

“Diseño y fabricación de una prótesis de dedo ”

Propuesta de Investigación
por:

Eimie Carolina Pereda Sánchez
Gloria Rosalía Domínguez Azueta
Luis Lauro García Hernández
Jorge Luis Ávila Hernández

Supervisado por:

Ing. Isaac Estrada García

Contenido

Resumen	3
1. - Introducción (Motivación y Justificación)	3
2. – Antecedentes y Estado del Arte	3
3. - Hipótesis	8
4. – Propuesta (Concreta)	8
5. - Objetivos	8
6. – Metodología (¿Cómo?)	9
7. – Equipos e Infraestructura	9
8. - Índice Tentativo de la Tesis	10
8. - Cronograma	10
9. - Referencias	11

Keywords: prótesis, miembro superior, dedo índice, diseño

Centro de Innovación, Investigación y Desarrollo en Ingeniería y Tecnología, 23/sep./2022

Resumen

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

Se propone la realización de un dedo índice de mano derecha como prótesis y con ello poder aplicar electrónica y programación, así mismo el querer crear e innovar en el diseño para que el dedo parezca lo más humano posible.

¿Qué materiales o herramientas se utilizarán y por qué?

De herramientas usaremos lenguaje de programación en C y se usara un microcontrolador para poder realizar los movimientos del dedo así mismo engranes impresión en 3D esto para facilitar el diseño y poder ubicar bien la parte de electrónica.

¿Cómo se comprobará la hipótesis (Metodología)?

Primero que nada, con el microcontrolador se programa el dedo y se hará un prototipo para ver si lo aplicado sirve para después darle un acabado en limpio y quede bien el diseño.

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

En la ciencia sería el poder innovar en parte al diseño para que cada vez los dedos parezcan más humanos y no robóticos y a la comunidad el poder devolverle una sonrisa o simplemente apoyar a esa gente que no tiene un dedo y quiere recuperarlo y lo quiera tener bien.

* Se escribe preferentemente al final

1. - Introducción (Motivación y Justificación)

¿Cuál es el problema que se desea resolver?

Amputaciones de dedo índice

Motivación y Justificación al tema

En la industria existen gran cantidad de actividades laborales que conllevan riesgos para la integridad física de los trabajadores. Nos motiva el poder aportar una solución a la amputación de dedo para cierto sector poblacional con el diseño funcional a trabajar.

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

Es interesante porque muchas de las veces cuando se diseña una mano se puede observar una gran área de oportunidad en el diseño de los dedos

Vale la pena estudiarlo porque nos permitirá llevar a cabo un proceso metodológico de aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera como ingenieros mecatrónicos.

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

Será de gran utilidad para aquellas personas que como nosotros son curiosas y quisieran desarrollar su propio mecanismo basándose en el creado por nosotros, será un prototipo que pudiera ser tomado como referencia.

2. - Antecedentes y Estado del Arte

Conocimiento básico necesario para abordar el tema

Nuestro proyecto se basa en la realización de una prótesis de un dedo, para esto primero debemos saber que las prótesis es un sustituto artificial de una parte del cuerpo en donde se necesita tecnología. Los conocimientos bases que debemos de tener es saber la anatomía de un dedo que en este caso es lo que haremos de prótesis, sabiendo las articulaciones y los grados de libertad que puede llegar a tener, seguiremos con saber cómo debemos de programar un microcontrolador en este caso pensamos utilizar el Arduino, algún microcontrolador o Raspberry Pi. Al momento de estar programando es importante que sepamos y calculemos cuáles serán los ejes en que se moverán que en nuestro caso se designan como grados de libertad. Para este proyecto es importante que tengamos conocimiento en el área de diseño como Solidworks, ya que nos servirá para realizar nuestra prótesis en 3D y que sea hecha a nuestro gusto y como la tenemos planeada. Por último, tendremos que aplicar conocimientos de electrónica para conectar los componentes que ya tenemos previstos usar y también el pasar el código que hicimos.

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

En el trabajo tenemos como referencia tener 2 grados de libertad, para esto necesitamos conocer cuáles son los movimientos y las articulaciones por las que está formada un dedo de la mano. Para poder tener esta información se necesita abordar temas de anatomía donde logremos entender todo lo que un dedo humano puede hacer.

La siguiente imagen se puede apreciar lo mencionado anteriormente:

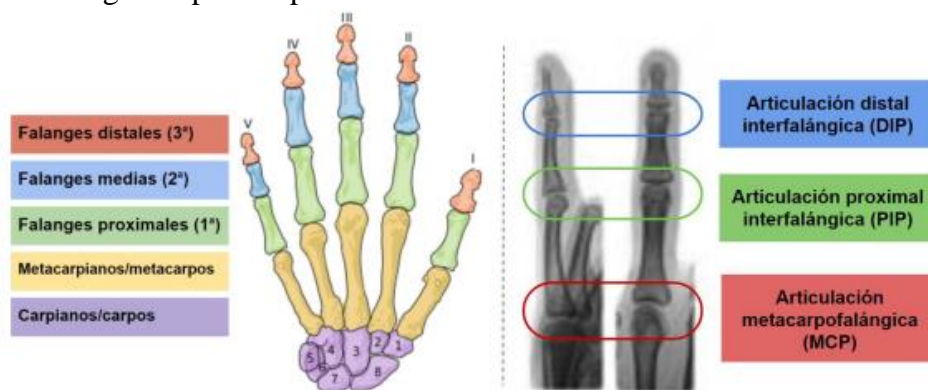


Figura 01: Numeración de dedos y denominación de los huesos de la mano [3] / Denominación de las articulaciones (válida para los dedos del 2º al 5º) [4]

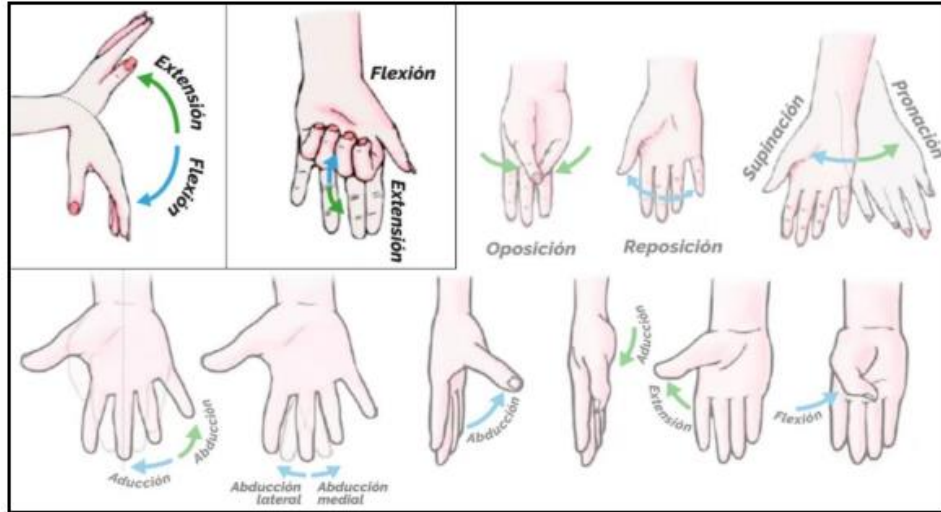


Figura 02: Principales movimientos de la mano [5]

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

Ventajas:

- Ayuda en las actividades de la vida cotidiana
- Mejora la autoestima
- Movimientos simples
- Están en constante desarrollo
- Mejoran la calidad de vida

Desventajas:

- Estética no tan favorable
- Precios elevados
- Tener que practicar para manipularla al 100%
- Movimientos no tan complejos

Limitaciones:

- No poder el dedo normalmente
- No contar con un agarre que soporte ciertos pesos
- El parecido a un dedo humano
- Solo cierto sector puede costearlo

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

Se estima que entre las amputaciones más frecuentes y probables se encuentra la pérdida de dedos tanto de manos como de pies. Según la empresa “Naked Prosthetics”, “la mayoría de las amputaciones de miembros superiores son de origen traumático y el 94% ocurren en los dedos y los metacarpianos”.

En la actualidad existe un amplio abanico de tipos y modelos de prótesis enfocadas a la mejora del día a día de las personas con falta de extremidades. En concreto, para carencias

en manos se han desarrollado multitud de alternativas, desde prótesis de mano completa hasta prótesis que únicamente sustituyen la punta de un dedo, pasando por las que tratan casos de todos los tipos variando en número y longitud de miembro ausente

El área de oportunidad que llega a tener una prótesis es muy amplia ya que el dedo es una parte muy importante para el agarre, movimiento, escribir, etc., esto hace que se cree una idea para el beneficio de la sociedad.

En los antecedentes podemos ver que data desde el antiguo egipcio un prototipo de prótesis de dedo del pie en donde se tenía un soporte de peso del 40% pero el diseño era muy avanzado para su época, hoy en día las prótesis han ido en evolución con tecnologías muy nuevas que hacen la apariencia exacta y llegan a tener los mismos movimientos que un dedo humano.

- **Antecedentes**

Probablemente sea una de las prótesis más antiguas del mundo: un dedo gordo hecho de madera con gran maestría a comienzos del primer milenio a.C. El dedo de madera creado por un artesano con buenos conocimientos de fisionomía humana tiene casi 3.000 años

El dedo artificial fue modificado varias veces por el artesano para que se adaptara perfectamente al pie derecho de la hija de un sacerdote egipcio. Fue descubierto en un entierro femenino de la necrópolis de Sheij Abd el-Qurna, en la orilla oeste del Nilo, cerca de Lúxor. Los resultados demuestran que el artesano que la creó estaba muy familiarizado con la fisiognomía humana: su técnica es patente en la movilidad de la extensión protésica y en la estructura robusta de la correa, que iba bien ceñida al pie. El hecho de que la prótesis fuera hecha de forma tan laboriosa y meticulosa indica que su propietaria valoraba la apariencia natural, la estética y también la comodidad.



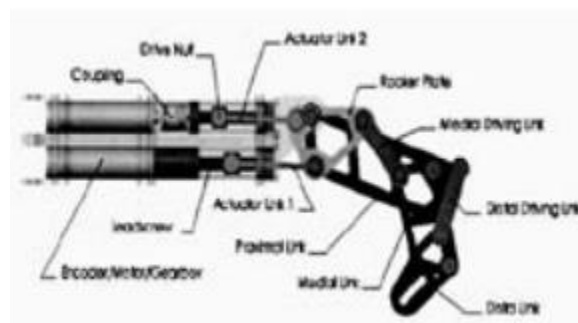
En este caso el dedo estaba construido usando tres piezas unidas, dos de madera, y la tercera posiblemente de cuero. Mediante el uso de distintos agujeros y a través de complejas técnicas difíciles de reproducir incluso hoy día se logró unir una parte a otra.

Para saber si estas prótesis primitivas fueron o no utilizadas en su día para andar, la doctora Finch realizó réplicas de los instrumentos en su laboratorio y buscó a dos voluntarios que habían perdido el dedo gordo del pie derecho para que pudieran probar si funcionaba.

"El material ha de ser capaz de soportar el peso del cuerpo y su fuerza, de forma que no se parta o rompa con el uso. La proporción es importante y la apariencia ha de ser lo suficientemente similar a una real para que sea aceptada tanto por la persona que lo porta como por los que le rodean", explica.

Según afirma el artículo, se calcula que el dedo gordo del pie soporta el 40% del peso del cuerpo y es el encargado de la propulsión hacia delante, aunque aquellos que no lo tienen pueden adaptarse bien.

La mano de Canterbury [Dunlop, 2003] utiliza eslabones mecánicos movidos directamente para actuar los dedos en forma similar a la mano humana. El movimiento directo de los eslabones se utiliza para reducir los problemas que presentan otros diseños de manos. Cada dedo de esta mano tiene 2.25 grados de libertad, la parte fraccionaria se debe al mecanismo para extender los dedos que es compartido por cuatro dedos. Los motores de corriente directa tienen una reducción por engranes 16:1, su tamaño es de 65 mm de largo y 12 mm. de diámetro.



Los dedos cuentan con sensores de presión en cada articulación y en la punta de los dedos, lo que hace que cada dedo tenga cuatro sensores de presión, dos motores de corriente directa, dos encoders y un sensor de efecto Hall. El pulgar tiene solo un motor y tres sensores de fuerza, mientras que la palma tiene las funciones de abrir todos los dedos y la rotación del pulgar, lo cual implica dos motores, dos encoders, dos sensores de efecto Hall y tres sensores de fuerza. Todo esto da un total de 91 cables, por lo que se requirió un sistema de control distribuido utilizando un PsoC de Semiconductores Cypress. Este microprocesador actualmente solo es capaz de controlar la posición y velocidad, mientras que la cinemática y comandos complejos se calculan en una computadora.

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?

El diseño, creación, y programación del dedo artificial nos permitirá entender mejor el funcionamiento de los órganos del cuerpo humano así como también las porciones que tienen estos (dedos) y una vez finalizado, seremos capaces de plantear mejor la manera óptima de implantar un órgano, extremidad o porción de un cuerpo humano, pues estos son elementos que utilizamos en todo momento de nuestra vida cotidiana, laboral, académica, etcétera, los cuales a simple vista funcionan sólo con la voluntad de aquél que pueda controlarla, pero en realidad funciona a partir del uso de nervios, arterias y señales recibidas por nuestro cerebro el cual es el encargado de dar órdenes del uso de nuestro cuerpo, de tal manera que podamos ejercer los movimientos y acciones que deseemos realizar.

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 espera que el mecanismo del dedo artificial a crear tenga un comportamiento lo más parecido posible a un dedo real de tal manera que se logre este objetivo con el material el cual decidimos utilizar la resina para el diseño del mecanismo y para la programación se utilizará un microcontrolador rasperry y algunos sensores los cuales recibirán las señales del microcontrolador permitiendo así que el dedo pueda levantarse y bajarse

5. - Objetivos

Objetivo General:

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

Se va a realizar un dedo artificial el cual tendrá dos grados de libertad y será programada con un microcontrolador rasperry pi y algunos sensores con los que harán que el dedo pueda levantarse y también pueda deslizarse hacia abajo.

Objetivos Específicos (Actividades Concretas):

- a) Preparar documentación previa
- b) Evaluar alcances y limitaciones
- c) Sintetizar la metodología de trabajo
- d) Medir articulación de miembro superior para posterior análisis

- e) Comparar los resultados de precisión
- f) Examinar si el objetivo se cumple

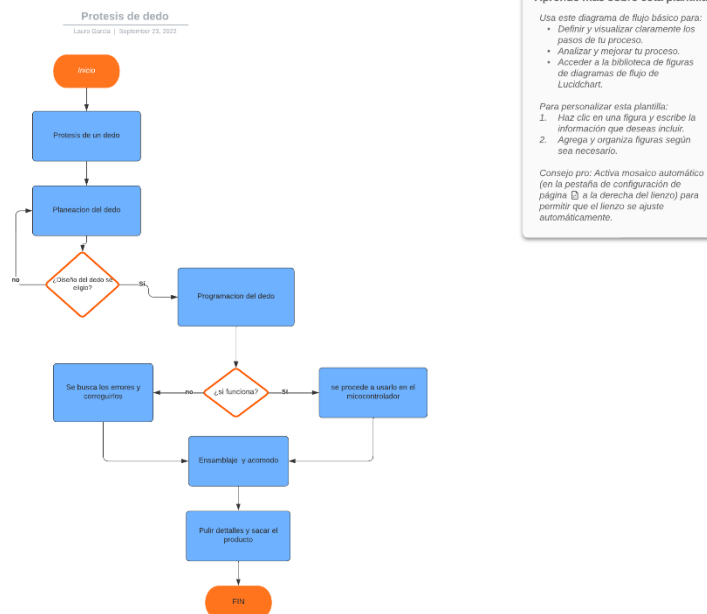
* Son acciones; verbos que impliquen realizar alguna actividad.

6. – Metodología (¿Cómo?)

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

Proponer diagramas para tener una mejor organización así mismo separar bien los puntos y distribuir bien el proyecto para que al final veamos bien lo que hizo cada quien pero todo esto equitativamente. Realizar el proceso de análisis del dedo previamente antes del diseño, posteriormente realizar los cálculos necesarios para el mecanismo.

Diagrama de flujo del proceso (Ejemplo)



7. – Equipos e Infraestructura

¿Qué se utiliza o necesita?

- Impresión 3D por disposición de hilo
- Pasadores
- Cables sensores

- Remaches
- Arduino, microcontrolador o Raspberry Pi
- Servomotor

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	5
Detallar los conocimientos previos					
Hacer la propuesta					
Investigar diseños de la prótesis					
Establecer como funcionara la prótesis					
Que materiales utilizara					
Diseñar la prótesis en CAD					
Realizar la impresión 3D					
Programación en el software					
Armar la prótesis					
Pasar la programación					
Realizar la prueba final					

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

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=

EPO (Patentes)

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

Administrador de Bibliografía

Mendeley (Gratis)

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

Artículos

Forssmann, A. (2017, 21 junio). *Sofisticación en el Antiguo Egipto: una prótesis de hace 3.000 años*. historia.nationalgeographic.com.es. Recuperado 23 de septiembre de

2022, de https://historia.nationalgeographic.com.es/a/sofisticacion-antiguo-egipto-protesis-hace-3000-anos_11639

BBC News Mundo. (2011, 15 febrero). *Los antiguos egipcios también utilizaban prótesis.*

Recuperado 23 de septiembre de 2022, de

https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/02/110214_protesis_momias_pl

Dorado, J. (2004, 18 enero). *Robótica y prótesis inteligentes.* Revista Digital Universitaria.

Recuperado 23 de septiembre de 2022, de

https://www.ru.tic.unam.mx/tic/bitstream/handle/123456789/840/art01_enero.pdf?sequence=1&isAllowed=y