

Mano Inteligente: Prótesis Mecatrónica con Control Avanzado

PROBLEMA

214.000+

Personas con discapacidad en Ecuador

15.000

Necesitan prótesis

87.2%

Amputaciones por accidentes laborales

\$8.000+

Costos prótesis importadas



Las personas con amputación de miembro superior enfrentan limitaciones significativas en el Ecuador. Solo el 24% de personas con discapacidad tiene empleo, situación que se agrava porque las prótesis disponibles son costosas y ofrecen únicamente movimientos básicos de agarre, limitando así su reintegración laboral y social.

OBJETIVO GENERAL

Implementar una prótesis funcional de miembro superior utilizando herramientas de diseño para la obtención de una solución accesible y personalizada según los requerimientos del usuario.

PROPUESTA

Se propuso una prótesis mioeléctrica personalizada y accesible, orientada a mejorar la autonomía del usuario.

- Personalización:** escaneo 3D e impresión aditiva para un socket cómodo y ajustado.
- Movimiento natural:** mecanismo de triple balancín con engranajes cónicos y seis servomotores compactos.
- Control inteligente:** sensor uMyo inalámbrico (BLE) y microcontrolador ESP32 que interpretan señales musculares de arquitectura CNN-LSTM avanzada para reconocimiento de gestos EMG con validación cruzada y re-entrenamiento automático.
- Accesibilidad:** reducción del costo en un 60–80% respecto a prótesis comerciales.
- Reconocimiento de gestos:** integración de inteligencia artificial para ejecutar funciones como:

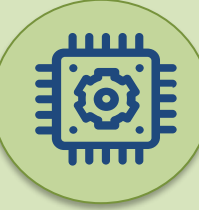
 Cerrar puño

 Pinza

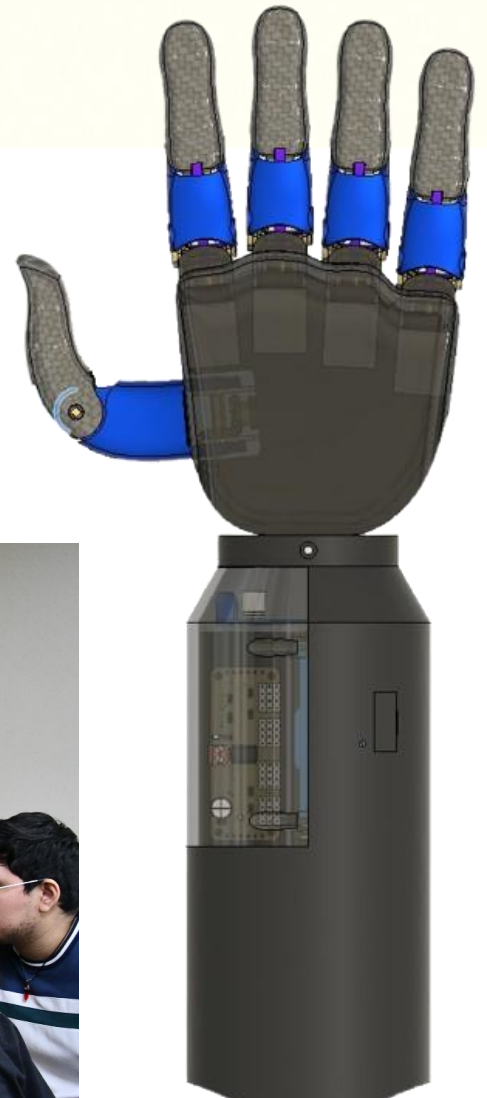
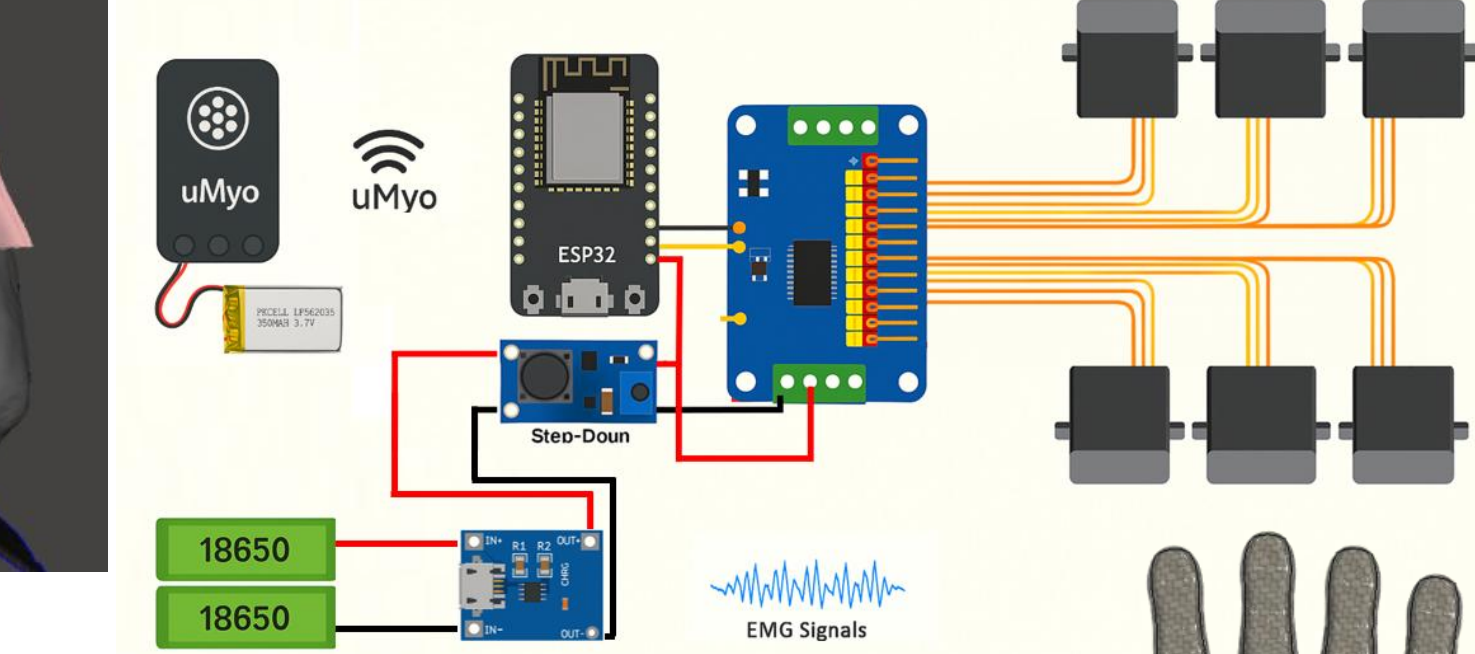
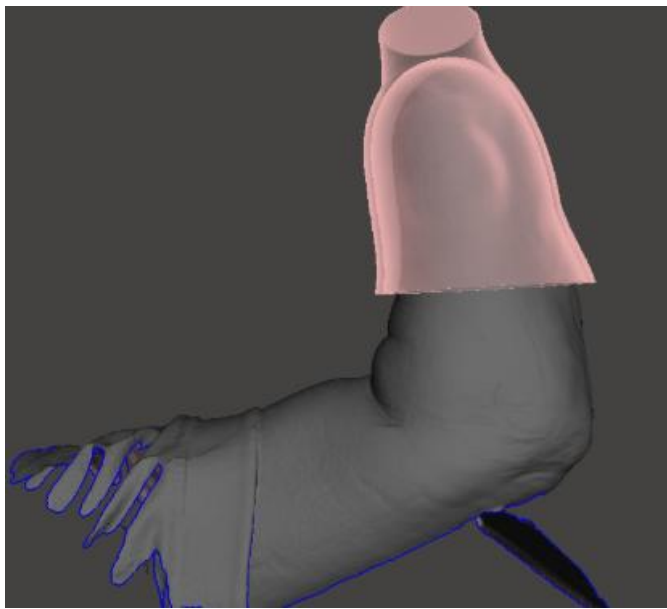
 Saludo

 +  Agarre objeto

 Diseño Mecánico

 Diseño Electrónico

 Control IA



RESULTADOS

- ✓ Modelo CAD y dimensiones del brazo contralateral del usuario replicado
- ✓ Se fabricó la prótesis en impresión 3D (PLA y resina)
- ✓ Baterías 18650 (7.4V) con autonomía de 2.5h de uso continuo
- ✓ Reguladores step-down y módulo TP4056 con protección
- ✓ Control de 6 servomotores de manera sincronizada mediante arquitectura electrónica con ESP32 y PCA9685
- ✓ Comunicación inalámbrica BLE estable
- ✓ El modelo CNN-LSTM mostró desempeño superior al azar con fortalezas en gestos de activación muscular consistente.
- ✓ Sistema funcional con respuesta en tiempo real.

88.2%

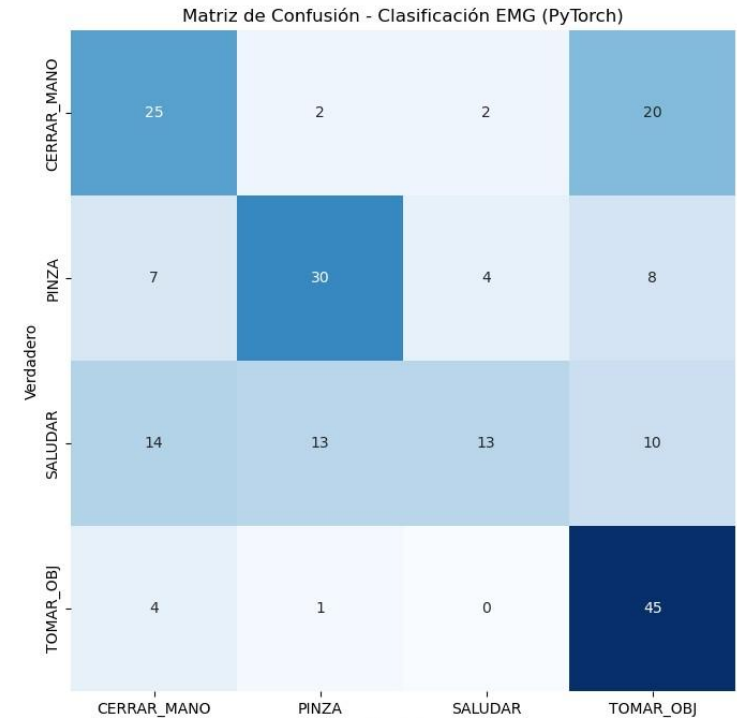
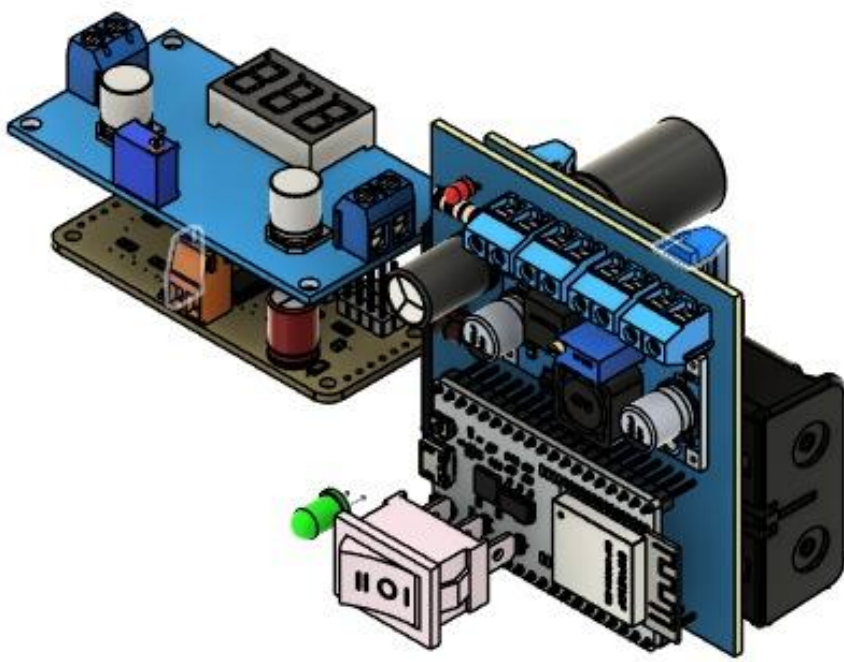
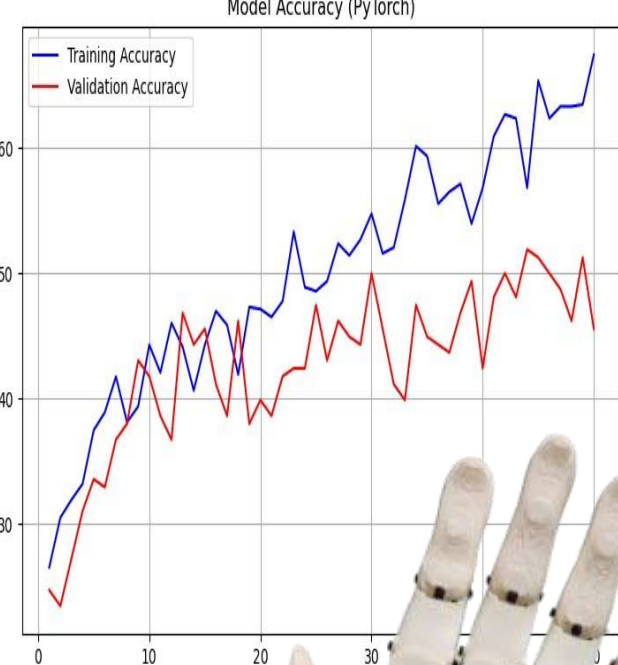
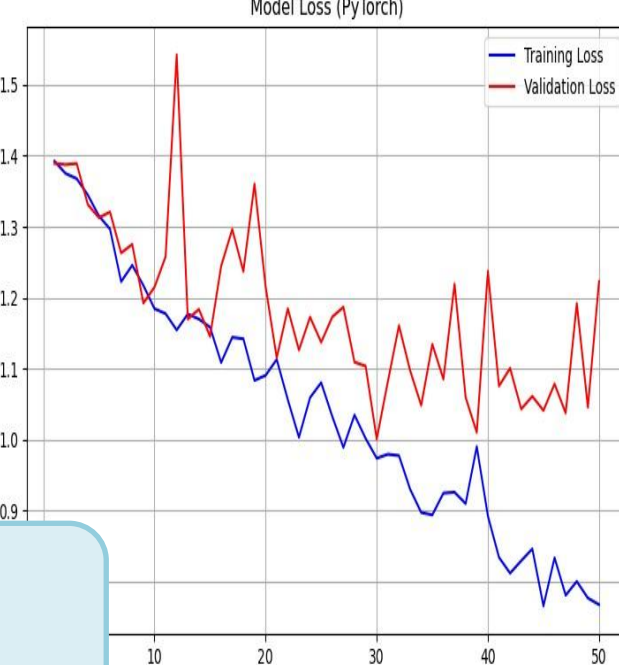
Accuracy global

400 mediciones

Inter-individual

96%

Precisión "Tomar objeto"



CONCLUSIONES

- Se desarrolló una prótesis funcional personalizada y accesible, cumpliendo los objetivos propuestos.
- Se diseñó un modelo ergonómico y modular en CAD, fabricado con impresión 3D, garantizando movilidad y ensamblaje correcto.
- El sistema de control mioeléctrico permitió reconocer gestos musculares, alcanzando un desempeño inicial del 88.2% en clasificación.
- Las pruebas preliminares confirmaron la respuesta coherente de la prótesis a los gestos, estableciendo una base sólida para optimizaciones futuras.