

Biomecánica
Producto Integrador de Aprendizaje

Diseño y fabricación de una prótesis de dedo

Jose Juan García Martínez

Luis Alejandro Salais Meza

Fernando Trujillo Ibarra

Jorge Eduardo Ortiz Cruz

Aurora Nahomy Martínez Perez

Juan Manuel Velázquez Aguilar

Índice

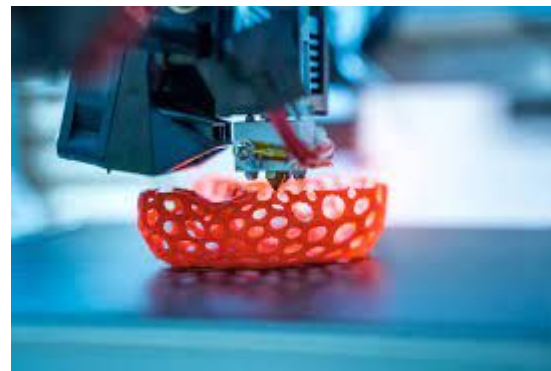
Introducción.....	3 - 5
Hipótesis.....	4
Objetivos.....	5
Antecedentes y fundamentos.....	6 - 9
Propuesta.....	8
Material.....	8
Metodología.....	9
Resultados y discusión.....	10 - 20
Desarrollo en CAD.....	11 - 15
Implementación física.....	16 - 20
Conclusión.....	21
Referencias.....	22

Introducción

Las manos son las extremidades más útiles del ser humano, pues son capaces de manipular todos los objetos con los cuales interactúa. La anatomía de la mano es muy compleja, pues es capaz de realizar muchos movimientos con una gran cantidad de ejes de libertad debido a los dedos que la conforman. Se busca por medio del análisis de movimiento y esfuerzo como recrear la función de un solo dedo para el desarrollo e implementación de una prótesis. El objeto de estudio está directamente relacionado al área de interés, que en este caso es la biomecánica que estudia los movimientos del cuerpo humano desde un enfoque mecánico y biológico, además, la implementación de la prótesis se realiza en pro del desarrollo científico y tecnológico. Se plantea que el dispositivo a desarrollar sea de bajo costo, buena funcionalidad y sobre todo que sea accesible para quien se encuentre en la necesidad de este por pérdida de su extremidad natural.

Hipótesis

Haciendo uso de herramientas tecnológicas novedosas como lo son los softwares de simulación mecánica, electrónica, y los procesos de manufactura actuales, por ejemplo, la manufactura aditiva, se desarrollará un dispositivo capaz de devolver la sensación de movimiento a un paciente con falta de dedo índice en su mano derecha, buscando resultados baratos, sencillos, pero al mismo tiempo, efectivos



Objetivos

Objetivo General

Se diseñará e implementará un dispositivo que funcione como prótesis de dedo, buscando que sea de fácil manufactura y bajo costo. Dicha prótesis deberá brindar movimientos sencillos de agarre al usuario.

Objetivos específicos:

- Investigar
- Evaluar: Las propuestas investigadas
- Comparar
- Diseñar: Partiendo de los elementos anteriores, se diseñará el mecanismo, estructura y circuito del dispositivo
- Manufacturar
- Integrar

Antecedentes y fundamentos

El dedo es una de las partes del cuerpo más importantes para la realización de tareas básicas para el ser humano como lo es la manipulación de objetos. El conjunto de dedos que conforman nuestra mano nos permiten tomar objetos de diferentes maneras y manipularlos según sea el caso necesario. Es por esto que su estudio es necesario para la realización correcta de una prótesis que simule las acciones que realiza naturalmente. Conocer la anatomía y fisiología del dedo se vuelve algo vital al momento de querer recrear las acciones que este realiza por medio de algún tipo de sistema mecánico, eléctrico o electromecánico según sea el caso.

Antecedentes y fundamentos

La estructura del dedo, a pesar de parecer muy simple, en realidad tiene más complejidad de la que se cree, pues está conformada de diversos músculos, tendones y estructuras óseas que le permiten realizar sus movimientos básicos. Sin embargo, no es solamente necesario el conocimiento sobre la estructura del dedo, sino también sobre principios básicos de sistemas mecánicos que serán necesarios para modelar los movimientos del dedo. Las prótesis de dedo datan de muchos años atrás, pues los primeros descubrimientos se realizaron en restos de momias egipcias.



Fig. 1. Prótesis MCPDriver

Con el avance de la tecnología las prótesis de dedo han estado en constante evolución, pues dejaron de ser de materiales como madera, yeso o silicon y pasaron a tener un enfoque más mecánico con materiales más durables como lo es el caso de la prótesis MCP Driver que obtiene su fuerza de una combinación de enlaces rígidos de acero inoxidable impulsados por el residuo del dedo y está cómodamente anclado en la superficie dorsal de la mano. Esta prótesis está diseñada para personas que no perdieron completamente el dedo, sino que solamente ya no cuentan con alguna de las falanges más extremas del miembro.

Propuesta

Diseñar y crear un dispositivo que sea usado como prótesis de dedo. Mediante esta prótesis la persona que la use podrá realizar movimientos de agarres.

Material

- ◆ Impresión 3D de los modelos CAD
- ◆ Tarjeta de desarrollo arduino nano
- ◆ Servo motor SG90
- ◆ Plantilla de cartón
- ◆ Cubrebocas
- ◆ Hilo de nylon
- ◆ Liga elástica de hule
- ◆ Mano de plástico
- ◆ Clavos

Diagrama de flujo de la metodología a seguir

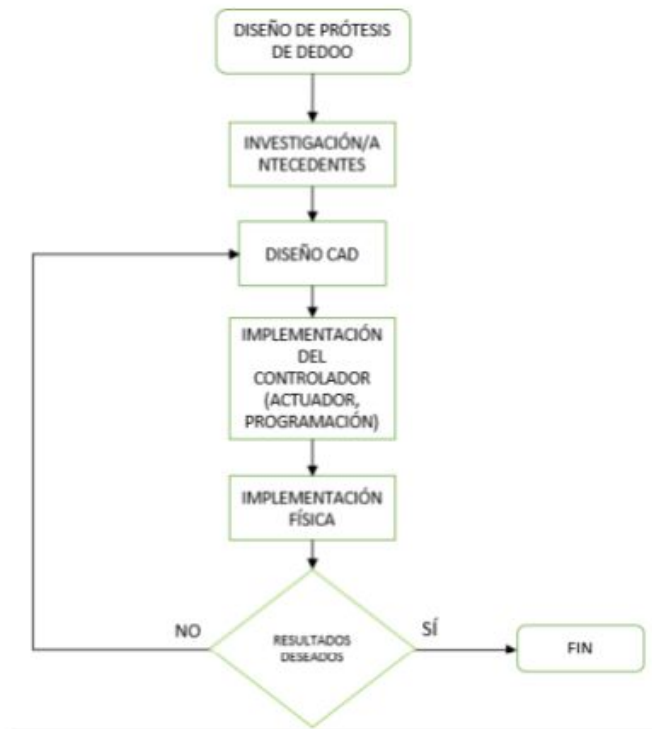


Figura 2.

Resultados y discusión

Desarrollo CAD

Para la realización de la prótesis de dedo se desarrollará primeramente en un programa CAD, el cual será Solidworks, también para el desarrollo del sistema de operación programado utilizaremos Arduino

Nuestro diseño consta de 5 piezas primordiales que componen el dedo y otras 5 piezas que sirven para mejorar la apariencia estética del mismo.

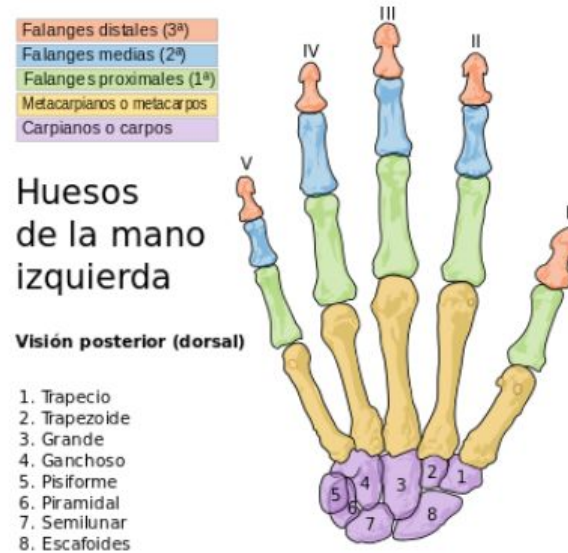


Fig 3. Estructura anatómica de la mano

En la figura 3 se puede apreciar como el dedo está conformado por 3 falanges principales: la proximal, la media y la distal. Entonces tenemos que generar prototipos que asimilen la forma de estos y que al mismo tiempo se puedan ensamblar mecánicamente debido a que a diferencia de un dedo real no tenemos articulaciones y ligamentos que mantengan unidas a las falanges. Para esto realizamos primero un modelo para la falange proximal, la cual será la base del dedo.

En la parte inferior del modelo se encuentra una ranura que conecta a la prótesis con la extremidad del usuario y en la parte superior otra ranura que conecta con la siguiente parte del dispositivo que corresponde a la base para la falange media.



Fig. 4. Modelo 3D de la falange proximal.

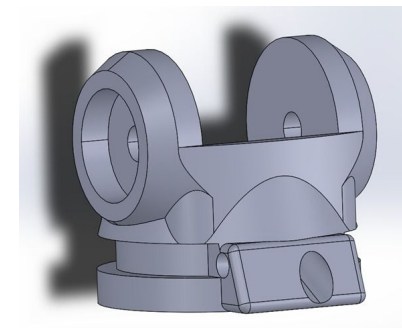


Fig. 5. Base de falange media

Esta parte funciona como articulación entre la falange media y la proximal para que pueda existir una rotación parcial entre las mismas añadiendo un grado de libertad al dedo. Después de este componente añadimos una pieza que simula la falange media.

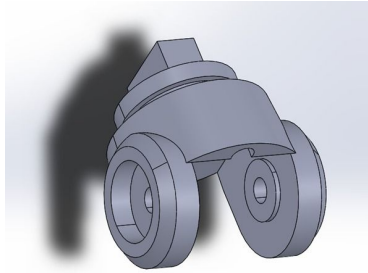


Fig. 7. Base de falange distal.

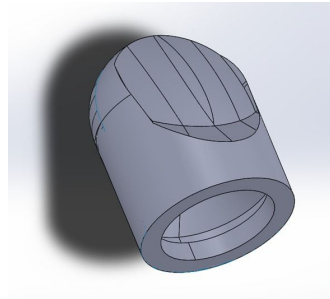


Fig. 8. Falange distal.

En la figura 7 podemos ver la base de la falange distal que contiene una protuberancia la cual encaja con la falange distal (figura 8) que no tiene otra función más que ser la parte más extrema del dispositivo.

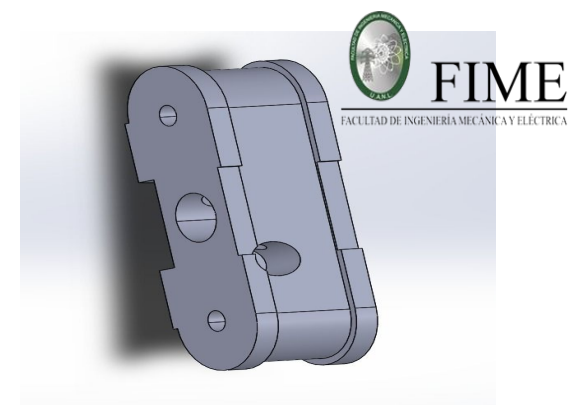


Fig. 6. Falange media.

Finalmente en las figuras 9 y 10 tenemos los tapones que sirven para ocultar los ejes que se colocaran en cada una de las bases de las falanges para que estas puedan rotar libremente, así como un recubrimiento para la falange media con el fin de darle una apariencia más similar a un dedo humano.

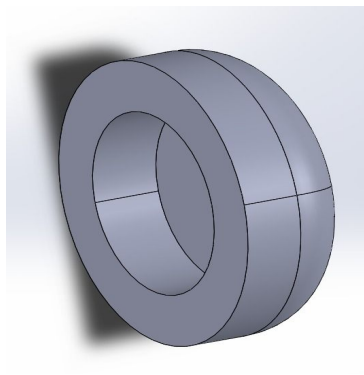


Fig. 9. Tapon

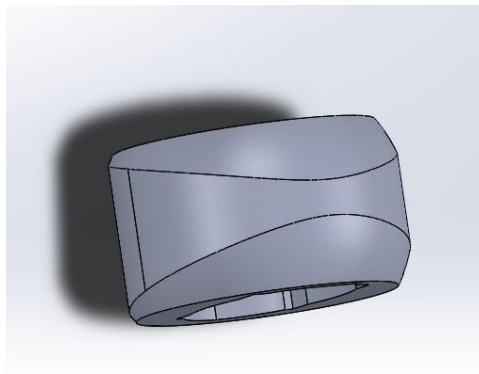


Fig. 10. Recubrimiento de falange media

Ensamblando cada una de las partes individuales obtenemos una forma muy similar a la que tiene un dedo real (Figura 11) y que una vez que coloquemos la liga que funciona como tendón y el hilo de pescar para forzar la flexión tendrá la misma funcionalidad que un dedo.

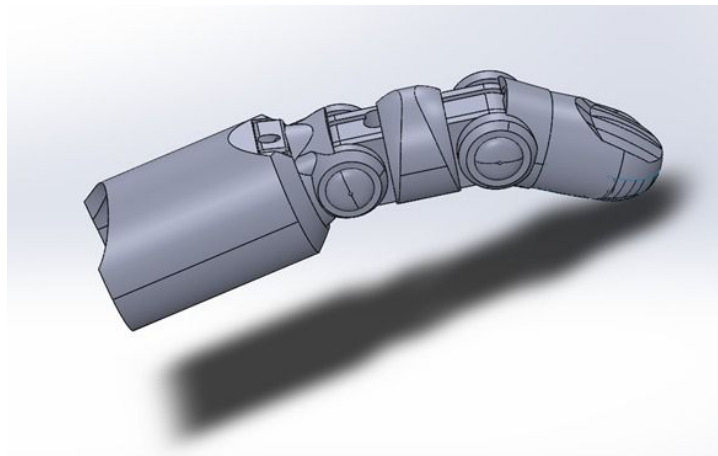


Fig. 11. Ensamble final de todos los componentes de la prótesis.

Implementación física



Fig. 12. Materiales para ensamblar la prótesis



Fig. 13. Encaje de la falange media con las bases de la falange distal y media

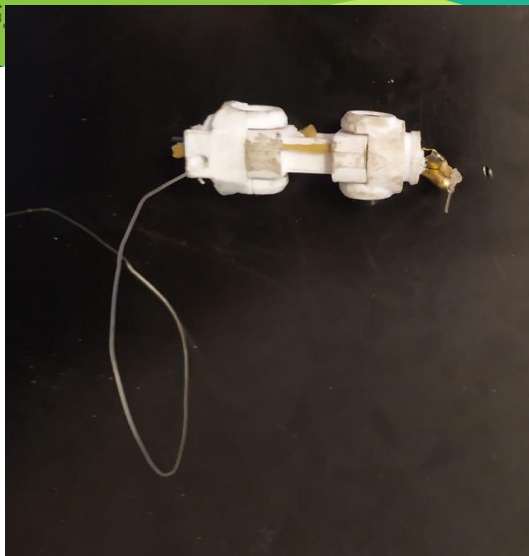


Fig. 14. Inserción de la liga elástica y el hilo de nylon a través de la estructura del dedo.

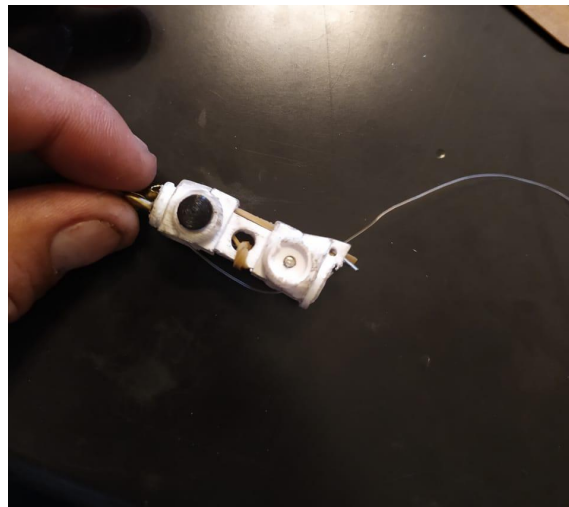


Fig. 15. Colocación de los clavos y tapones.

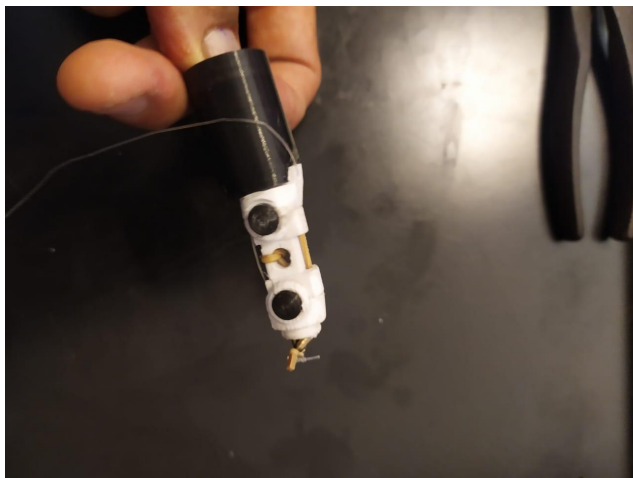


Fig. 16. Implementación de la falange distal.

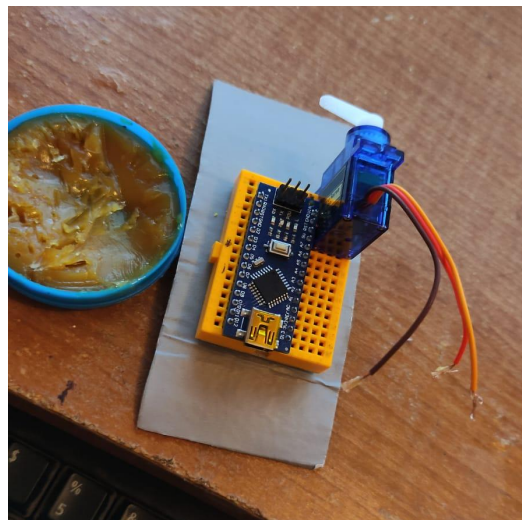


Fig. 17. Colocación de la electrónica sobre la plantilla de cartón.

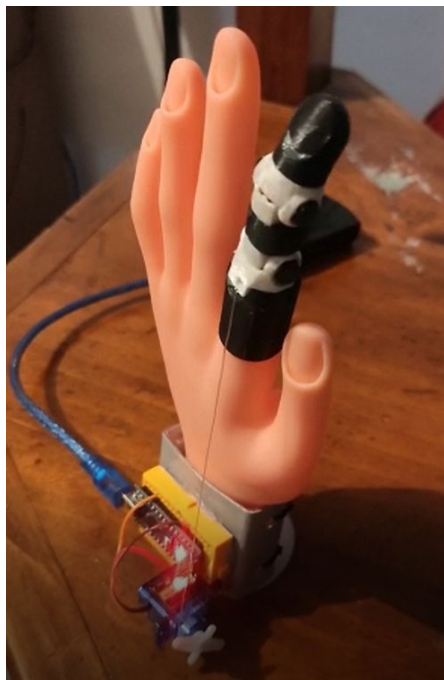


Fig. 18. Prótesis ensamblada.

Conclusión

El dedo desarrollado para este proyecto resultó totalmente funcional no solamente porque fue capaz de realizar los mismos movimientos que un dedo real, sino también que cumplió con el objetivo de ser económico y ligero con tal de que el usuario final pueda gozar de la recuperación de su extremidad.

El proceso de diseño por medio del software solidworks fue la parte más fundamental de este proyecto, pues son las piezas de CAD las que permiten que la parte mecánica funcionan de manera correcta, mientras que el arduino junto con el servomotor son los encargados de brindar una fuerza externa al sistema mecánico para sacarlo de sus estado de equilibrio inicial y pasar de una extensión a una flexión.

Referencias

[1] Xu Yong, Xiaobei Jing, Xinyu Wu, Yinlai Jian, Hiroshi Jokoi, "Design and Implementation of Arch Function for Adaptive Multi-Finger Prosthetic Hand", Sensors, MDPI, 2019.

[2] NP, "MCPDriver™ A robust, custom, functional solution.", 2022,
<https://www.npdevices.com/product/mcpdriver/>

[3] BBC Mundo, "Los antiguos egipcios tambien utilizaban prótesis", 2019,´
<https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/02/110214protesismomias>

[4] Brookins N, " Dangerfinger V5 Beta with web builder", 2020,
<http://dangercreations.com/2020/02/08/dangerfinger-v5-beta-with-webbuilder/>