

Prótesis MIO-ELECTRICA

NARVÁEZ-MURILLO, René Ulises*†, LÓPEZ-MARTÍNEZ, Rolando y LÓPEZ-REYES, Fernando Octavio

Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes. Av. Universidad #1001, La Estación Rincón, El Potrero, 20400 Rincón de Romos, Ags

Recibido 2 de Octubre, 2017; Aceptado 8 de Diciembre, 2017

Resumen

Este proyecto se enfoca en ayudar a una persona a poder realizar sus actividades sin ningún tipo de problema, emulando lo que realizaba una mano humana. La mano humana se constituye en las prótesis como un miembro superior que utiliza un humano para realizar sus actividades. La finalidad principal de la prótesis, consiste, en restaurar la funcionalidad perdida, por causa de la amputación o de la malformación congénita. Y estas situaciones han acompañado al hombre a través de los tiempos. Es por eso que se busca el desarrollo y diseño de una prótesis mecánica, del miembro superior del antebrazo, y pueda realizar sus actividades diarias. Además se busca que esta prótesis se adapte a las condiciones técnicas, económicas y culturales de la sociedad mexicana. Tome en cuenta que esta prótesis en un futuro puede ser accionada por agentes energéticos, o mecánicos así como hidráulicos, asociados a las funciones corporales del individuo en cuestión.

Pótesis, restaurar, funciones motrices

Abstract

This project focuses on helping a person to perform their activities without any problem, emulating what a human hand made. The human hand is constituted in the prosthesis as a superior member that uses a human to carry out its activities. The main purpose of the prosthesis consists in restoring the functionality lost, because of the amputation or congenital malformation. And these situations have accompanied man through the ages. That is why we seek the development and design of a mechanical prosthesis, the upper limb of the antebellum, and can perform their daily activities. In addition, it is sought that this prosthesis adapts to the technical, economic and cultural conditions of Mexican society. Take into account that this prosthesis in the future can be driven by energy agents, or mechanical as well as hydraulic, associated with the bodily functions of the individual in question.

Reconstruction, restoration, motor functions

Citación: NARVÁEZ-MURILLO, René Ulises, LÓPEZ-MARTÍNEZ, Rolando y LÓPEZ-REYES, Fernando Octavio. Prótesis MIO-ELECTRICA. Revista de la Invención Técnica 2017. 1-4:1-9

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: rene.narvaez@utna.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes, Desarrolla una prótesis mio-electrica con el uso de la tecnología de impresión 3d para apoyo a personas con discapacidad. Este proyecto se enfoca en apoyar las funciones de la ciencia médica para poder recuperar las funciones motrices de los miembros de las personas que los han perdido, en este caso se enfoca en las partes del antebrazo como lo es una mano.

Justificación

Desarrollar una prótesis mio-electrica con el uso de la tecnología de impresión 3d para apoyo a personas con discapacidad.

Focalización: Este proyecto se enfoca en apoyar las funciones de la ciencia médica para poder recuperar las funciones motrices de los miembros de las personas que los han perdido, en este caso se enfoca en las partes del antebrazo como lo es una mano.

Elección de sujetos /objetos de estudio: Este proyecto se enfoca en ayudar a una persona a poder realizar sus actividades sin ningún tipo de problema, emulando lo que realizaba una mano humana.

Problema

El problema es que en la actualidad es muy grande el número de personas que requieren de prótesis para sustitución de las partes perdidas, y no tienen el dinero o los recursos para poder adquirir una prótesis biónica, que permita solucionar sus problemas.

Se busca desarrollar estas prótesis con tecnología de recurso común, y poder satisfacer las necesidades de los usuarios.

Naturaleza del proyecto.

¿como aplicar la prótesis al cuerpo?

La prótesis se enfoca específicamente a la sustitución de la mano de una persona, ya sea amputación o nacimiento congénito.

El método más común es por succión, aunque en el caso de la mano, tiene que ser sujeta para arneses que permitan fijar la prótesis a la piel y al antebrazo. Además de tener unos tendones artificiales conectados a unos impulsores de materiales, ya sea eléctricos o hidráulicos para su uso mejor.

En esta situación la prótesis debe adaptarse al cuerpo, y el usuario debe realizar tareas de adaptación y costumbre de la prótesis para poder tener una simbiosis natural con el aparato en cuestión.

Hipótesis

Se busca el desarrollo y diseño de una prótesis mecánica, del miembro superior del antebrazo, y pueda realizar sus actividades diarias.

Además se busca que esta prótesis se adapte a las condiciones técnicas, económicas y culturales de la sociedad mexicana.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar una prótesis mio-electrica con el uso de la tecnología de impresión 3d para apoyo a personas con discapacidad.

Objetivos específicos

- La finalidad principal de la prótesis, consiste, en restaurar la funcionalidad perdida, por causa de la amputación o de la malformación congénita.
- Y estas situaciones han acompañado al hombre a través de los tiempos.

- Es por eso que se busca el desarrollo y diseño de una prótesis mecánica, del miembro superior del ante brazo, y pueda realizar sus actividades diarias.
- Además se busca que esta prótesis se adapte a las condiciones técnicas, económicas y culturales de la sociedad mexicana.

Marco Teórico

El agarre humano posee una sorprendente flexibilidad e incomparable destreza, tal que ha llamado la atención de muchos investigadores, (RiichiroTadakuma, 1990.) . El estudio del agarre humano como modelo ha llevado a la construcción de innovadores pero costosos prototipos de dedos, para ser utilizados como partes funcionales de robots antropomórficos. Ejemplos de referencia pueden ser la manos del Instituto Politécnico de Setúbal, Institute of Robotics and Mechatronics German Aerospace Center” (Ulrich Hillenbrand), La Universidad de Karlsruhe (T. Asfour y R. Dillman, oct, 1998), (Oliver Kerpa, 1998), DLR Hand, Robonaut hand de la Nasa (T. Asfour y R. Dillman, oct, 1998), Los cuales se pueden observar en las siguientes figuras.

La mayoría de los prototipos disponibles tienen un número alto de GDL, un control complejo y por tanto un alto costo.

En este trabajo de investigación se trata del diseño de un prototipo de mano pues tiene el tamaño similar al de una mano humana y el cual utiliza el menor número de actuadores, además de ser económico y de funcionamiento sencillo.

La Universidad de Karlsruhe, desarrolló un brazo robot antropomórfico llamado brazo-FZI. El diseño se basó en la observación de los rangos de movimiento del brazo humano. El mecanismo consta de siete GDL: tres en el hombro, dos en el codo y dos en la muñeca.

Lo novedoso de este brazo fue la utilización de motores ultrasónicos de alto par en la parte del hombro y de la muñeca (Pedreño J.L.).

Las ventajas son que tiene tamaño pequeño, peso ligero (aproximadamente 20 kg.) y alto par a baja velocidad; trabaja a una velocidad de 80°/s. La carga máxima que puede sostener en su efector final es de 4 kg. Imagen 1



Figura 1 Robot basado en los rangos de movimiento del brazo humano.

École Polytechnique Fédérale de Lausanne, diseñó un brazo mecánico de cinco grados de libertad imagen 2. El proyecto se desarrolló con la meta de hacer un juguete educativo para los niños normales o discapacitados. Este proyecto se basa en la comunicación y el entrenamiento por la vista y los gestos.



Figura 2 Robot con 5 GDL.

- Definición de conceptos

Marco conceptual

El aparato locomotor permite al ser humano o a los animales en general interactuar con el medio que le rodea mediante el movimiento o locomoción. Éste agrupa una serie de estructuras, órganos y sistemas; concretamente los huesos, las articulaciones y los músculos, cuya función es brindar soporte, protección al organismo y posibilitar sus desplazamientos imagen 3 y 4.

El aparato locomotor funciona como un conjunto complejo de palancas en el que los músculos aportan la fuerza, las articulaciones hacen las veces de punto de apoyo y los huesos se comportan como segmentos móviles. La coordinación en las posiciones que adoptan y los movimientos que describen los huesos, articulaciones y músculos; es posible gracias a la presencia de una amplia red de nervios que llevan y traen información, hacia y desde, el sistema nervioso central.

A continuación se presentan un compendio de información entorno a los músculos biológicos y neumáticos, la cual ha dado la pauta para la realización de este trabajo. La mano del hombre es una excelente herramienta, posee una gran flexibilidad y destreza, lo cual le permite realizar innumerables acciones gracias a su función esencial: la presión. Posee un sin número de funcionalidades que le otorgan múltiples acciones, posiciones y movimientos, todo esto se debe particularmente por el dedo pulgar, el cual puede oponerse al resto de los dedos. En la naturaleza se encuentra diversos animales con la facultad de presión en sus manos, pero sin el grado de perfección que ha alcanzado el ser humano. En los simios el pulgar es oponible, pero no alcanza la amplitud del pulgar humano.

El dedo pulgar está fijo por debajo de los otros dedos, lo cual permite que se pueda realizar los movimientos de cierre y rotación, debido a la gran movilidad de su metacarpo esto permite variar la orientación del plano en que se desarrolla su movimiento de doblado y extensión del dedo pulgar, propiedades que permiten oponer el dedo pulgar a los otros dedos, a lo que se le llama abducción al movimiento de salida del dedo del eje del brazo.

En 1919 Schlesinger desarrolló una clasificación de la taxonomía para el estudio de la destreza de las manos humanas. Agrupó en seis categorías de agarre de la mano humana: agarre cilíndrico, de punta, de gancho, de palma (Palmar), esférico y de lado (Lateral)², como se muestra en la siguiente figura:

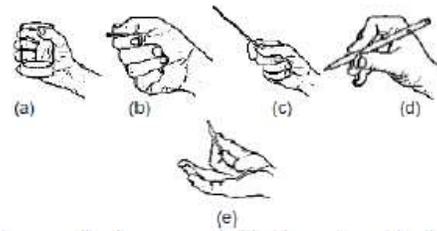


Figura 3 modelos prensiles humanos, a) cilíndrica palmar, b) subterminolateral, c) centralizado, d) tridigital, e) posición subterminal.



Figura 4 Formas básicas de prensión de la mano

Anatomía de la mano humana

La base estructural de la mano imagen 5 , está conformada por un complejo y altamente interrelacionado sistema de huesos, ligamentos, poleas, tendones flexores y extensores extrínsecos, músculos intrínsecos con sus respectivos tendones, nervios y vasos. Sin embargo, la mano no solo es un órgano de ejecución, también es un receptor sensorial extremadamente sensible y preciso.

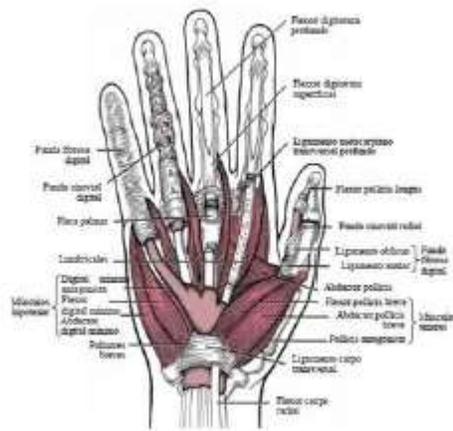


Figura 5 Mano humana -Músculos extrínsecos e intrínsecos, vista palmar [14]

Arquitectura de la mano

La forma de la mano se puede adaptar de diversas formas dependiendo del objeto que tome contacto con ella, sobre una superficie plana, la mano se extiende y se aplanan por la eminencia tenar, la eminencia hipotenar, la cabeza de los metacarpianos y la cara palmar de las falanges.

La amplitud de la flexión en las articulaciones interfalángicas aumenta del segundo al quinto dedo, para alcanzar hasta 135° a nivel del meñique. La amplitud de flexión en las articulaciones interfalángicas distales es ligeramente inferior a 90°.

La amplitud de la extensión activa en las articulaciones interfalángicas es nula en las articulaciones proximales y nulas o muy débiles en las articulaciones distales.

Modelo mecanico

Para poder determinar un buen modelo matemático es necesario tomar seis sistemas cartesianos de referencia imagen 5. Estos sistemas se usan para definir la posición y orientación de los tendones y también se pueden utilizar para describir la configuración de las articulaciones.

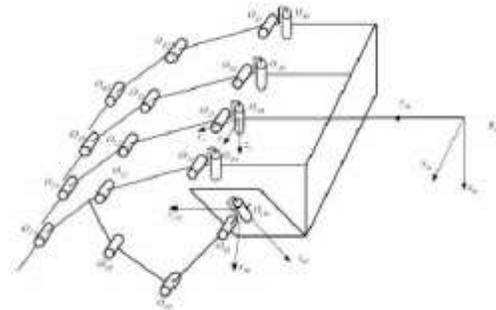


Figura 6 Modelo Biomecánico de una mano humana

El eje Y se proyecta a lo largo del eje de las falanges y del metacarpiario, pasando desde el centro de rotación al centro de la superficie cóncava articular en el extremo proximal. El eje X se proyecta dorsalmente, y el eje Z se proyecta hacia el cuerpo.

Por medio de este sistema de referencia se puede determinar la posición de los dedos en un espacio de tres dimensiones. Cada par de puntos se expresa con respecto a los sistemas de referencia distal y proximal de cada articulación. Se supone que los tendones se contraen permaneciendo constantes con respecto a los sistemas de coordenadas distal y proximal.

X_d , Y_d , Z_d son las coordenadas de un punto respecto al sistema distal.

X_p , Y_p , Z_p son las coordenadas de un punto respecto al sistema proximal.

X_o , Y_o , Z_o son las coordenadas del origen del sistema proximal expresada en el sistema distal.

Metodología de Investigación

El problema es que en la actualidad es muy grande el número de personas que requieren de prótesis para sustitución de las partes perdidas, y no tienen el dinero o los recursos para poder adquirir una prótesis biónica, que permita solucionar sus problemas.

Se busca desarrollar estas prótesis con tecnología de recurso común, y poder satisfacer las necesidades de los usuarios.

Naturaleza del proyecto. ¿Cómo aplicar la prótesis al cuerpo? La prótesis se enfoca en la sustitución de la mano de una persona, ya sea amputación o nacimiento congénito.

- Herramientas metodológicas/
Procedimientos

El método más común es por succión, aunque en el caso de la mano, tiene que ser sujeta para arneses que permitan fijar la prótesis a la piel y al antebrazo. Además de tener unos tendones artificiales conectados a unos impulsores de materiales, ya sea eléctricos o hidráulicos para su uso mejor.

En esta situación la prótesis debe adaptarse al cuerpo, y el usuario debe realizar tareas de adaptación y costumbre de la prótesis para poder tener una simbiosis natural con el aparato en cuestión.

¿cuanto dura una prótesis según su uso? Según el uso que se le de, y la edad del usuario puede durar en promedio desde meses hasta años,

Si la prótesis está ajustada a las necesidades del cuerpo, se ajusta y es cómoda para el usuario, y no abusa de su uso, puede durar hasta un promedio de 3 años.

¿cómo se realiza el proceso de usar y adaptarse a usar una prótesis? Se requiere tiempo, esfuerzo, fuerza, paciencia, para poder hacer uso de la prótesis.

¿cuánto tiempo se tarda en realizar la prótesis? Cuando se tiene la información necesaria y la tecnología, se puede diseñar una prótesis en aproximadamente 10 días, y la impresión se tarda aproximadamente 20 días, entre impresión, limpieza, armado y pruebas. La prótesis no debe ser expuesta a temperaturas superiores a los 55 grados centígrados. Esto debido a que el polímero usado no puede estar a altas temperaturas.

¿Qué puedo hacer con la prótesis? Realizar tareas cotidianas, como en el hogar, trabajo, y en el auto.

Problema social a resolver

- El acceso de la comunidad social a las prótesis por los altos costos que esta implica.
- Hacer en un futuro el uso de bambú para sustituir el polímero.
- Descripción de los factores de innovación del proyecto.
- Aunque las prótesis en el mercado laboral tienen años, es muy poco lo que se ha investigado para poder realizar las prótesis accesibles, esto porque una prótesis común de materiales puros, cuesta alrededor de 700,000 pesos.

- Esta prótesis en el mercado social tendrá un costo aproximado de 45,000 pesos. Con lo cual un sector de la población asociado a las personas discapacitadas, podrá tener acceso a esta tecnología.

Cronograma de actividades

Proceso de elaboración en base a tiempos se muestra en la tabla 1 .

Días /Tareas	10	12	21	23	35
Diseño	-				
Impresión		-			
Armado			-		
Pruebas				-	
Implementar Tendones					-
Pruebas de Funcionalidad en comunicación					-
Implementación					-

Tabla 1

Resultados

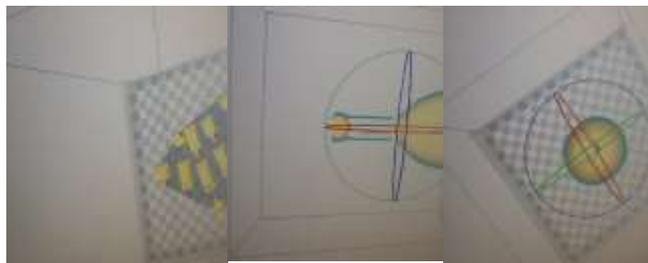


Imagen 6

Imagen 7

Imagen 8

Figura 7 Diseño de los elementos que conforman las partes de la prótesis imagen 6,7,8

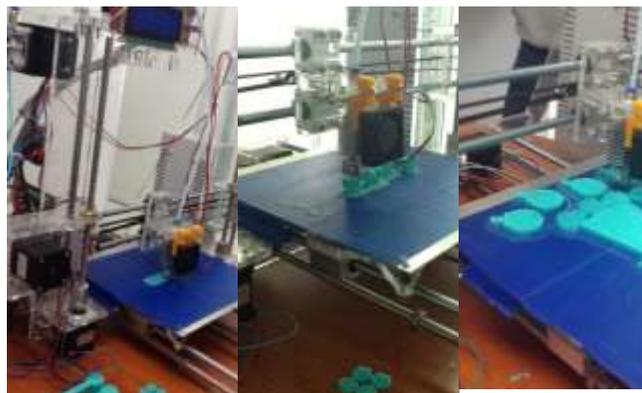


Imagen 9

Imagen 10

Imagen 11

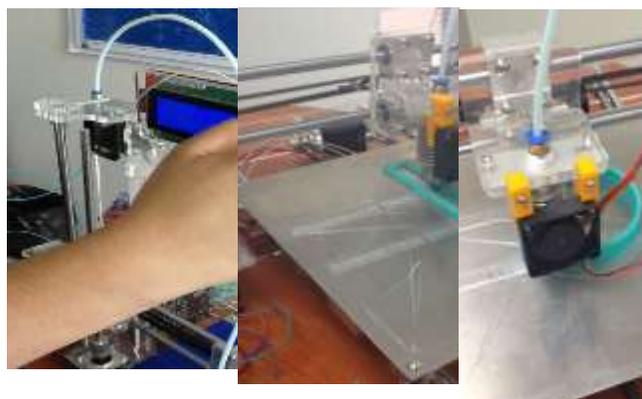


Imagen 12

Imagen13

Imagen 14

Figura 8 Impresión de los elementos que conforman las partes de la prótesis imagen 9 a la 14

Armado de los elementos que conforman las partes de la prótesis imagen



Imagen 15

Imagen16

Imagen 17



Imagen 18 Imagen19 Imagen 20

Figura 9

Implementar Tendones imagen 21



Imagen 21

Figura 10 Pruebas de Funcionalidad en comunicación e Implementación de la prótesis imagen 22,23.



Imagen 22 Imagen 23

Figura 11

Conclusiones

Se desarrolló un prototipo para prótesis del antebrazo y mano con tecnología de bajo costo, de uso común, y poder satisfacer las necesidades de las personas con pérdida de miembros como lo son el brazo y la mano.

Se comienza la investigación a fondo de la naturaleza de los problemas de discapacidad así como aplicar la prótesis al cuerpo.

Referencias

Oliver Kerpa, D. O. (1998). *University of Karlsruhe, Germany, „Arm-Hand-Control by Tactile Sensing for Human Robot Co-operation“*. London.

Pedreño J.L., G. A. (s.f.). *Estudio de los sensores táctiles artificiales aplicados a la robótica de agarre*. España. .

Riichiro Tadakuma, I. K. (1990). *„Mechanism of an Anthropomorphic 7-DOF Slave Arm for Telexistence., Proc. Int'l Workshop on Intelligent Robots and Systems (IROS'90), pp. 343-348.*

T. Asfour y R. Dillman, I. F. (oct, 1998). *La Universidadde Karlsruhe „Design and Control Architecture of an Anthropomorphic Robot Arm“*. *The 1st intern.Workshop on Humanoid Robots and Human Friendly Robots. (IARP"98)*, . Japan.

Ulrich Hillenbrand, B. B. (s.f.). *Institute of Robotics and Mechatronics German Aerospace Center. „TheRobutler: a Vision- Controlled Hand-Arm System for Manipulating Bottles and Glasses* .