

## **“Diseño y fabricación de una prótesis de dedo índice para la evaluación de biomecánica”**

Propuesta de Investigación  
por:

Isaac Estrada García

Supervisado por:

Dr. Juan Francisco Luna Martínez

Equipo 3:

Jorge Fuentes, Adán Briones, Arely Cabrera, Reyna Fernández, Romano Villareal

## Contenido

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

**Keywords:** ferro-fluido, mini-transformador, diseño, eficiencia, síntesis.

Centro de Innovación, Investigación y Desarrollo en Ingeniería y Tecnología, 26/sep./2018

## 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**

Nuestra propuesta de proyecto es el diseño y fabricación de una prótesis de dedo índice con el conocimiento previo adquirido durante nuestras investigaciones a lo largo del curso sobre la fisiología de la mano, así como el diseño CAD, electrónica, y mecánica clásica que obtuvimos en cursos anteriores, la cotización y ventajas de los materiales de bajo costo, así como también nuestro conocimiento sobre programación y microcontroladores para emplearlos en este proyecto. Se espera que se pueda demostrar nuestra aplicación de conocimientos en una prótesis de dedo índice funcional y sin mucho margen de error en sus movimientos.

Los materiales que se utilizarán para el aspecto mecánico será madera MDF, debido a que es un prototipado rápido, y éste será cortado con láser, y servomotores que unirán la parte mecánica con la eléctrica. Y finalmente un arduino para el sistema de control de la prótesis.

Se comprobará la hipótesis al comparar los costos invertidos en este proyecto con los que ya existen, como lo son aluminio, acero inoxidable, impresión 3D, así como los distintos dispositivos electrónicos y de control empleados. Igualmente se probará en algunos de los integrantes de nuestro equipo para ver la funcionalidad del mismo, así como la comodidad de éste.

La aportación que se espera de este proyecto además de intentar optimizar prótesis que ya existen y ver si se pueden hacer de forma más barata “hacerla más accesible para todos” es fomentar el gusto por la investigación, el apoyo a las diferentes ramas de la ingeniería y medicina para que más gente de ideas y de esa forma quizá encontrar mejores talentos o diseños de prótesis

## 1. - Introducción (Motivación y Justificación)

¿Cuál es el problema que se desea resolver?

El problema que se desea resolver es dar una mejor calidad de vida a los adultos, mayores de 20 años, que se lesionaron las manos y tuvieron la pérdida uno de sus dedos, o parte de

ellos en la industria, por enfermedad o incluso de nacimiento.

### **Motivación y Justificación al tema**

El riesgo en la industria afecta directamente en la salud de los trabajadores en todo el mundo. La Organización Mundial del trabajo [N] indica una pérdida económica del 4% del PIB y 2.3 millones de víctimas. En México, estadísticas del IMSS [M] indican que las amputaciones traumáticas de muñeca y mano representan la segunda causa de incapacidad permanente.

En 2007, se presentaron 261 244 accidentes de trabajo, a personas entre 20 y 29 años en su mayoría; las principales lesiones se encontraron en la mano: amputaciones, traumatismos, desgarros y fracturas de mano afectaron a un 35.3% de los trabajadores, según estudios de Fernández D'Pool y Montero Venezuela. Donde el 72% de las veces afectaron en los dedos, el 22% en las manos y el 6% en las muñecas.

Nos motiva que, aunque no pudimos evitar los diferentes accidentes por los que pasaron, podemos apoyarles a que realicen sus actividades cotidianas con mayor facilidad a partir de la amputación de alguna parte o varios de sus dedos gracias a prótesis electromecánicas. Ya que, de acuerdo con la ley, éstos deben de recibir atención médica de forma gratuita por parte de la empresa pero no en todas las ocasiones se les brinda un “reemplazo” a la extremidad perdida.

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

El tema es interesante e importante ya que conforme a los avances que se hagan en este tipo de proyectos ayudarán a la humanidad a poder reestablecer a la normalidad o al menos la funcionalidad si es que se pierde alguna extremidad, Vale la pena estudiarlo porque este tipo de problemas o buenas situaciones han existido desde siempre y ha afectado a la industria en cierto nivel desde que fue la revolución de la tecnología porque los accidentes pasan y la maquinaria pesada puede literalmente destrozar a una persona si no se tiene cuidado, teniendo en cuenta esto si podemos avanzar mas en este tipo de temas y tecnologías podemos reducir el sufrimiento de las personas y la industria.

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

La problemática planteada en este proyecto es el reto del diseño y fabricación de una prótesis de dedo índice, en el curso de biomecánica es lo que esperábamos al escuchar el nombre de la materia, por lo tanto, nuestra motivación radica en adquirir conocimiento sobre todo este proceso de fabricación que conlleva el área de las prótesis, esto es interesante, ya que en el campo de la medicina esta aplicación siempre está en constante innovación y buscando alternativas más eficientes en los diseños existentes. Es por esto, que debemos empezar a tener unas bases en esta área de la ingeniería para poder estar a la altura una vez que egresemos.

Nuestra aportación a la comunidad será la experiencia que ganaremos en la realización de este proyecto, en caso de que sea uno de los mejores del curso, si el catedrático lo requiere, se donará para demostración de cursos posteriores de la materia de biomecánica.

## **2. - Antecedentes y Estado del Arte**

- **Antecedentes**

### Conocimiento básico necesario para abordar el tema

La mano humana realiza principalmente dos funciones; la prensión y el tacto, las cuales permiten al hombre convertir sus ideas en formas (movimientos, manipulación, etc.), adicionalmente la mano añade expresión a las palabras, como en los casos del escultor o de los sordomudos. El sentido del tacto desarrolla totalmente las capacidades de la mano, sin este sería imposible medir la fuerza prensora. Por último, es importante mencionar que el dedo pulgar representa el miembro más importante de la mano, sin este la capacidad funcional de la mano se reduce en cerca de un 40.

Las manos forman parte de las extremidades del cuerpo humano, abarca desde la muñeca hasta la yema de los dedos en los seres humanos, son prensiles y tienen cinco dedos cada una. Son el principal órgano para la manipulación física; la punta de los dedos contiene algunas de las zonas con más terminaciones nerviosas del cuerpo humano; son la principal fuente de información táctil sobre el entorno, por eso el sentido del tacto se asocia inmediatamente con las manos.

En la mano hay 3 tipos de huesos principales, que son los siguientes:

- Falanges. Son los 14 huesos que se encuentran en los dedos de cada mano y también en los dedos de cada pie. Cada dedo tiene 3 falanges (distal, media y proximal). El pulgar solo tiene 2 falanges.
- Metacarpianos. Los 5 huesos que componen la parte media de la mano.
- Huesos del carpo. Los 8 huesos que forman la muñeca. Las 2 filas de huesos del carpo están conectadas a los 2 huesos del antebrazo: el radio y el cúbito.

En el interior de la mano, se puede encontrar una gran cantidad de músculos, ligamentos, tendones y vainas. Los músculos son estructuras que pueden contraerse, lo que permite el movimiento de los huesos de la mano. Los ligamentos son tejidos fibrosos que ayudan a mantener unidas las articulaciones de la mano. Las vainas son estructuras tubulares que rodean parte de los dedos. Los tendones conectan los músculos del brazo o de la mano con el hueso, lo cual permite el movimiento, y por lo general pasan por el interior de las vainas.

Además, dentro de la mano hay arterias, venas y nervios que suministran el flujo sanguíneo y la sensibilidad en los dedos y en toda la mano

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

Sustituir por pérdida alguno de los miembros humanos por dispositivos es un acontecimiento que ha venido sucediendo desde hace más de dos mil años. Durante el siglo XX, el objetivo de que los amputados regresaran a la vida laboral, orientó en gran medida las innovaciones presentadas a lo largo de los años. Inicialmente el objetivo propuesto es alcanzado por el médico francés Gripoulleau, quien fabricó distintos accesorios que podían ser utilizados como unidad terminal. En 1912, Dorrance, en los Estados Unidos, desarrolló una unidad terminal llamada Hook que puede abrirse y cerrarse activamente mediante

movimientos de la cintura escapular combinado con un tirante de goma.

La prótesis con mando mioeléctrico tiene su origen en Rusia durante la década del 60. Esta opción protésica basa su control en los pequeños potenciales eléctricos extraídos de las masas musculares del muñón, siendo conducidos y amplificados para energizar y obtener el movimiento de la misma. A finales del siglo XX las funciones de las prótesis con mando mioeléctrico, estaban limitadas al cierre y apertura de una pinza. Las diferencias entre los distintos modelos encontrados en el mercado consisten en el tipo de control que emplean, pero la mayoría realiza básicamente las mismas funciones.

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

Las ventajas de utilizar dichos elementos electrónicos, materiales y tipos de mecanismos son los que creemos que son de vanguardia o de un nivel de gama media-alta, sin embargo, la desventaja que vemos es que la falta de tiempo, costo e implementación van hacer un problema, por lo tanto, debemos buscar alternativas funcionales en base a este conocimiento adquirido para poder aplicar una especie de variante de bajo costo, gama baja para un proyecto universitario.

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

El área de oportunidad sobre nuestra investigación es la implementación de la creación de una prótesis de dedo de bajo costo con un mecanismo plausible en dónde se pueda demostrar su implementación funcional.

## 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?

¿Se podrá crear una prótesis de dedo índice de bajo costo y funcional?

La manera que abordaremos esto es con materiales de bajo costo como madera, dispositivos electrónicos genéricos y accesibles en el mercado, así como un ensamblaje práctico en un taller básico. Nuestra aportación creativa esperamos que sea un diseño que pueda emplear dichos materiales de una manera donde la estética sea atractiva para la vista y su funcionalidad no se vea comprometida.

## 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?

Se busca la aplicación y demostración de nuestros conocimientos sobre prótesis en la creación de una prótesis de dedo índice.

## 5. - Objetivos

### Objetivo General:

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

Diseñar y crear un prototipo de prótesis electromecánica del dedo índice para personas mayores de 20 años

### Objetivos Específicos (Actividades Concretas):

- a) Investigar los estándares de longitud de los dedos índices, masculinos y femeninos
- b) Evaluar los materiales de acuerdo a la calidad y el costo de los mismos.
- c) Medir las variables principales: velocidad angular, momento de torsión, torque, fuerza de presión.
- d) Realizar un modelo CAD del proyecto.
- e) Construir físicamente la prótesis del dedo índice utilizando el método de prototipado rápido.

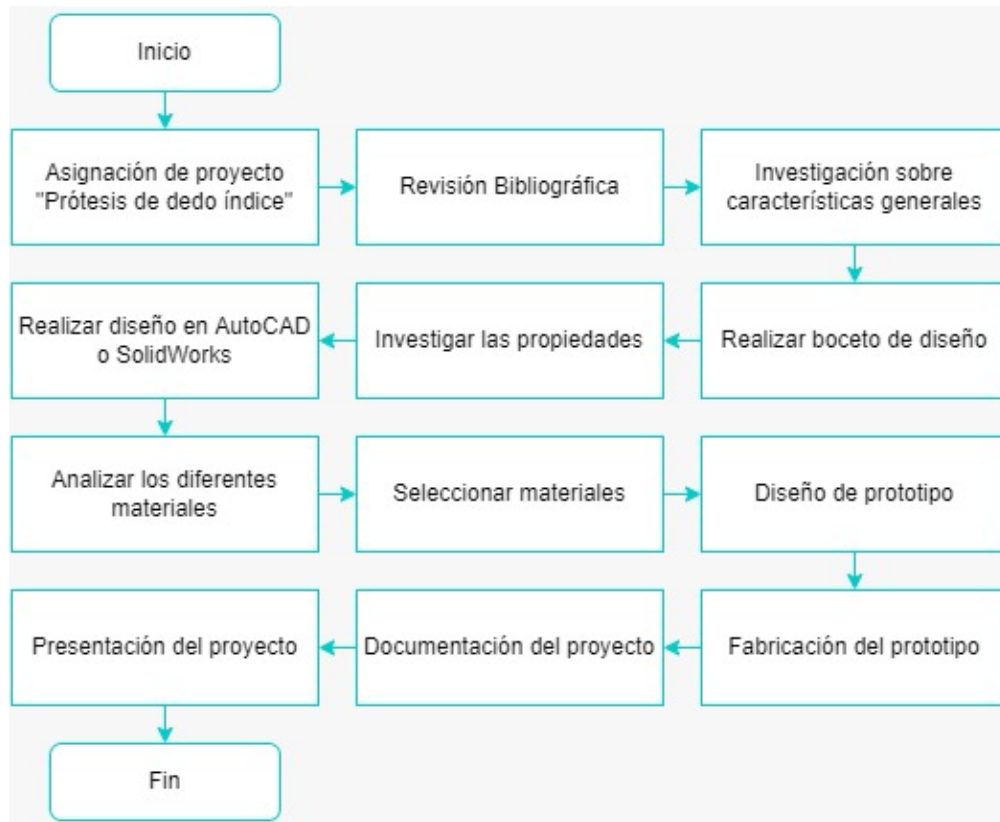
\* Son acciones; verbos que impliquen realizar alguna actividad.

## 6. – Metodología (¿Cómo?)

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

### Diagrama de flujo del proceso (Ejemplo)

Las actividades para llevar a cabo este proyecto se desglosan en el siguiente diagrama de flujo sobre el proceso que estaremos realizando:



## 7. – Equipos e Infraestructura

### ¿Qué se utiliza o necesita?

- Computadora.
- Software de diseño CAD (AutoCAD, SolidWorks).
- Impresora 3D + sus componentes necesarios para la impresión.
- Microcontrolador (ATMega328p).
- Taller de carpintería.
- Inventario de diferentes medidas de madera.
- Componentes electrónicos, como cables para las conexiones, motor de bajo voltaje, etc.
- Componentes mecánicos, como engranes, etc.



## 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
Cálculos y diseño mecánico y eléctrico				
Implementación física				

## 9. – Referencias

---

### 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>

[N]

[chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://revistamedica.imss.gob.mx/editorial/index.php/revista\\_medica/article/viewFile/1928/2439](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://revistamedica.imss.gob.mx/editorial/index.php/revista_medica/article/viewFile/1928/2439)

[M] <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/3560>

---

## Administrador de Bibliografía

Mendeley (Gratis)

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