

Fundamentos de Biodiseño

ANKLE FLEX

Flexibilidad que acompaña tu marcha

Grupo 6

Almeyda Ochoa, Renato (Software/Ensamblaje)

Arrunategui Vila, Joaquin Alfredo (Electrónica/Programador)

Campos Zapata, Angélica Gabriela (Investigación y electrónica)

Castro Saenz, Sarai Louise (Diseño y modelado 3D/Ensamblaje)

Chavesta Plasencia, Ricardo Junior (Programador/Diseño y modelado 3D)

ÍNDICE

1. Problemática

- Estado del Arte

2. Solución

3. Tracción

- Boceto
- Modelado 3D
- App
- Manufactura digital
- Componentes electrónicos
- Prototipo integrado

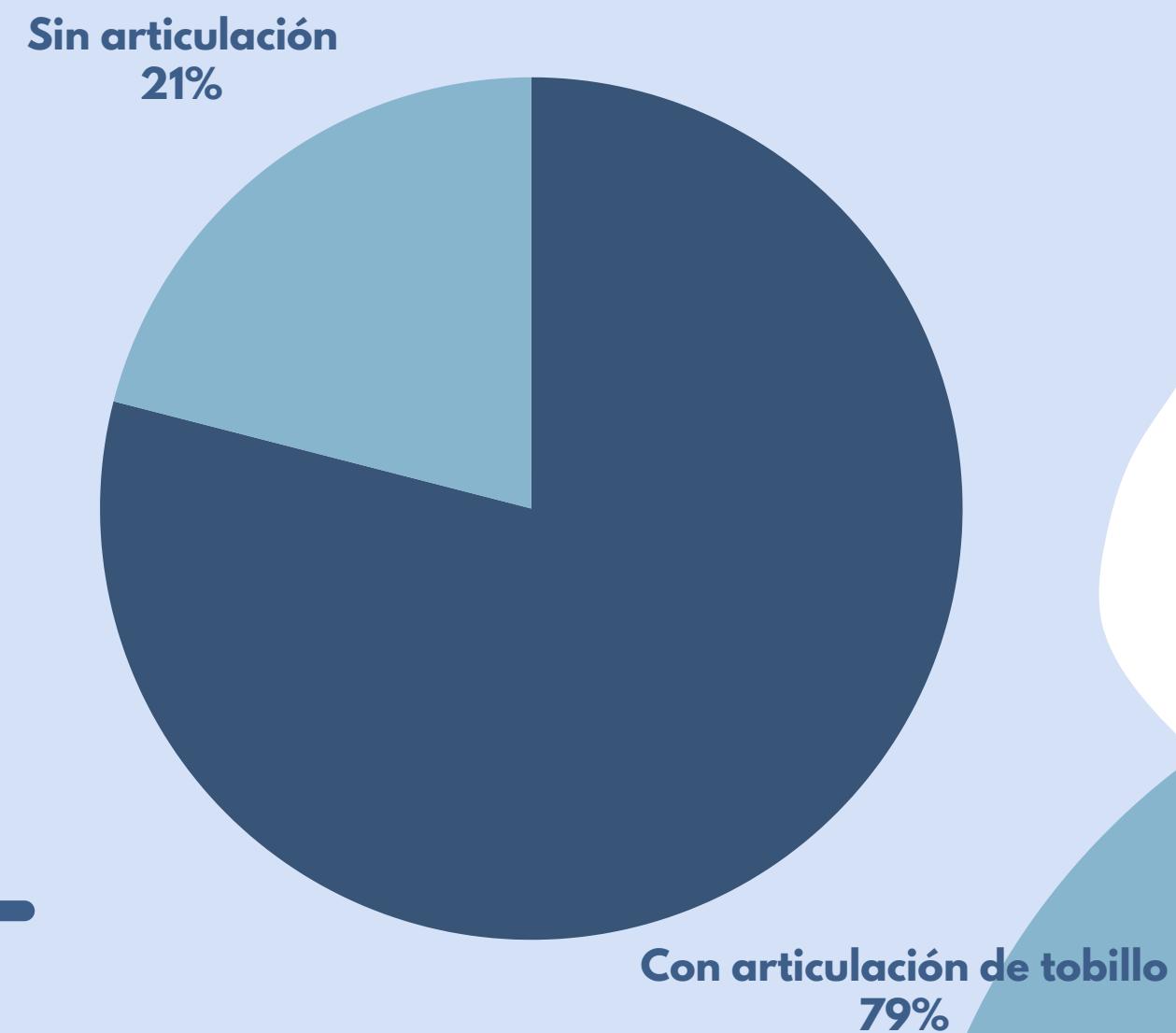
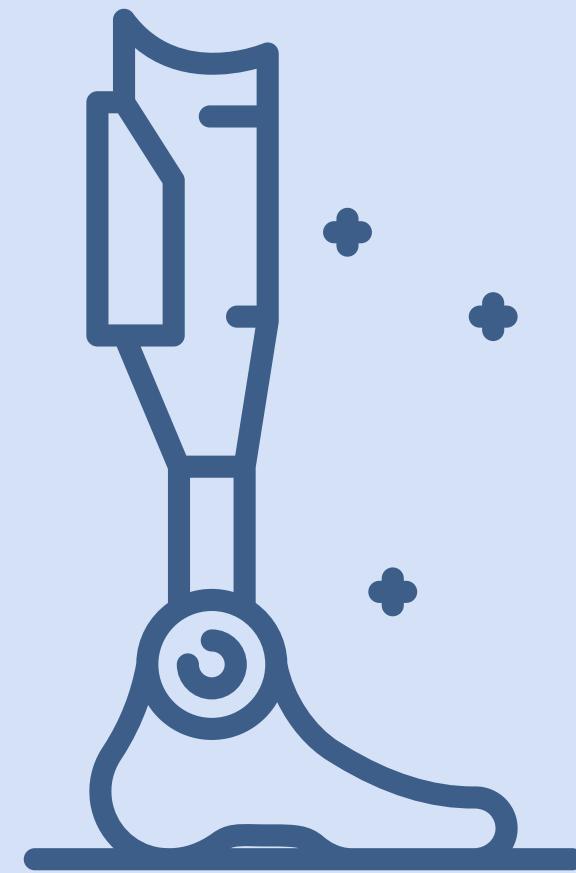
4. Limitaciones

5. Pruebas y testeo

PROBLEMÁTICA

Las prótesis sin articulación de tobillo generan una marcha rígida y menos eficiente, aumentando el esfuerzo físico del usuario. La ausencia del movimiento del tobillo obliga a compensar con la cadera y la pelvis, provocando mayor desgaste, menor estabilidad y cansancio rápido durante la marcha.

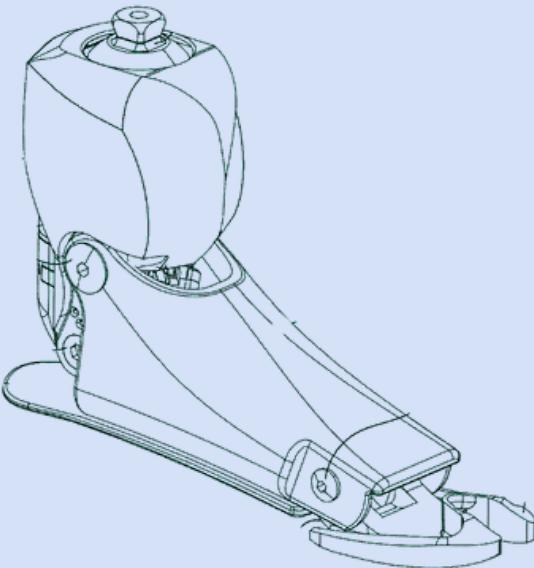
El 78 % de los usuarios logra una marcha más eficiente con prótesis que incluyen articulación de tobillo, en comparación con las prótesis rígidas sin esa articulación.



A. Mansfield et al., “Comparison of different types of prosthetic feet in patients with lower-limb amputation,” *The Knee*, 2025, doi: 10.1016/j.knee.2024.12.007.

ESTADO DEL ARTE

US20250127635A1 [1]

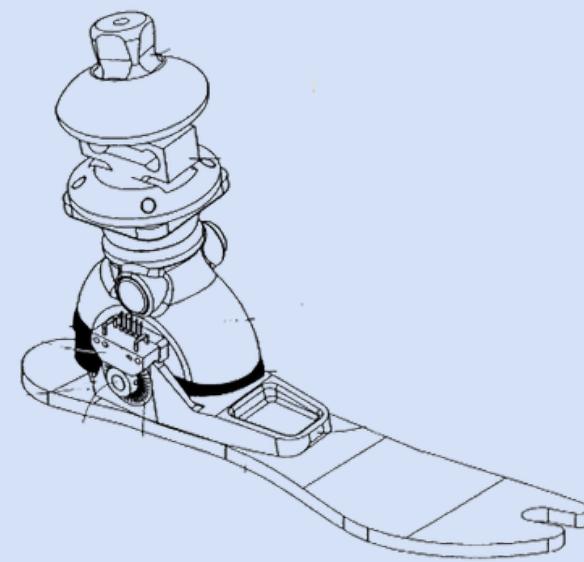


Aplicación para caso clínico:

Base conceptual para integrar sensores e IMU sin necesidad de motores pesados.

[1] J. M. Cempellin, M. Goldfarb, M. Holgate y D. R. Stansfield, Powered ankle-foot prosthesis with improved push-off, U.S. Patent US20230293940A1, Sept. 21, 2023.

WO2020012319A1 [2]

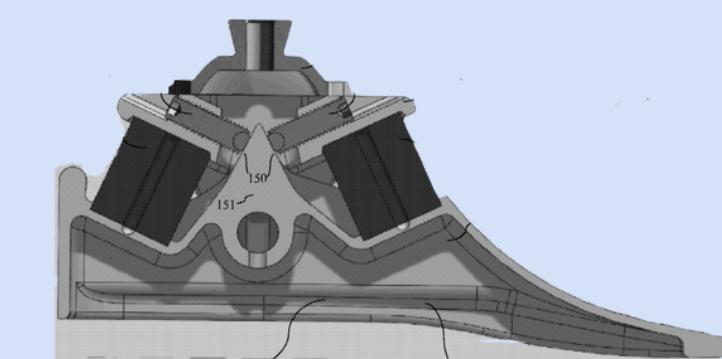


Aplicación para caso clínico:

Su capacidad de ajuste automático del ángulo del tobillo, además de la combinación de elasticidad y amortiguación hidráulica.

[2] [US10918503B2], J. Doe, J. Smith, et al., "Sistema de encaje ajustable para prótesis," USPTO, 2021. <https://patents.google.com/patent/US10918503B2/en>

US11712351B2 [3]



Aplicación para caso clínico:

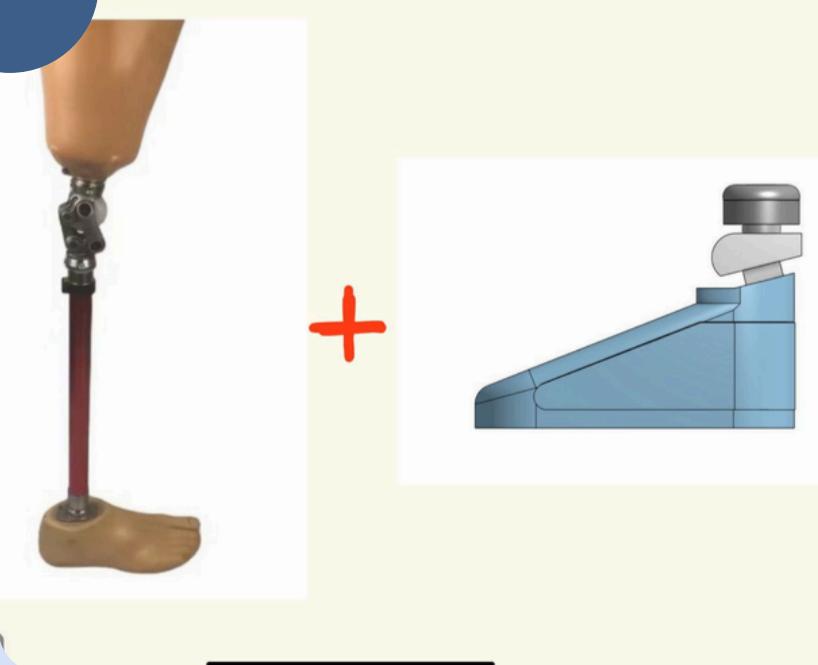
Sirve como mecanismo de bloqueo inicial en prótesis pediátricas, ya que permite controlar el rango de movimiento durante la marcha

[3] Pelz, J., De Vivo, L., Barrack, H. J., & Kuester, F. (2025). Unibody endoskeletal transtibial prosthetic devices and digital fabrication workflow (U.S. Patent Application No. US20250114219A1). U.S. Patent and Trademark Office.

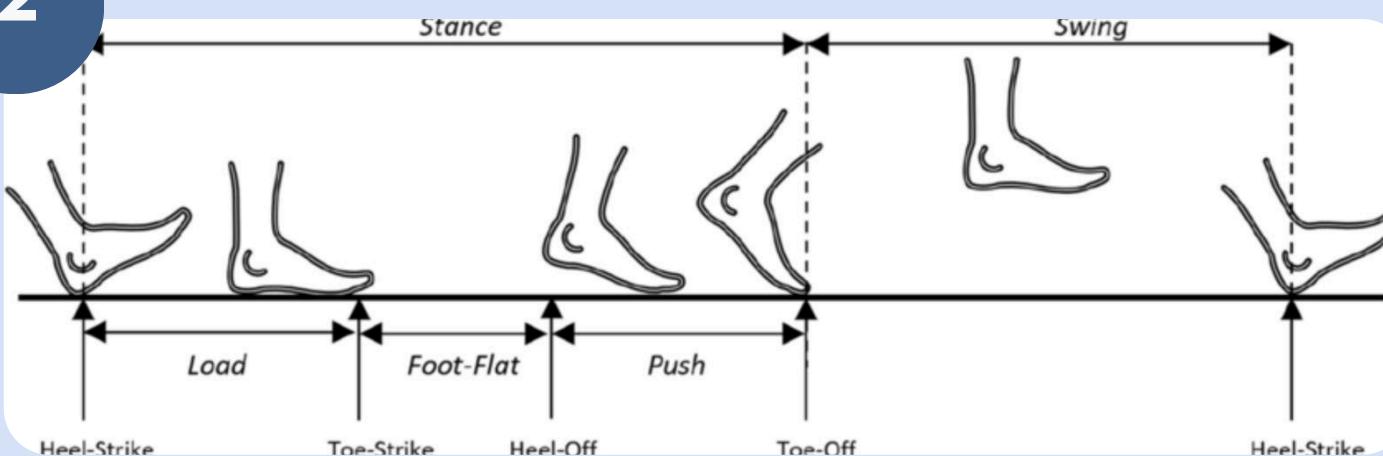
SOLUCIÓN

Módulo de tobillo que se integra a la prótesis actual para brindar un movimiento más natural al caminar, además de monitorear su marcha durante las terapias.

1



2



Ankle Flex

3

Ankle Flex
Conteo de pasos

Conectar Desconectar

Estado: Desconectado

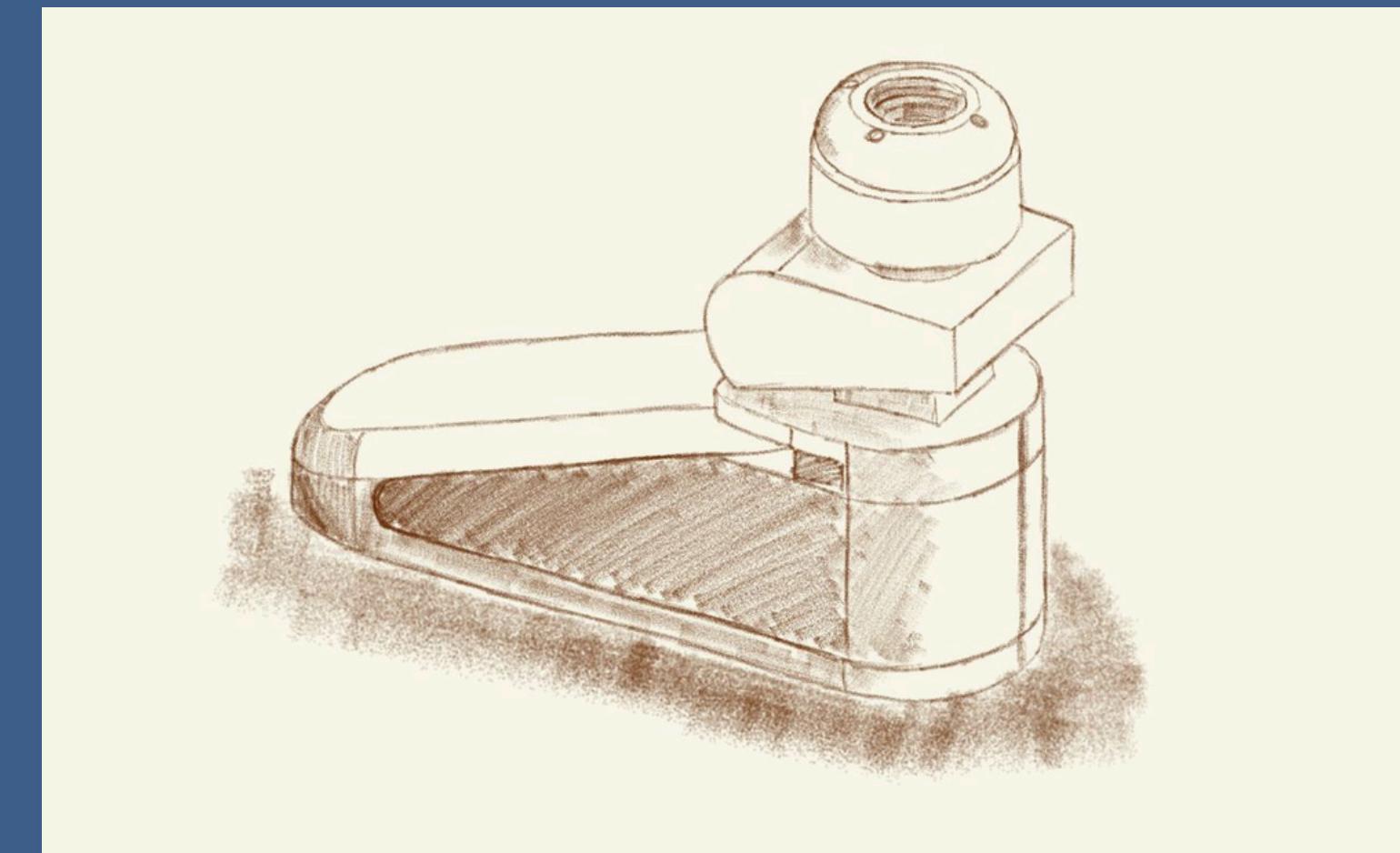
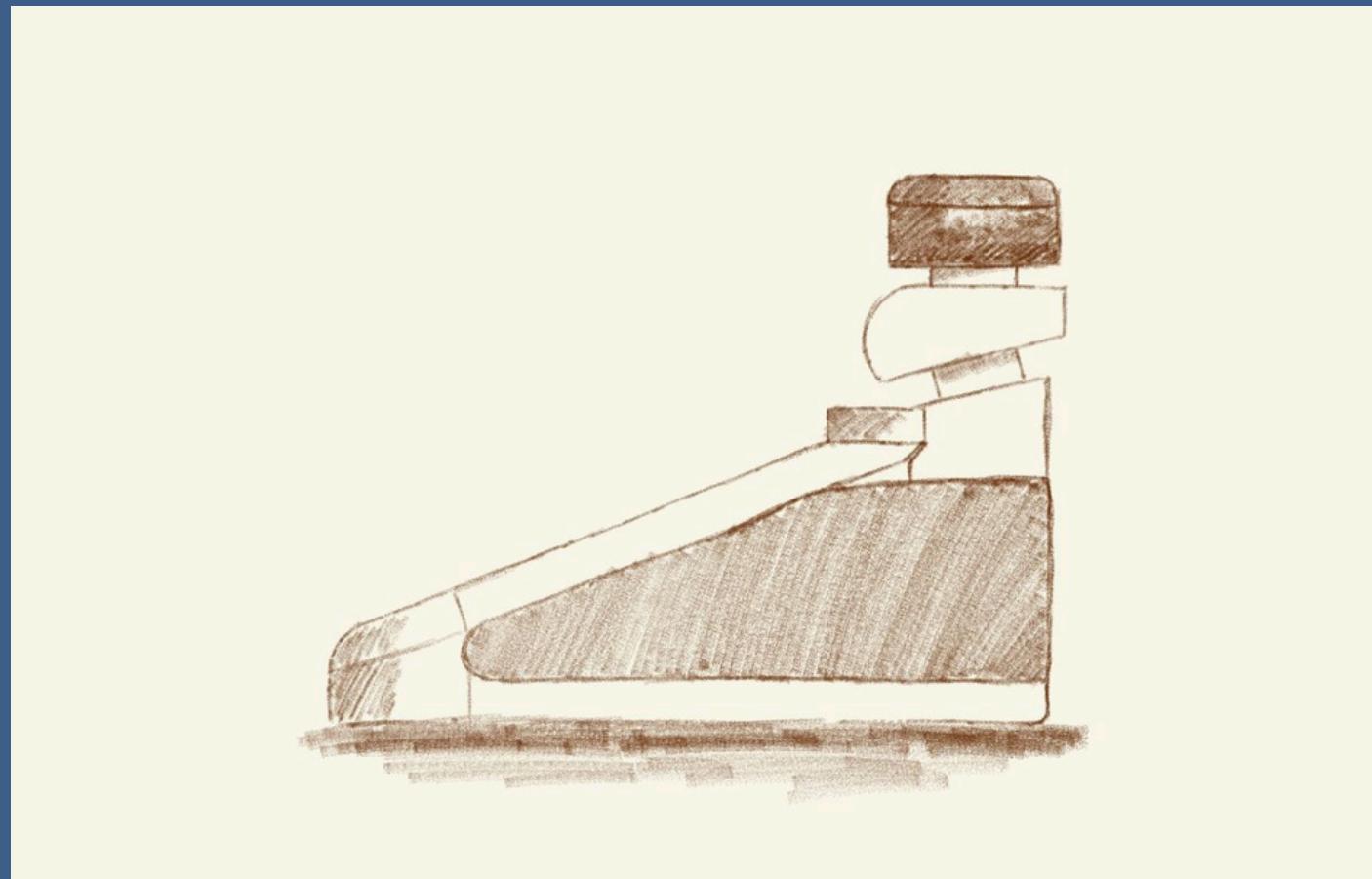
Pasos: 0



Reset

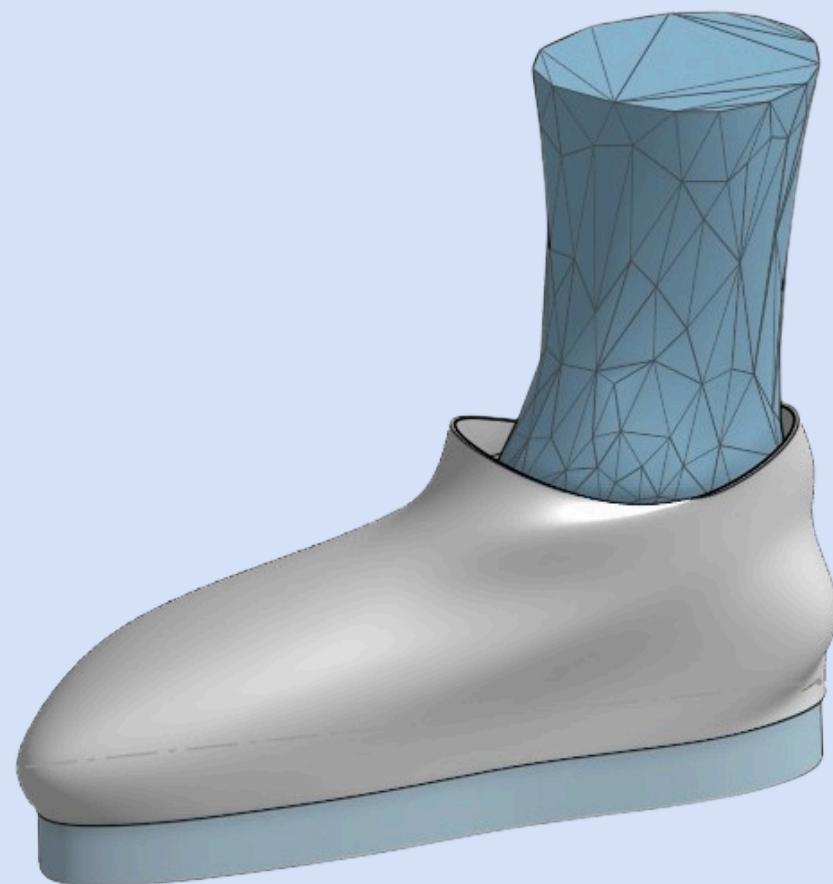
5

BOCETO

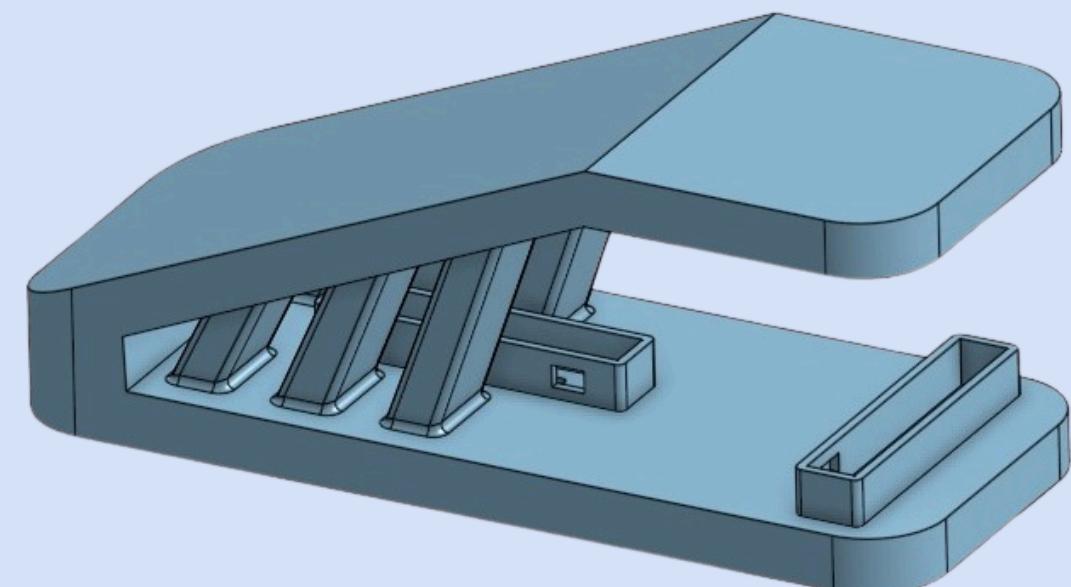


MEJORA CONTINUA DE LOS MODELADOS 3D

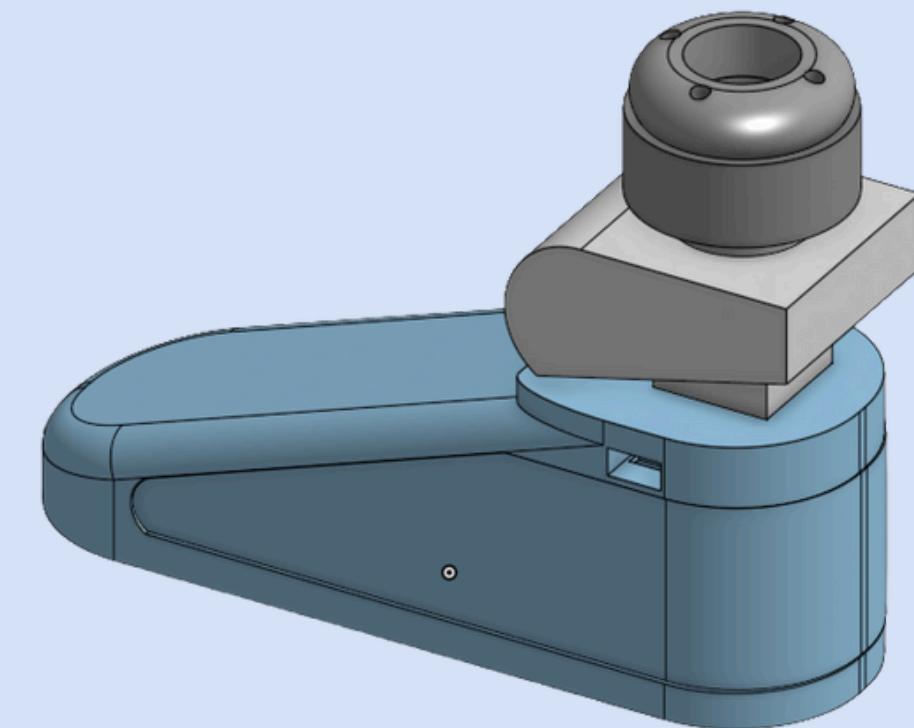
PRIMER
MODELADO



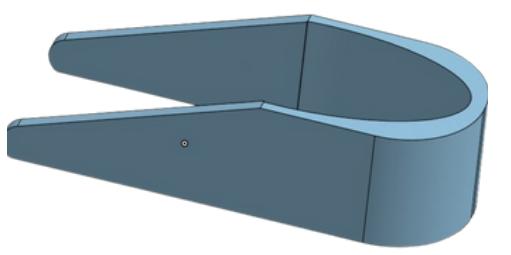
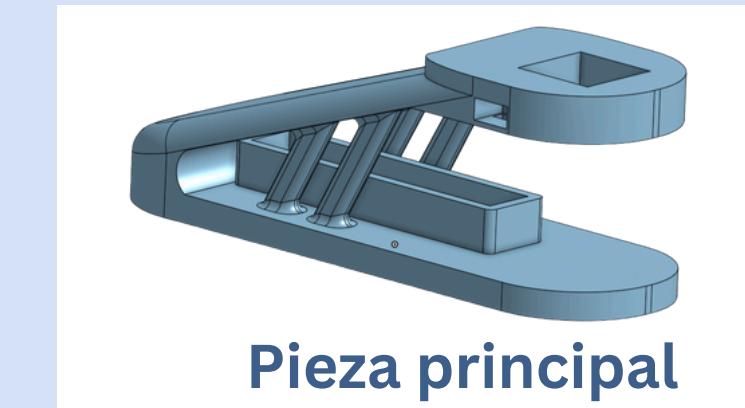
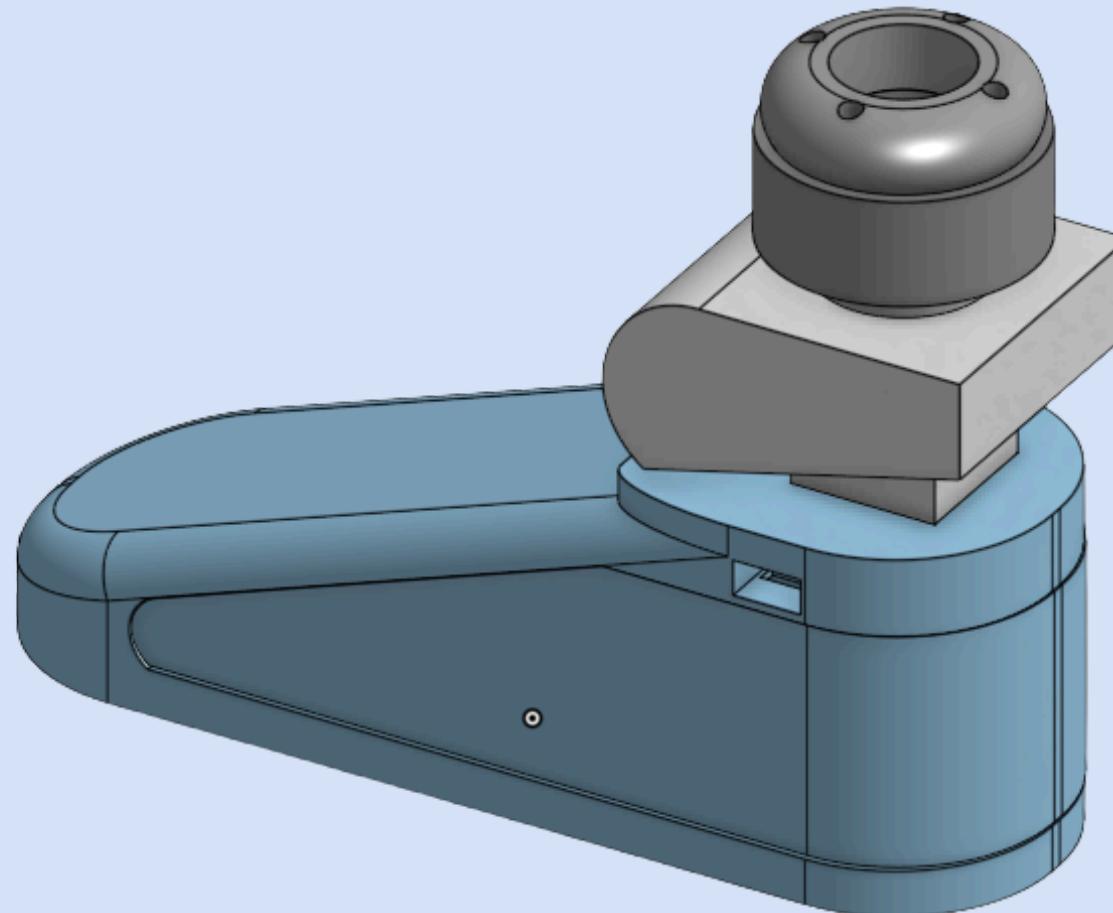
SEGUNDO
MODELADO



MODELADO
DEFINITIVO



MODELADO 3D



- Material PLA
- Función: Representación del pie y contiene elementos electronicos

- Material TPU
- Funcion: Protección de componentes electrónicos y soporte

- Material TPU
- Funcion: Flexión, tope y encaje

- Material PLA
- Funcion: soporte y encaje con la prótesis del paciente

APP

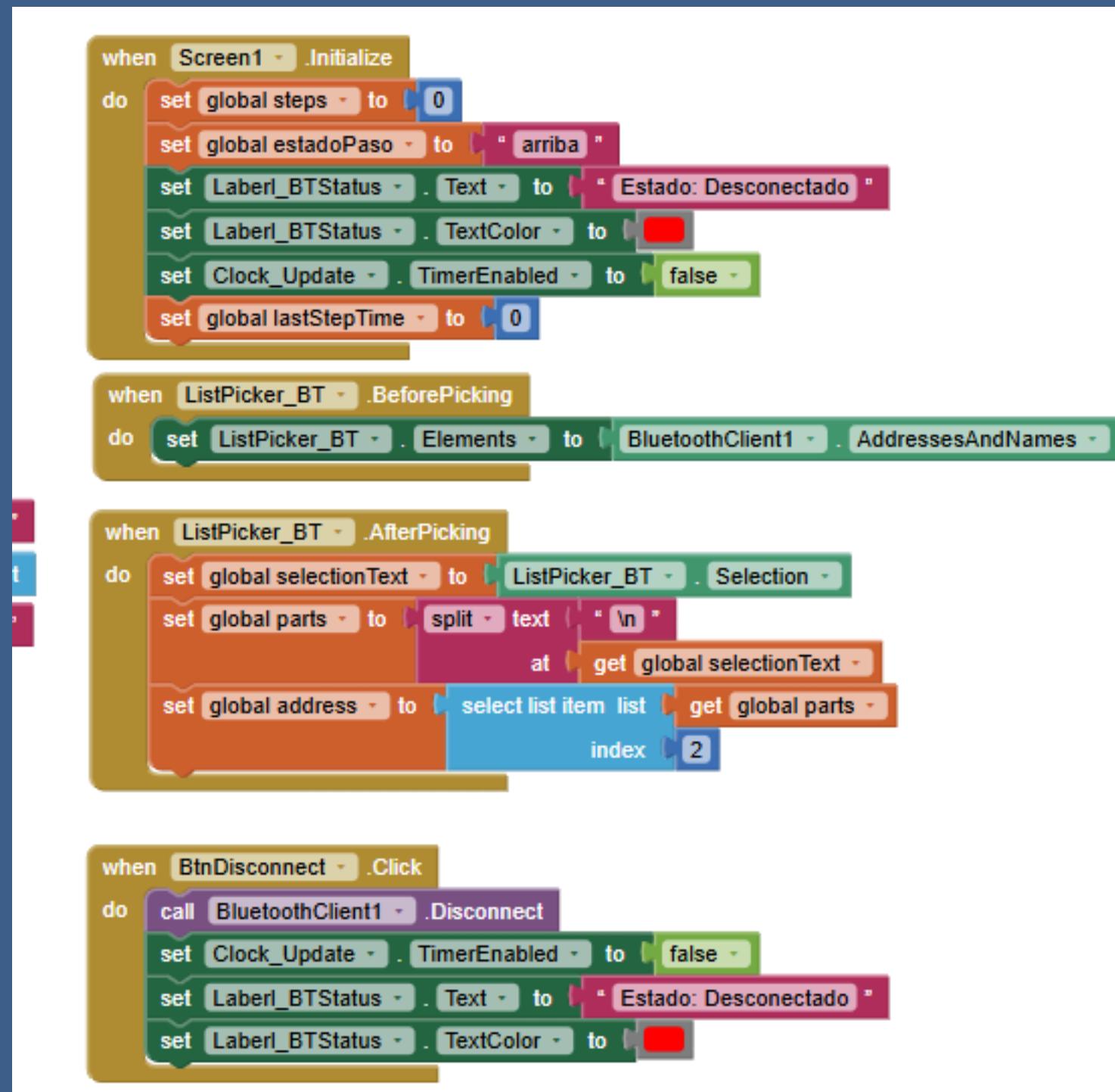
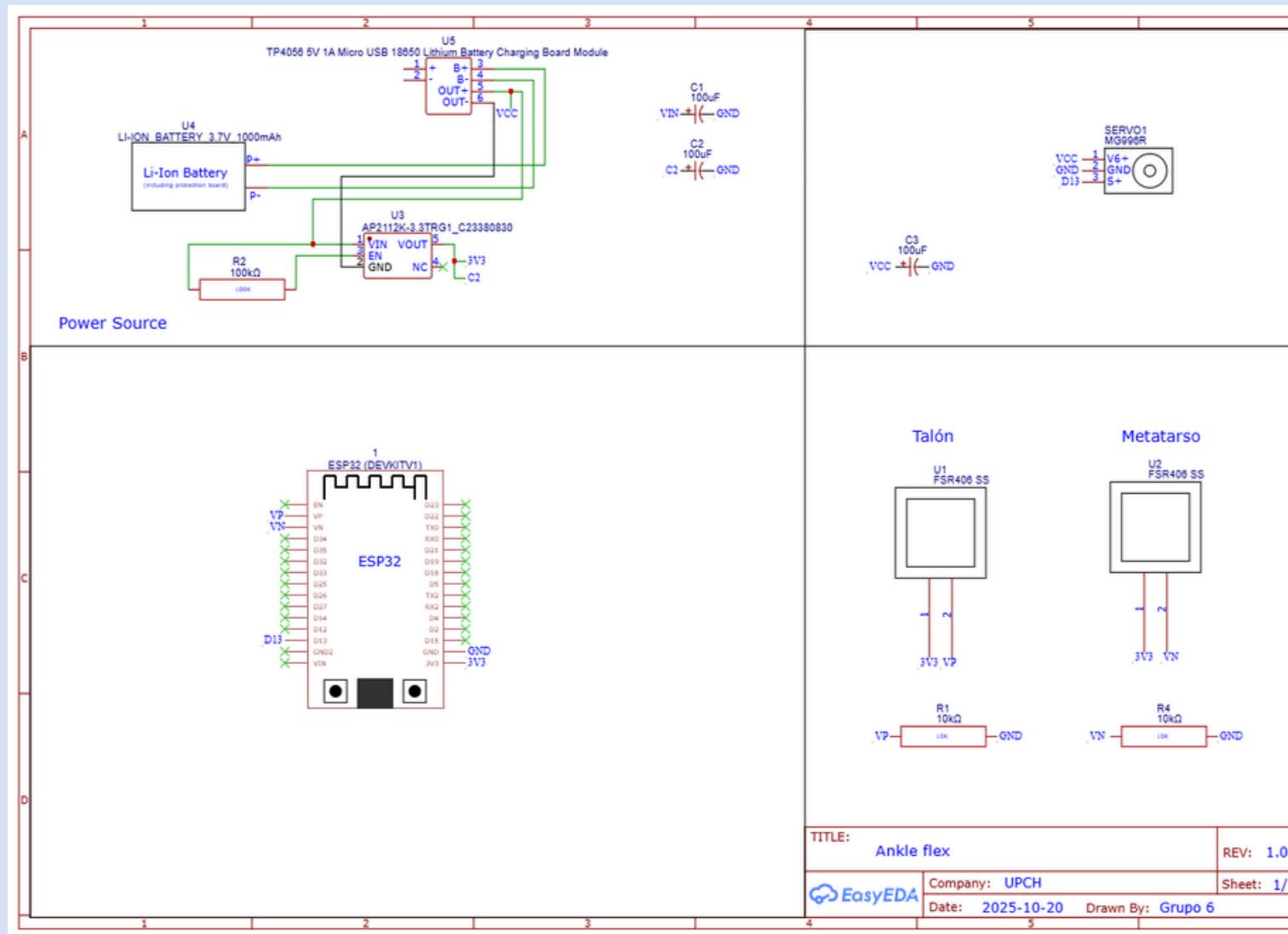


DIAGRAMA ESQUELETICO DEL PROTOTIPO ELECTRONICO

PRIMER ESQUEMA



SEGUNDO ESQUEMA

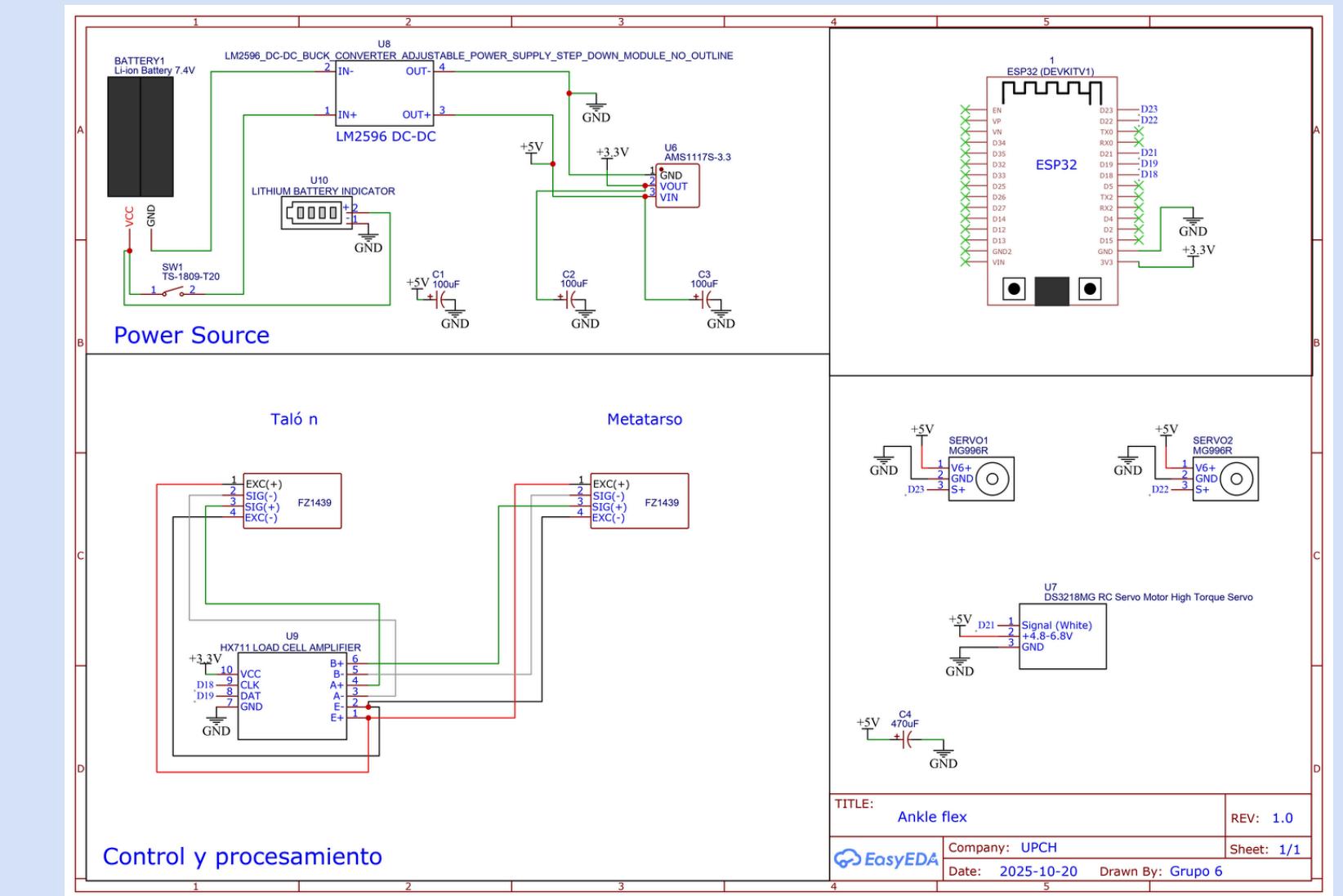
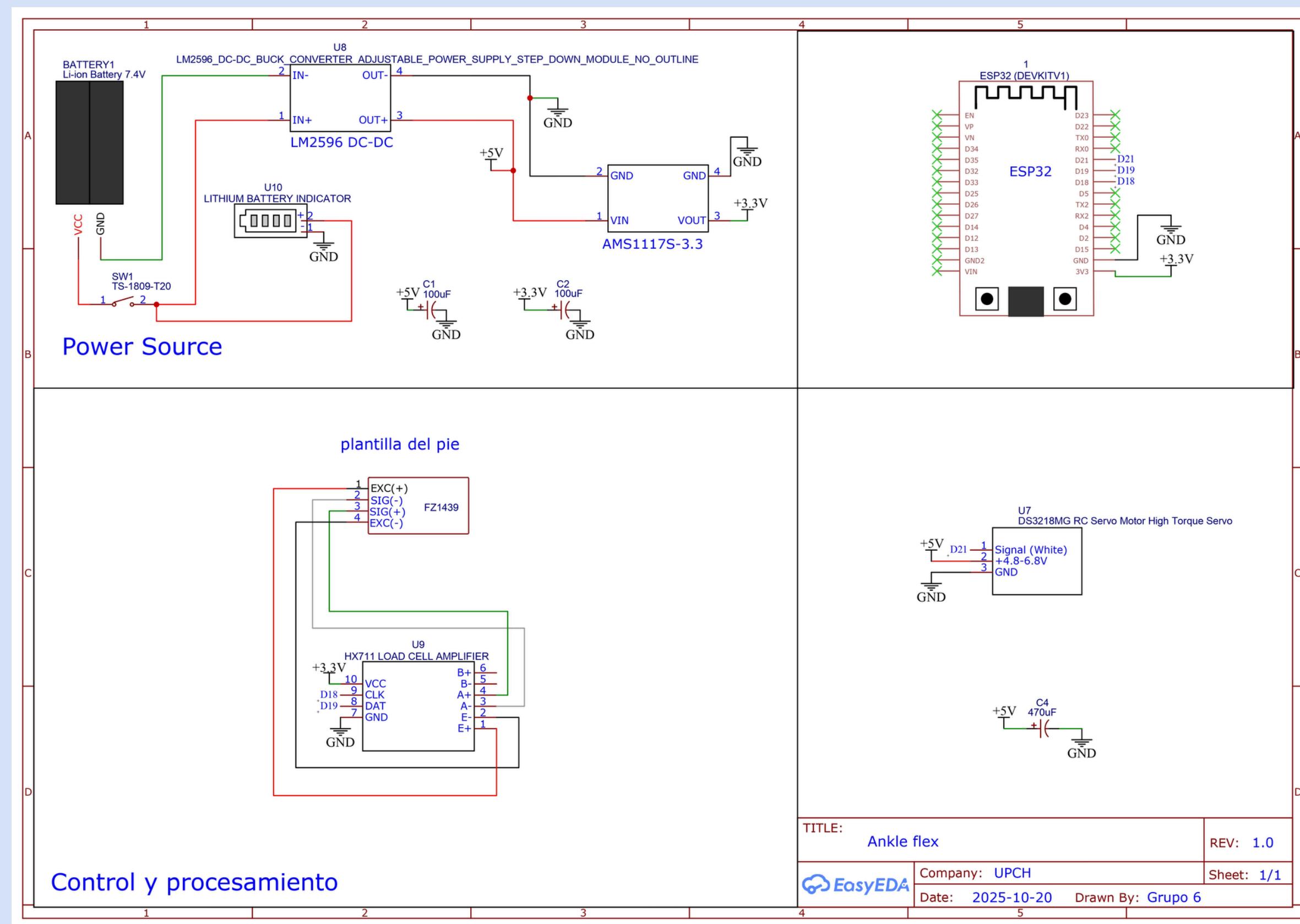
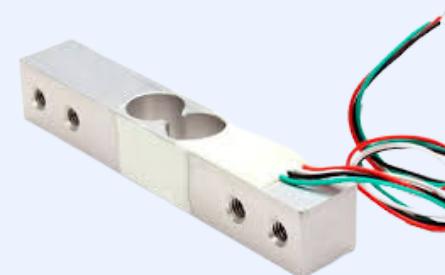


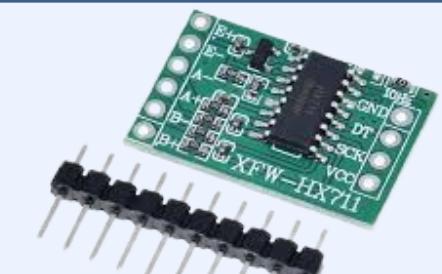
DIAGRAMA FINAL ESQUELETICO DEL PROTOTIPO ELECTRONICO



COMPONENTES ELECTRICOS



Celda de carga (20kg)



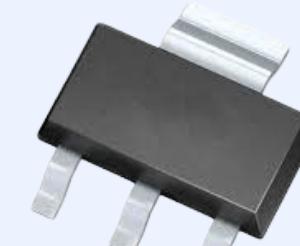
HX711



ESP32



Bateria 3.7V



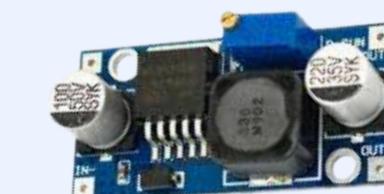
AMS1117S



Servomotor 15kg



Boton ON/OFF

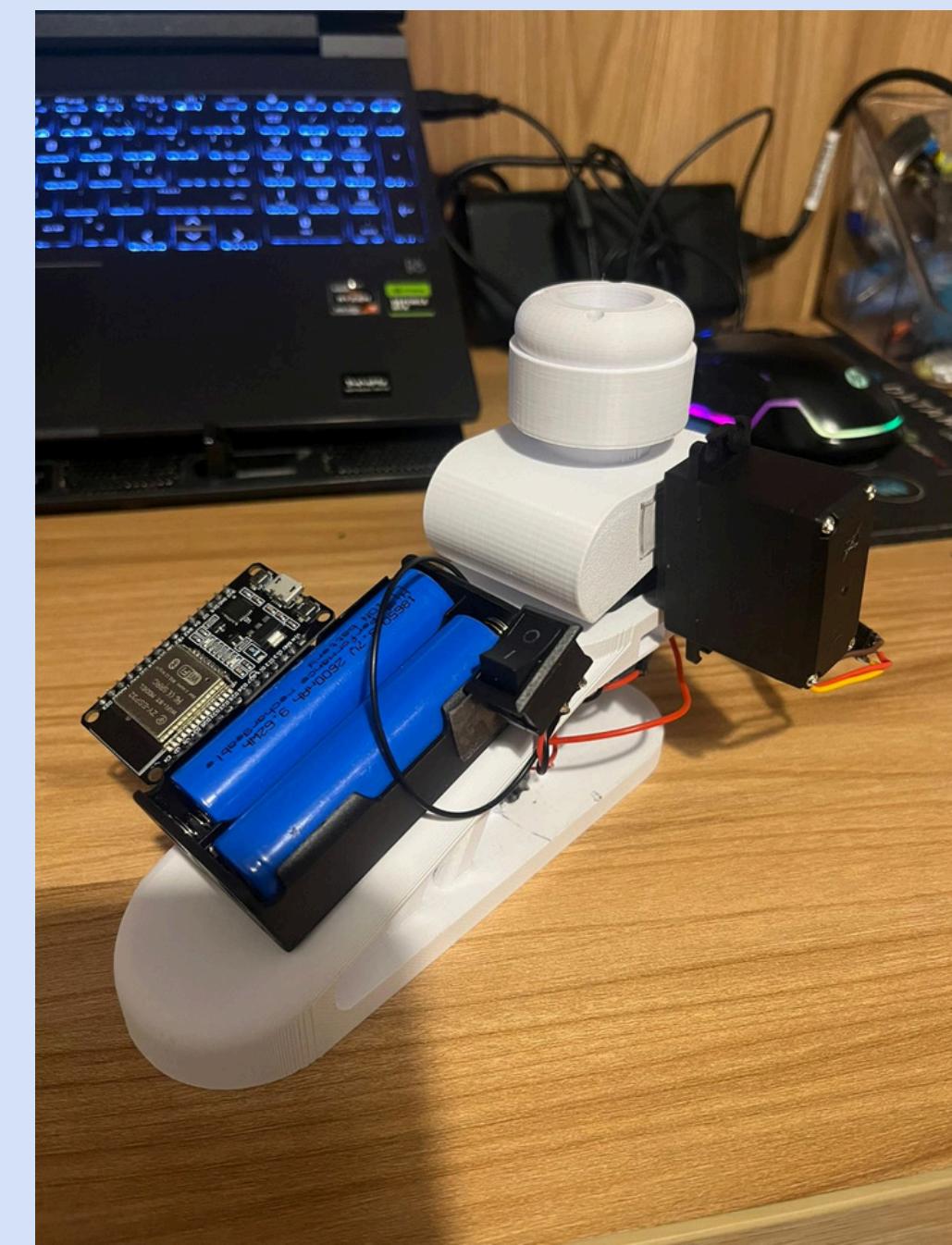
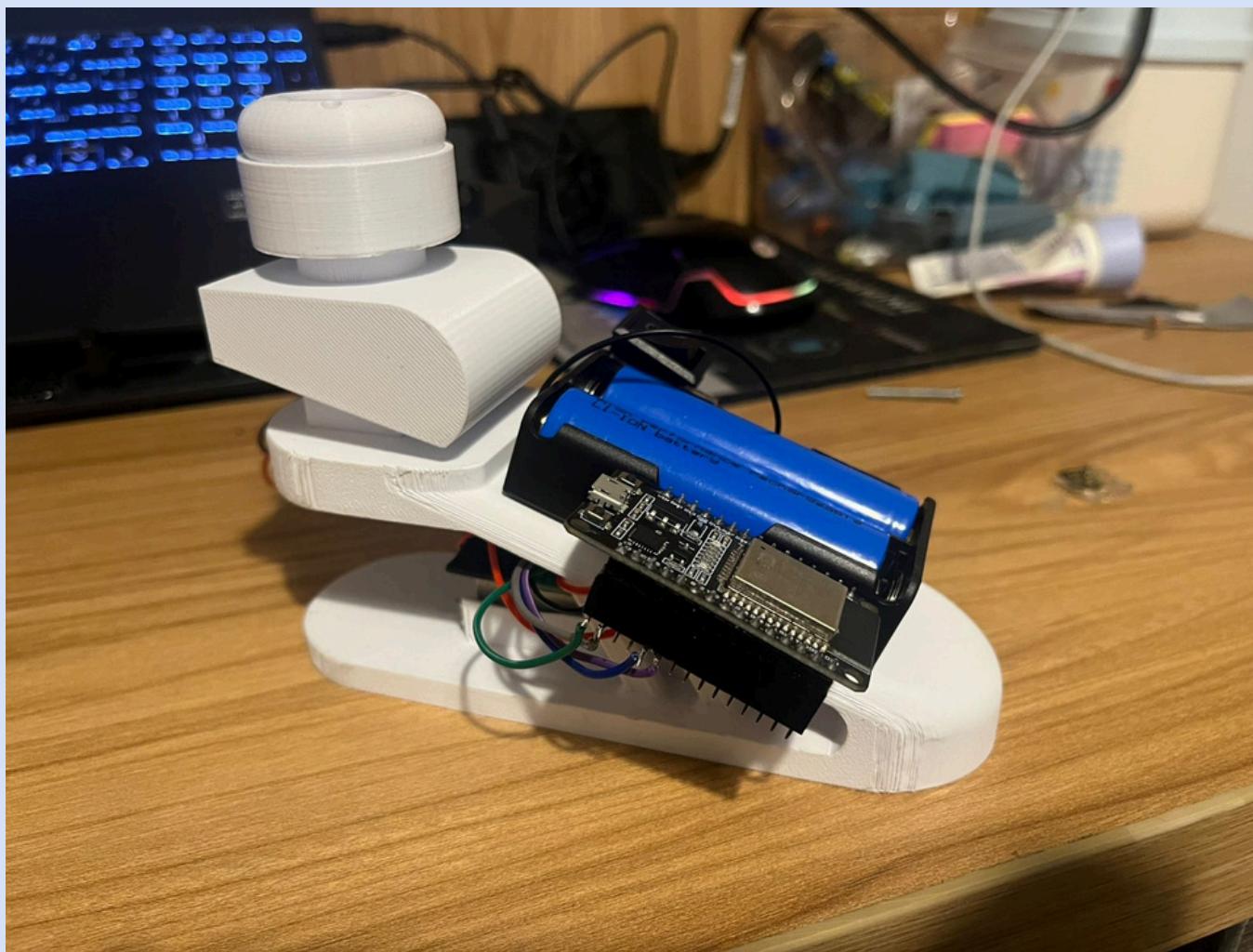


LM2596

ENSAMBLE DE MANUFACTURA DIGITAL

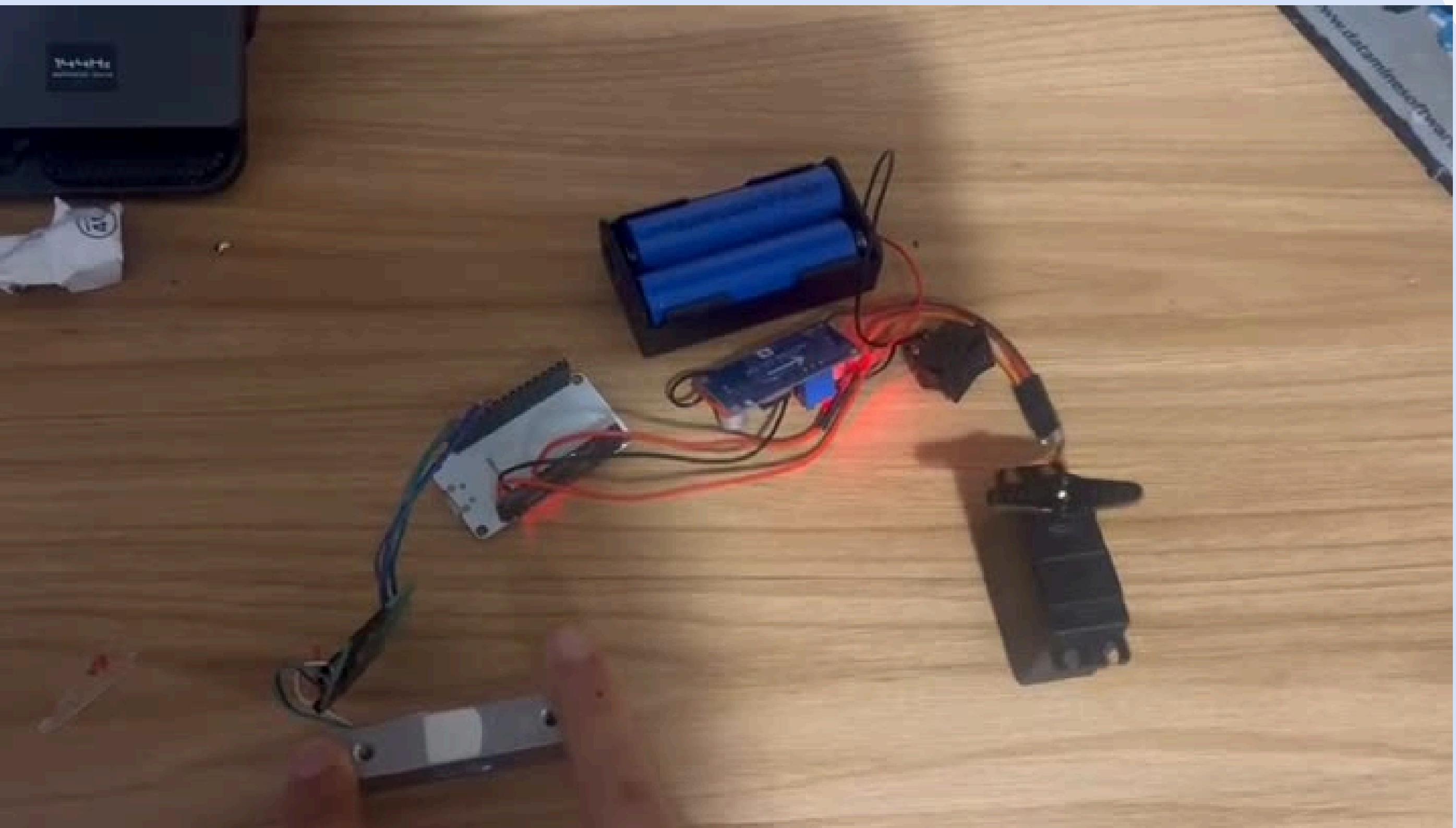


PROTOTIPO INTEGRADO



LIMITACIONES

- Tiempo de respuesta aceptable, pero no optimizado
- El sistema electrónico esta expuesto debido a la dimensión de los componentes electrónicos para que encajen en el tamaño real del pie de un menor de 4 años
- Capacidad de carga limitada a 40 kg
- Durabilidad de materiales impresos en 3D
- Pruebas limitadas a condiciones controladas y no en un entorno real de marcha
- Autonomía de la batería insuficiente para uso real prolongado



¡Gracias!