



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

MasiHand

TU COMPAÑERO EN CADA MOVIMIENTO

Grupo 5

Carla Ulloa Florián ([Diseño 3D y Gestora del Repositorio](#))
Nahir Valladares Santur ([Electrónica](#))
Luciana Vega Llanos ([Modeladora 3D](#))
Carla Victoria Quispe ([Investigadora](#))
Stela Villagomez Altamirano ([Coordinadora General](#))
Almendra Yataco Diaz ([Programadora](#))

ÍNDICE

- Problemática
 - Estado del Arte
- Solución
- Tracción
 - Boceto
 - Modelado 3D
 - Aplicativo
 - Manufactura digital
 - Componentes electrónicos
 - Prototipo integrado
- Limitaciones
- Pruebas y testeos

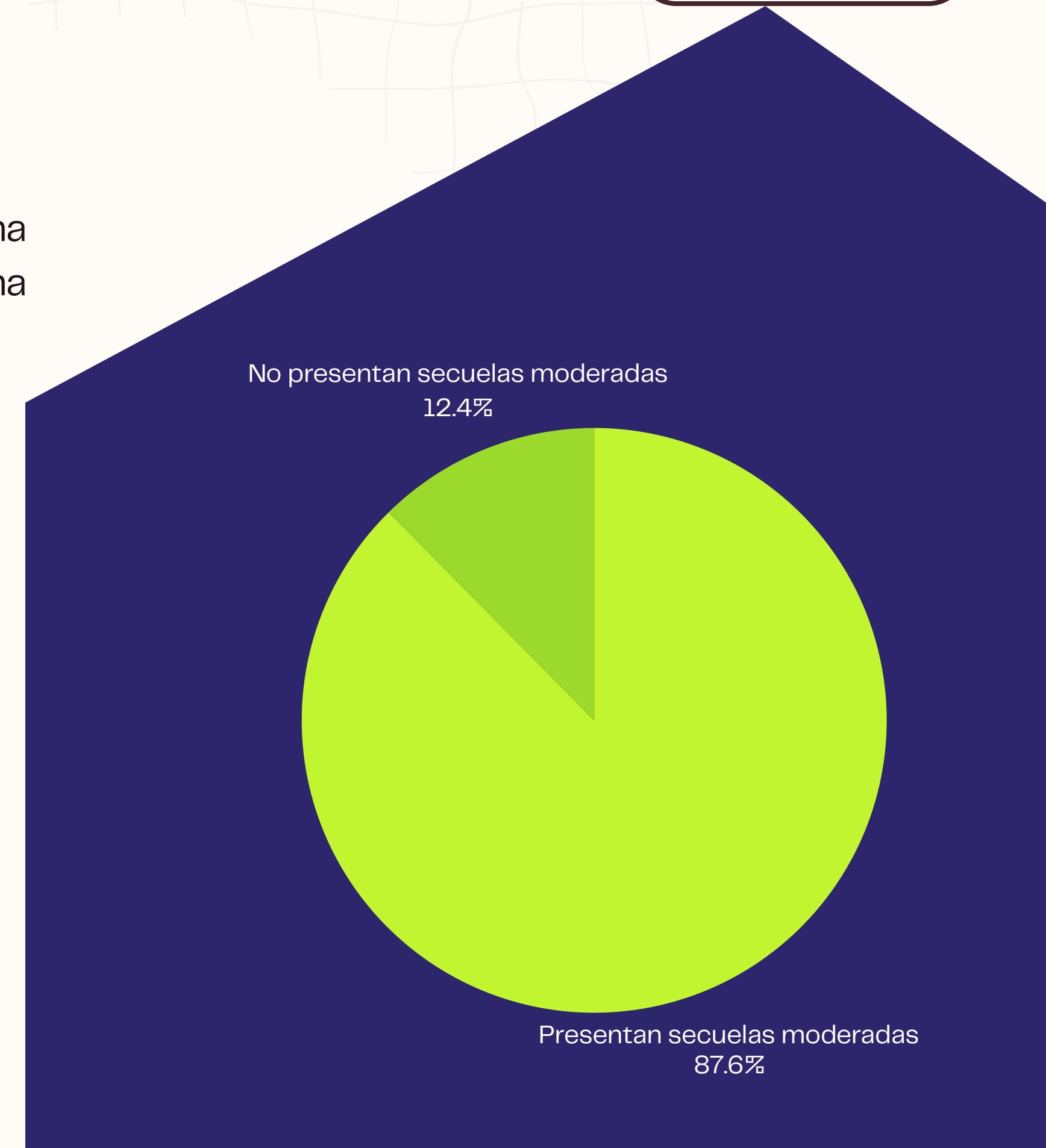
PROBLEMÁTICA

La hemiplejía derecha espástica post-ACV hemorrágico genera una espasticidad moderada en el hemicuerpo derecho, provocando una flexión permanente de la mano y una pobre apertura voluntaria.

87.6% de los pacientes con secuela de ACV tenían secuelas moderadas o severas, y la alta prevalencia de hemiplejía.



[1] Fuente: Urcia-Fernández, Fernando, & Cam-Chiock, Diana. (2023). Perfil epidemiológico de los pacientes con secuelas de accidente cerebrovascular atendidos en un instituto de rehabilitación de Lima-Perú. Revista Medica Herediana, 34(3), 132-142. Epub 20 de diciembre de 2023. <https://doi.org/10.20453/rmh.v34i3.4922>



ESTADO DEL ARTE

1

- Hand Extension Robot Orthosis (HERO Grip Glove)
- extensión de los cinco dedos,
- mejora la capacidad de agarre, la fuerza de prensado y pinza,
- Control de **presión**
- A veces puede resultar difícil ponerse el dispositivo [2].

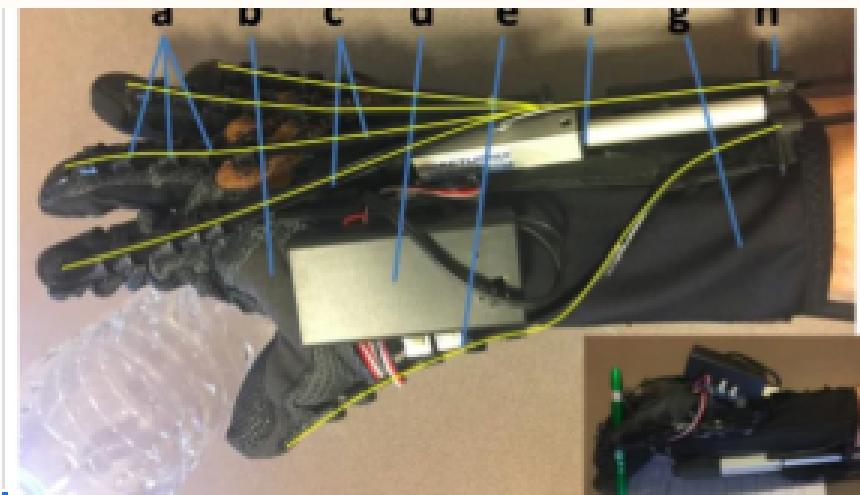


Figura 2. Guante Hero Grip [2]

2

- Doble guante: **guante sano (control) + guante afectado (exoesqueleto)**
- **Replica** movimientos de mano sana a afectada
- Modo **activo-asistido y pasivo**
- Sensores por dedo (ángulo y fuerza)
- Algoritmo “espera y asiste” (solo ayuda necesaria)
- Registra **% de participación y grado de disfunción** [3].

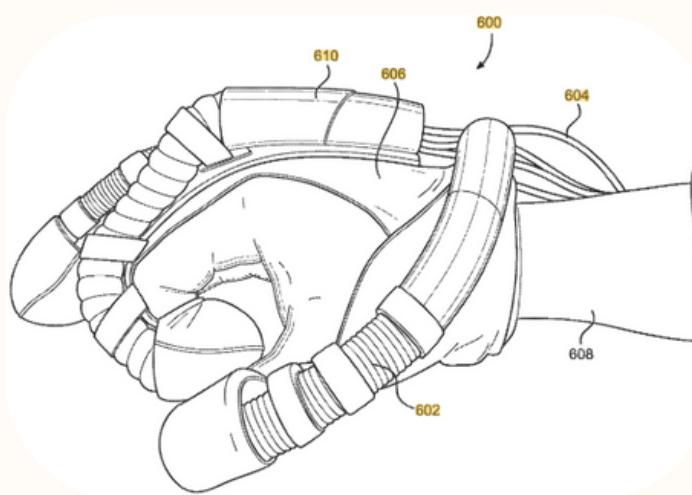


Figura 3. Doble guante con actuadores de neumático [3]

3

- Exoesqueleto robótico para dedos
- Movimientos **asistidos y controlados** (flexión y extensión por cada dedo)
- Sensores de **fuerza y posición**
- Modos **pasivo, activo y resistivo**
- Ejercicios repetitivos y seguros
- Estructura ligera [4].

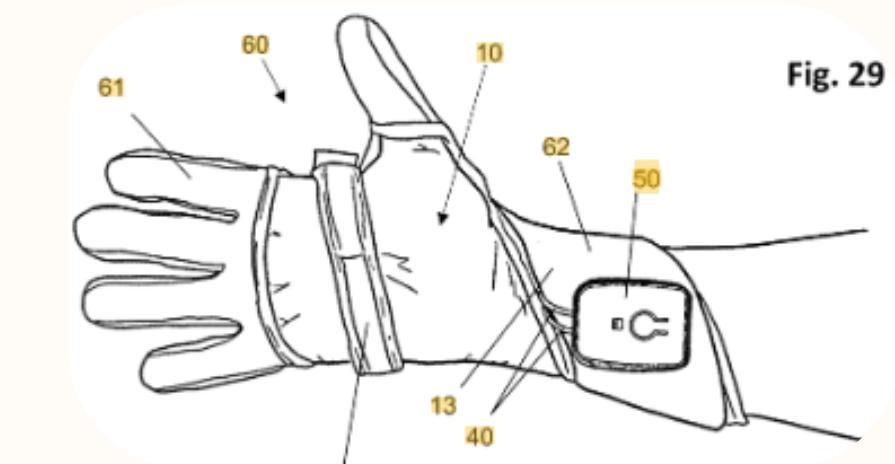
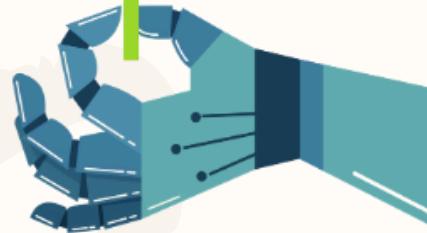


Figura 4. Exoesqueleto robótico [4]



SOLUCIÓN

Guante mecánico que asiste la extensión de una mano con espasticidad

Funcionamiento

1

Colocación y ajuste del sistema

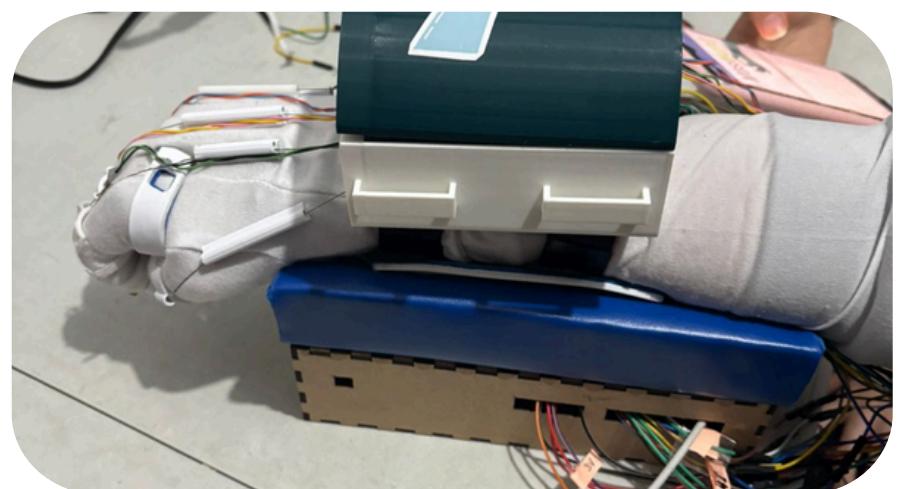
Colocación del guante y férula, ajustadas con velcro



2

Calibración y asistencia del movimiento

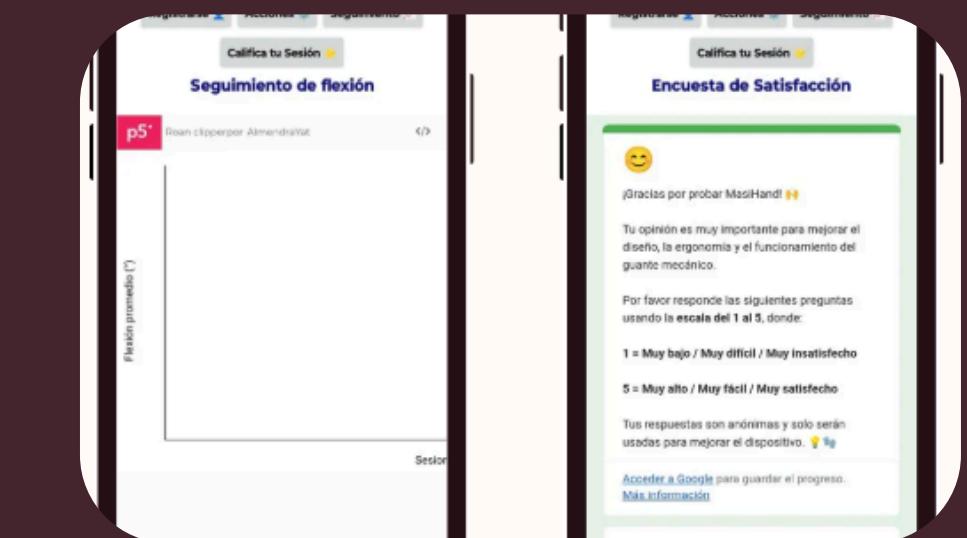
Si es la primera sesión del paciente, el dispositivo será calibrado. De lo contrario se puede iniciar con las sesiones



3

Seguimiento del progreso

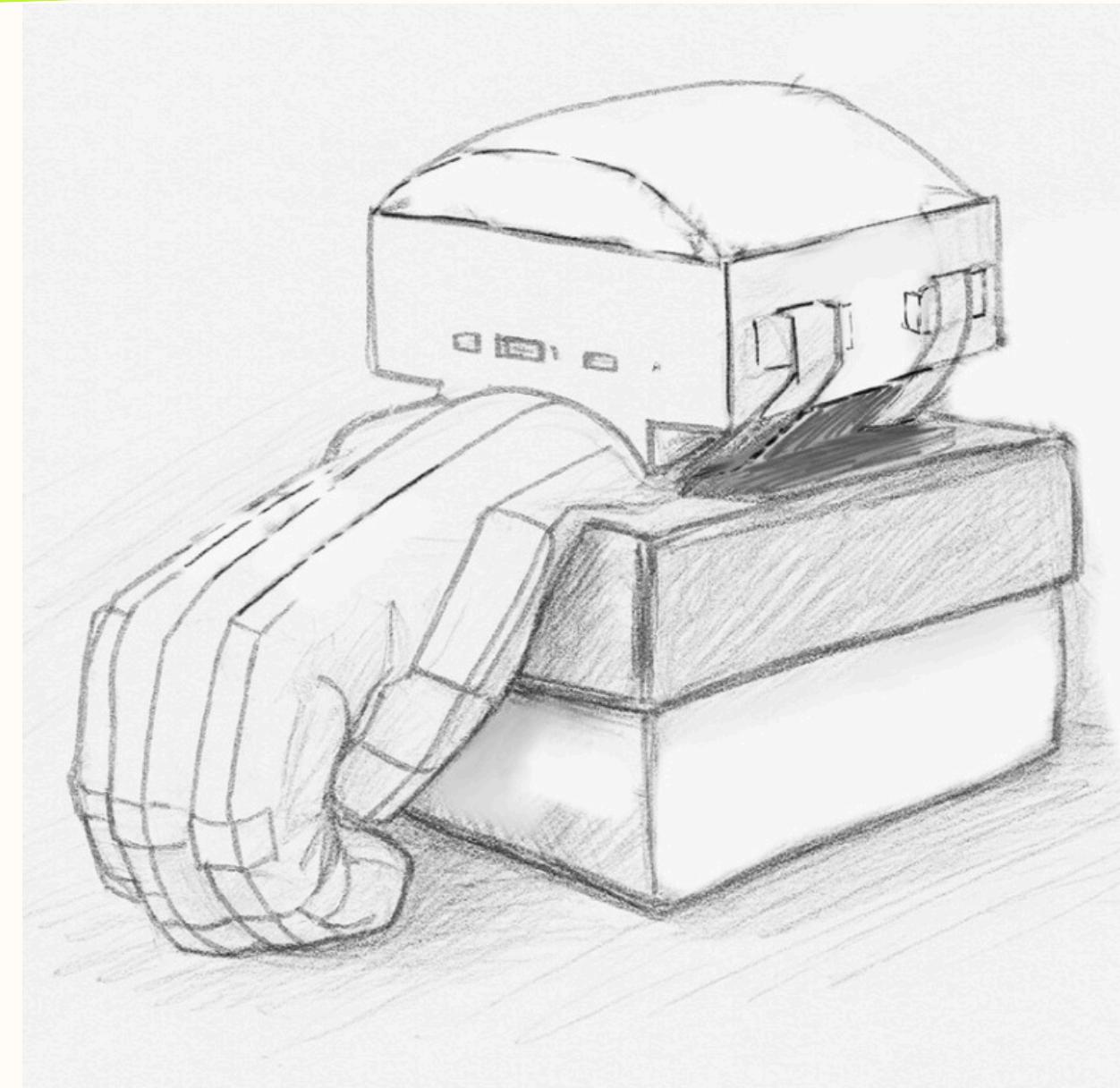
Finalizado la sesión, el paciente observa su progreso y registra una encuesta de satisfacción



Tracción

BOCETO

FINAL

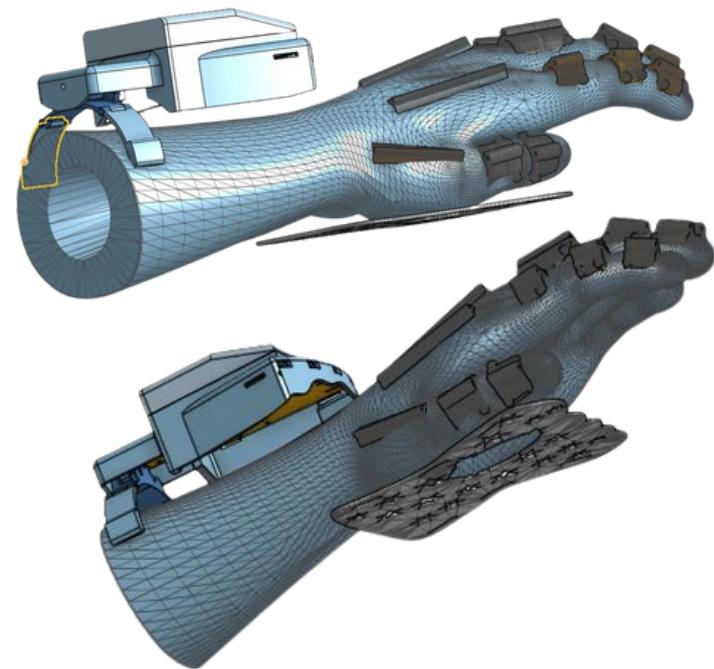


MODELADO 3D

Tracción

1

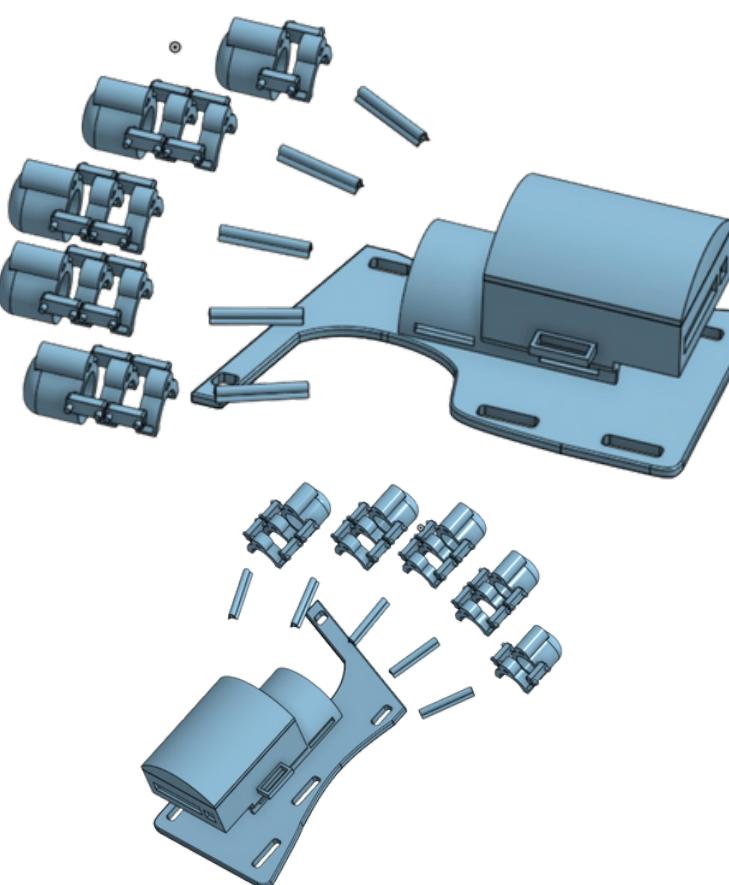
MODELADO 1



- ✗ Caja pequeña con ajuste débil a la muñeca
- ✗ Muñequera pequeña
- ✗ Férula no adaptada anatómicamente
- ✗ Falta dedales y conectores

2

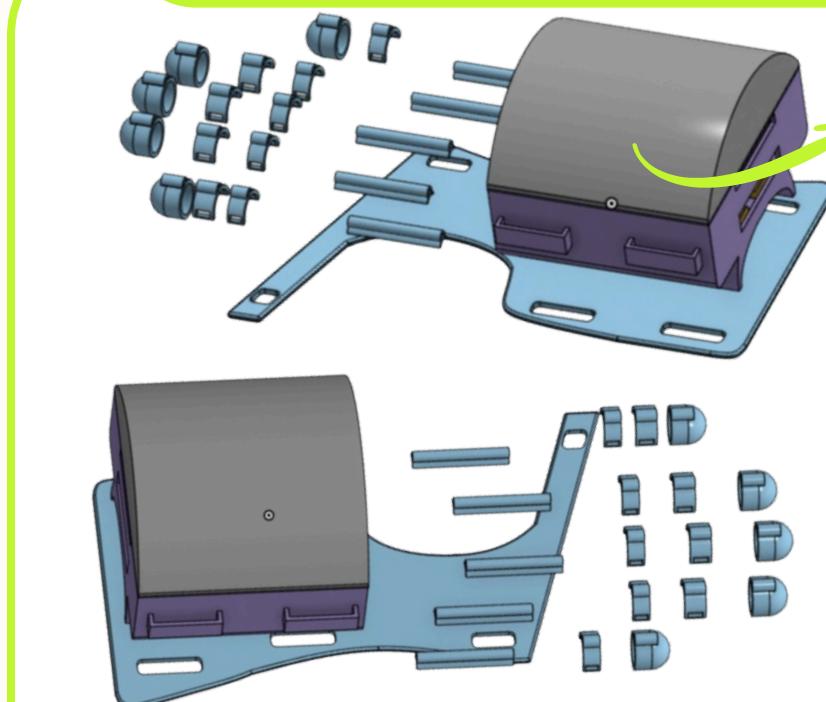
MODELADO 2



- ✗ Caja sigue siendo pequeña
- ✗ Conectores se estorban entre sí

3

MODELADO FINAL



- Caja de tamaño adecuado
- Soporte para componentes (drivers y motores)
- Dedales no se estorban entre sí
- Férula adaptada anatómicamente
- Caja ajustada correctamente a la muñeca

Tracción

APLICATIVO



La aplicación fue desarrollada en MIT App Inventor y funciona como la interfaz principal entre el usuario y el guante mecánico.

A través de esta app, el usuario puede conectarse al guante mediante Bluetooth, controlar sus movimientos durante la terapia y registrar las mediciones de flexión obtenidas en tiempo real.

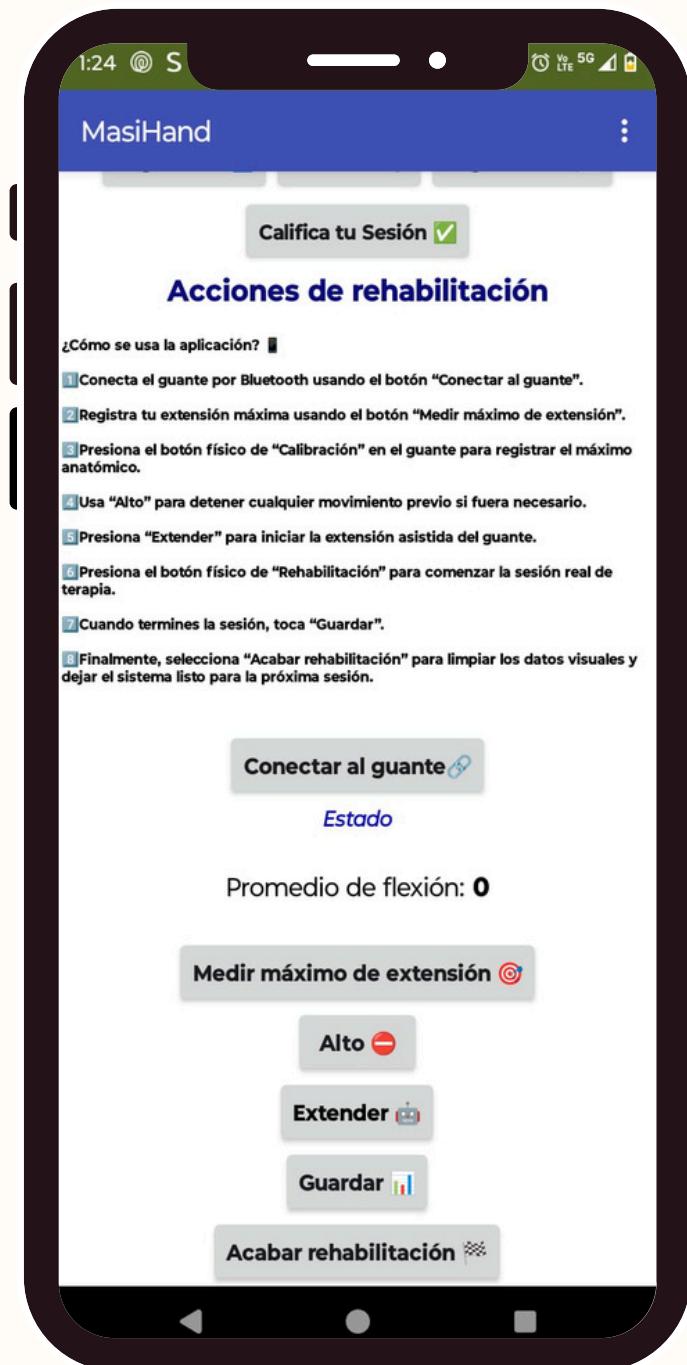
Todos los datos recopilados se procesan en la app, se muestran al usuario y se envían a una gráfica dinámica desarrollada con p5.js, permitiendo monitorear el progreso del usuario de manera simple e intuitiva.

Gracias al entorno visual de MIT App Inventor, la app es ligera, fácil de usar y compatible con dispositivos Android.

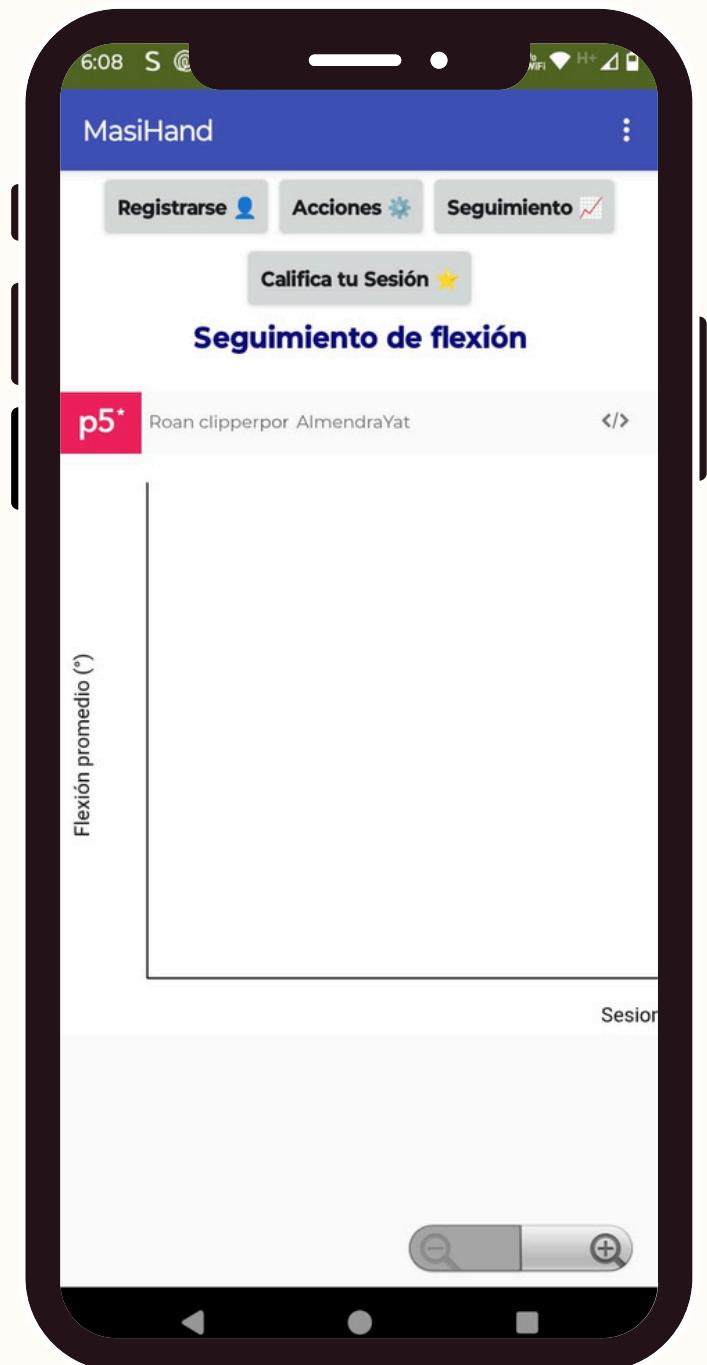




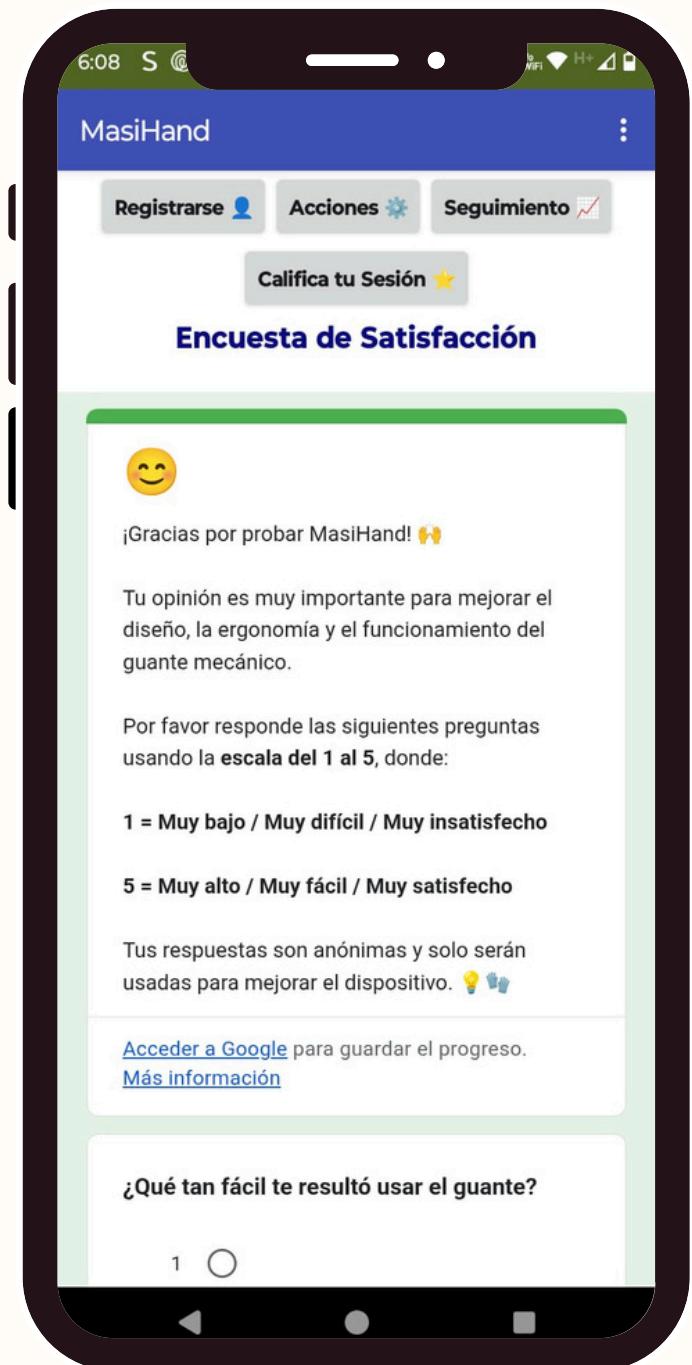
En esta sección el usuario selecciona la fecha del día en que realizará la terapia.



En esta pestaña se encuentran todos los controles principales del guante.



En esta sección el usuario puede visualizar la evolución del rango de flexión mediante una gráfica histórica



En esta sección el usuario puede realizar una encuesta de satisfacción al usar el dispositivo

BLOQUES DE CÓDIGO DE LA APP

```

initialize global GuardarPendiente to false
initialize global diaSeleccionado to 0
initialize global mesSeleccionado to 0
initialize global añoSeleccionado to 0

when Screen2 .Initialize
do set VerticalArrangementRegistro .Visible to true
set VerticalArrangementAcciones .Visible to false
set VerticalArrangementSeguimiento .Visible to false
set VerticalArrangementCalificacion .Visible to false
set WebViewer1 .HomeUrl to "https://editor.p5js.org/AlmendraYat/full/bNvqWF_Sa"
call WebViewer2 .GoToUrl
url "https://forms.gle/xteJuT95wLnDK5H7"
call WebViewer1 .GoHome
set global diaSeleccionado to call TinyDB1 .GetValue
tag dia
valueIfTagNotThere 0
set global mesSeleccionado to call TinyDB1 .GetValue
tag mes
valueIfTagNotThere 0
set global añoSeleccionado to call TinyDB1 .GetValue
tag año
valueIfTagNotThere 0
set LabelDia .Text to get global diaSeleccionado
set LabelMes .Text to get global mesSeleccionado
set LabelAño .Text to get global añoSeleccionado
set ExtensionPromedio .Text to 0
set ListPickerConectar .Elements to BluetoothClient1 .AddressesAndNames

when ListPickerDia .AfterPicking
do set global diaSeleccionado to ListPickerDia .Selection
set LabelDia .Text to get global diaSeleccionado
call TinyDB1 .StoreValue
tag dia
valueToStore get global diaSeleccionado

when ListPickerMes .AfterPicking
do set global mesSeleccionado to ListPickerMes .Selection
set LabelMes .Text to get global mesSeleccionado
call TinyDB1 .StoreValue
tag mes
valueToStore get global mesSeleccionado

when ListPickerAño .AfterPicking
do set global añoSeleccionado to ListPickerAño .Selection
set LabelAño .Text to get global añoSeleccionado
call TinyDB1 .StoreValue
tag año
valueToStore get global añoSeleccionado

when ButtonMedirMaximo .Click
do if BluetoothClient1 .IsConnected
then call BluetoothClient1 .SendText
text "MEDIROMAX"
set LabelEstado .Text to "Midiendo máximo anatómico..."
else set LabelEstado .Text to "Conéctate primero"

when ButtonExtender .Click
do if BluetoothClient1 .IsConnected
then call BluetoothClient1 .SendText
text "EXTENDER"
set LabelEstado .Text to "Extensión asistida en curso..."
else set LabelEstado .Text to "Conéctate primero"

when ButtonAlto .Click
do if BluetoothClient1 .IsConnected
then call BluetoothClient1 .SendText
text "STOP"
set LabelEstado .Text to "Movimiento detenido"
else set LabelEstado .Text to "Conéctate primero"

when ButtonGuardar .Click
do if BluetoothClient1 .IsConnected
then set global GuardarPendiente to true
call BluetoothClient1 .SendText
text "FIN"
set LabelEstado .Text to "Obteniendo promedio"
else set LabelEstado .Text to "Conéctate primero"

```



```

when ButtonAcciones .Click
do set VerticalArrangementRegistro .Visible to false
set VerticalArrangementAcciones .Visible to true
set VerticalArrangementSeguimiento .Visible to false
set VerticalArrangementCalificacion .Visible to false

when ButtonRegistrarse .Click
do set VerticalArrangementRegistro .Visible to true
set VerticalArrangementAcciones .Visible to false
set VerticalArrangementSeguimiento .Visible to false
set VerticalArrangementCalificacion .Visible to false

when ButtonSeguimiento .Click
do set VerticalArrangementRegistro .Visible to false
set VerticalArrangementAcciones .Visible to false
set VerticalArrangementSeguimiento .Visible to true
set VerticalArrangementCalificacion .Visible to false

when ButtonCalificacion .Click
do set VerticalArrangementSeguimiento .Visible to false
set VerticalArrangementAcciones .Visible to false
set VerticalArrangementRegistro .Visible to false
set VerticalArrangementCalificacion .Visible to true

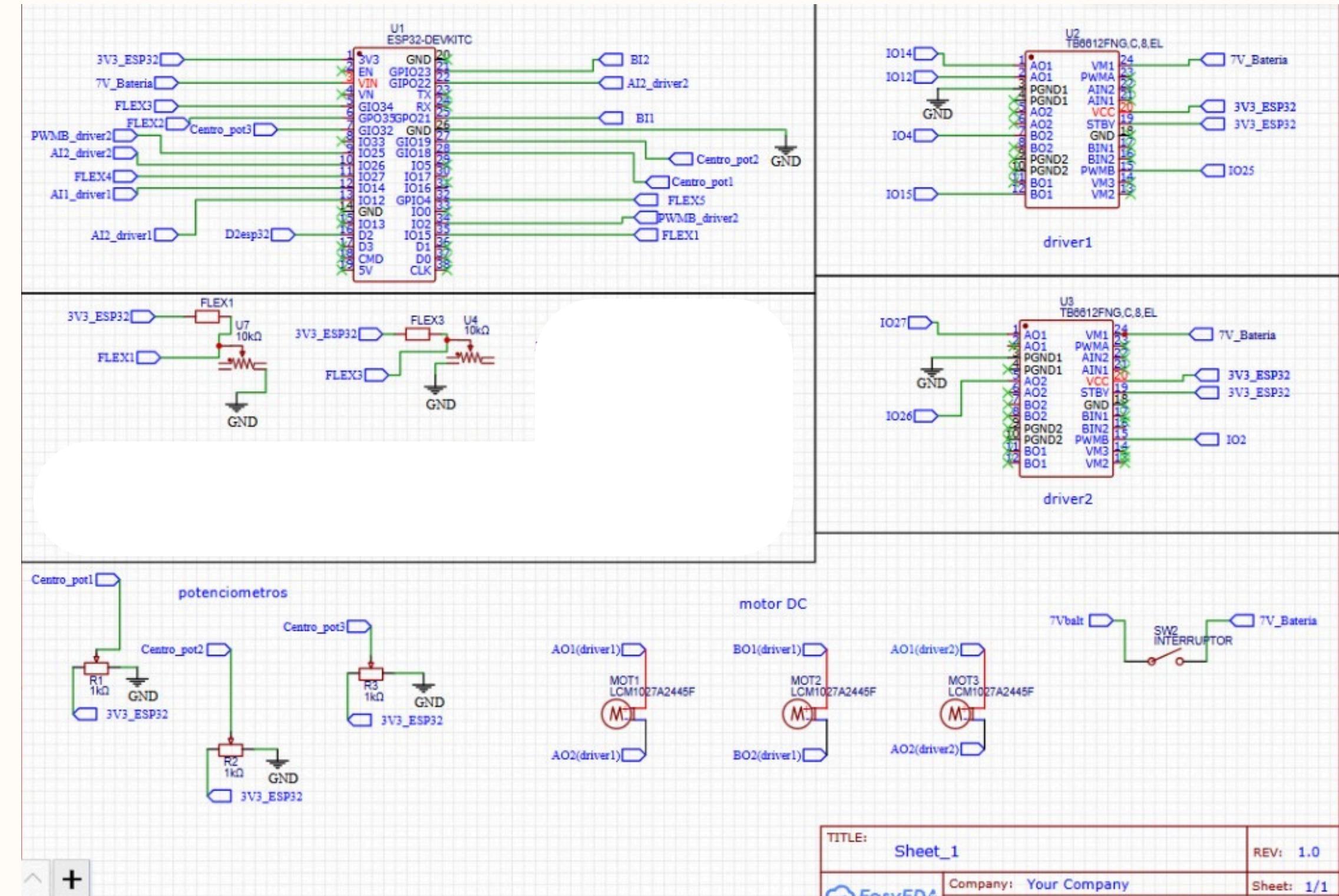
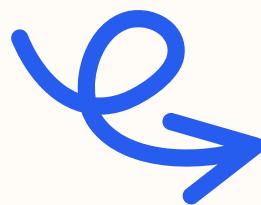
when Clock1 .Timer
do if BluetoothClient1 .IsConnected
then if call BluetoothClient1 .BytesAvailableToReceive > 0
then set ExtensionPromedio .Text to call BluetoothClient1 .ReceiveText
numberOfBytes -1
if ExtensionPromedio .Text ≠ 0
then if get global GuardarPendiente = true
then set global GuardarPendiente to false
call TinyDB1 .StoreValue
tag dia
valueToStore LabelDia .Text
call TinyDB1 .StoreValue
tag mes
valueToStore LabelMes .Text
call TinyDB1 .StoreValue
tag año
valueToStore LabelAño .Text
set WebViewer1 .WebViewString to join ("fecha:", LabelDia .Text, "-", LabelMes .Text, "-", LabelAño .Text)
set ExtensionPromedio .Text to 0
set VerticalArrangementRegistro .Visible to true
set VerticalArrangementAcciones .Visible to false
set VerticalArrangementSeguimiento .Visible to false
set VerticalArrangementCalificacion .Visible to false

when ButtonAcabarRehab .Click
do call BluetoothClient1 .SendText
text STOP
call TinyDB1 .ClearAll
set global diaSeleccionado to 0
set global mesSeleccionado to 0
set global añoSeleccionado to 0
set LabelDia .Text to 0
set LabelMes .Text to 0
set LabelAño .Text to 0
set ExtensionPromedio .Text to 0
set WebViewer1 .WebViewString to join ("fecha:", LabelDia .Text, "-", LabelMes .Text, "-", LabelAño .Text)
set VerticalArrangementRegistro .Visible to true
set VerticalArrangementAcciones .Visible to false
set VerticalArrangementSeguimiento .Visible to false
set VerticalArrangementCalificacion .Visible to false

```



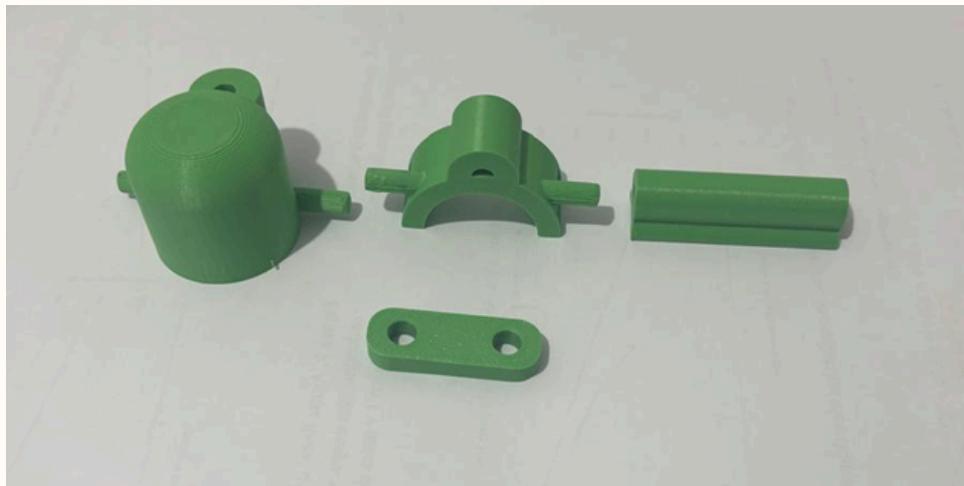
DIAGRAMA ESQUELETICO DEL PROTOTIPO ELECTRONICO



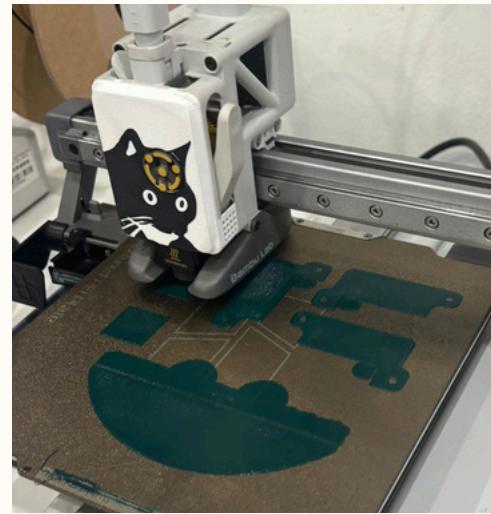
MANUFACTURA DIGITAL

Impresión 3D

Prueba 1

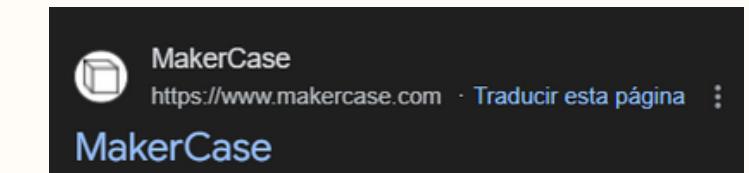
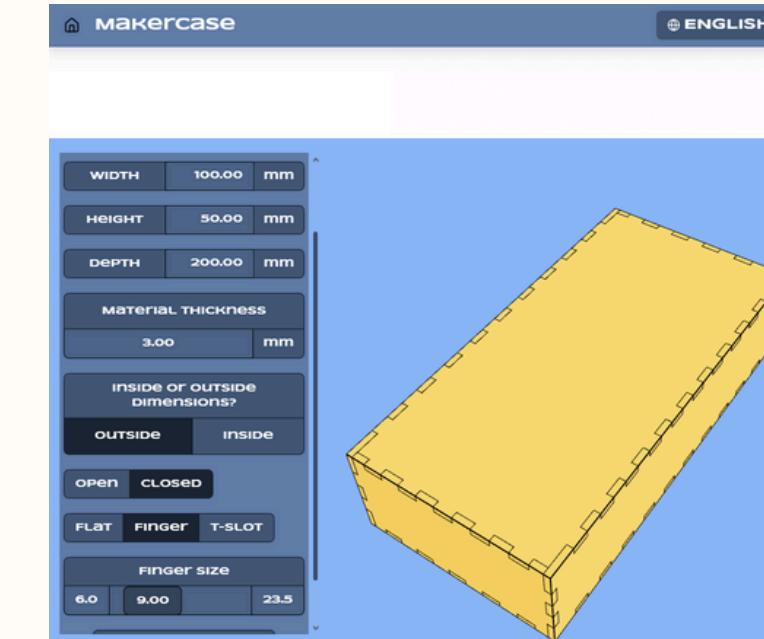


Caja final

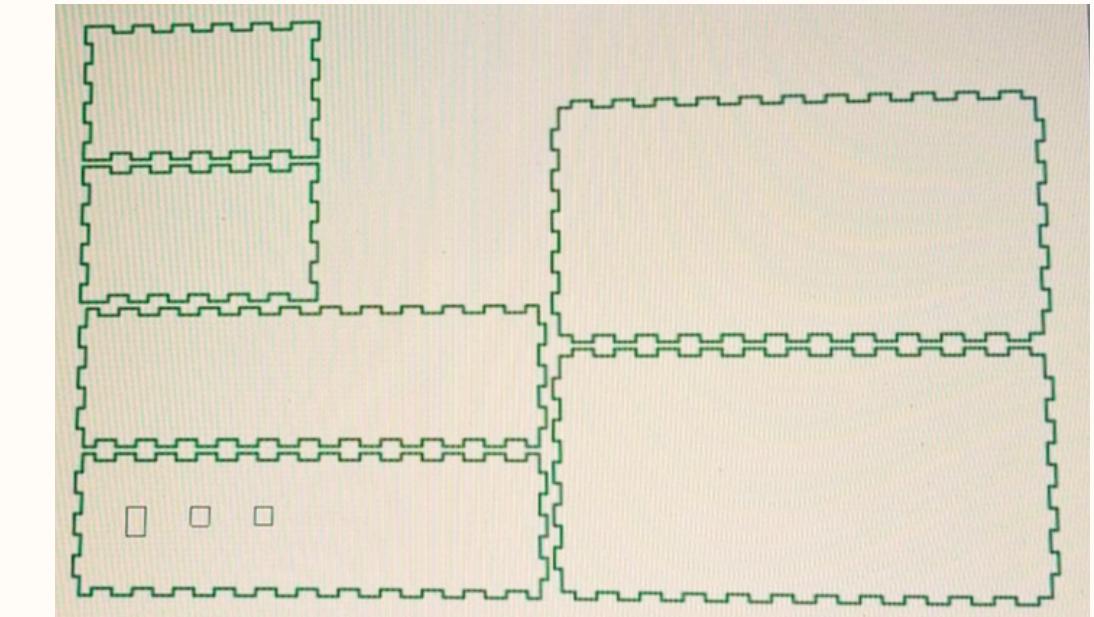


Tapa de la caja final

Corte laser



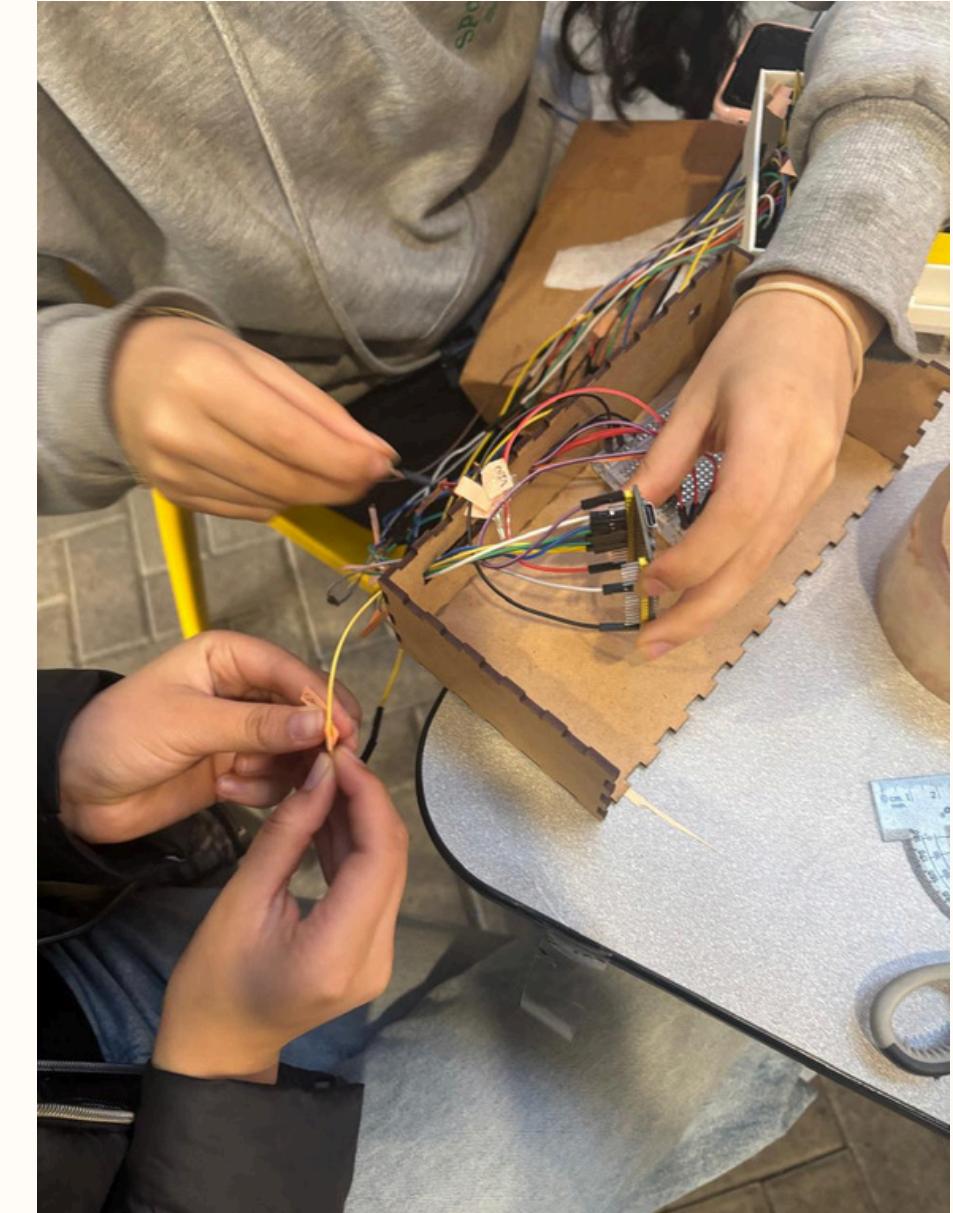
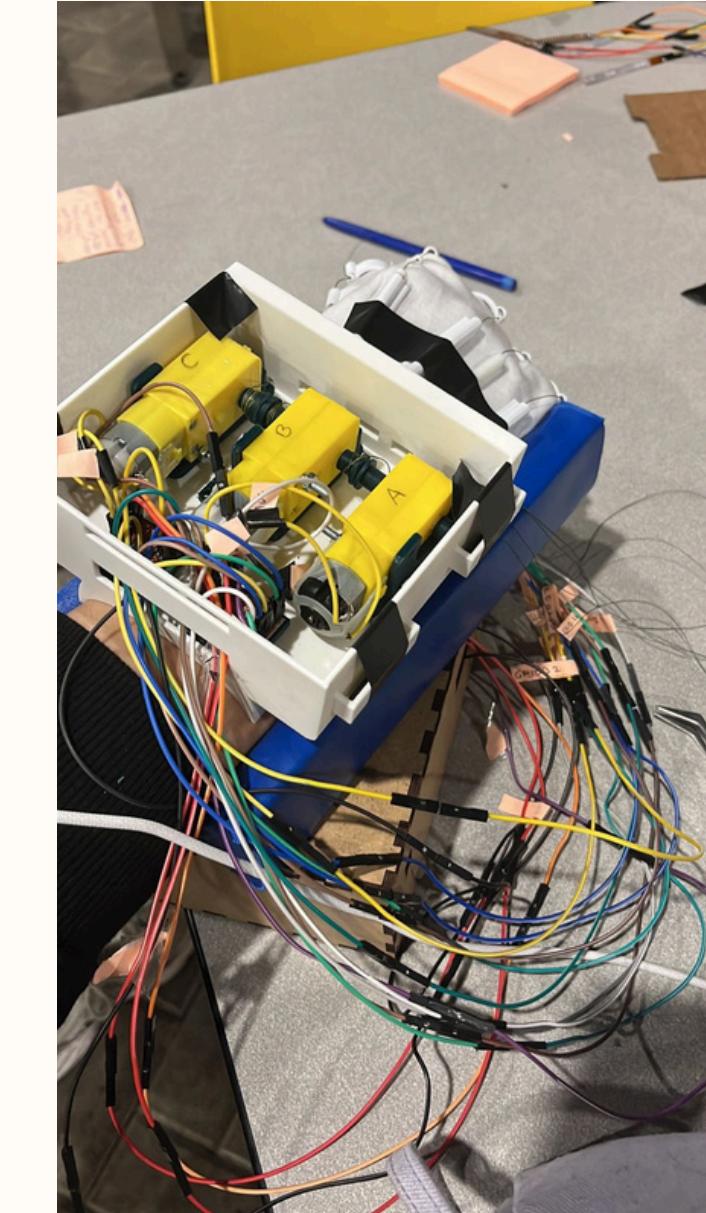
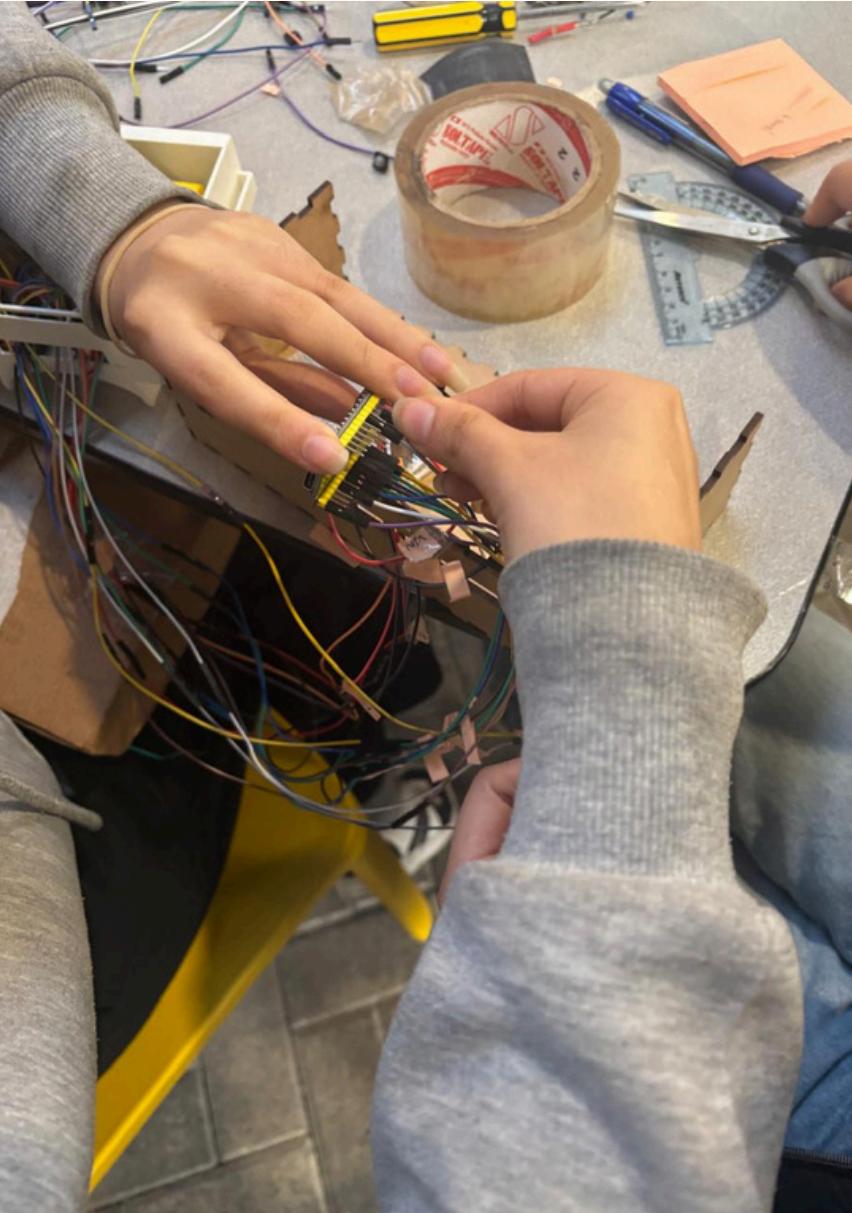
Caja realizada con maker case y
modificada en Inventor



Tracción

MANUFACTURA DIGITAL

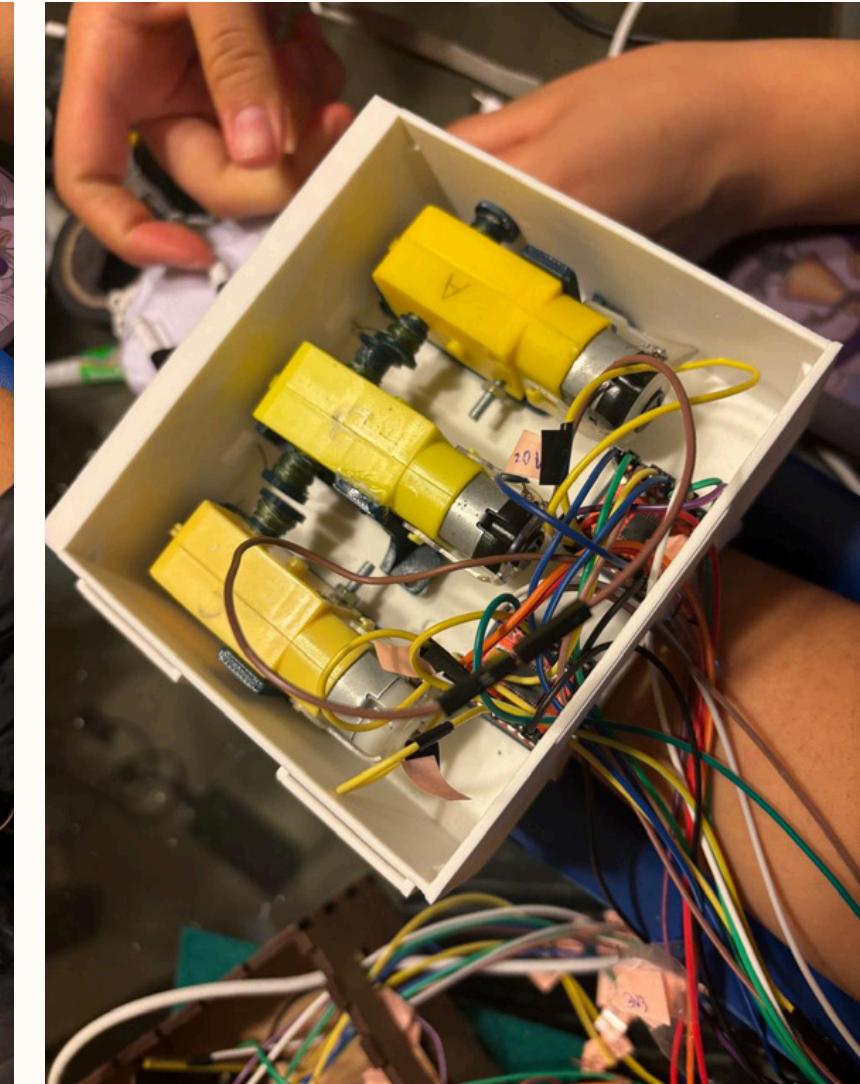
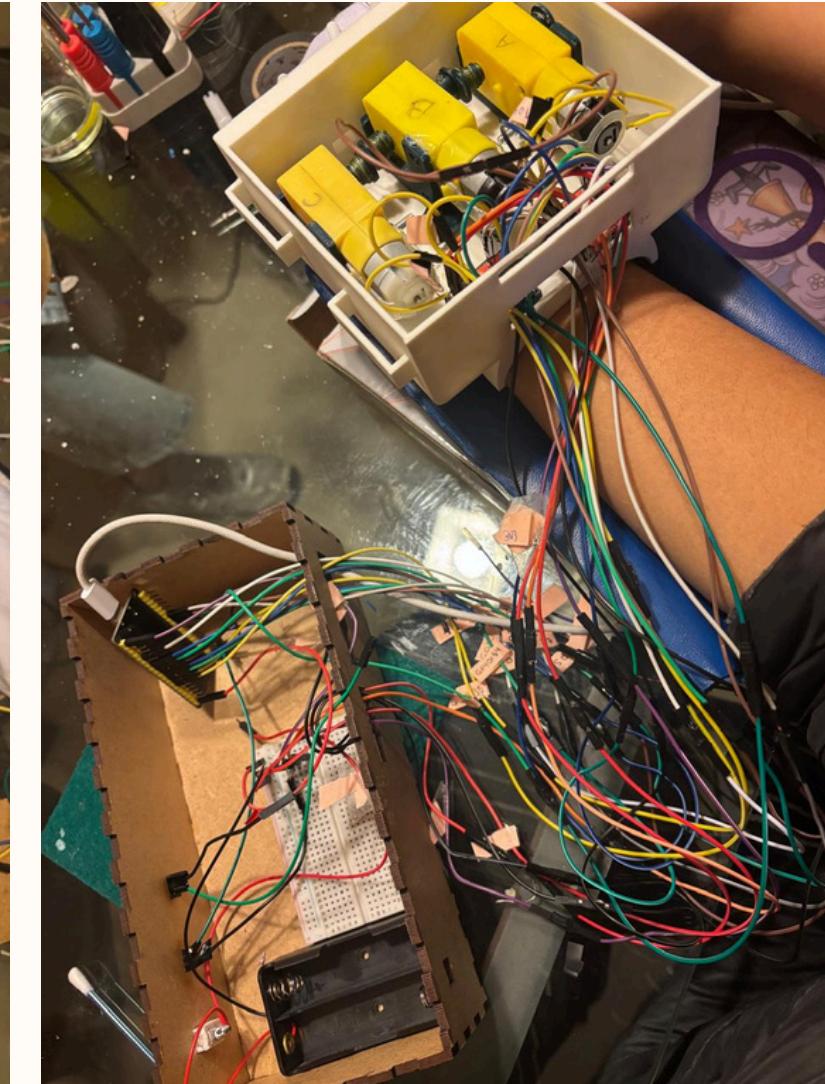
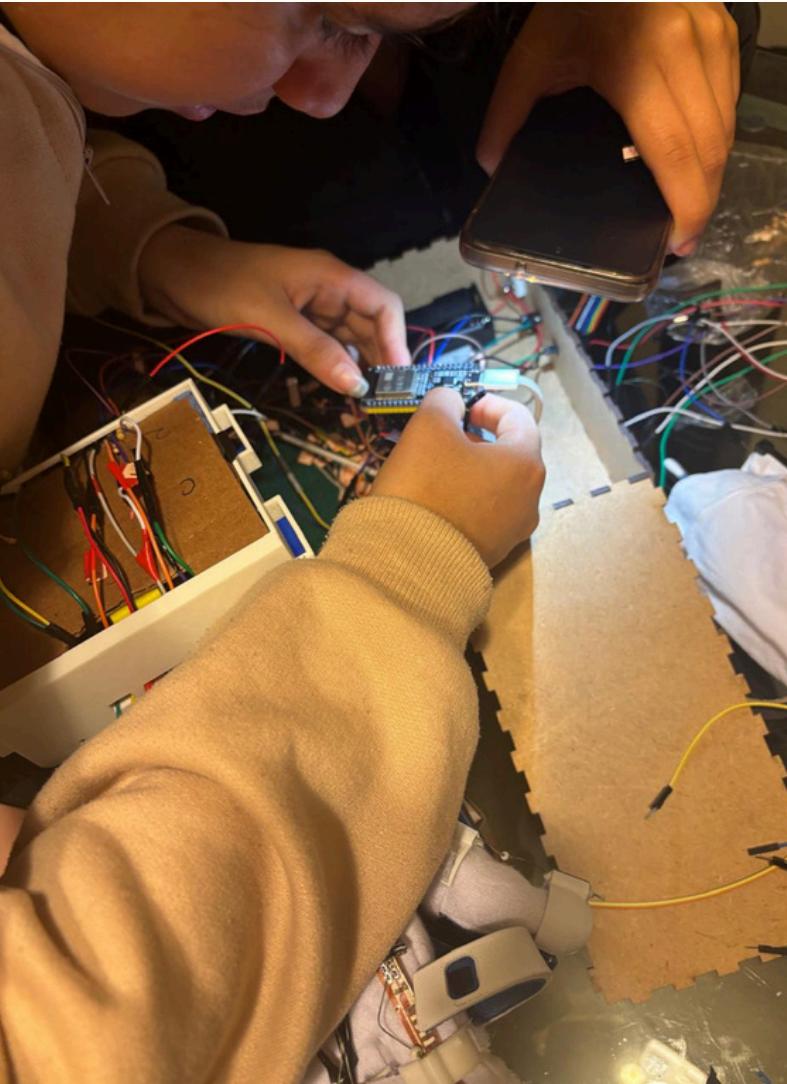
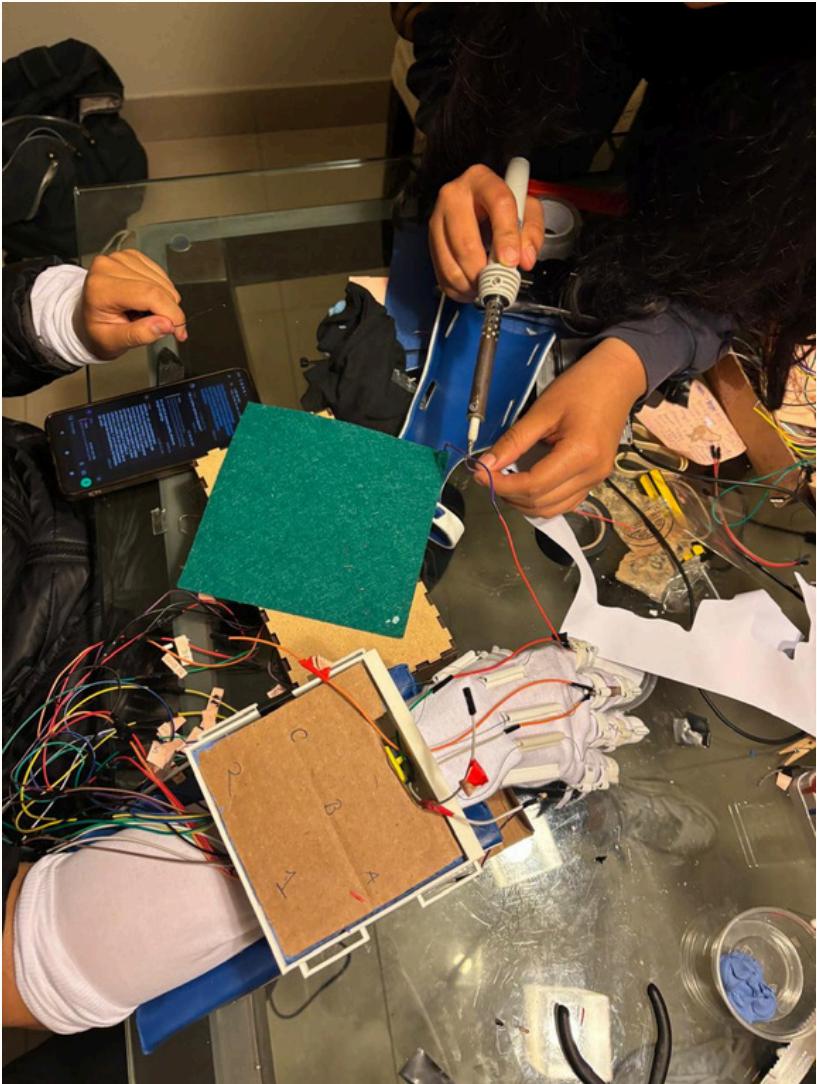
Ensamblaje



Tracción

MANUFACTURA DIGITAL

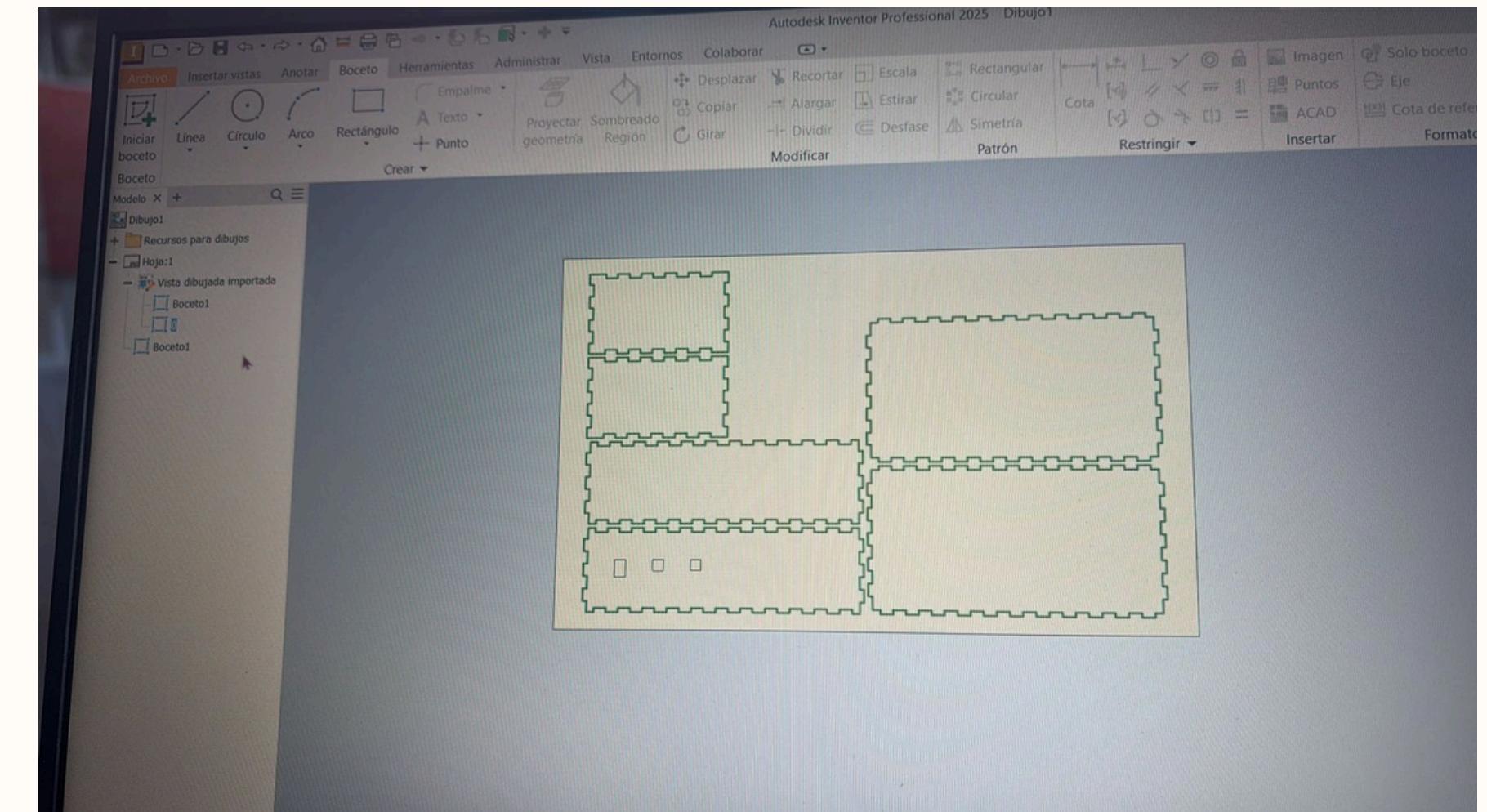
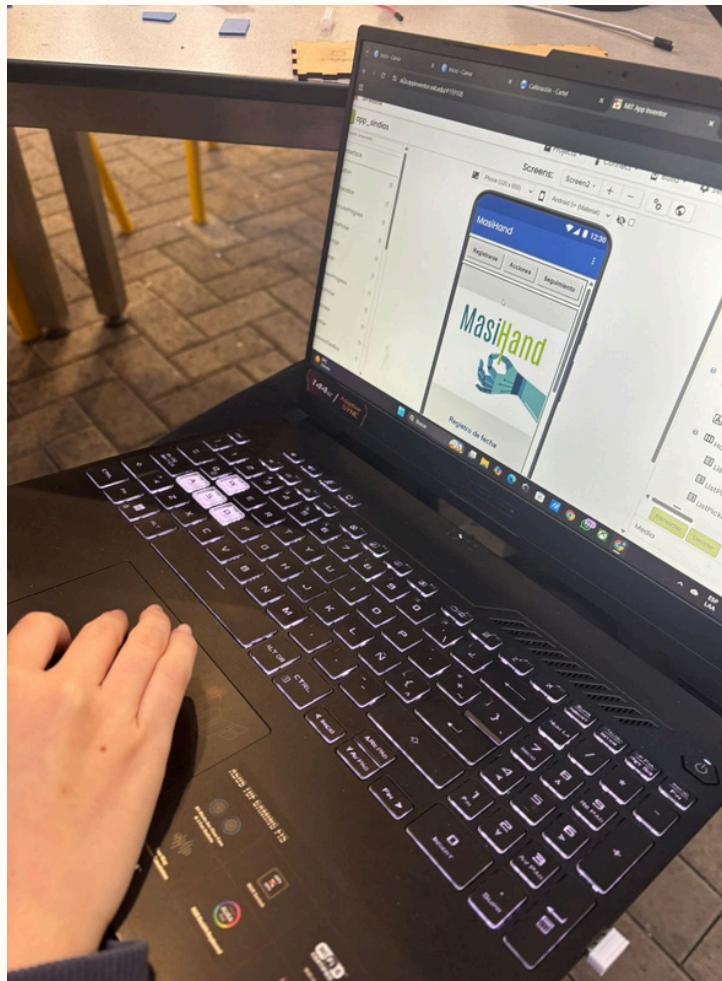
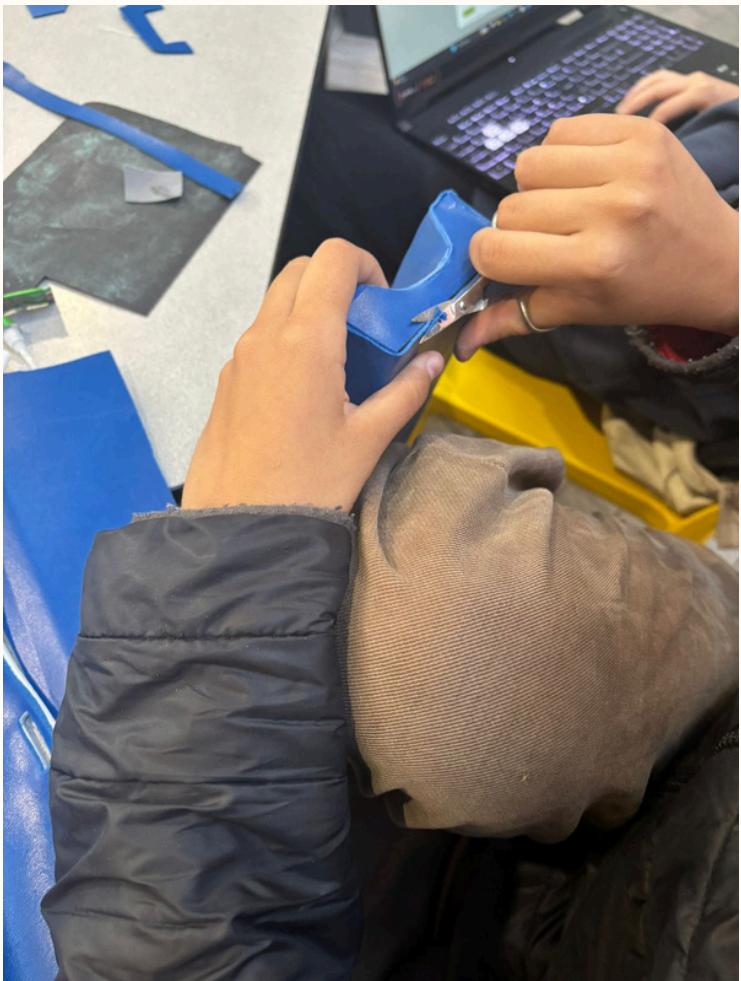
Ensamblaje



Tracción

MANUFACTURA DIGITAL

Ensamblaje



COMPONENTES ELECTRÓNICOS

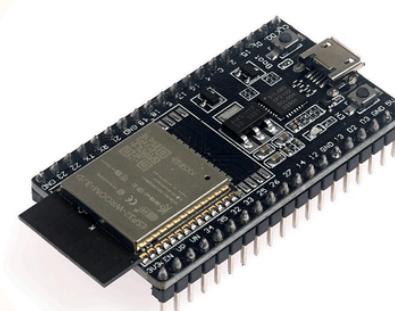
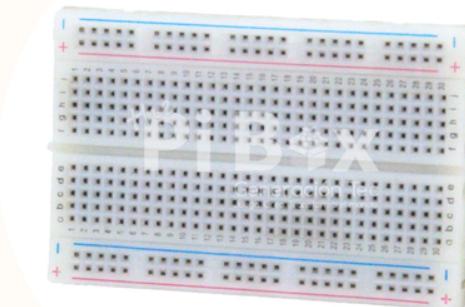
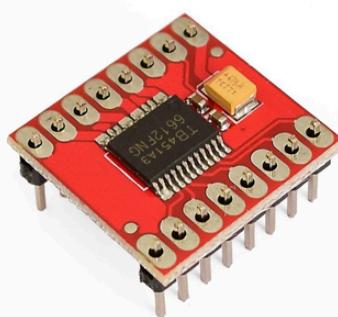
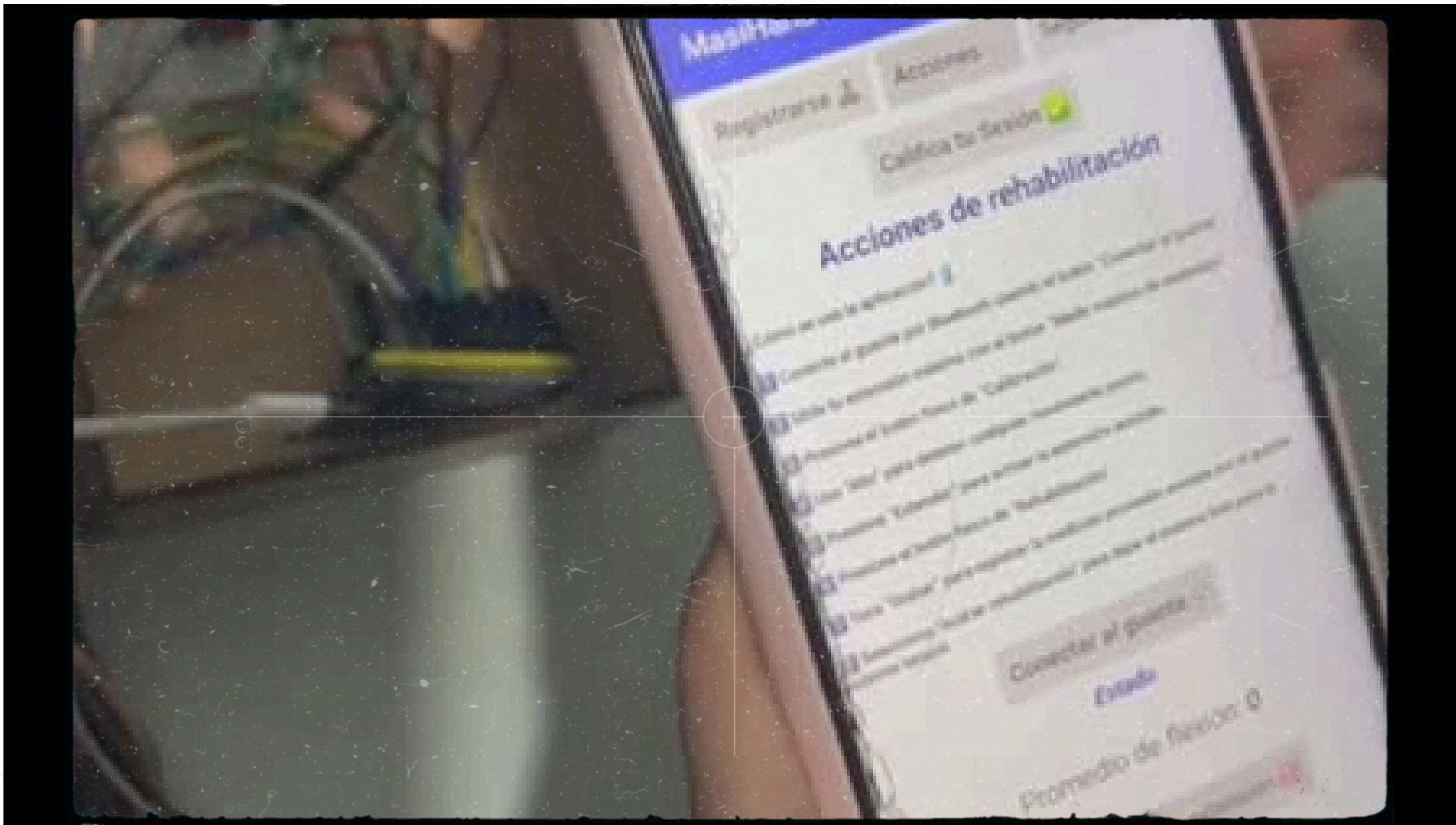


Figura 5. Componentes eléctricos extraídos de AliExpress

Tracción

VIDEO FINAL (DEMO)!



LIMITACIONES

Insuficiente potencia de los motores iniciales:

- Los motores DC no generaban la fuerza necesaria para ejecutar los movimientos de flexión y extensión.
- Medida: Se reemplazaron por motores gearbox de mayor torque, lo que requirió redimensionar las cajas del modelo para alojar tres de estos motores.

Interferencia entre los ejes y conectores de los dedales:

- Los ejes y conectores que articulaban las falanges chocaban entre sí durante la flexión.
- Medida: Se añadieron cuentas al final de cada falange, permitiendo un movimiento más fluido sin colisiones.

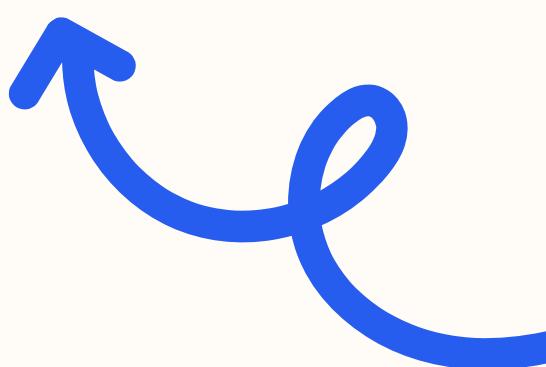
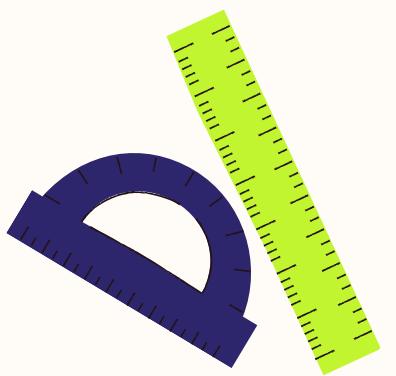
Baja resistencia del hilo utilizado para la transmisión de fuerza:

- El hilo de pabilo no soportaba adecuadamente la tensión durante el movimiento.
- Medida: Se sustituyó por hilo de pescar, garantizando mayor resistencia y durabilidad.

Falta inicial de una férula para estabilizar la muñeca:

- No se consideró la necesidad de inmovilizar la muñeca para una correcta ejecución del movimiento de los dedos.
- Medida: Se incorporó posteriormente una férula que permitió fijar la muñeca y mejorar la funcionalidad del dispositivo.

GRACIAS



BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. Urcia-Fernández y D. Cam-Chiock, "Perfil epidemiológico de los pacientes con secuelas de accidente cerebrovascular atendidos en un instituto de rehabilitación de Lima-Perú," Revista Medica Herediana, vol. 34, no. 3, pp. 132–142, dic. 2023, doi: 10.20453/rmh.v34i3.4922.
- [2] A. Yurkewich, I. J. Kozak, D. Hebert, R. H. Wang y A. Mihailidis, "Hand Extension Robot Orthosis (HERO) Grip Glove: enabling independence amongst persons with severe hand impairments after stroke," Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, vol. 17, art. 33, feb. 2020. Disponible en:
<https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-020-00659-5>
- [3] E. Koltzi, D. Tzovaras, I. Kostavelis, P. Sideridis y K. Piliounis, "System and method for stroke rehabilitation using position feedback based exoskeleton control," U.S. Patent 11,141,341 B2, 12-oct-2021.
- [4] R. J. Adams, C. M. Westbrook y C. W. Olinger, "System, device and method for tracking the human hand," U.S. Patent 11,696,704 B1, 11-jul-2023.

LINK DE CANVA

<https://www.canva.com/design/DAG5iTqrftM/ZMH7B49jr0sStV43ONjAeg/edit>