

# Prototipos de Prótesis Para Mano

Tixi Carlos, Paul Ramos  
ctixit@est.ups.edu.ec, jramosa1@est.ups.edu.ec  
Universidad Politécnica Salesiana

**Resumen.** –En el presente documento se presenta prototipos de prótesis para mano que existe, con diferentes tipos de materiales y tipos de tecnologías que se aplican, teniendo en cuenta las diferentes ventajas y desventajas, que además de sus diferentes características que se puede tener a las mencionadas a continuación. Además presentaremos el diseño de una prótesis de mano, indicando cuales son los aspectos que debemos considerar para proceder a un diseño de una prótesis, sin embargo el diseño de una prótesis de mano depende del usuario, ya que existe una gran diferencia entre distintas manos, por lo tanto el diseño será personalizado.

**Abstract.** –The present document presents prototypes of prosthetic hand that exist, with different types of materials and types of technologies that are applied, taking into account the different advantages and disadvantages, as well as its different features you can have to those mentioned below. We will also present a hand prosthesis design, indicating what are the aspects that we must consider to proceed with a design of a prosthesis, however a hand prosthesis design depends on the user, because there is a big difference between different hands, therefore the design will be personalized.

**Palabras Claves:** Prótesis, biomimético, tendones, movimiento, articulaciones.

**Key words:** Prostheses, bio medical, tendons, joints.

## I. INTRODUCCIÓN

En el avance de las prótesis para mano ha ido siempre con el avance de la tecnología y los diferentes tipos de materiales que se ha ido utilizando por el hombre, como así se han mejorado el conocimiento de la anatomía del cuerpo del ser humano. Una de las primeras prótesis para una extremidad superior, fue encontrada en una momia egipcia, la misma se encontraba sujeta por medio de un cartucho. Con el paso de los años y el descubrimiento de los distintos materiales el hombre pudo realizar una prótesis de hierro la misma que sirvió para el traslado de objetos más pesados, en el año 1400 se fabricó la mano alt-Ruppin, la cual constaba de dedos flexibles y de un pulgar rígido. [1]



Figura. 1 Prótesis de mano de alt-Ruppin fabricada en 1400 [2]

El avance considerable de las prótesis de mano, llega hasta el siglo XVI gracias a un militar francés el cual construye una prótesis de un mecanismo muy sencillo pero a la vez muy útil para la época, la cual era utilizada para el desarticulado de codo, la misma se la implemento un recubrimiento de cuero la cual dio una nueva perspectiva a los diferentes materiales para una mejor forma estética de prótesis. [1]



Figura 2. Prótesis de mano construida por el militar francés en el siglo XVI [3]

En los siglos posteriores específico en el siglo XIX se implementa materiales como la madera, los diferentes polímeros y el cuero utilizado en los siglos anteriores en la fabricación de prótesis. Implementa nuevos artículos como los resortes y elementos de transmisión para el movimiento de las prótesis sistemas innovadores que se debe al alemán Peter Beil. En el siglo XX las prótesis fueron una ayuda muy importante para las personas en su vida laboral la cual les ayudo para trabajo de fuerza o de presión. Los países más importantes, influyentes en el descubrimiento y avance tecnológico de las prótesis se encuentran Estados Unidos, Inglaterra, Francia, Alemania y Japón. [1]

### 1.1 Prótesis Mecánica

Las prótesis mecánicas son las mismas que mediante arnés tiene como función abrir o cerrar la mano, misma que esta alrededor el hombro. [1] Las prótesis recibe señales por medio de otros miembros del cuerpo como codo u hombro. [4]

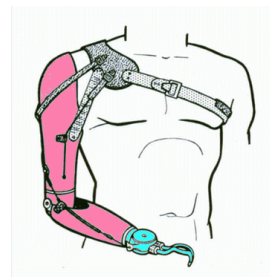


Figura 3. Prótesis de mano mecánica [5]

### 1.2 Prótesis Eléctrica

Las prótesis eléctricas estas compuestas por implementos electrónicos como son motores los cuales están controlados mediante interruptores o pulsantes. [1][4] Tiene una desventaja la cual tiene un costo de reparación de muy elevado precio, como no pueden estar en un ambiente húmedo. [1][4]



Figura 4. Prótesis de mano eléctrica [6]

### 1.3 Prótesis Neumática

Las prótesis neumáticas son dispositivos que utilizan aire comprimido que tiene como ventaja principal una gran rapidez y una mayor fuerza. Tiene como desventaja su alto costo en su mantenimiento. [1][4]

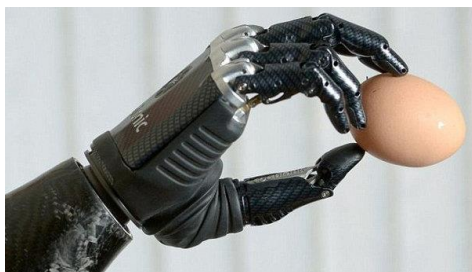


Figura 5. Prótesis de mano neumática [7]

### 1.4 Prótesis Híbrida

Las prótesis híbrida son las que combinan las acciones del cuerpo mediante la electricidad. Las mismas son utilizadas por personas que tienen amputaciones por arriba del codo. [1][4]



Fig 6. Prótesis de mano híbridas [8]

### 1.5 Prótesis Mioeléctricas

Las prótesis Mioeléctricas son las cuales tienen una mayor aplicación en el mundo actual ya que tienen un mayor grado estético para la persona que la utilice, tienen gran fuerza y mayor velocidad con una alta precisión. [1] [4]

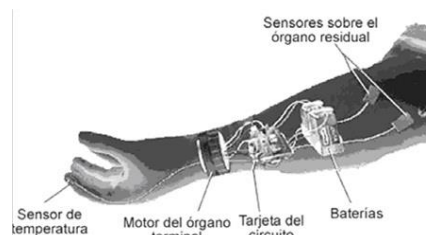


Fig 7. Prótesis de mano Mioeléctricas [9]

### 1.7 Prótesis Biónica I- Limb

La prótesis Biónica I Limb son aquellas que tienen mayor aceptación e utilización de varios pacientes de todo el mundo, ya que sus dedos tienen un movimiento independiente y esto permite al paciente que lo utilice tener mayor precisión y potencia en sus movimientos. [1] [10]

Ya que la prótesis cuenta con motores independientes para cada dedo, esto permite tener un mayor agarre, teniendo una característica importante que el dedo pulgar puede girar 90 grados. [1][10]



Fig 8. Prótesis Biónica I - Limb [10]

### 1.8 Prótesis Otto Bock

La prótesis Otto Bock tiene una característica peculiar ya que su fuerza está controlada según la fuerza de la señal muscular del paciente. La misma cuenta con sistema de seguridad, una señal EMG la cual permite que el paciente pueda abrir la mano. El sistema de seguridad evita que la prótesis se abra debido a una contracción involuntaria de un músculo. [10]



Fig 9. Prótesis Otto Bock [10]

### 1.9 Prótesis Bebionic

La prótesis Bebionic, tiene un parentesco con la prótesis I-Limb ya que la misma intenta tener características y movimientos parecidos, teniendo una gran ventaja ya que su costo es menor a su similar I-Limb, la prótesis es controlada por las diferentes contracciones de los músculos, la misma está conformada por motores de fuerza y un sistema lineal que permite tener un bajo consumo de energía. [4]



Fig 10. Prótesis Bebionic [4]

### 1.10 Prótesis Michelangelo

Esta prótesis se caracteriza por tener movilidad de los dedos de forma independiente, de igual forma la muñeca, tiene además una gran precisión en sus movimientos gracias a que está formado por mecanismo de fuerza y además diferentes velocidades de agarre. [4]



Fig 11. Prótesis Michelangelo [4]

### 1.11 Prótesis CyberHand

Esta prótesis es una de las más costosas para las personas que lo vaya a utilizar, la misma tiene un costo elevado ya que esta va conectado a las terminaciones nerviosas del paciente, la cual se le realiza mediante una cirugía, y la misma permite obtener cierta información o estímulos que envíe el cerebro, el paciente que disponga de este tipo de prótesis puede sentir la presión y la temperatura de la misma. [4]

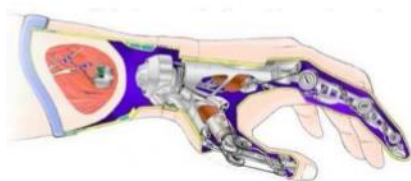


Fig 11. Prótesis CyberHand [4]

## 2. Diseño de una prótesis de mano

Para empezar con el diseño de una prótesis de mano debemos capturar una mano real para posteriormente analizarla, existen varios métodos, entre estos el electromiograma (EMG), este método es aun rudimentario debido a que limita algunas posiciones de la mano, y el control no es intuitivo [11][20].

Para mayor conveniencia en cuanto a funcionalidad y control de una prótesis, el enfoque biomimético resulta oportuno ya que presenta más ventajas como la de investigar nuevas formas y las funciones más cerca de los modelos biológicos [11] [12].

En el diseño de las prótesis de mano debemos tomar en cuenta algunos aspectos importantes que debemos considerar:

### 2.1 Longitud de los dedos

Existen valores ya dimensionados para establecer la longitud de los dedos como por ejemplo, longitud del dedo índice para dedo extendido. Sin embargo estos valores no hacen referencia a las longitudes de las falanges. [13][14] del paper

Las dimensiones de las falanges para dedo extendido, están aproximadas entre los centros de MPC, PIP y DIP de las articulaciones de las falanges [15].

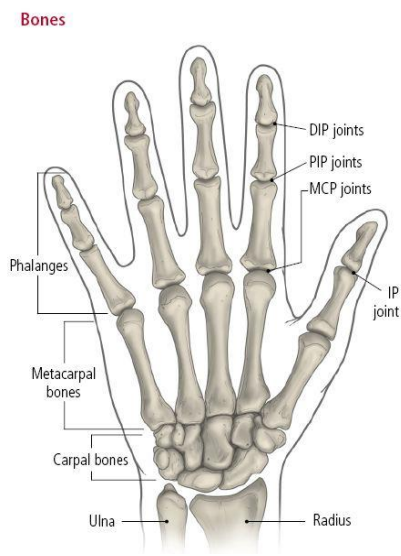


Figura 12. Huesos de la mano.

En la figura 12. se presenta los huesos más importantes por los que está compuesta una mano, de los cuales podemos nombrar como el más importante es el metacarpo (metacarpal) el cual se conecta a las falanges, la junta que conecta estos dos huesos se llama articulación metacarpo falangiana (MCP) [18], cada dedo posee tres falanges a excepción del pulgar este posee solo dos falanges, las

articulaciones de los dedos observamos que son dos, la articulación interfalangeana (IP) y la articulación interfalangeana distal (DIP). [16]

El diseño de prótesis de mano es personalizado, debido a que existe una gran variación entre las dimensiones de la mano de una persona real, el dedo consta de tres puntos activos llamados DOF (Degree of Freedom), a lo cual se le conoce como plano de movimiento o centro cinemático (figura 13), dos puntos activos en MCP y uno en el PIP, también consta de un punto pasivo DOF [15].

## 2.2 Arquitectura cinemática

Esta sección hace referencia a cómo será el diseño, la forma, tamaño de una prótesis de mano. El dedo biomimético para el diseño consta de tres falanges como las de una mano real, el dedo consta de tres puntos activos llamados DOF (Degree of Freedom), a lo cual se le conoce como plano de movimiento o centro cinemático (figura 13), dos puntos activos en MCP y uno en el PIP, también consta de un punto pasivo DOF [15].

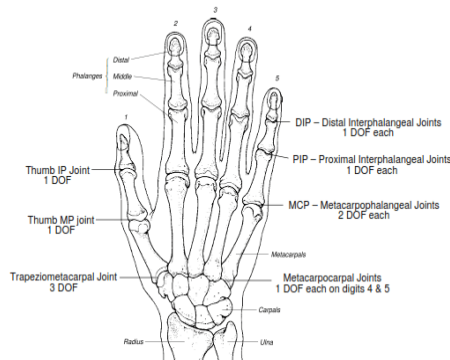


Figura 13. DOF's (Degree of Freedom) plano de movimiento.

Una vez ya conocido los puntos importantes del modelo biomimético, ahora implementamos unos ejes fijos de rotación en la parte superior de las falanges, uno en la articulación PIP y otro en la articulación DIP [14] (figura 13), en esta sección la rotación ocurre alrededor de un eje fijo común en la parte superior de la falange proximal y la base de la falange distal de la articulación DIP. Los dos planos de movimiento en la articulación MCP, son simulados usando una rotula universal [15].

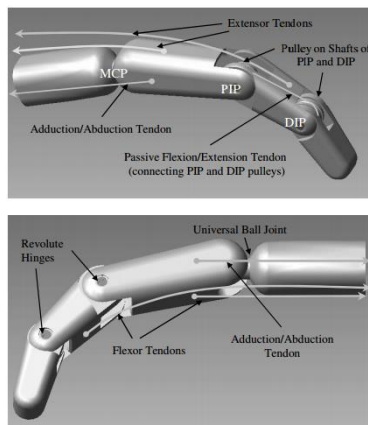


Figura 14. Modelos Biométrico de una prótesis de dedo.

## 2.3 Mecanismos de acción

Como se muestra en la figura 14, un mecanismo de accionamiento híbrido es propuesto; en donde MCP y PIP son tendones impulsores y el DIP está conectado a PIP mediante un mecanismo de poleas. Por lo general se usan  $2N$  arreglos de tendones donde  $N$  es el número de un plano de movimiento activo (DOF).

Los tendones son estructuras anatómicas interpuestas entre los músculos y huesos de la mano, los tendones transmiten al fuerza creada en el musculo hacia al hueso, haciendo posible así el movimiento de la mano y de sus dedos [17]

En el diseño de las prótesis de mano, los tendones artificiales observando las figura 14 son: dos tendones extensores para sección MCP y PIP, dos tendones flexores para las mismas sección mencionadas anteriormente, y dos tendones de aducción/abducción en la MCP. Además tenemos un tendón pasivo de flexión/extensión que conecta las poleas situada en los ejes de PIP Y DIP [15][19].

## II. CONCLUSIONES

Las prótesis de mano como ya mencionamos existen diferentes tipos de prótesis la elección del tipo depende del tipo de prótesis que desee el usuario, una vez elegida un modelo de prótesis de mano, esta elección también dependerá del ambiente el que se usara la prótesis, procedemos a real alizar el diseño de la prótesis de mano, en donde se dimensiona toda la mano, obteniendo así diferentes medidas que nos permitirán la construcción de la prótesis; se sabe que existen valores estándar de coeficientes de longitudes de algunas partes de la mano, si realizamos el diseño con estos coeficientes, obtendremos una prótesis de mano del tipo estándar, pero sin embargo lo que se busca al diseñar una prótesis es comodidad del usuario y fácil manejo, por lo que el diseño se realiza de forma personalizada.

## III. REFERENCIAS

- [1] J. M. D. Gonzales, "Revista Digital Universitaria," 18 01 2004. [Online]. Available: [http://www.revista.unam.mx/vol.6/num1/art01/art01\\_enero.pdf](http://www.revista.unam.mx/vol.6/num1/art01/art01_enero.pdf). [Accessed 25 12 2015].
- [2] "Revista Universitaria," 11 02 2005. [Online]. Available: <http://www.revista.unam.mx/vol.6/num1/art01/art01-1a.htm>. [Accessed 25 12 2015].
- [3] "Conacyt," 23 11 2011. [Online]. Available: [http://www.cyd.conacyt.gob.mx/196/Articulos/La\\_sprotesis/Imagenes/Img\\_2.jpg](http://www.cyd.conacyt.gob.mx/196/Articulos/La_sprotesis/Imagenes/Img_2.jpg). [Accessed 30 12 2015].
- [4] J. B.-. M. Q.-. D. C.-. J. Calle, "Ingenius," Revista de Ciencia y Tegnologia, 09 06 2013. [Online].



- Available:  
[http://ingenius.ups.edu.ec/documents/2497096/4150529/resenaBibliografica\\_BritoQuindeCuscoCal le\\_08.pdf](http://ingenius.ups.edu.ec/documents/2497096/4150529/resenaBibliografica_BritoQuindeCuscoCal le_08.pdf). [Accessed 11 01 2016].
- [5] "Arcesw," 22 05 2011. [Online]. Available: [http://www.arcesw.com/pms1\\_archivos/Protesis\\_AE.gif](http://www.arcesw.com/pms1_archivos/Protesis_AE.gif). [Accessed 15 01 2016].
- [6] "Medicalexpo," 22 10 2013. [Online]. Available: [http://img.medicalexpo.es/images\\_me/photo-mg/74842-170721.jpg](http://img.medicalexpo.es/images_me/photo-mg/74842-170721.jpg). [Accessed 15 01 2016].
- [7] Tuhistory, "Tuhistory," 21 7 2002. [Online]. Available: <http://co.tuhistory.com/files/protesis.3.jpg>. [Accessed 18 01 2016].
- [8] "Bioinstrumentacion," 17 08 2001. [Online]. Available: <http://bioinstrumentacion.eia.edu.co/WebEstudiantes/2005II/ManoRobotica/P1.JPG>. [Accessed 20 01 2016].
- [9] "Blogspot," 30 05 2003. [Online]. Available: [http://4.bp.blogspot.com/-VMqwkJsj0\\_A/To0P9CIVh\\_I/AAAAAAAAAA8/mqvqC7DGRjU/s1600/2.jpg](http://4.bp.blogspot.com/-VMqwkJsj0_A/To0P9CIVh_I/AAAAAAAAAA8/mqvqC7DGRjU/s1600/2.jpg). [Accessed 20 01 2016].
- [10] J. D. M. Otavalo, "Monografias," 25 01 2012. [Online]. Available: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/protesis-mano/protesis-mano.shtml>. [Accessed 20 01 2016].
- [11] G. P. W. a. D. C. H. Herr, "Cyborg Technology - Biomimetic Orthotic," SPIE Press,, 2003.
- [12] S. M. H. Nayan M. Kakoty, "Biomimetic Design and Development of a Prosthetic," 2011.
- [13] Guo, G., Gruver, W.A. and Qian, X., "A Robotic Hand Mechanism with Rotating Fingertips and Motor-Tendon Actuation", Proc. of the 1991 IEEE International Conference of Systems, man and Cybernetics, vol.2, pp. 1023-1028, Charlottesville, VA, Oct 1991.
- [14] Siegel, D.M., Kriegman, D.J., Narasimhan, S., Gerpheide, G.E. and Hollerbach, J.M., "Computational Architecture for the UTAH/MIT Hand", Proc. of the 1985 IEEE International Conference on Robotics and Automation, vol. 2, pp. 918-924, Mar 1985.
- [15] M. I. Vishalini Bundhoo and Edward J. Park, "Design of an Artificial Muscle Actuated Finger," IEEE, 2005. [Online]. Available: <http://biomimetic.pbworks.com/f/Design+of+an+Artificial+MuscleBundhoo.pdf>. [Accessed 24 01 2016].
- [16] D. A. Komaroff, "Dr. K," 4 4 2015. [Online]. Available: <http://www.askdoctork.com/do-we-have-muscles-in-our-fingers-201504047640>
- [17] P. Kannus, «Printed in Denmark,» 26 6 2000. [En línea]. Available:

[http://courses.washington.edu/bioen327/Labs/Lit\\_StructTendon\\_Kannus2000.pdf](http://courses.washington.edu/bioen327/Labs/Lit_StructTendon_Kannus2000.pdf)

- [18] J. M. Dr. Anthony L. Crawford, "Design of a Robotic Hand and Simple EMG Input Controller with a".
- [19] N. Carbonaro<sup>1</sup>, G. Anania<sup>1</sup>, M. Bacchereti<sup>3</sup>, G. Donati<sup>3</sup>, L. Ferretti<sup>3</sup>, G. Pellicci<sup>3</sup>, G. Parrini<sup>3</sup>, N. Vitetta<sup>3</sup>, D. De Rossi<sup>1,2</sup>, and A. Tognetti<sup>1,2</sup>
- [20] P. Ventimiglia, "Design of a Human Hand Prosthesis," hotmail.com, 2012.

#### IV. BIOGRAFÍA

Carlos Enrique Tixi Toalongo nació en Azogues el 5 de Mayo de 1996, sus estudios primarios los realizó en el Jardín María Montessori, sus estudios secundarios los realizó en la Unidad educativa Luis Rogerio González, actualmente cursa el 4to ciclo de Ingeniería Electrónica en la Universidad Politécnica Salesiana.



Juan Paul Ramos Avecillas nació en Cuenca el 22 de Abril de 1996, sus estudios primarios los realizó en el colegio militar, sus estudios secundarios los realizó en la Unidad Educativa Técnico Salesiano, actualmente cursa el 4to ciclo de Ingeniería Electrónica en la universidad Politécnica Salesiana.

