



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FIME

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

Biomecanica Protesis De Mano Equipo 11 - N3

Andrik David Salas Carranza
Juan Carlos Saldaña González
Jeiddy Michel Martinez Navéjar
Ana Sofía Limón González
Joel Zuñiga Olvera
Yuliana Lizbeth Bravo Salaza
Fred Raúl Peña Mata
Raúl Alexandro Vega López

8 de septiembre de 2022

Índice

1. Resumen	3
2. Introducción	3
3. Desarrollo	3
3.1. Prótesis de mano	3
3.2. Antecedentes	3
3.3. Tipos de prótesis	4
3.4. Prótesis estéticas	4
3.5. Prótesis mecánicas	4
3.6. Prótesis eléctricas	4
3.7. Prótesis neumáticas	5
3.8. Prótesis mioeléctricas	6
3.9. Prótesis híbridas	6
3.10. costo	7
4. Simulación	7
4.1. Materiales y Herramientas	7
4.2. Componentes	7
4.3. Prótesis electromecánica	9
4.4. Mecanismos de los dedos	10
5. Conclusiones	12

1. Resumen

En este trabajo se menciona algunos puntos de importancia acerca de las prótesis de mano, entre las que se encuentran sus antecedentes, tipos, costos, etc. Además de analizar un artículo donde se haya creado una prótesis de mano

2. Introducción

Las prótesis tienen como objetivo regresar funciones que las personas pierden al amputarles algún miembro, también permitiendo un apoyo psicológico ya que da a los individuos movilidad y una mejor apariencia estética. Entre las prótesis que existen se encuentra la de mano, esta necesita para su diseño y posterior construcción el conocimiento de distintas áreas como la ingeniería mecánica y la eléctrica; especialmente del diseño de mecanismos y la programación de control.

3. Desarrollo

3.1. Prótesis de mano

Mecánica Las prótesis de mano mecánicas son dispositivos que se usan con la función de cierre o apertura a voluntad, controlados por medio de un arnés que se encuentra sujeto alrededor de los hombros, parte del pecho y del brazo.

3.2. Antecedentes

Las primeras prótesis fueron creadas 2000 A.C. en Egipto, siendo estas meramente estéticas y sin movilidad, sufre modificaciones al inicio de las guerras para darle a los soldados que no contaban con una mano una manera de sostener armas cuando lo necesitará. Para el siglo XVI surgen mayores avances simultáneamente a desarrollos médicos, se comienza a utilizar materiales como el cuero, los polímeros naturales y también madera. En el siglo XIX las prótesis se adaptan para transmisión de fuerza y el agarre de objetos, en el siglo XX se comenzó a buscar mejoras en las prótesis mediante investigaciones y diferentes modificaciones, con el objetivo de regresar las funciones necesarias para los trabajadores con amputaciones y de esta manera lograran continuar sus actividades. Las prótesis activadas por músculos del muñón surgen en Alemania durante el primer cuarto del siglo, donde utilizaron varillas de marfil que se introducían en túneles cutáneos para utilizar las contracciones musculares del cuerpo para generar una movilidad. En 1946 se desarrollan las primeras prótesis neumáticas cuyo movimiento surgía por un factor externo. En 1960 se comienzan a desarrollar prótesis que utilizaran señales mioeléctricas obtenidas de señales eléctricas que salían de la contracción muscular de los muñones amputados. Actualmente las prótesis se relacionan a los avances tecnológicos que existen, tales como la electromecánica, la automatización y la biomecánica, esto logra que a finales del siglo XX y siglo XXI las prótesis de mano sean lo más parecida a una real.

3.3. Tipos de prótesis

Para elegir una prótesis es necesario conocer las necesidades del usuario, comúnmente se toma en cuenta el nivel de amputación, la displasia, el funcionamiento de la prótesis y también el presupuesto de cada uno de ellos. Las prótesis se dividen en diferentes tipos desarrollados mediante tecnologías y conocimientos distintos.

3.4. Prótesis estéticas

Este tipo de prótesis solo son por motivos estéticos, ya que no cuentan con un movimiento y su finalidad es mejorar la apariencia del miembro amputado. Son creadas a partir de polímeros tales como el PVC, el látex flexible o la silicona, permitiendo un menor peso y mantenimiento



3.5. Prótesis mecánicas

Son diseñadas para realizar funciones básicas como lo es abrir y cerrar la mano, no son capaces de resistir objetos grandes y cuentan con movimientos imprecisos. Funcionan a través de una señal mecánica realizada por otros miembros como los codos u hombros.



3.6. Prótesis eléctricas

Utilizan motores eléctricos controlados mediante servo-contróles, pulsantes o interruptores para su funcionamiento, cuentan con diversas desventajas como lo es una difícil reparación, un alto costo y un gran peso.



3.7. Prótesis neumáticas

Las prótesis neumáticas funcionan gracias al aire dado por un compresor, dan una gran fuerza y mayor rapidez en los movimientos; sin embargo, los dispositivos que son utilizados para controlarlo y funcionar son grandes y el mantenimiento de estas prótesis es costoso y difícil.



3.8. Prótesis mioeléctricas

Permiten una mayor precisión y fuerza en comparación a otras prótesis, además de ser estéticas, por ello son las más utilizadas actualmente. Obtienen señales musculares utilizando electrodos que extraen la señal que posteriormente es amplificada, procesada y filtrada para permitir un mejor control de la pieza.



3.9. Prótesis híbridas

Se utilizan en personas con amputaciones arriba del codo, combinando el movimiento del cuerpo con el accionamiento eléctrico que tiene. Comúnmente utilizan codos accionados por el cuerpo y dispositivos mioelectricos como ganchos o manos.



3.10. costo

El costo de una prótesis varía dependiendo del tipo que se necesita, el nivel de amputación de la persona, su edad y características físicas, además de cuáles son las necesidades que busca cumplir el individuo. Aunque en la actualidad ha habido diferentes avances tanto tecnológicos como médicos no ha sido posible reducir el precio de este tipo de prótesis.

4. Simulación

Se eligió el artículo “NOZOMI”: Prótesis Electromecánica de Mano Controlada por Voz” para analizar como fue el proceso de creación de su prótesis de mano, analizando los materiales, componentes y el diseño que se propuso.

4.1. Materiales y Herramientas

Para realizar la prótesis en este proyecto se eligieron los Softwares Blender y Solidworks, el primero fue utilizado para el modelaje, mientras que el segundo para la simulación del movimiento. Posteriormente se decidió que el formato de exportación del modelo sería por STL, ya que este les facilitaba la creación del prototipo y diseños de dispositivos. Luego se decidió el plástico con el que se realizaría en la impresión 3D en este caso el PLA ya que era el que cumplía la mayoría de los requisitos que se necesitaba.

4.2. Componentes

Se definió el ambiente de desarrollo y control electrónico eligiéndose la tarjeta Arduino nano, luego de compararse las ventajas y desventajas que existían entre el Arduino Nano y el Raspberry Pi 2 Modelo B.

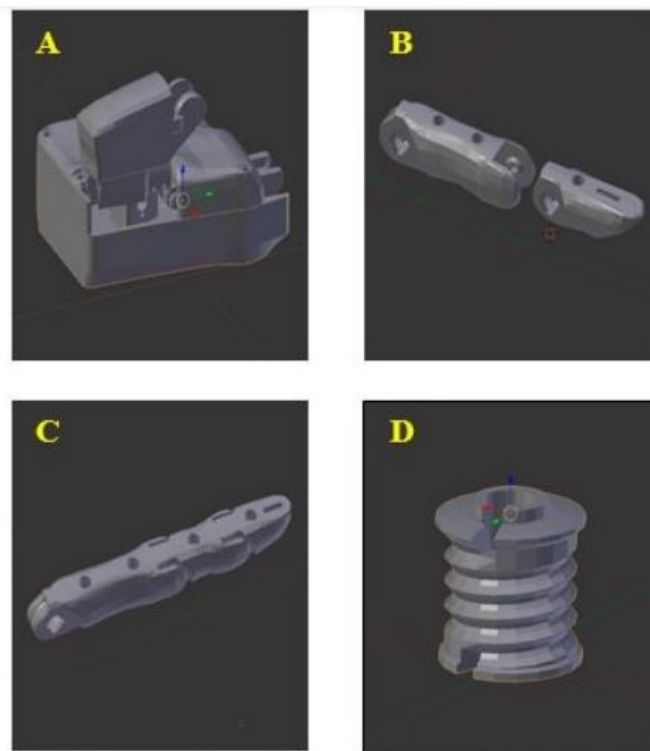
Arduino Nano		Raspberry Pi 2 Modelo B	
<i>Descripción</i>	El hardware consiste en una placa de circuito impreso con un microcontrolador, usualmente Atmel AVR, y puertos digitales y analógicos de entrada/salida, los cuales pueden conectarse a placas de expansión (<i>shields</i>) que amplían las características de funcionamiento de la placa Arduino.		Es un ordenador de placa reducida, ordenador de placa única u ordenador de placa simple (SBC) de bajo coste desarrollado en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas.
<i>Características principales</i>	El diseño incluye un microcontrolador Atmel ATmega328 con un voltaje lógico de operación de 5V (con un Vin recomendado de 7-12V), 14 pines digitales (con una corriente de 40mA cada uno I/O (6 que también brindan salida PWM) y 8 de entrada analógica, memoria flash de 16KB, memoria EEPROM de 1KB y una velocidad de reloj de 16MHz.		El diseño incluye un CPU 900MHz quad-core ARM Cortex-A7, tarjeta de video VideoCore IV 3D graphics, 1GB de RAM, 4 puertos USB, 40 pines GPIO, puerto HDMI, puerto ethernet y espacio para una tarjeta micro SD. Debido a que posee un procesador ARMv7 processor.
<i>Ventajas</i>	Es práctico para aprender electrónica y crear proyectos de robótica. Cuenta con diferentes salidas para el control de dispositivos electrónicos y circuitos integrados.		Es práctica para aprender programación y crear proyectos de procesamiento de datos. Se pueden conectar periféricos. Cuenta con sistema operativo propio. Dispone de puertos USB, ethernet y HDMI.
<i>Desventajas</i>	No tiene un sistema operativo propio. No se puede conectar a internet.		El uso de la tarjeta se vuelve complicado por las líneas de código necesarias para hacer funcionar los puertos GPIO, por ejemplo: hacer parpadear un LED.

Para el movimiento de los mecanismos de las prótesis y la creación del sistema de voz se eligieron los componentes: motorreductores Pololu 50:1, servomotor TowerPro 9g, puentes H (CI L293DD), capacitores electrolíticos SMD, el regulador de voltaje AMS1117 5.0 SMD, resistencias, el módulo de reconocimiento de voz Elechouse (V3) y una batería de Lipo.

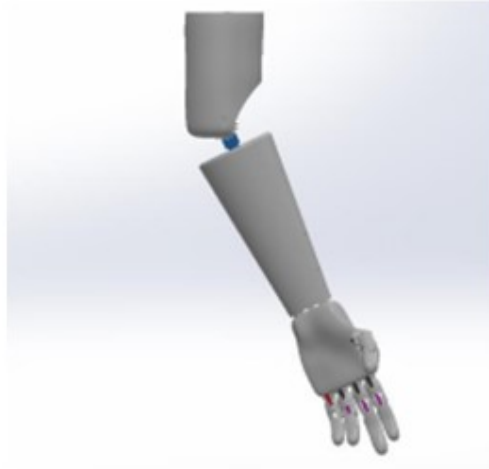
4.3. Prótesis electromecánica

Luego de la selección de los materiales, herramientas y componentes iniciaron el diseño y la fabricación de la prótesis electromecánica de mano.

Se comenzó el diseño en Blender y la movilidad se verificó en SolidWorks, luego de tener el diseño funcional se imprimió en 3D la prótesis de mano



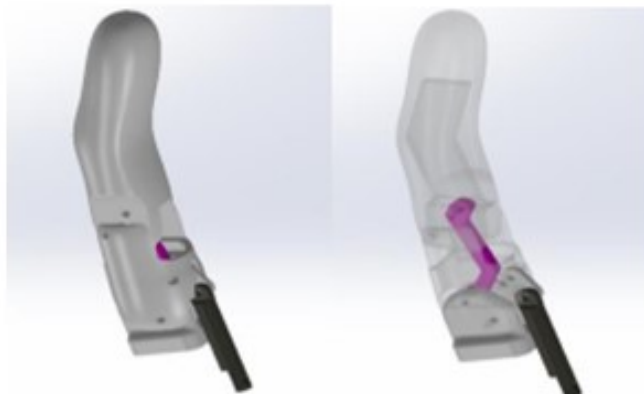
Al hablar del diseño de la prótesis se debe basar en el análisis de cargas, fuerza, tipos de agarre y movimiento de la mano de una persona, en la forma anatómica del brazo para su exterior y el interior tomando en cuenta los mecanismos que la controlan, las partes estáticas como la estructura de los dedos, mano, brazo y antebrazo, los materiales de fabricación es el acrílonitrilo butadieno estireno (ABS) es un termoplástico derivado del petróleo que tiene una resistencia moderada a las exigencias que determinamos para un prototipo.



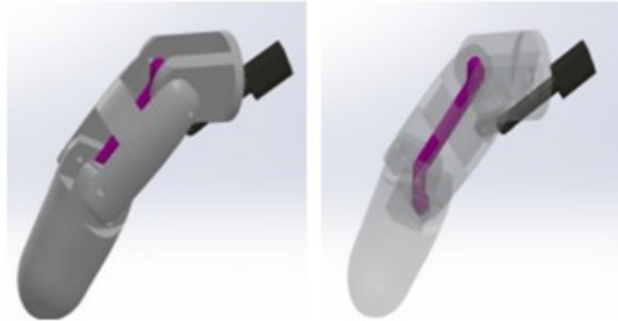
El control que se pueda tener en la prótesis es una parte importante del desarrollo, el diseño debe ser funcional analizando los diferentes componentes de la prótesis, lo significativo es el desarrollo de nuestro propio amplificador de señales generadas por el modelo, y las pruebas que se lleven a cabo con las especificaciones, deben dar como resultado una amplificación de estas señales. Con el desarrollo mecánico podemos pasar al modelo eléctrico electrónico, donde las prótesis mioeléctricas son prótesis eléctricas controladas por medio de un poder externo mioeléctrico, estas prótesis son hoy en día el tipo de miembro artificial con más alto grado de rehabilitación. Sintetizan el mejor aspecto estético, tienen gran fuerza y velocidad de presión, así como muchas posibilidades de combinación y ampliación.

4.4. Mecanismos de los dedos

La mano humana es una estructura que tiene 21 grados de libertad (GDL), 4 GDL para cada dedo, que tiene tres falanges y una metacarpofalángica y 5 GDL para el pulgar el cual tiene dos falanges y una articulación metacarpofalángica, las articulaciones metacarpofalángicas son las que unen los dedos con la palma de la mano y poseen dos grados de libertad, las articulaciones interfalángicas unen las falanges por lo que solo tienen un solo grado de libertad.



Para el pulgar el modelo mecánico es una articulación de dos ejes, como la junta de Hooke o junta cardán, dos ejes X y Y son perpendiculares y concurrentes, que permiten movimientos en dos planos perpendiculares, además de dos superficies sillaes, que permiten una relación de movimiento en los dos planos perpendiculares. La mecánica de la junta cardán muestra que las articulaciones de dos ejes poseen una posibilidad adicional, la rotación automática del segmento móvil sobre su eje longitudinal, en este caso el primer metacarpiano, donde el cardan simboliza la articulación trapezometacarpiana, y con dos pivotes la articulación metacarpofalángica e interfalángica del pulgar.



Dentro de la prótesis debemos analizar los movimientos de presión y manipulación de la mano, lo cual es fundamental para el diseño y construcción del proyecto, iniciando con un diseño virtual que simule la flexión y extensión de la prótesis, considerando la muñeca y la mano en sus grados de libertad.

Los músculos y articulaciones de la mano permiten una gran variedad de configuraciones de sujeción que pueden ser clasificadas en tres grandes grupos: las presas o pinzas, las presas con la gravedad y las presas con acción. Esto no resume todas las posibilidades de acción de la mano, además de la prensión, la mano también puede realizar percusiones, contacto y expresión gestual, encaminando al proyecto a tomar objetos y manipularlos.



5. Conclusiones

Como uno de los objetivos que podemos apreciar en esta investigación realizada; podemos observar que mencionan algunos puntos de importancia acerca de las prótesis de mano, entre las que se encuentran sus antecedentes, tipos, costos, etc. Además de que se analizó un artículo donde se haya creado una prótesis de mano. El proyecto obtenido a partir del modelado y simulación se lograron observar las dimensiones para realizar la impresión 3d de la prótesis de extremidad superior con las características de funcionamiento, movilidad y carga. Con el análisis de ingeniería logramos apreciar la estructura de los elementos mecánicos necesarios para establecer los grados de libertad, fuerza y carga para el funcionamiento de la prótesis. Y que con el análisis de movilidad se determinó la cantidad, la capacidad y las características de los motores que establecerán el desplazamiento de la prótesis de acuerdo con el diseño de la estructura del equipo. También aprendimos que el análisis de la simulación permite conocer el comportamiento de la prótesis para pasar a la etapa de construcción. Con la simulación se puede lograr determinar la capacidad de carga del brazo al analizar la prótesis una manera de protección a largo plazo de la estructura plástica de la impresión es un recubrimiento para mejorar el agarre y aumentar el tiempo que tardaría en desgastarse. Todo esto valiéndose de elementos digitales aptos para la realización de nuestra investigación sobre las prótesis de mano.

Referencias

- [Benigno(2021)] Bach. Mejía Monsalve Edgar Benigno. Diseño de una prótesis electromecánica para personas con amputación de mango funcional de la mano, septiembre 2021.
- [Bernal(2012)] Jair Leopoldo Loaiza Bernal. Diseño y simulación de un prototipo de prótesis de mano bioinspirada con cinco grados de libertad, septiembre 2012.
- [Christian Augusto Silva Castellanos(2011)] Diego Alexander Garzón Alvarado Nancy Stella Landínez Parra Octavio Silva Caicedo Christian Augusto Silva Castellanos, Jhon Edison Muñoz Riaños. Diseño mecánico y cosmético de una prótesis parcial de mano, septiembre 2011.
- [Ecorfan(2009)] Dra. María Escobedo Ramos Ecorfan. Ingeniería biomédica y biotecnología, septiembre 2009.
- [González(2004)] Jesús Manuel Dorador González. Robótica y prótesis inteligentes, enero 2004.
- [Jair L. Loaiza(2011)] Nelson Arzola Jair L. Loaiza. Evolución y tendencias en el desarrollo de prótesis de mano, agosto 2011.
- [Jofre L. Brito(2013)] David Cusc John I. Calle Jofre L. Brito, Marlon X. Quinde. Estudio del estado del arte de las prótesis de mano, mayo 2013.
- [Luis Gerardo Vilchis(2016)] Rafael Martínez Peláez Luis Gerardo Vilchis, Federico Aguayo Ríos. Nozomi: Prótesis electromecánica de mano controlada por voz, septiembre 2016.
- [Mediprax(2018)] Mediprax. Factores que determinan el precio de una prótesis de brazo, septiembre 2018.
- [Morillo(2018)] María Jimena López Morillo. Diseño de prótesis de mano servoactuada y fabricación de prototipo con técnicas de impresión 3d, junio 2018.
- [Benigno(2021)] [Luis Gerardo Vilchis(2016)] [González(2004)] [Jair L. Loaiza(2011)] [Bernal(2012)] [Christian Augusto Silva Castellanos(2011)] [Morillo(2018)] [Ecorfan(2009)] [Jofre L. Brito(2013)] [Mediprax(2018)]