

“Diseño y fabricación de prótesis electrónica funcional para dedo índice”

Propuesta de Investigación
por:

Melanie Sofía Sánchez Barbosa, Manuel Exiquio Barrera Suárez, Fátima Montserrat Castro
Nuñez, Seini Armando Ramos Durán, Emiliano Covarrubias Saldaña.

Supervisado por:

Ing. Isaac Estrada García

Contenido

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

Keywords:

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica,
23/sep./2022

Resumen

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

Una prótesis electrónica funcional (no solo estética) de dedo índice, en base a los conocimientos del equipo respecto a ingeniería, y que la propuesta dé solución a una problemática real ante las amputaciones de dicha extremidad.

¿Qué materiales o herramientas se utilizarán y por qué?

Servomotores, impresión 3D de resina, programación en Python, y tarjeta de desarrollo Raspberry Pi pico.

¿Cómo se comprobará la hipótesis (Metodología)?

En las primeras etapas de diseño se comprobará en base a algunas simulaciones, y en segundo lugar, una vez fabricadas algunas etapas en físico, comprobar la funcionalidad de la movilidad de la prótesis.

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

El aporte a la ciencia es principalmente en el ámbito de diseño, tratando de mejorar la apariencia de las prótesis, para que tengan una apariencia más “humana”; y en aspecto de la comunidad es la comodidad y seguridad que le pueda proporcionar al usuario el tener nuevamente la movilidad y funcionalidad perdida junto con la amputación.

* Se escribe preferentemente al final

1. - Introducción (Motivación y Justificación)

¿Cuál es el problema que sea desea resolver?

Diseños de prótesis de dedo con apariencia poco humana, y amputaciones de dedo índice.

Motivación y Justificación al tema

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

Tiene una gran área de oportunidad, ya que en México las amputaciones de algunas extremidades son comunes debido a las complicaciones por la diabetes. Además de que es un proyecto multidisciplinario, ya que involucra diversas áreas de la ingeniería, tal como la mecánica, biología, diseño, electrónica, y programación.

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

A la ciencia aporta y beneficia en el área de diseño, y tratar de buscar un equilibrio entre funcionalidad y apariencia, ya que en muchos casos las prótesis con la apariencia más “humana” son meramente estéticas y con prácticamente nula movilidad, pero aquellas con una mejor funcionalidad tienden a parecer más un elemento robótico y poco humano. Para la comunidad el principal aporte es las facilidades que le brinda al usuario, ya sea en comodidad, funcionalidad, e incluso autoestima.

2. - Antecedentes y Estado del Arte

Conocimiento básico necesario para abordar el tema

Dentro de los conocimientos fundamentales para la realización de este proyecto se encuentran: la anatomía del dedo índice; electrónica para el manejo de servomotores y algunos otros componentes requeridos; software de diseño, principalmente programas CAD, por ejemplo SolidWorks o Inventor Professional; manejo de impresión 3D con resina; manejo de la tarjeta de desarrollo Raspberry Pi pico; programación con Python; además de conocimientos de arquitectura de robots, para el correcto diseño de las articulaciones y lograr los grados de libertad y espacio de trabajo adecuado para que la prótesis de dedo índice sea funcional.

¿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 las últimas décadas del siglo xx y especialmente en lo recorrido del siglo xxi, se han desarrollado prótesis de mano que son muy cercanas a la funcionalidad y apariencia de una real. Esto se ha logrado gracias a los grandes avances que se han dado en los materiales, la electromecánica, la automatización y el conocimiento de la biomecánica del cuerpo humano. Una de las opciones de desarrollo que se han abordado desde la investigación y lo comercial son las prótesis sub-actuadas, por lo tanto, se propone una revisión de las principales prótesis de este tipo, presentando una corta historia y clasificación según su antropomorfismo, y su funcionalidad en la destreza y la controlabilidad

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

Ventajas

Algunas de las principales ventajas que se han tenido en los últimos acercamientos de las prótesis modernas es el uso de materiales compuestos, como lo son la fibra de carbono, la cual cuenta con una alta resistencia mecánica, además de ser ligera. En cuanto al control, una de las principales ventajas es el avance de la electrónica a una pequeña escala, donde cada vez se tienen circuitos integrados más complejos en espacios más pequeños.

Desventajas

Las principales desventajas que se presentan son los altos costos de estos nuevos materiales compuestos o la tecnología de punta y más avanzada que se requiere, ya que, aunque existen las herramientas y componentes necesarios, aún no se proceden al volumen y escala necesarios para que sean igual de accesibles para todos los fabricantes y usuarios de prótesis.

Limitaciones

Debido a las desventajas previamente mencionadas, una de las principales limitaciones son los costos y por ende la optimización. Es por esto que en ocasiones se sacrifica apariencia por funcionalidad o viceversa, pero difícilmente se tendrán ambas a un alto nivel de desarrollo. Por lo mismo, con este proyecto, se trata de encontrar un balance entre estas características y presentar una propuesta.

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

de este trabajo?

La propuesta de este trabajo es mejorar las prótesis de dedo que existen, ya que actualmente no se ven muchas de estas prótesis principalmente debido al costo, ya que para muchos trabajadores existe el riesgo de perder un dedo y debido a su sueldo, no es posible cubrir los gastos para una de estas prótesis, por lo que se busca economizar este proyecto. Otra área de oportunidad es la estética, ya que no se le suele poner tanto empeño en los detalles, por lo que las prótesis pueden quedar con un aspecto muy artificial y no natural. Además, no se implementan siempre todos los movimientos del dedo y la fuerza que se puede aplicar con este, por lo que el diseño mecánico también puede considerarse como un área de oportunidad.

- **Antecedentes**

La evidencia más antigua del uso de prótesis tiene 3000 años de antigüedad, y es de una momia egipcia, que fue encontrada con un dedo pulgar del pie hecho de madera y cuero. Así mismo, existe escritos que describen que los antiguos guerreros hacían uso de madera y metales para mejorar estéticamente la apariencia de piernas y brazos artificiales. En la edad oscura hubo poco avance en cuanto a la funcionalidad de las prótesis y éstas se enfocaron en el desarrollo estético. Durante el renacimiento y la revolución hubo avances más significativos, en esta época se ubica el cirujano francés Ambroise Paré, quien se convirtió en el padre de las amputaciones modernas y de la estilización de las prótesis, ya haciendo uso de controles para el ajuste de la rodilla. Durante la guerra civil surgió lo que se conocen como las prótesis modernas. Y hoy en día las prótesis usan cada vez materiales más avanzados, como lo es la fibra de carbono, los cuales tienen una alta resistencia mecánica y a la vez son muy ligeros, haciéndolos ideales para estas aplicaciones [1].

3. - Hipótesis

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

Aplicando los conocimientos de ingeniería electrónica, diseño, mecánica, y biología, empleando herramientas como impresión 3D en resina, programación en Python, y la tarjeta de desarrollo Raspberry Pi pico, se podrá desarrollar una prótesis de dedo índice, equilibrada entre apariencia y funcionalidad, que resuelva problemas de amputaciones, beneficiando en apariencia y movilidad al usuario.

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?

Con la realización de este proyecto se pretenden diversos objetivos, uno de ellos es el de poder aplicar los diversos conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra formación como ingenieros; el otro punto que se plantea es el de poder elaborar una prótesis de dedo.

Por lo que se pretende realizar una prótesis de dedo como producto final, esto nos servirá para poder contribuir a la vida de una personas que ha perdido la extremidad ya mencionada, que si bien, podría parecer que es sin tanta relevancia, es importante recalcar el cómo es que al perder alguna parte del cuerpo, los procesos tanto físicos como mentales son fuertes y un tanto difícil de superar, por lo que esperamos que la prótesis le ayude a alguien para poder seguir teniendo una vida normal y poder seguir con sus diversas acciones diarias.

Pretendemos que la prótesis sea con un movimiento principalmente electrónico, que el circuito utilice un microcontrolador Raspberry Pi Pico, siendo programado en Python y que está sea realizada empleando impresión 3D con resina y no con filamentos.

5. - Objetivos

Objetivo General:

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

Se busca realizar una prótesis de dedo índice la cual pueda cumplir con los movimientos de un dedo real y así sustituir artificialmente este dedo debido a la falta de este. Se propone utilizar un sistema electrónico para tener una buena precisión y se quiere lograr que la prótesis sea lo más estética posible, por lo que la realizaremos con impresión en resina, así tendremos un acabado más realista.

El objetivo es hacer una prótesis sencilla, la cual sea fácil de llegar y no requiera de mucho esfuerzo para su uso, además también se busca que sea un proyecto económico, debido al presupuesto que se tiene. El tiempo que empleará para realizar esta prótesis es de dos meses, es decir, todo el mes de octubre y el mes de noviembre.

Objetivos Específicos (Actividades Concretas):

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

- a. Estudiar y analizar la información sobre los movimientos de un dedo índice
- b. Seleccionar el tipo de prótesis que se realizará, así como el método de manufactura y el mecanismo a utilizar.
- c. Medir la longitud de cada articulación del dedo, así como también los ángulos permitidos en su movimiento.
- d. Proponer un diseño mecánico de la prótesis y optimizarlo.
- e. Diseñar un circuito electrónico y realizar la programación que permitan el manejo

- de la prótesis.
- f. Economizar el diseño.
- g. Simular y después implementar el proyecto en físico.
- h. Hacer pruebas y corregir errores.
- i. Adaptar la prótesis a una mano real.
- j. Mejorar la estética de la prótesis y mejorar su uso.

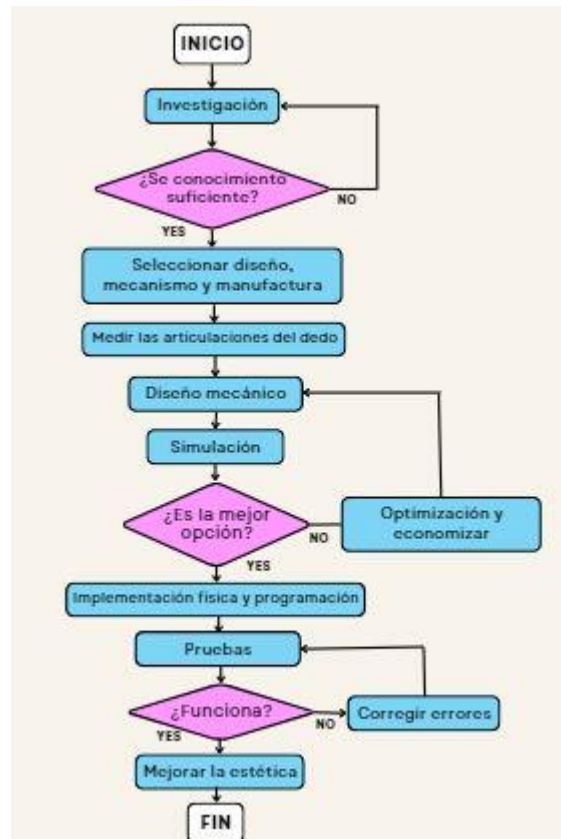
* Son acciones; verbos que impliquen realizar alguna actividad.

6. – Metodología (¿Cómo?)

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

Primero se necesita obtener información sobre los movimientos de un dedo, al igual que realizar investigaciones sobre tipos de mecanismos, tipos de prótesis y tipos de manufactura para las prótesis de mano, después se debe de seleccionar el tipo de prótesis que se realizará, al igual que el mecanismo y la manufactura que se implementarán para nuestro proyecto, tomando en cuenta el alcance y el tiempo disponible. Se debe de proponer un diseño mecánico para la prótesis y para esto es necesario hacer mediciones reales de un dedo índice, realizar una simulación de su funcionamiento y después realizar la optimización topológica necesaria; teniendo listo el diseño, podemos imprimir la pieza en impresión de resina. Cuando llegemos a este punto podemos comenzar a implementar el mecanismo físico que usaremos y a preparar el sistema electrónico que controlara a la prótesis. Se hace la programación necesaria para hacer el control correcto de la prótesis y que esta cumpla con los movimientos necesarios para el dedo. Se hacen pruebas y se corrigen errores y se prepara la versión final del proyecto, cuidando los detalles físicos de la estética del dedo.

Diagrama de flujo del proceso (Ejemplo)



7. – Equipos e Infraestructura

¿Qué se utiliza o necesita?

Para la elaboración de este proyecto se usará como controlador un Raspberry pi pico. La Raspberry Pi Pico es una tarjeta de desarrollo basada en el microcontrolador RP2040. Esta tarjeta ha sido diseñada para ser una plataforma de desarrollo muy flexible y de bajo costo. El RP2040 es un chip diseñado por Raspberry Pi que cuenta con dos núcleos ARM Cortex-M0+ que trabajan a 133 MHz, memoria Flash de 2 MB y con memoria RAM de 264 KB. También se necesitará hacer uso de servomotores los cuales serán los ángulos de libertad de este proyecto. Un servomotor es un actuador rotativo o motor que permite un control preciso en términos de posición angular, aceleración y velocidad, capacidades que un motor normal no tiene. En definitiva, utiliza un motor normal y lo combina con un sensor para la retroalimentación de posición. Pero, los servomotores no son en realidad una clase específica de motor, sino una combinación de piezas específicas, que incluyen un motor de corriente continua o alterna, y son adecuados para su uso en un sistema de control de bucle cerrado. Por lo que una definición más exacta de un servomotor sería la de un servomecanismo de bucle cerrado que utiliza la retroalimentación de posición para controlar su velocidad de rotación y posición. La señal de control es la entrada, ya sea analógica o digital, que representa el comando de posición final para el eje.

Por último, se requiere el uso de impresión 3D para fabricar las partes de nuestra prótesis de dedo, diseñadas por nosotros con el fin de generar un movimiento realista y dinámico a la hora de ejecutar o encender nuestro dispositivo.

En cuanto a software, se hará uso del lenguaje Python, ya sea con el IDE de Visual Studio Code o de Spyder.

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

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/>

Referencias

[1] PREMIER Surgical Prosthetic Center. (s.f.). HISTORY OF PROSTHETICS. Obtenido de <https://www.premierprosthetic.com/02/history-of->

prosthetics/#:~:text=Ancient%20Greece%20and%20Rome%20through,Ages%20saw%20only%20limited%20progress.