

Proyecto

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

Equipo 3

Propuesta de Investigación por:

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

Supervisado por:

Dra. Yadira Moreno Vero, Ing. Isaac Estrada García

26 de noviembre de 2022

Keywords: dedo índice, prótesis, diseño, eficiencia, síntesis, fabricación.

Nombre del Proyecto: Oak Finger.

Resumen

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 mecánico 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.

Índice

1. Introducción	3
2. Antecedentes y Estado del Arte	4
2.1. Conocimiento básico necesario para abordar el tema	4
2.2. ¿Cuáles son las ventajas, desventajas y limitaciones de esos acercamientos?	5
2.3. ¿Cuál es el área de oportunidad (el hueco en el conocimiento) que dará lugar a la propuesta de este trabajo?	5
3. Hipótesis	5
4. Propuesta (Concreta)	5
5. Objetivos	6
6. Metodología	7
7. Sección Experimental	8
7.1. Equipos e Infraestructura	8
7.2. Prototipos	8
8. Resultados y Discusión	10
9. Cronograma	12
10. Conclusiones	12

1. Introducción

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[1].

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% 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% 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.

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.

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

2.1. 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[2].

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[4]. 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.

2.2. ¿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[3].

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.

2.3. ¿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

¿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)

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

5. Objetivos

Objetivo General:

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

Objetivos Específicos:

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

6. Metodología

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

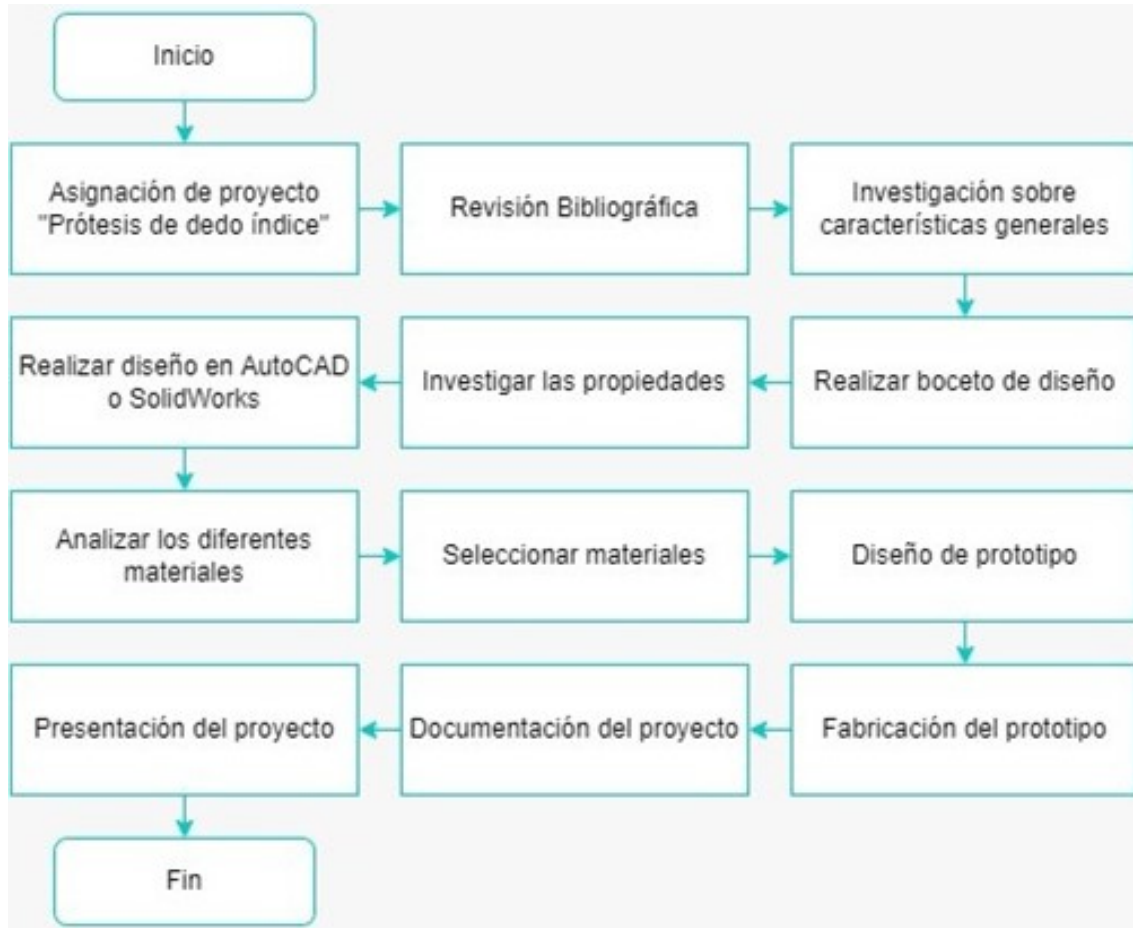


Figura 1: Diagrama del flujo del proceso.

Por lo que tuvimos que volver a rehacer el diseño a uno más básico y sencillo manteniendo la esencia del proyecto el cual era que contara con un sistema de movimiento mecánico con base en el muñón del dedo índice el cual se presenta en la siguiente figura:

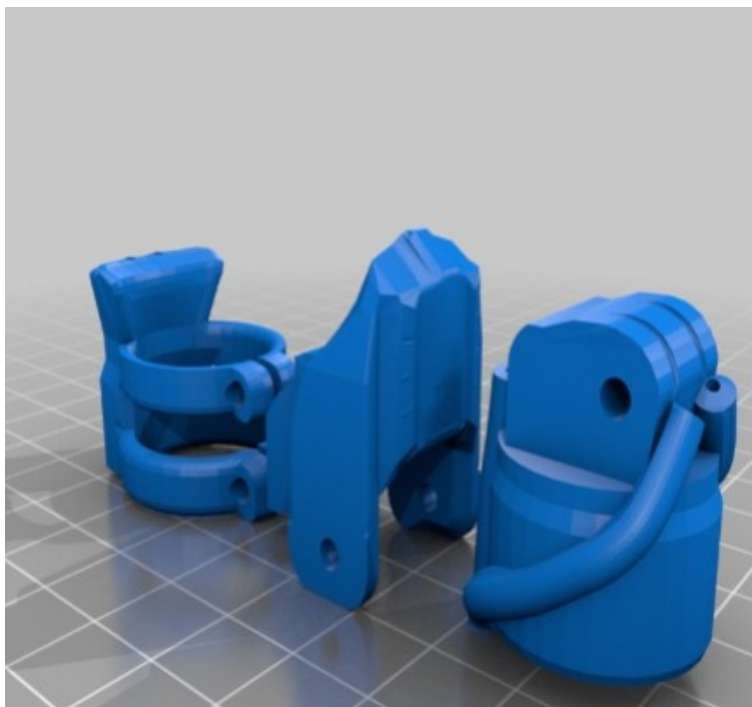


Figura 3: Diseño del segundo prototipo.

8. Resultados y Discusión

Se mandó a imprimir en 3D en material PLA, elegimos este material por su bajo costo, tener ciertas propiedades para ensambles pequeños y ser ligeramente resistente al calor y el agua. Una vez realizada la impresión podemos ver las piezas ya terminadas, se hizo inmediatamente el armado o ensamble de las piezas del proyecto. El resultado fue que obtuvimos una prótesis de dedo índice de proporción a la de un adulto joven masculino.



Figura 4: Impresión del segundo prototipo.

Como se puede observar en la siguiente figura 5. La impresión del segundo prototipo salió mucho mejor que el primer diseño que teníamos inicialmente, por lo que al momento de hacerle las pruebas del funcionamiento del mecanismo nos sentimos conformes con los resultados obtenidos, esta impresión del dedo fue a un costo accesible, sin embargo, el material PLA no es ideal para cualquier situación en la que se requiera una prótesis de dedo índice. Por lo que se debe considerar este cambio de material si queremos que sea completamente funcional, al menos, para el caso de un paciente que requiera una prótesis para una vida cotidiana normal.



Figura 5: Resultado final del proyecto.

9. Cronograma

Actividad	Trimestre			
	1	2	3	4
Cálculos y diseño mecánico y eléctrico				
Implementación física				

Figura 6: Cronograma en trimestres.

10. Conclusiones

En la creación de esta prótesis nos topamos con algunos problemas más que nada de lo que es la impresión 3D, pero supongo eso es lo interesante de lo que es la materia, donde nosotros como diseñadores tenemos que idear e implementar un diseño y encontrar el material adecuado para este mismo, ya que, además que en el proceso de creación se puede cambiar dependiendo nuestras necesidades y sobre como va a ser el funcionamiento de la prótesis, si tendrá un sistema de movimiento mecánico o un sistema de movimiento electrónico, el que nosotros seleccionamos es pensando en la facilidad de la persona para entender como funciona y que no sea tan caro para la misma, es decir, un sistema de movimiento mecánico, ya que es el que mejor se adapta a lo que queríamos lograr en nuestra hipótesis y así que las prótesis sean más accesibles a las personas en general. Cumpliendo así con nuestro objetivo final; Colocando nuestra visión a futuro, las cosas a mejorar serian principalmente en seguir mejorando el mecanismo para que sea ajustable, la calidad de los materiales empleados en la prótesis, así como lo que requiera el paciente, por ejemplo, que la prótesis sea para un uso rudo como cargar cosas pesadas, entre otros factores que a veces no cumplen estos requisitos algunos materiales de bajo costo.

Referencias

- [1] Martínez Alvarez F. Diseño y ensamble de prótesis, Febrero. 2009.
- [2] García-Córdova. Aprende solidworks, Marzo. 2011.
- [3] Pazmiño J. J. Impresiones 3d, Mayo 2016.
- [4] Guerrero González R. J. S. Fisiología del dedo e introducción al mundo de las prótesis, Febrero 2020.