

## **“Diseño y fabricación de una prótesis funcional de dedo índice”**

Propuesta de Investigación  
por:  
Ernesto Axel Moreno García  
Enrique Cruz Medrano  
Luis García González  
Manuel Antonio Ulloa Méndez

Supervisado por:  
Isaac Estrada García

## Contenido

<b>Resumen .....</b>	<b>2</b>
<b>1. - Introducción (Motivación y Justificación) .....</b>	<b>3</b>
<b>2. – Antecedentes y Estado del Arte.....</b>	<b>3</b>
<b>3. - Hipótesis .....</b>	<b>6</b>
<b>4. – Propuesta (Concreta) .....</b>	<b>6</b>
<b>5. - Objetivos .....</b>	<b>7</b>
<b>6. – Metodología (¿Cómo?) .....</b>	<b>7</b>
<b>7. – Equipos e Infraestructura.....</b>	<b>9</b>
<b>8. - Índice Tentativo de la Tesis .....</b>	<b>10</b>
<b>8. - Cronograma.....</b>	<b>10</b>
<b>9. - Referencias .....</b>	<b>10</b>

### Keywords:

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica,  
25/Sep/2022

## Resumen

¿Qué se propone hacer, basado en que conocimiento previo y que se espera en base a la hipótesis?

¿Qué materiales o herramientas se utilizarán y por qué?

¿Cómo se comprobará la hipótesis (Metodología)?

¿Cuál será la aportación a la ciencia y la comunidad?

\* Se escribe preferentemente al final

## 1. - Introducción (Motivación y Justificación)

¿Cuál es el problema que sea desea resolver?

La ausencia de extremidades en la población es algo que tiende a ser recurrente causado ya sea por malformaciones causadas por algún fallo en el desarrollo gestacional, , algún accidente ya sea por ejemplo laboral, por el estilo de vida que las personas pudiesen tener o sino alguna afectación en la salud como una infección o una enfermedad como lo es la diabetes la cual tiene como consecuencia lo que es una afección llamada neuropatía la cual es una daño en los nervios de los miembros llega a provocar que el paciente no muestre signos de dolor a las heridas siendo propicio a infecciones que puedan llegar a proceder a necrosis, etc.

**Motivación y Justificación al tema**

¿Por qué el tema es interesante y vale la pena estudiarlo?

Este tema es interesante debido a que es una problemática que existe desde hace ya cientos de años y a medida que va pasando el tiempo van surgiendo diversos estudios con técnicas diferentes que mejoran la calidad del producto que logran una mejor comodidad para las personas, además que la tecnología va avanzando de forma exponencial haciendo que técnicas sean más accesibles para una gran parte de la población y no solo para solo un grupo selecto de población con el capital necesario para acceder a estas técnicas.

¿Cuál será la aportación y/o beneficio a la ciencia y la comunidad?

La información obtenida de este estudio nos proporciona un mejor panorama para fabricar este tipo de biodispositivos y perfeccionar la construcción de una prótesis inteligente capaz de realizar las funciones de un dedo índice, ayudando al paciente a poder realizar acciones habituales de una forma más sencilla como lo puede ser el abrochar el botón de una camisa como ejemplo. .

## 2. - Antecedentes y Estado del Arte

**Conocimiento básico necesario para abordar el tema**

Para entender mejor en qué consisten las prótesis de dedo índice, primero analizaremos todo

lo relacionado con él.

La mano humana es una parte muy compleja del cuerpo humano, sus funciones principales son la prensión y el tacto, permitiendo al hombre construir y dar forma a sus ideas. El dedo pulgar es una de las partes más importantes de la mano, sin este la destreza funcional de la mano se reduciría cerca de un 40%

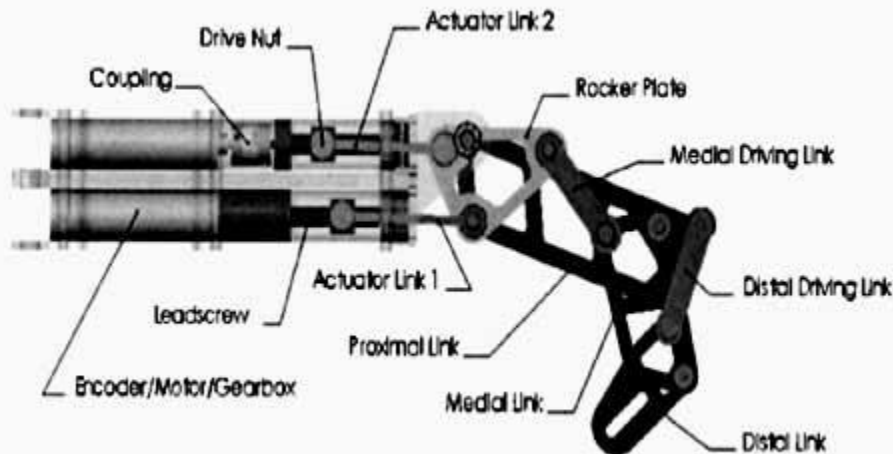
La Biomecánica estudia la mecánica y los alcances de los movimientos humanos. La acción de los huesos y articulaciones es un sistema de palancas complejo, de ahí que este aspecto de la movilidad corporal se conoce como Biomecánica. La Biomecánica incluye el rango, fuerza y velocidad de los movimientos humanos, así como la composición y respuesta del cuerpo a fuerzas físicas como la aceleración y la vibración. Los datos biomecánicos son útiles en el diseño de controles y herramientas, en la distribución espacial del trabajo y en la protección del personal contra las fuerzas mecánicas.

¿Cómo se ha abordado el problema previamente (análisis histórico) por otro y por ti (si ya has trabajado en el tema)? (Estado del Arte)

- La mano de Canterbury

Es una prótesis que usa eslabones mecánicos los cuales actúan sobre los dedos de forma similar a la mano humana. Cada dedo de la mano tiene 2.25 grados de libertad, y se pueden extender los cuatro dedos a la vez.

El movimiento en los dedos es generado con motores DC con una reducción a través de engranes que usan una relación de transmisión de 16:1. A demás cada dedo cuenta con cuatro sensores de presión, dos motores DC y un sensor de efecto Hall, a excepción del dedo pulgar que cuenta con solo un motor DC y tres sensores de fuerza



En la palma se encuentran los motores encargados de cerrar y abrir todos los dedos y de la rotación del pulgar, por lo que posee dos motores, dos encoders, dos sensores de efecto Hall y dos sensores de presión. Se emplea un sistema de control PsoC para la posición y velocidad de las articulaciones, entretanto para las demás relaciones cinemáticas se usa una computadora por aparte. El manipulador más avanzado de esta mano ha sido desarrollado en Universidad de Reading, Inglaterra. Este propone el uso de cables Bowden para el accionamiento de cada dedo, simplificando así el control de la mano al quitar los acoples entre juntas. Además, se incluyeron sensores al final de cada dedo para optimizar la precisión

en la sujeción.

- **Mano robótica UTA-MIT**

Desarrollada en 1984 por Jacobson, Wood y Biggers, cuenta con tres dedos y un pulgar, cada uno de estos con cuatro grados de libertad. Consistía en un sistema de cilindros neumáticos que proporcionaban movimiento preciso para las articulaciones, así como trayectorias adecuadas para la manipulación de los objetos



**¿Cuáles son las ventajas, desventajas y limitaciones de esos acercamientos?**

Estas prótesis como otras muchas ofrecen ventajas y desventajas relacionadas con la durabilidad por el material con el que están elaborados, grado de realismo y semejanza al miembro perdido y el precio al cual está disponible el biodispositivo

**¿Cuál es el área de oportunidad (el hueco en el conocimiento) que dará lugar a la propuesta de este trabajo?**

Se han encontrado diferentes áreas de oportunidad para dar lugar a nuestra propuesta, pero una de ellas es la comodidad que le podrá causar nuestro diseño a los pacientes que lleguen a utilizarla, buscamos que el dispositivo sea lo más cómodo y de un uso simple para el paciente.

- **Antecedentes**

El uso de sistemas protésicos torácicos se comenzó a utilizar desde aproximadamente el año 300 a.C. habiéndose encontrado un ejemplar en una tumba de Capua (Italia) atribuida a los etruscos. En el año 1509 el caballero alemán Götz Von Berlichingen usaba una prótesis llamada mano de hierro Götz, pesaba 1.4 Kg y tenía articulaciones en los dedos que permitían empuñar una espada o lanza; la posición de los dedos era determinado por un sistema de diez ruedas mecánicas. Es un artilugio conservado en el museo de Nürnberg y aún funciona. En el siglo XVI, un médico militar francés de nombre Ambroise Paré, desarrolló un brazo artificial móvil al nivel del codo, llamado “Le petit Loraine”, el

mecanismo era relativamente sencillo tomando en cuenta la época, los dedos podían abrirse o cerrarse presionando, además de que constaba de una palanca por medio de la cual el brazo realizaba la flexión o extensión a nivel del codo. Al año de 1851, un protesista francés inventó un brazo artificial formado por una mano de madera anclada a un soporte de cuero que se fijaba firmemente al muñón; los dedos estaban semi-flexionados, el pulgar giraba sobre un eje y podía presionar con fuerza sobre la punta de los otros dedos gracias a una potente banda de goma; esta pinza del pulgar se accionaba gracias a un mecanismo oculto desde el hombro contra lateral. En la actualidad, las prótesis de miembros superiores pueden ser clasificadas en pasivas y activas. Las primeras son las conocidas también como estéticas, las cuales tienen como principal objetivo restablecer la apariencia cosmética del miembro perdido, aunque carecen de movimiento

### 3. - Hipótesis

Considerando los antecedentes y el estado del arte, ¿Cuál es la aportación creativa e novedosa que se propone para abordar el problema? ¿Cómo se cree se puede resolver? ¿Cuál es la pregunta a resolver?

Comparando algunos de los antecedentes, nuestra propuesta aportará una mayor comodidad y será algo novedosa por el tipo de materiales que usaremos para su fabricación así como la funcionalidad que le buscamos dar con el uso de un controlador para manejar el movimiento.

### 4. – Propuesta (Concreta)

A la luz de los antecedentes, el estado del arte, las áreas de oportunidad descubiertas y la hipótesis formulada, ¿Qué se hará - *Grosso modo* (La Idea)? ¿Cómo se solucionará el problema?

A lo largo de la realización de este proyecto nuestro equipo busca cumplir con diferentes objetivos, el primero de ellos es poder aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra carrera en formación para ingenieros y más específicamente los conocimientos obtenidos en esta materia gracias a las investigaciones realizadas. El otro objetivo que se quiere cumplir es hacer una prótesis de dedo.

Nuestro equipo pretende desarrollar una prótesis de dedo como proyecto de esta materia, lo cual además de cumplir con el mencionado proyecto se espera poder aportar una contribución a la vida de alguna persona que haya perdido la extremidad antes mencionada, de modo que, de alguna manera nuestra prótesis ayude a alguna persona que haya pasado por esta situación, la cual tenemos en cuenta lo duro que puede ser superar una situación así, por lo que nuestra intención es que esta persona pueda o le sea más sencillo llevar una vida normal así como realizar sus acciones del día a día con toda normalidad con ayuda de la prótesis.

Se busca que nuestra prótesis sea precisa y altamente funcional sin llegar a ser incómoda, por lo que, nos gustaría implementar un diseño hecho en base de impresión 3D (hecho en resina

por ejemplo) y con un movimiento accionado electrónicamente el cual pueda ser controlado por algún microcontrolador (como Rasperry Pi, Arduino, etc.) y utilizando algún lenguaje de programación como Python.

## 5. - Objetivos

### Objetivo General:

¿Qué se hará?, concreto, específico y acotado en alcance y tiempo

Se desarrollará una prótesis de dedo índice la cual pueda desempeñarse en sus movimientos y ergonomía como un dedo índice real y así poder de cierta manera sustituir artificialmente esta extremidad debido a la ausencia de esta. Se busca hacer uso de un diseño no complicado ni robusto el cual sea completamente funcional y estético, lo realizaremos mediante impresión 3D a base de resina para así poder darle un acabado mas pulido. Mientras que para la parte que hará que la prótesis sea precisa y funcional se implementara un diseño electrónico controlado por algún microcontrolador programado en el lenguaje de programación de alto nivel Python. El tiempo para cumplir con nuestro objetivo es de aproximadamente dos meses hasta su entrega final.

### Objetivos Específicos (Actividades Concretas):

- a) Preparar.
- b) Evaluar.
- c) Sintetizar.
- d) Medir.
- e) Comparar.
- f) Examinar.

- a) Investigar y analizar la información recabada sobre el dedo índice y sus movimientos.
- b) Se selecciona que tipo de prótesis queremos desarrollar y el método para llegar a ella mediante la selección de los componentes que serán necesarios así como el proceso de armado para su desarrollo final.
- c) En base a la información y conocimientos que se tienen se llega a una reflexión de lo que se tiene y se pasa al desarrollo donde se fundamenta lo adquirido anteriormente.
- d) Efectuar mediciones necesarias para cada articulación del dedo, así como también de los de los grados de libertad de cada movimiento que efectúa el dedo.
- e) Hacer una proposición de un diseño final ya establecido y en base a eso obtener un diseño mejor y más optimizado.
- f) Llevar a cabo una vista a profundidad del proyecto para así poder notar sus deficiencias y así poder corregir en caso de ser necesario y de no serlo ver simplemente que se puede mejorar.

\* Son acciones; verbos que impliquen realizar alguna actividad.

## 6. – Metodología (¿Cómo?)

### ¿Qué actividades se llevarán a cabo para cumplir los objetivos?

Para empezar se recaba la información necesaria acerca de los movimientos de un dedo, y más específicamente del dedo índice, a su vez también se lleva a cabo una investigación sobre mecanismos utilizados en este tipo de prótesis, se investiga también sobre las prótesis mismas y los tipos de métodos de fabricación que son empleados en estos casos. Después de esta fase de investigación se decide con que tipo de prótesis, que tipo de mecanismo y que método para fabricarlo se va a implementar en nuestro proyecto siempre teniendo en cuenta el tiempo y los recursos disponibles.

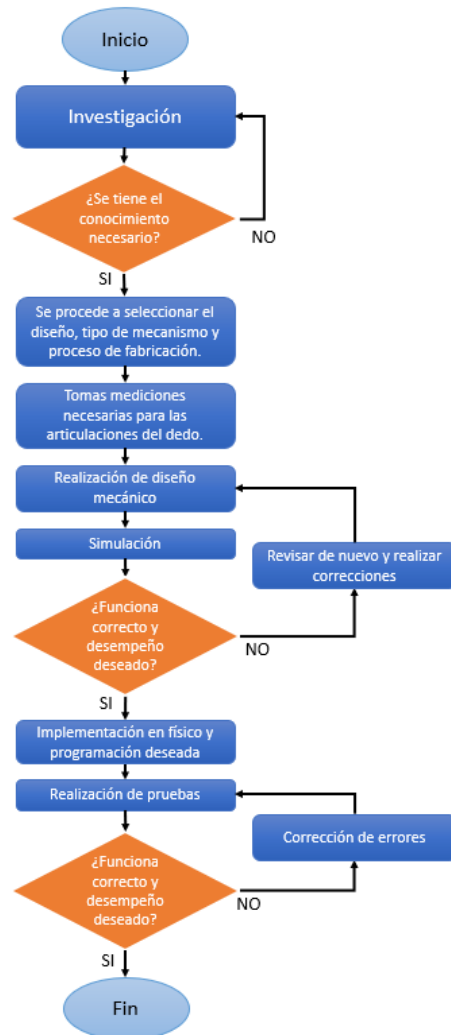
Una vez teniendo en cuenta el diseño mecánico propuesto terminado para la prótesis, para el cual se habrán recabado las medidas de dedos índice reales, y habiendo llegado a tener ya un modelo en mente con las medidas ya especificadas se puede proceder a la realización en físico del diseño mediante la impresión 3D a base de resina.

En este punto donde ya se tiene la estructura de nuestra prótesis de dedo es cuando se puede empezar a implementar el mecanismo en físico y a trabajar con la parte electrónica la cual será la que controlara nuestra prótesis, luego habiendo realizado esta parte se pasa a trabajar con la programación que se encargará de tener un control correcto de la prótesis y ver que cumpla de la mejor manera con los movimientos necesarios para el dedo índice.

Por ultimo se realizan pruebas de uso para corroborar que no haya algún error o falló en la prótesis y así llegar a una versión completa y final.

### Diagrama de flujo del proceso (Ejemplo)





## 7. – Equipos e Infraestructura

### ¿Qué se utiliza o necesita?

Para la implementación en físico de nuestro proyecto necesitaremos primeramente el material para la impresión en 3D de la estructura de la prótesis el cual será la resina para así lograr una mayor estética, luego se utilizarán servomotores para la parte mecánica que se encargará de los grados de libertad que serán necesarios para cada movimiento del dedo índice en nuestra prótesis, después será necesario desarrollar el programa requerido para el funcionamiento y control de la prótesis y por último se hará uso un controlador como el Rasperry Pi el cual es una tarjeta de desarrollo basada en un microcontrolador.

## 8. - Índice Tentativo de la Tesis

Agradecimientos

Prologo (Opcional)

Índice

Abreviaciones

Resumen

1. Introducción (Motivación y Justificación)

2. Antecedentes y Estado del Arte

3. Hipótesis y Objetivos

4. Sección Experimental

4.1. Materiales

4.2. Procedimiento Experimental

4.3.1. Sección 1

4.3.2. Sección 2

4.3. Técnicas de Caracterización

5. Resultados y Discusión

5.1. Sección 1

5.2. Sección 2

5.3. Discusión Global (Opcional)

6. Conclusiones y Perspectivas

Referencias

Apéndices

## 8. - Cronograma

Actividad	Trimestre			
	1	2	3	4

## 9. – Referencias

Bonilla, I., Pavajeau, A., & Perez, W. (13 de Junio de 2019). *Repositorio Institucional Universidad Piloto de Colombia*. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5323>

---

## Buscadores Bibliográficos

Google Académico (Artículos y Patentes)

<https://scholar.google.com/?hl=es-419>

Bases de Datos de la UANL(Artículos)

[http://www.dgb.uanl.mx/?mod=bases\\_datos](http://www.dgb.uanl.mx/?mod=bases_datos)

Ingeniería y Ciencias Exactas

<http://www.dgb.uanl.mx/?mod=exactas>

EBSCO

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/search/advanced?sid=ae55a538-bcad-4f1c-b66b-04d953f458fd%40sessionmgr4005&vid=0&hid=4204>

Science Direct

<http://www.sciencedirect.com/>

Scopus

<https://www.scopus.com/>

Web of Science

[http://apps.webofknowledge.com/UA\\_GeneralSearch\\_input.do?product=UA&search\\_mode=GeneralSearch&SID=2DLmUI2wjRotHdXRvfF&preferencesSaved=](http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&SID=2DLmUI2wjRotHdXRvfF&preferencesSaved=)

EPO (Patentes)

<http://www.epo.org/searching-for-patents/technical/espacenet.html#tab1>

---

## Administrador de Bibliografía

Mendeley (Gratis)

<https://www.mendeley.com/>