

Mano Robótica “IRONMAN” Capaz de Cargar Medio Kilogramo de Peso

Gutiérrez Natalia, Lizarraga Carla, Ortiz Montserrat, Cruz Melissa, Baeza Beatriz, Montuy Ángel.
Universidad Modelo

Resumen—Este proyecto exigió una integración eficaz de materiales, componentes, un funcional código de programación y un diseño preciso, para desarrollar una Mano Robótica; capaz de cargar un peso mayor a 200 gramos, así como también que logre manejar una micropipeta de forma correcta.

Índice de Términos—Circuitos eléctricos, Mano Robótica, Mecánica, Programación, Trabajo en equipo.

I. INTRODUCCIÓN

Este proyecto consistió en el desarrollo de una mano robótica, capaz de soportar un peso mayor a 200 gramos y pipetear con el instrumento químico de laboratorio Micropipeta. El proyecto fue un reto, que combina ingeniería, mecánica, programación y circuitos eléctricos; se centra en la creación de una mano que con eficacia logre sostener objetos que lleguen hasta los 500 gramos. La clave radica en escoger estratégicamente los componentes a utilizar, al igual que tener una base con un código de programación funcional y un buen diseño y estructura en la forma de dicha mano, así como un correcto agarre gracias al ensamblaje de los dedos. A través de este enfoque, se busca optimizar la funcionalidad en el agarre de objetos y realizar un pipeteo correcto.

II. FASE I: PREPARACIÓN Y PLANEACIÓN

A. Antecedentes

La pérdida de función en una extremidad o la amputación de la misma pueden ejercer un efecto desmesuradamente negativo en la calidad de vida. La problemática principal por la cual surgen las manos robóticas es la asistencia médica; se diseñan para ayudar a personas con discapacidades o lesiones, permitiéndoles recuperar funcionalidad.

(Krebs, H. I., & Volpe, B. T. 2013).

Hoy en día y desde la antigüedad existen diferentes tipos de prótesis para el cuerpo humano, las cuales tienen la finalidad de reemplazar de forma artificial un miembro o extremidad perdida a causa de una amputación médica o accidental. La mano protésica funcional puede ser fabricada con diferentes diseños, funciones y tamaños según lo requiera el paciente.

(Lemus, L. E. (2022, 7 febrero).

Los principales tipos de prótesis de mano que existen son:

-Pasivas:

Ayudan al equilibrio, la estabilización de objetos o actividades recreativas/vocacionales. Parecen un miembro natural, son más ligeras y económicas, pero no permiten la prensión activa de las manos. Obsérvese ejemplo en la figura 1.1.



Figura 1.1 .Prótesis Pasiva

-Control Corporal:

Son las indicadas con mayor frecuencia porque tienden a ser menos costosas, más duraderas y requieren menos mantenimiento. Un sistema de cable con arnés suspende la prótesis y captura el movimiento escapular y humeral para operar la articulación del gancho, la mano o el codo. Ejemplo figura 1.2.

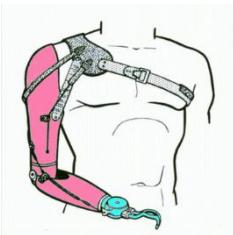


Figura 1.2. Prótesis de control corporal.

-Híbridas:

Por lo general, se prescriben para amputaciones de las porciones proximales de los miembros superiores. Combinan características específicas de las prótesis de control corporal y las mioeléctricas, por ejemplo, un codo de control corporal podría combinarse con una mano activada por energía externa o un dispositivo terminal. Observar figura 1.3.



Figura 1.3. Prótesis híbrida

-Mioeléctricas:

Permiten movimientos activos de las manos y las articulaciones sin necesidad de movimientos escapulares, humerales o del tronco. Los sensores y otras entradas detectan el movimiento muscular del miembro residual o la parte superior del cuerpo y controlan actuadores eléctricos que proporcionan una mayor fuerza de prensión que las prótesis de control corporal. Ejemplo figura 1.4.



Figura 1.4. Prótesis mioeléctrica

(Stokosa, J. J. (2024, 6 marzo).

B. Objetivos

Objetivo General:

Construir y diseñar una mano robótica, en donde se busca que la mayoría del proyecto esté

automatizado y configurado.

Objetivos Específicos:

1. Diseño Mecánico de la Mano Robótica:

Crear un diseño estructural que garantice resistencia y ligereza, adaptado para la manipulación de micropipetas.

2. Integración de Actuadores y Sensores:

Seleccionar y montar servomotores y sensores de presión y posición para facilitar el movimiento y el control de agarre.

3. Programación del Control de Movimientos:

Desarrollar un código que permita la programación de secuencias de pipeteo y ajuste de fuerza en función del peso.

4. Construcción de Circuitos Eléctricos:

Diseñar y desarrollar circuitos que integren el microcontrolador, actuadores y sensores para asegurar un funcionamiento cohesivo.

C. Idea del proyecto

El desarrollo de una mano robótica mediante impresión 3D. La mano estará equipada con un mecanismo de servomotores, que proporcionará movilidad precisa. Se conectarán a un circuito que facilitará su funcionamiento y contará con un código de programación diseñado para controlar los movimientos y transmitir señales adecuadas.

III. FASE II: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

A. Diseño

La mano fue diseñada en el software Fusion 360 para que se pudiera imprimir en 3d a base de filamentos, para una mejor estabilidad, y así poder replicar la funcionalidad de una mano humana para tareas como pipeteo. Tiene una extensión ligera del brazo, ya que ahí se colocarán los servomotores, lo cual son el mecanismo pesado que permitirá el control preciso de movimiento. Para que la mano funcione se utilizará probablemente una fuente de poder como una pila de 9V y opciones de alimentación alternativa, al igual que a través del Arduino se manejará las entradas/salidas. Para el esquema de Circuito un diagrama como el que se

muestra en la “Figura 2.1” la conexión de los servomotores, sensores y el Arduino.

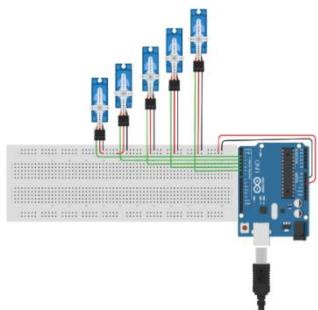


Figura 2.1. Circuito de los servomotores conectados al arduino.

La parte de la programación se realizará en Arduino IDE, utilizando el lenguaje C++, para el control de servos se debe implementar funciones para el movimiento de cada dedo.

El diagrama de flujo que explica de manera breve pero concisa el diseño del proyecto (figura 2.2).

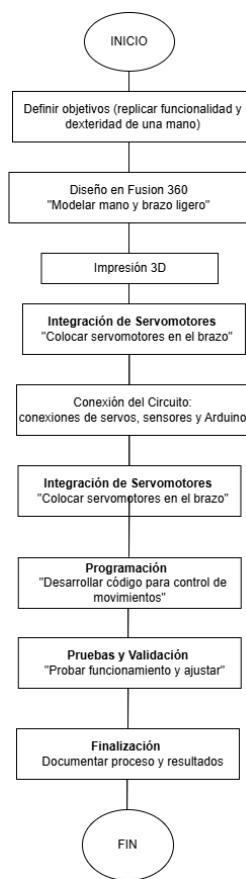


Figura 2.2. Diagrama de Flujo

B. Materiales utilizados

Los materiales utilizados para la fabricación de la mano fueron los siguientes:

-Filamentos PLA: Se utilizaron para imprimir las partes de la mano en 3D con impresoras de modelado.



Figura 3.1. Filamento PLA

-Servomotores de 2.2 Kg: Se utilizaron 5 para controlar la posición de cada dedo de la mano, a través de ángulos de 0° a 180°; de 2.2 kg para que puedan soportar el peso indicado y además poder pipetejar.



Figura 3.2. Servomotores de 2.2 Kg

-Potenciómetros de 10kΩ: Se utilizaron 5, uno por cada servomotor.



Figura 3.3. Potenciómetros de 10kΩ

-Cordel: Se colocaron a través de los dedos de la mano para poder lograr el movimiento, tensándose cada vez que los servomotores se mueven y cambien de ángulo.



Figura 3.4. Hilo Cordel

-Arduino UNO: Se utilizará el Arduino para lograr realizar la comunicación de la mano y la placa PCB.



Figura 3.5. Arduino UNO

-PCB: Para tener el circuito impreso, ya que los componentes y conductores quedarán dentro del circuito con la estructura.



Figura 3.6. PCB

-Porta pilas y 4 pilas AA de 1.5V: Para darle el voltaje que haga funcionar el circuito.



Figura 3.6. Porta Pilas Figura 3.7. Pilas AA

En la parte final del documento se encuentra anexo una tabla con el listado de costos y componentes, anteriormente mencionados.

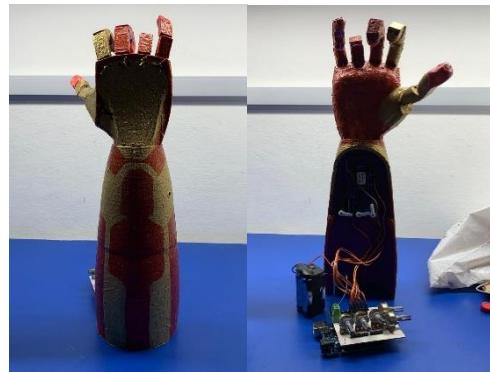
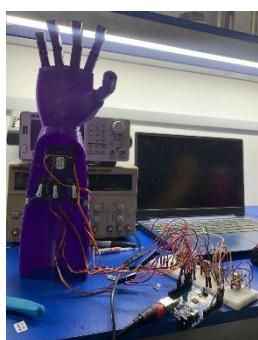
IV. FASE III: PRUEBAS E IMPLEMENTACIÓN

A. Protocolo de pruebas

Se realizaron diversas pruebas a lo largo de la construcción de la mano, en cada proceso se iban haciendo verificaciones de funcionamiento. Se probó individualmente cada sección que en conjunto formarían la Mano Robótica; lo primero fue la estructura de la mano, una vez impresa y ensamblada con el cordel, se confirmó su funcionamiento, de una forma sencilla únicamente jalando los hilos para comprobar que cada falange de los dedos se doble adecuadamente. Una vez armado el circuito, se realizó la programación y en conjunto se probaron para corroborar que los servomotores lograban moverse a través de los potenciómetros. Ya que se rectificó que cada parte por individual lograba desempeñar correctamente cada acción, se ensambló.

B. Análisis de resultados

Imágenes de prototipo final de la Mano Robótica:



Se realizó un concurso interno con otras Manos Robóticas en donde se ponían a prueba distintas acciones:

1. Cargar una canasta de madera en donde se colocarían poco a poco bolsas con 50 gramos de arroz, hasta llegar al objetivo (200 gr). Esta sección se completó de forma exitosa, ya que logró cargar la canasta y eficientemente un total de 500 gramos.
2. Extraer líquido de una solución con la Micropipeta. En esta segunda sección no se obtuvieron los resultados esperados, ya que la mano lograba cargar la Micropipeta, pero no logró la acción del pipeteo, esto ya que la fuerza del pulgar fue poca debido a la capacidad que tenían los Servomotores utilizados (2.2 Kg).

V. CONCLUSIONES

El logro de este proyecto fue satisfactorio, ya que se obtuvieron buenos resultados con la mano robótica, es decir, cumplió con los parámetros establecidos. El buen desarrollo del prototipo, tanto en su codificación, como en su circuito eléctrico fue correctamente construido y ensamblado. El resultado final fue proceso del tiempo invertido en el armado paso a paso de la mano robótica, desde la asignación del proyecto, empezar a prototipar el diseño en 3D e imprimirlo.

En la creación del código se tenían los componentes establecidos para el funcionamiento de la mano, solo fue cuestión de declarar bien las entradas y salidas para un correcto movimiento. El armado de la mano fue lo más tardado ya que se fue construyendo parte por parte para probar todo en conjunto y así poder ver que la mano cumplía con las limitaciones establecidas, no se tuvo un enfoque hacia el cumplimiento del movimiento del pipeteo

porque era algo más complejo. La participación en la Expotrónica era un objetivo, el cual se logró con arduo desempeño y por demostración de que el proyecto tiene una buena idea establecida, aún se están trabajando en mejoras para lograr un objetivo específico y la implementación de la PCB.

Se planea modificar la falange del pulgar para lograr que pipetee, de forma que el ángulo de movimiento del dedo sea más abierto y con mayor alcance.

REFERENCIAS

Krebs, H. I., & Volpe, B. T. (2013). Rehabilitation robotics. *Handbook of Clinical Neurology*, 110, 283–294, de <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52901-5.00023-X>

(Lemus, L. E. (2022, 7 febrero). *Prótesis de Mano: ¿Qué son y cómo funcionan?* Mi Protesis de Pierna. <https://miprotesisdepierna.mx/blog/protesis-de-mano/>)

(Stokosa, J. J. (2024, 6 marzo). *Opciones para las prótesis de los miembros.* Manual MSD Versión Para Profesionales, de <https://www.msmanuals.com/es/professional/temas-especiales/miembro-prot%C3%A9sico/opciones-para-las-pr%C3%B3tesis-de-los-miembros>)

ANEXOS

Listado de costos y componentes:

Materiales	Precios	Imágenes
Filamentos PLA (Impresión de la mano)	\$530	
Servomotores de 2.2 Kg	$5 * \$54 = \269	
Potenciómetros de 10kΩ	$5 * \$15 = \75	
Cordel	\$35	
Placa PCB	\$50	
Porta pilas para 4 pilas tipo “AA”	\$15	
4 pilas AA	\$49	
Arduino UNO	\$300	