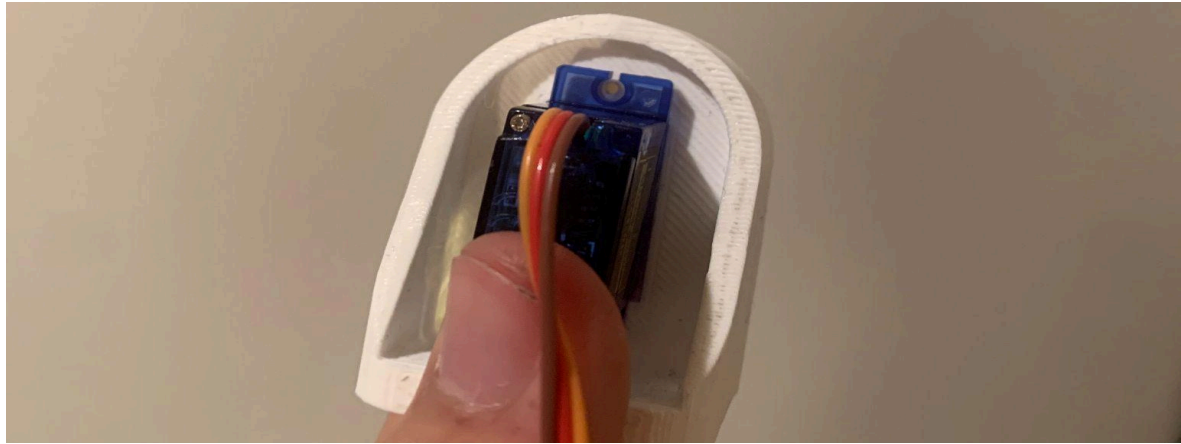
A la part superior del braç inferior fent servir un servo MG996R es connectarà el braç superior, dins del mateix braç hi haurà un servo SG90 que servirà que connectar a la mà inferior del robot.

Figura 17: Fotos del muntatge (Braç superior)



Dins de la mà inferior connectaré un altre servo SG90, el qual servirà per controlar la mà superior, es connectarà al braç superior fent servir el seu servo i cargols. La mà superior es connectarà al servo posat anteriorment a la mà inferior, aquest servo servirà per moure la mà a dalt i a baix.

Figura 18: Fotos del muntatge (Mà inferior)



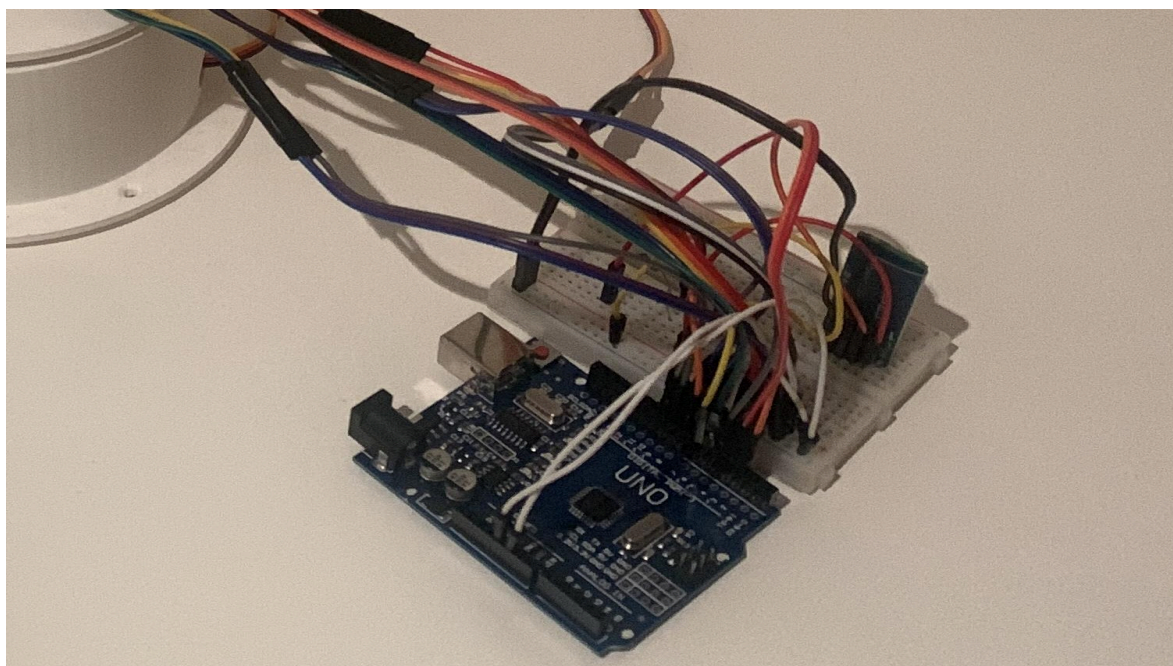
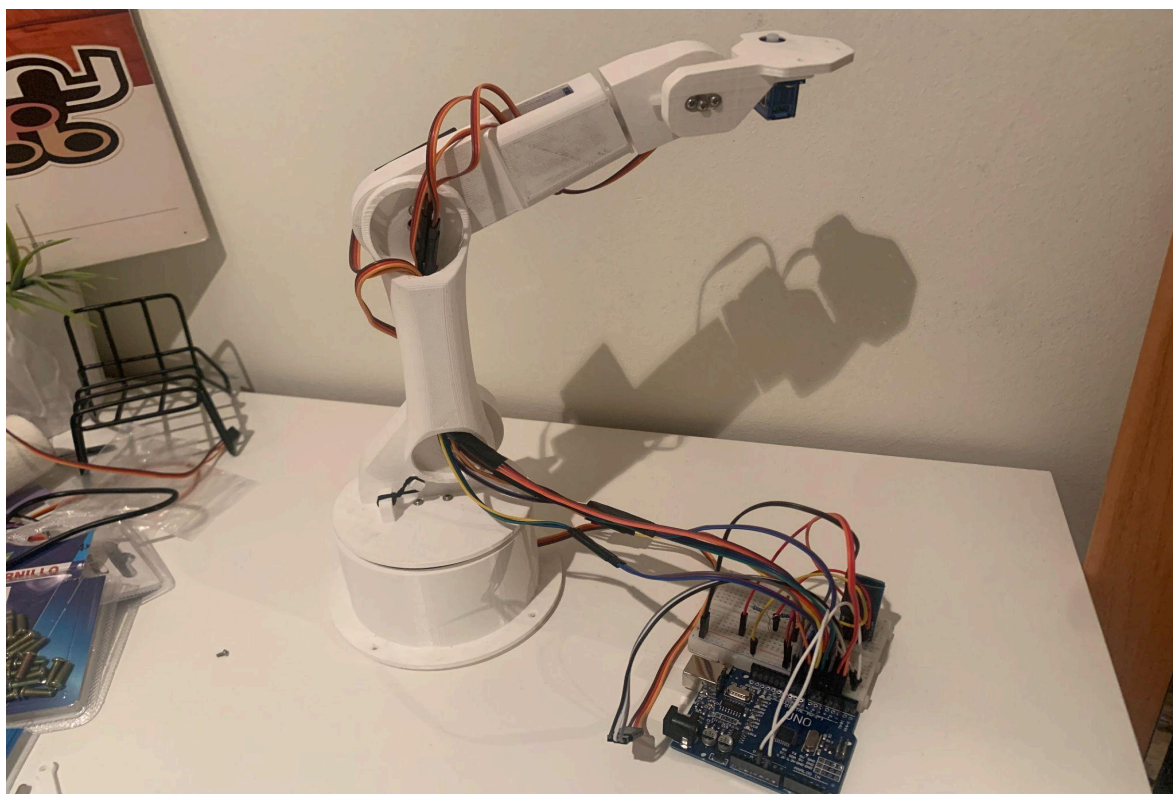
Una vegada connectada, es podran connectar els engranatges amb les unions de la mà dins dels forats que es veuen en la imatge, al forat gran és on es connectarà un servo per moure un dels engranatges el qual mourà tota la part de les pinces.

Figura 19: Fotos del muntatge (Mà superior)



Per connectar les pinces, engranatges i unions utilitzaré uns cargols a mesura perquè estiguin fixos a la mà superior, l'engranatge de l'esquerra estarà connectat al servo per accionar el moviment. Després de tots aquests passos el robot ja estaria acabat amb tots els cables connectats a l'Arduino per rebre totes les ordres.

Figura 20 / 21: Fotos del muntatge (Robot acabat)



7. Diagrama del braç del robot

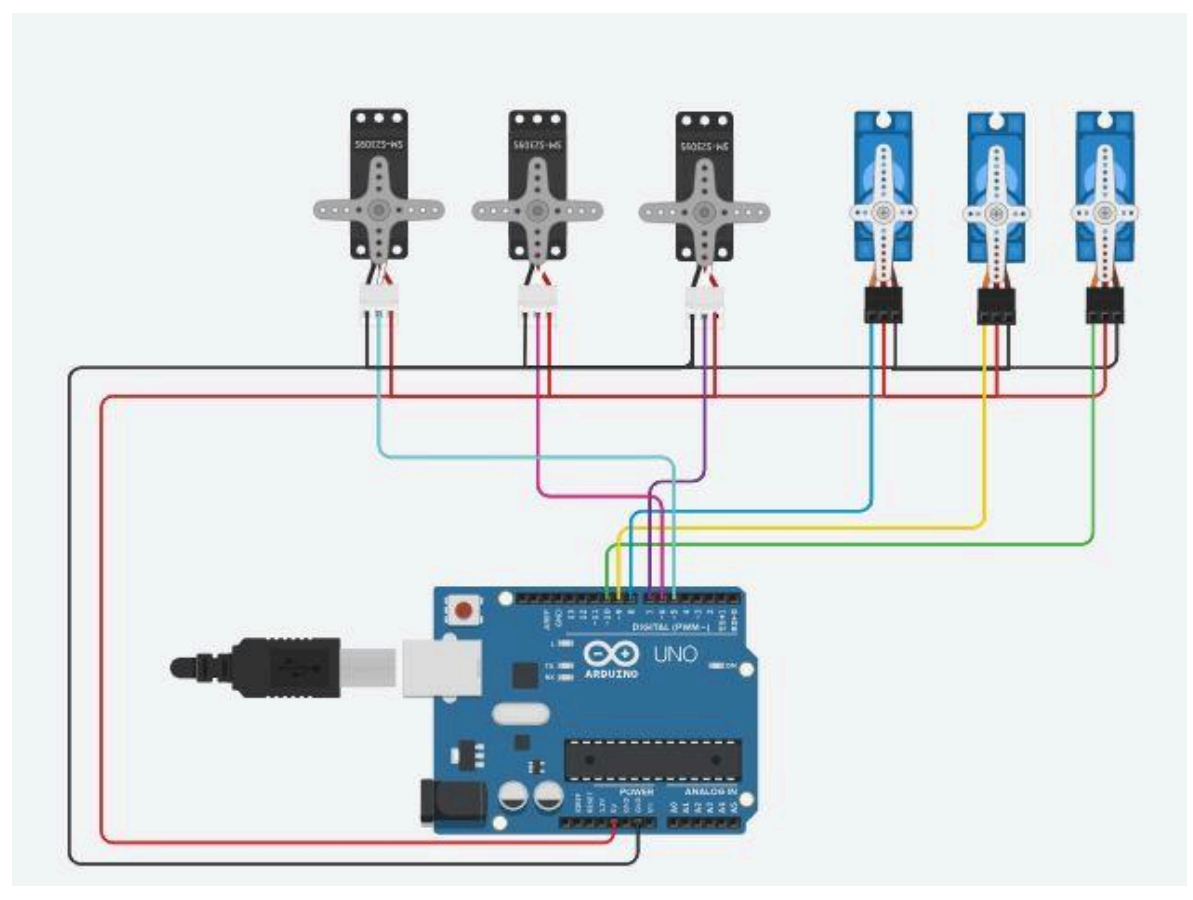
7.1 Descripció General

Només necessitaré una placa Arduino i un mòdul Bluetooth HC-05 per connectar el robot amb el mòbil Android. Els pins de control dels sis servomotors estan connectats a sis pins digitals de la placa Arduino.

Per alimentar els servos, es necessiten 5V, però l'Arduino no pot subministrar suficient corrent per tots. La font d'alimentació ha de ser capaç de proporcionar almenys 2A de corrent i per això utilitzaré una font d'alimentació que connectaré a l'Arduino.

Cada servo té 3 connexions, la terra, potència i senyal, la terra assenyalat amb el cable de color negre (negatiu) es connecta al GND, la potència (positiu) està assenyalat amb el cable de color vermell i es connecta al 5V i després cada servo té un color diferent pel senyal, que és per on rep tota la informació cada servo pel seu pin. Per exemple el primer servo el seu senyal té un cable color turquesa i rep tota la informació pel pin 5.

Figura 22: Diagrama del robot



8. Programació del braç del robotic

8.1 Descripció general

Per la programació del robot utilitzaré l'Arduino IDE, és una aplicació fàcil d'utilitzar i de programar coses més complexes com el moviment d'un robot.

Hi haurà 3 parts de la programació diferents, la primera és per definir els components, la segona és per configurar els components, els seus moviments i totes les ordres i l'última part és perquè l'Arduino rebi el senyal Bluetooth del mòbil.

8.2 Definició dels components8.3 Configuració dels components

Primer inclouré les Lliberies del programa amb el codi `#include`, les lliberies són codis precreats que venen amb el programa per tal de no haver d'escriure un nou programa, incloc aquestes Lliberies perquè el programa ha de saber que quan defineixo cada component és un servo.

El "SoftwareSerial.h" serveix per poder replicar la funcionalitat dels pins digitals sense haver d'utilitzar cables, bàsicament per facilitar el treball i no estendre el programa.

La part de definir cada servo serveix per dir-li al programa que "servo01" és un servo, bàsicament perquè el programa no l'interpreti com un altre component.

Per acabar el programa he de definir mòdul Bluetooth HC-05 i algunes variables per guardar la posició actual i anterior dels servos, perquè quan el robot es desconnecti el programa sàpiga l'última posició dels servos.

Figura 23: Programació del robot

```
1RobotR.ino
1  #include <SoftwareSerial.h>
2  #include <Servo.h>
3
4  Servo servo01;
5  Servo servo02;
6  Servo servo03;
7  Servo servo04;
8  Servo servo05;
9  Servo servo06;
10
11  SoftwareSerial Bluetooth(3, 4); // Arduino(RX, TX) - HC-05 Bluetooth (TX, RX)
12
13  int servo1Pos, servo2Pos, servo3Pos, servo4Pos, servo5Pos, servo6Pos; // current position
14  int servo1PPos, servo2PPos, servo3PPos, servo4PPos, servo5PPos, servo6PPos; // previous position
15  int servo01SP[50], servo02SP[50], servo03SP[50], servo04SP[50], servo05SP[50], servo06SP[50]; // for storing positions/steps
16  int speedDelay = 20;
17  int index = 0;
18  String dataIn = "";
```

8.3 Configuració dels components

A la part de configuració, iniciaré els servos i el mòdul Bluetooth, programaré els moviments de cada servo, en la configuració de cada servo determinaré la distància que l'eix del servo es mourà.

I l'última part del programa serà per determinar la posició inicial del robot sencer, és a dir, que quan es mani el robot tornarà a la posició predeterminada.

Això es fa amb la funció write(), que permet moure el servo a qualsevol posició entre 0 i 180 graus.

Figura 24: Programació del robot

```
2RobotR.ino
1  void setup() {
2      servo01.attach(5);
3      servo02.attach(6);
4      servo03.attach(7);
5      servo04.attach(8);
6      servo05.attach(9);
7      servo06.attach(10);
8      Bluetooth.begin(38400); // Default baud rate of the Bluetooth module
9      Bluetooth.setTimeout(1);
10     delay(20);
11     // Robot arm initial position
12     servo1PPos = 90;
13     servo01.write(servo1PPos);
14     servo2PPos = 150;
15     servo02.write(servo2PPos);
16     servo3PPos = 35;
17     servo03.write(servo3PPos);
18     servo4PPos = 140;
19     servo04.write(servo4PPos);
20     servo5PPos = 85;
21     servo05.write(servo5PPos);
22     servo6PPos = 80;
23     servo06.write(servo6PPos);
24 }
25
```


8.4 Rebuda de senyal

L'últim programa servirà per comprovar si hi ha rebuda de senyal Bluetooth del mòbil, és a dir que detecta si estic donant ordres amb l'aplicació i les envia al circuit. Utilitzo la funció `Bluetooth.available() > 0`, que és perquè quan el número 0 canvi (vol dir que ha rebut senyal) s'activa i envia els senyals al robot.

Si es detecten dades passo a la funció `readString()` per llegir-les com a cadena, que vol dir que tots els números que rep els guarda de manera seguida, per exemple: 1 2 3 4 5 6 7, i guardar-les a la variable `dataIn`, que és una variable que he creat per emmagatzemar les dades que rep.

En funció del contingut de les dades rebudes, indicarem al braç robot què ha de fer.

Figura 25: Programació del robot

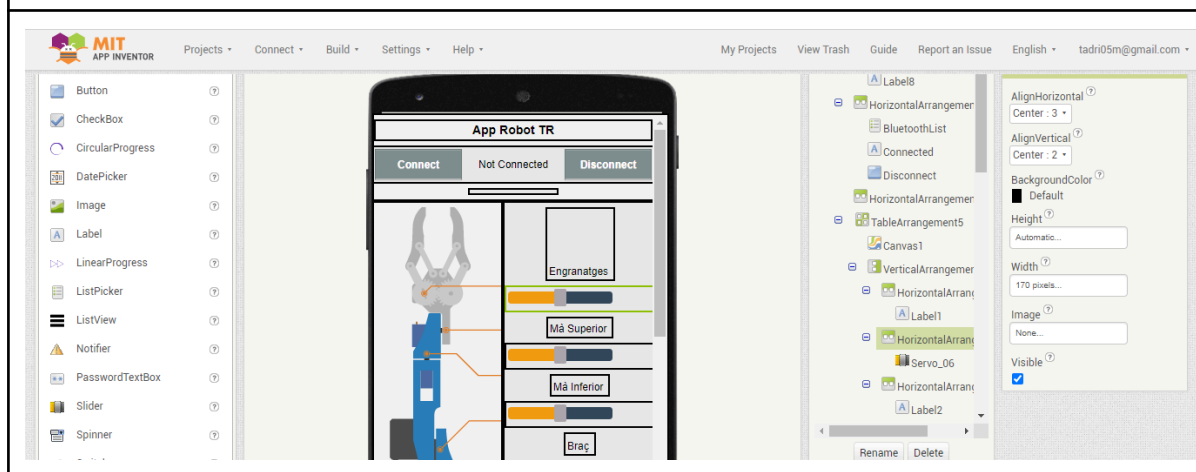
2RobotR.ino

```
1 // Check for incoming data
2 if (Bluetooth.available() > 0) {
3   dataIn = Bluetooth.readString(); // Read the data as string
```

9. Creació de l'App

L'App de control del robot la crearé amb la web App Inventor, és una eina de creació d'aplicacions molt senzilla d'utilitzar però al mateix temps molt bona per crear apps sense falta de programació molt complexa.

Figura 26: Creació de l'aplicació



Cadascun dels botons tenen una funció diferent, a la part superior hi ha tres botons, el "Connect" serveix perquè quan el robot està encès el dispositiu es connecti al robot mitjançant el mòdul Bluetooth, el "Not Connected" per indicar si s'ha connectat o no i el "Disconnect" per disconnectar el robot del mòbil. Després estan els "Sliders" que són mòduls que serveixen per indicar el grau en el qual l'eix del robot es mogui, cadascun està assenyalat apuntant a la part del robot que controla, l'últim control és el de "Velocitat" que controla la velocitat a la qual girant els servos.

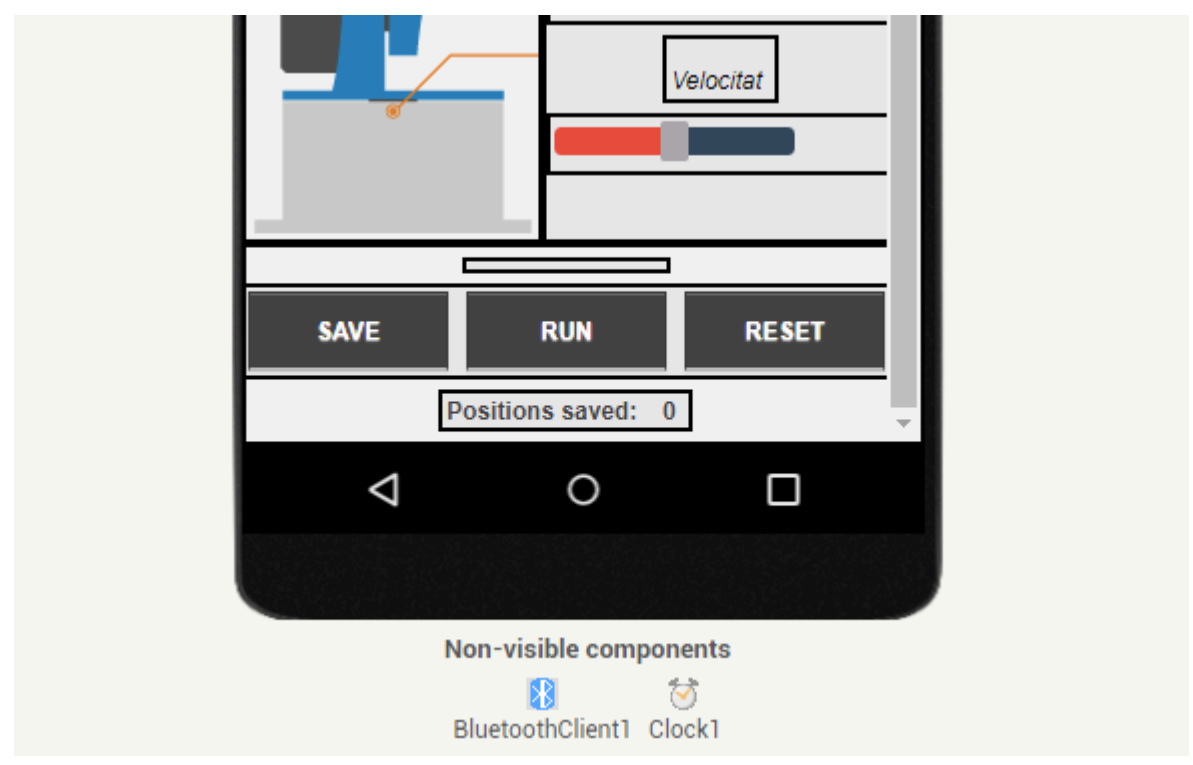
Finalment, en l'app estan els botons de "SAVE", "RUN", "RESET", que serveixen per guardar els moviments del robot.

Amb el "SAVE" es poden guardar els moviments del robot, per exemple, que el braç pugi i es tanquin els dits.

Després amb el "RUN" executo els moviments guardats i amb el "RESET" els esborro per guardar nous moviments.

L'Aplicació es connectarà al robot via Bluetooth, dins de l'App Inventor hi ha un component que es diu "BluetoothClient" que serveix perquè l'aplicació tingui una xarxa pròpia de Bluetooth i pugui rebre el senyal del mòdul que està connectat al robot.

Figura 27: Creació de l'aplicació



9.1 Programa de l'Aplicació

9.2 Descripció General

En l'App Inventor la programació no funciona com al ArduinoIDE, funciona per Blocks, com a altres webs de creació de programes i programació com el Scratch i l'ArduinoBlocks, és una manera més senzilla, cada block té una funcionalitat diferent i es pot comportar de moltes maneres depenent el que manis. He separat els blocks en 3 parts, la part de la connexió via Bluetooth, els controls dels sliders, i els controls dels botons.

9.3 Connexió al robot

La primera part dels blocks de l'aplicació serviran per establir la connexió del mòbil al robot.

El primer block és per detectar el senyal del Bluetooth que emet el mòdul HC-05 que està connectat al robot, i una vegada detectada que s'afegeixi a la llista de connexions.

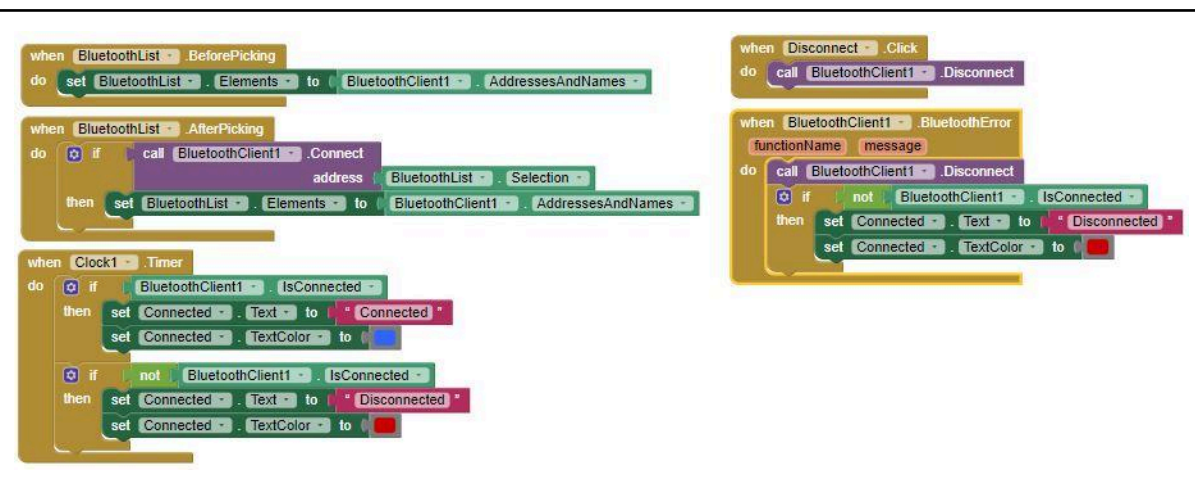
El segon block és per a quan s'afegeixi a llista de Bluetooth el robot es pugui escollir i connectar-se.

Després està el Clock1, que és per a quan es connecti el mòbil al robot es mostri un text que digui "Connected" en color blau, i si no està connectat amb el "If not" que vol dir l'opció alternativa al primer comando que aparegui "Disconnected" en color vermell.

El següent block és molt senzill, quan s'apreti el botó de "Disconnect" es desconnectarà del Bluetooth.

I l'últim block és per a quan hi hagi un error de connexió s'intenti de nou, sinó, es desconnectarà i apareixerà un text que digui "Disconnected" en vermell.

Figura 28: Programació de l'aplicació



9.4 Control dels servos

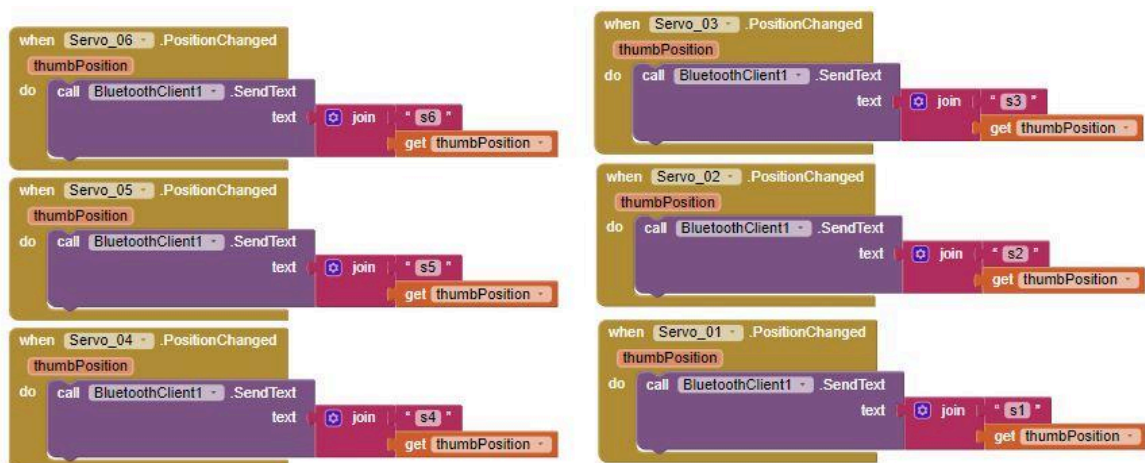
Aquests controls determinaran els moviments de cada servo, cada block està assignat a un començant per a dalt que és el servo 6 (els engranatges) al servo 1 a baix del tot (la base).

Cada block indica que quan la posició del servo corresponent canvi o es modifiqui en els sliders s'envia un text a l'Arduino amb la funció .SendText, que es basa en un comando que indica quin slider s'ha mogut o ha sigut modificat, i es guardi la posició del slider dins de l'aplicació.

Així el text que rep l'Arduino el converteix en una ordre i l'envia al robot perquè canvi la posició i al mateix cop agafi la posició en la qual es queda el servo corresponent amb el comando "get thumbPosition", que serveix per guardar l'última posició del slider per que no es barregin les posicions del servo i el slider de l'aplicació.

El block "Join" serveix perquè el text que s'envi a l'Arduino estigui assignat a una variable, és a dir, que rebí el text de cada servo per separat i sàpiga quin ha de moure.

Figura 29: Programació de l'aplicació



9.5 Control dels botons

L'últim apartat dels blocks seran pels tres botons, SAVE, RUN i RESET, i pel slider del control de velocitat.

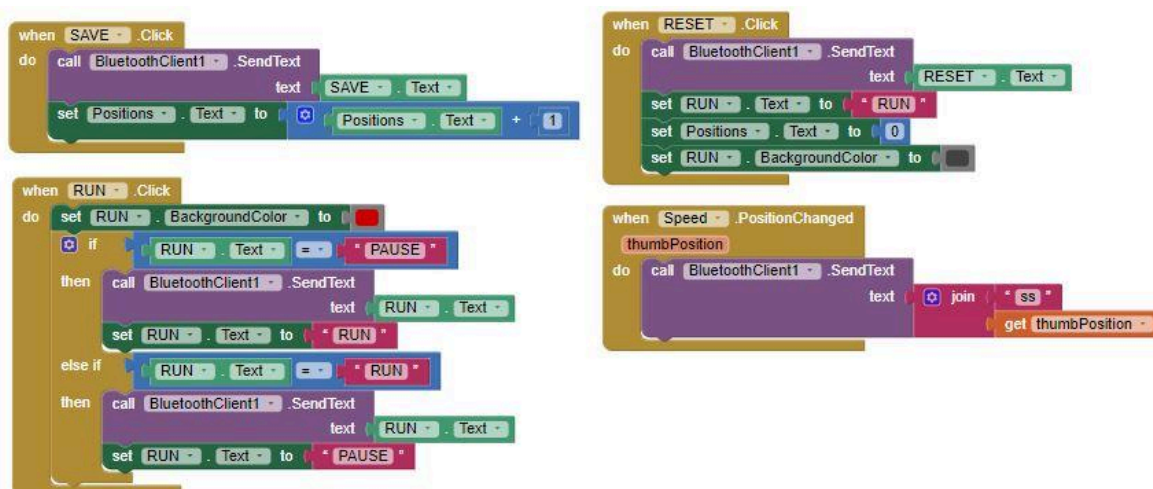
El block per al botó de SAVE és el més senzill, quan es polsa envia un text amb la funció .SendText el qual envia un comando per guardar els últims moviments amb el .Set "positions" en forma de Text, és a dir els guarda com a funcions per després reproduir-les. El block de RUN és una mica més complex, quan es polsi el botó es tornarà de color vermell i es canviarà al text a PAUSE.

El botó serveix per iniciar els moviments guardats prèviament amb el botó SAVE, i una vegada es clica el PAUSE es para el robot.

L'últim block per els controls dels botons és el de RESET, que serveix per esborrar tots els moviments guardats prèviament, funciona amb la mateixa funció dels altres blocks, el .SendText, quan el botó és polsat si el botó de RUN està activat (apareix PAUSE) es canviarà de nou a RUN, i canviarà la funció Positions a 0, que vol dir que s'esborraran tots els moviments guardats.

I finalment el slider "Speed", que és molt bàsic, quan es canvia la posició del slider la velocitat de gir dels servos augmenta o disminueix.

Figura 30: Programació de l'aplicació



10. CONCLUSIONS

1. Què he après?
 2. Com ha sigut el modelatge de les peces?
 3. Com ha sigut la construcció del braç?
 4. Creus que la robòtica és útil?
 5. Que hauria fet amb més temps?
-
1. En el procés de construcció del robot he après molt del món de la robòtica, amb aquest treball de recerca he après i conegut moltes coses noves fora de tot el que he après a classe, les quals em serviran molt per estudis o treballs futurs, he sigut capaç de dissenyar i construir un robot des de zero sense saber molt del tema i gràcies al treball he acabat amb més coneixement de l'àmbit de la robòtica.
 2. Crec que ha sigut la part més complicada, trobar l'aplicació correcta, fer les mesures de cada peça i dissenyar-les perquè encaixin entre elles i que no pesin molt pels servos. Però, per altra banda, ha sigut la part més interessant del treball de recerca, ja que és un món nou el del modelatge i impressió en 3D i tindre els coneixements aquests em serà molt útil per altres projectes.
 3. Després de construir tot el braç he tret la conclusió de que ha sigut més senzill del qual pensava, al principi pensava que seria molt complicat, però amb una mica d'ajuda d'internet he pogut construir-lo i fer una aplicació per controlar-lo. La part més complicada ha sigut fer la programació, ja que és llarga i una mica més complexe, però en resum ha sigut un procés senzill i fàcil d'aprendre.
 4. Amb aquest treball he tret la conclusió de que la robòtica pot ser una eina essencial al futur, tant per a treballs senzills com per a coses molt complexes.
El robot que he construït és senzill, però té molta utilitat, ja que es controla a distància pot ser utilitzat en fabriques, laboratoris i en més àmbits, per això crec que la robòtica serà una cosa important al futur.
 5. En conclusió, crec que el treball de recerca ha sortit molt bé, però sempre hi ha marge de millora, crec que amb més temps podria haver fet un programa més complert i haver dissenyat la part de la mà superior una mica més completa per poder fer més tasques amb el robot.

11. BIBLIOGRAFIA

1. Font: Ramírez, P. A. L., & Sosa, H. A. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación*, 43-63.

1.2 Font: Blog, Mundo robótica y electrónica, Tutoriales online, Un poco de teoría Vene Balón (2019) Flexcom Technology S.L.

1.4 Font: Banzi, M., Cuartielles, D., Igoe, T., Martino, G., & Mellis, D. (2014). Arduino. *The official Arduino web page at <http://arduino.cc>*.

2.1 Font: "Impressió 3D". (s.f.). A Viquipèdia. CUMMINS, Kate. «The rise of additive manufacturing» (en anglès americà), 23-05-2010.

3. Font: "Software". (s.f.). A Wikipedia «Programari». *Diccionari de l'Institut d'Estudis Catalans (DIEC)*. Institut d'Estudis Catalans. [Consulta: 18 juliol 2009].

3.2 Font: "Programació". (s.f.). A Viquipèdia «Programari». *Diccionari de l'Institut d'Estudis Catalans (DIEC)*. Institut d'Estudis Catalans. [Consulta: 18 juliol 2009].

3.4 Font: Prieto, A., Lloris, A., & Torres, J. C. (1989). *Introducción a la Informática* (Vol. 20).

4. Font: Carla, M. V., Alfonso, U. M., & Ángel, R. G. M. (2021). *Lenguajes de programación*. Editorial UNED.

4.1 Font: Chiluisa-Chiluisa, M. A., Lucio Ramos, Y. J., & Velásquez Campo, F. R. (2022). Tinkercad como herramienta estratégica en el proceso de aprendizaje significativo. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 6(25), 1759-1767.

4.2 Font: Peña, C. (2020). *Arduino IDE: Domina la programación y controla la placa*. RedUsers.