

# Mano Robótica

Alvarez, Diego; Carrillo, Emilio; Collí, Carlos; Escalante, Angélica y Padilla, Pamel.

Universidad Modelo

*Resumen*— El siguiente trabajo detalla la investigación y organización necesarias para la construcción de una mano robótica capaz de soportar 200 gr y micropipetear. Se aborda una indagación desde los diferentes puntos de vista necesarios para la manufactura de la mano robótica, al igual que la organización que se desea seguir para completar el proyecto.

*Índice de Términos*— *electromiografía, impresión 3D, micropipeta, prótesis, miniaturización,*

## I. INTRODUCCIÓN

La pérdida de una extremidad superior representa un desafío significativo para la vida diaria de muchas personas. Si bien existen prótesis en el mercado, a menudo son costosas y limitadas en funcionalidad. Este proyecto busca desarrollar una mano protésica de bajo costo y alta precisión, utilizando materiales accesibles y tecnología de código abierto con el objetivo de realizar una demostración en expotrónica. La mano robótica propuesta contará con cinco dedos, lo que le permitirá realizar movimientos. Su diseño se basará en la impresión 3D utilizando filamento PLA. Los movimientos de la mano serán controlados mediante potenciómetros, permitiendo al usuario ajustar la posición de cada dedo de manera precisa. Para garantizar la fuerza y precisión necesarias para tareas tales como cargar hasta 200 gramos y micropipetear, se utilizarán servomotores y un sistema de tendones artificiales fabricados con hilo de pesca.

## II. FASE I: PREPARACIÓN Y PLANEACIÓN

### A. Antecedentes

#### *Análisis del entorno*

El costo de las prótesis varía entre 5,000 y 50,000 dólares, y en México hay más de 200,000 personas que requieren una debido a amputaciones. Estas amputaciones son más frecuentes que los nacimientos de niños sin extremidades, y son causadas principalmente por diabetes, enfermedades cardiovasculares, accidentes y traumas (Amputee Coalition, 2024).

En cuanto al entorno tecnológico, el avance en sensores electromiográficos (EMG) ha permitido controlar las prótesis mediante señales musculares. Además, la inteligencia artificial está mejorando la precisión y adaptabilidad de las prótesis, logrando movimientos más naturales. La impresión 3D ha reducido costos y tiempos de fabricación, y las tecnologías de sistemas embebidos y actuadores eléctricos han permitido el desarrollo de prótesis mecatrónicas más compactas y ligeras (López, 2018).

#### *Revisión de prótesis existentes*

Las prótesis actuales utilizan motores eléctricos accionados por servo-contróles o interruptores. Las prótesis mioeléctricas, las más comunes, ofrecen mayor estética, fuerza y control, al ser accionadas por electrodos que amplifican y procesan señales musculares. A lo largo de su evolución, se han desarrollado varios modelos de prótesis, como:

- **Biónica I-Limp:** Ofrece movimientos básicos y control independiente de los dedos, permitiendo rotación del pulgar y realizar pinzas.
- **Michelangelo:** Destaca por movimientos precisos, velocidad de agarre y control independiente de los dedos y muñeca.
- **Bebionic:** Simula la I-Limp a un costo reducido, con movimientos articulados y controlado por contracciones musculares.
- **CyberHand:** Utiliza una tecnología avanzada conectando electrodos a las terminaciones nerviosas para captar señales cerebrales.

## B. Objetivos

### Objetivo general

Realizar una mano robótica que sea capaz de soportar carga y hacer acciones específicas

### Objetivos específicos

- Aplicar conocimientos de circuitos y cableado para así proporcionar movimiento al brazo.
- Elaborar un código que permita la ejecución eficaz del micropipeteo y carga de objetos.
- Diseñar y ensamblar una mano robótica capaz de cargar objetos y micropipetear.

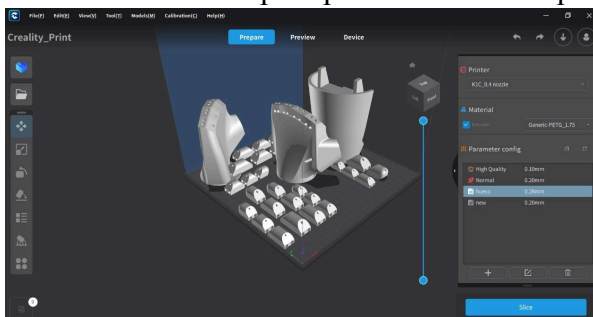
## C. Idea del proyecto

Desarrollar una mano robótica que sea capaz de sostener peso y micropipetear líquido de un recipiente a otro. Este proyecto abarca diversas áreas del conocimiento, combinando habilidades en programación, electricidad, conceptos de física, así como una comprensión de los principios biomédicos y de control robótico.

## III. FASE II: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

### A. Diseño

El proyecto consiste en la construcción de una mano robótica capaz de cargar hasta 200g, así como manipular una micropipeta. Se comenzó con tener los fundamentos a través de una investigación, dicha búsqueda proporcionó un criterio más eficaz al definir los materiales adecuados que favorecieron el modelado posteriormente realizado. El diseño para la impresión fue realizado en el programa Creality Print (**figura 1**), permitiéndonos diseñar y controlar el modelo para posteriormente imprimirlo.



**Figura 1. Diseño de la mano en Creality Print**

Subsecuentemente, se desarrollará el código para proceder al ensamble de las piezas y el circuito, para luego llevar a cabo las pruebas de un funcionamiento óptimo previo a la entrega.

La mano contará con una medida aproximada de 35 centímetros.

### B. Protocolo de pruebas

Para comprobar la funcionalidad de la mano se debían realizar pruebas de soporte de peso y micropipeteado, sin embargo la mano presentaba ciertos imprevistos, tales como la falta de tensión en los dedos que requerían arreglarse previo a estas por lo que no pudieron realizarse hasta el día de la demostración.

### C. Análisis de resultados

Las pruebas de peso fueron realizadas con una canasta, en la cual se amarraba un tubo que la mano tenía que sostener. Nuestro diseño de mano, careció de la movilidad del pulgar, por lo que esta, no pudo sostener el tubo para realizar las pruebas de carga de peso.

Del mismo modo, no pudo realizar el movimiento de micropipeteo por las razones ya mencionadas.

Las dificultades enfrentadas, fueron consecuencia de errores en la fase de diseño de la mano; los fallos en la planificación y en la ejecución del diseño inicial generaron las complicaciones técnicas y operativas que afectaron tanto su funcionalidad como su eficiencia.

No obstante, en general, el cableado, y el código funcionaron eficazmente, cumpliendo parcialmente con los objetivos específicos del proyecto.

## IV. CONCLUSIONES

Esta mano protésica representa una alternativa innovadora y accesible a las prótesis comerciales, ofreciendo una solución personalizada y adaptable a las necesidades de cada usuario. A través de este proyecto, se busca demostrar que es posible desarrollar tecnología de asistencia avanzada

utilizando materiales y herramientas disponibles a bajo costo.

Se logró elaborar un modelo de mano robótica, utilizando conceptos de programación y electricidad. Sin embargo, no contó con el funcionamiento esperado. La mano logró la flexión de todos los dedos, pero no pudo cumplir con los objetivos esperados.

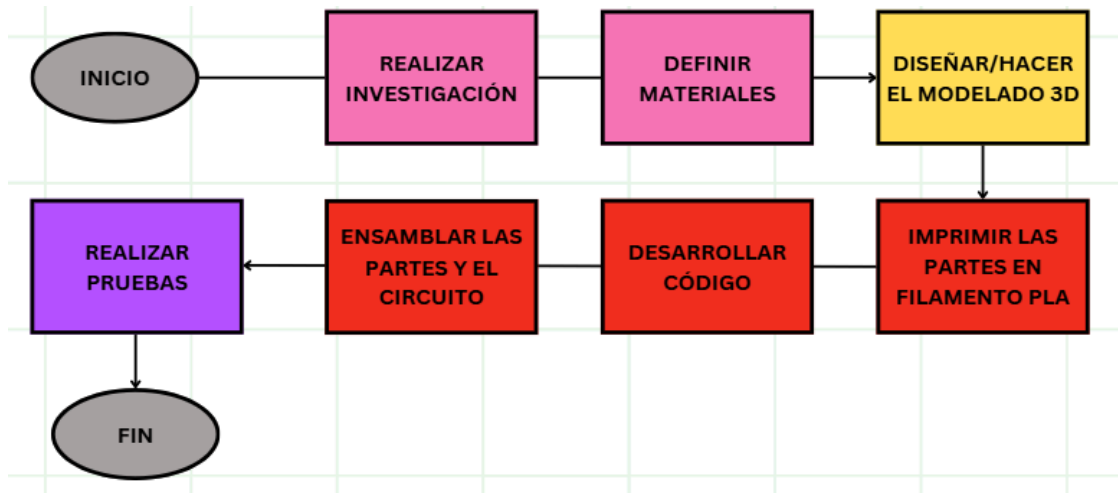
#### REFERENCIAS

Amputee Coalition (2024) *Limb Loss Statistics*.  
<https://www.amputee-coalition.org/resources/limb-loss-statistics/>

López M (2018) *Diseño de prótesis de mano servoactuada y fabricación de prototipo con técnicas de impresión 3D*. Universidad Nacional del Cuyo.  
[https://ricabib.cab.cnea.gov.ar/700/1/1L%C3%B3pez\\_Morillo.pdf](https://ricabib.cab.cnea.gov.ar/700/1/1L%C3%B3pez_Morillo.pdf)

## ANEXOS

El siguiente diagrama de flujo ilustra de manera clara y concisa las etapas de desarrollo de la mano.



*ANEXO 1. Diagrama de flujo del diseño del proyecto*

Actividades	Tiempo de duración							
	Octubre				Noviembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Investigación								
Diseño								
Construcción								
Prueba								
Producto final								

*ANEXO 2. Diagrama de Gantt*

Tabla 1. Características de los materiales		
Materiales	Costos	Implementación
Filamento Pla	8 centavos por gramo	Impresión de las piezas

Servomotores	\$50 cada uno (5 en total)	Programación y amarrar hilos
Jumpers	\$50 (20 piezas)	Insertar en el circuito
Hilos de pesca	\$57 (100m)	Van en la mano para unir las piezas y los servomotores
TOTAL		\$807 MXN

**ANEXO 3.** *Tabla: Características de los materiales*