

# ESTUDIO DE PROTESIS ROBÓTICA DE UNA MANO HUMANA

Katherine Chamorro

**RESUMEN:** El siguiente artículo trata acerca de la utilidad y ayuda que una prótesis puede brindar a un ser humano. La tecnología se ha desarrollado específicamente para el bienestar de la humanidad, ya sea en el campo industrial, en la salud, entre otros; así se inventan cada día nuevos y mejores productos que benefician a las personas con discapacidad física, proporcionándoles un mejor estilo de vida.

En Ecuador se puede observar claramente un retraso en el acceso y el desarrollo de la tecnología. Esto se debe a la falta de inversión en tecnología y de esto se deriva el bajo desarrollo productivo.

La carrera de Ingeniería Mecatrónica contribuye en gran medida al desarrollo de tecnologías, ya que es una disciplina que permite controlar dispositivos mecánicos, electrónicos y software de todo tipo. En el caso de la Universidad Técnica del Norte, no se han desarrollado proyectos que aporten a la creación de prótesis que hoy en día contribuyen al mejoramiento de la calidad de vida de las personas alrededor del mundo. Por tal motivo, se propone crear una mano robótica, controlando los movimientos de flexo-extensión y Prono-supinación de la muñeca, lo cual puede servir como prototipo para realizar prótesis que en el futuro puedan permitirle a las personas con discapacidad, desempeñar las actividades de la vida diaria de una manera funcional brindándole al usuario una mejor calidad de vida.

**Palabras claves:** prototipo de prótesis, mano robótica, innovación tecnológica, movimientos de la muñeca.

**Abstract:** The technology has been developed specifically for the welfare of humanity, whether in the industrial, health, among others; and they invent every day new

and better products that benefit people with physical disabilities, providing them with a better lifestyle.

In Ecuador you can clearly notice a delay in access and development of technology. This is due to the lack of investment in this technology and low production development is derived.

The career of Mechatronics Engineering contributes greatly to the development of technologies, as it is a discipline that can control mechanical, electronic and software of all devices. In the case of the Technical University of the North, they have not developed projects that contribute to the creation of prostheses which today contribute to improving the quality of life for people around the world. Therefore, it is proposed to create a robotic hand, controlling the movements of flexion-extension and Prono-supination of the wrist, which can serve as a prototype for prosthesis that in the future may allow people with disabilities to perform the activities daily life in a functional way giving the user a better quality of life.

**Keywords:** prosthesis prototype, robotic hand, technological innovation, wrist movements.

## 1. Introducción

La sustitución por pérdida de miembros humanos por artefactos distintos a los naturales es una realidad desde hace más de dos mil años. Con el tiempo los inventos en los campos de la robótica, en particular de la biónica, han proporcionado al ser humano extremidades complementarias que cada día se perfeccionan. El mayor inconveniente que tienen las personas con discapacidad son los desafíos sociales que puede afectar claramente su autoestima, son víctimas de discriminación, lo que afecta su vida laboral

ya que no todas las empresas brindan la posibilidad de demostrar sus capacidades y su productividad en la sociedad.

En Ecuador tenemos un total de 361,847 de personas que perdieron parcial o totalmente la movilidad de sus extremidades ya sean superiores o inferiores.

Realizar una prótesis que reemplace a alguna de las extremidades que son parte de nuestro cuerpo es un gran trabajo ya que demanda un enorme esfuerzo para satisfacer ciertas especificaciones como tamaño, peso, velocidad, torque, entre otros.

Actualmente en el mundo se desarrollan infinitos diseños de prótesis, cada una con un propósito diferente, además de mejorar el estilo de vida de la persona que las usan. Una prótesis es una escultura plástica que simulan partes del cuerpo; sirven para cubrir las partes faltantes y lograr un equilibrio estético. Pero se debe reconocer que en nuestro país existe deficiencia en este tema, y de ello nace la idea de este proyecto.

El presente proyecto tiene como finalidad diseñar y controlar los movimientos básicos de muñeca, dando a conocer un prototipo de prótesis acorde con los estándares de fabricación.

Con el diseño de las distintas piezas que tendrá la mano robótica se procederá a construirlo de un material que sea apto, accesible y de bajo costo, que cumpla con las características esenciales como son tamaño y masa, pero la parte fundamental de la mano será su control, ya que esto permitirá tener un movimiento dinámico exacto analizando su cinemática para cumplir con las especificaciones planteadas.

Además, se pretende proyectar el interés por parte de las autoridades y estudiantes de la Universidad Técnica del norte, es decir, que esto sirva de base para que surjan temas más complejos y se logre brindar ayuda por

medio de la carrera de Mecatrónica a niños, jóvenes, adultos con discapacidad física.

## 2. Desarrollo

Actualmente el mundo entero se ha enfocado en mejorar la calidad y funcionamiento de las prótesis para que su utilización sea más ventajosa. En este caso vamos a ampliar la información de una prótesis de mano robótica enfocándonos en los movimientos de la muñeca.

### 2.1 Muñeca

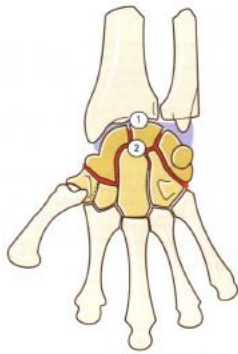
Según I. Kapandji, (Sexta Edición). La muñeca, articulación distal del miembro superior, permite que la mano adopte la posición óptima para la prensión. De hecho, el complejo articular de la muñeca posee dos grados de libertad. Con la pronosupinación, rotación del antebrazo sobre su eje longitudinal, que añade un tercer grado de libertad a la muñeca, la mano se puede orientar en cualquier ángulo para coger o sujetar un objeto.

El núcleo central de la muñeca es el carpo, conjunto compuesto por ocho pequeños huesos, que ha sido objeto en los últimos treinta años de muchos estudios por parte de los anatómicos, y de avances tecnológicos considerables.

Asimismo, hay nociones totalmente renovadas, lo que permite entender mejor la compleja fisiología de este complejo articular desconcertante en el plano mecánico. Aunque el estudio y la comprensión de la muñeca están lejos de conseguirse. El complejo articular de la muñeca (fig. 1) se compone en realidad de dos articulaciones, incluidas en el mismo conjunto funcional con la articulación radiocubital distal:

- La articulación radiocarpiana, que articula las filas de hueso proximal del carpo y la extremidad distal del radio.

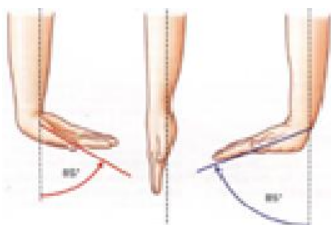
- La articulación mediocarpiana, que articula entre ellas las dos filas de los huesos del carpo.



**Figura 1:** Articulación de una muñeca  
**Fuente:** I. Kapandji, (Sexta Edición, 2006).

## 2.2 Movimientos de la muñeca

**Flexo-Extensión:** La amplitud de los movimientos se mide a partir de la posición anatómica: muñeca alineada, cara dorsal de la mano en la prolongación de la cara posterior del antebrazo. La amplitud de la flexión activa es de 85°, es decir, que apenas alcanza los 90° (fig. 2). La amplitud de la extensión, incorrectamente denominada "flexión dorsal", también es de 85° de modo que tampoco alcanza los 90°. Como en el caso de los movimientos laterales, la amplitud de los movimientos depende del grado de distensión de los ligamentos del carpo: flexo-extensión es máxima cuando la mano no está ni en abducción ni en aducción.



**Figura (2).** Movimientos de flexo-extensión  
**Fuente:** Kapandji, 6ta Edición

**Prono-Supinación:** La pronosupinación se define por el conjunto de movimientos que facilitan la rotación de una parte de un miembro. La pronosupinación incluye dos movimientos: la pronación y la supinación. La pronación consiste en un movimiento del codo y del brazo con el fin de que la mano pueda volverse hacia abajo (rotación interna). En cuanto a la supinación, se caracteriza por los movimientos inversos: una rotación externa de la mano (la palma de la mano gira hacia arriba como se observa en la fig. 3).



**Figura (3).** Movimientos de pronosupinación  
**Fuente:** Kapandji, 6ta Edición

## 2.3 Prótesis

Según el Instituto Nacional de la Salud (NIH) Es un dispositivo diseñado para reemplazar una parte faltante del cuerpo o para hacer que una parte del cuerpo trabaje mejor. (fig.4).

Una prótesis debe reemplazar un miembro del cuerpo dando casi la misma función que un miembro natural sea una pierna o un brazo indica Cerephi "Centro de Rehabilitación Física".



**Figura (4).** Prótesis robótica  
**Fuente:** Cerephi, 2013.

### 2.3.1 Material de la prótesis

La calidad de los materiales de la superficie de contacto influirá en la comodidad del encaje. Los materiales de la estructura afectarán la resistencia y el peso de la prótesis completa. Es importante recordar que ningún material o tipo de componente es el mejor para todos los individuos. Cada individuo debe ser cuidadosamente evaluado en consideración de su estilo de vida, esperanzas y características físicas. El protésico debe estar informado acerca de cómo trabajar con materiales tradicionales como madera, acero y cuero así como también materiales de era espacial como titanio, fibra de carbón, y plásticos.

Los materiales más usados en las prótesis son los siguientes:

- Material termoplástico
- La silicona y otros materiales similares
- Metales
- Acabado cosmético

Cada uno de estos materiales tiene sus respectivas ventajas y desventajas, ya depende de las necesidades y funcionalidades que la persona necesite.

### 2.3.2 Tipos de prótesis

#### Según nivel de amputación:

- Amputación

Procedimiento quirúrgico que consiste en la remoción, extirpación o resección de parte o la totalidad de una extremidad a través de una o más estructuras óseas, en forma perpendicular al eje longitudinal del miembro. Cuando se efectúa a través de una interlínea articular se denomina desarticulado según el Dr. Carlos Arce Fisiatra.

#### Según material constitutivo:

Mecánicas (convencionales) - electrónicas - mioeléctricas - híbridas.

#### Según su función:

- Pasivas (cosméticas)
- Activas (funcionales)

- Pasivas: Estas prótesis tienen como función básica la estética o la cosmética (fig. 5), es decir sirven para restablecer el aspecto exterior, en otras palabras la imagen corporal. Además deben satisfacer las necesidades y exigencias del paciente.



**Figura 5:** Prótesis Pasiva  
**Fuente:** C. Arce, 2005.

- Activas: Se llaman activas porque son impulsadas por tracción, y tiene su propia fuerza. Utilizan sistemas de cables comandados por movimientos del hombro especialmente (fig. 6).



**Figura 1:** Prótesis Activa  
**Fuente:** C. Arce, 2005.

- **Prótesis híbrida: (fuerza propia + fuerza ajena)**

Combinación de sistemas de fuerza propia (corpórea) y de la fuerza ajena (extracorpórea). Una prótesis híbrida combina el poder corporal con el poder (mioeléctrico) en una sola prótesis. Puede utilizar un codo de control mecánico y un dispositivo terminal (garfio o mano) de control mioeléctrico o un codo controlado

eléctricamente y un dispositivo terminal de control mecánico (fig. 7).



**Figura 7:** Prótesis Híbrida  
**Fuente:** C. Arce, 2005.

#### - **Prótesis de brazo mioeléctrica:**

El desarrollo de estas prótesis ha constituido una experiencia interesante permitiendo profundizar en el área de las prótesis robóticas y elaborar propuestas innovadoras en ciertos aspectos. Uno de ellos es la configuración cinemática versátil, compacta y sencilla, y otro la arquitectura distribuida y robusta, que cubre la necesidad de control de posición y fuerza.

Son las denominadas prótesis activas de fuerza ajena debido a que tienen un control mioeléctrico, es decir, se utilizan potenciales eléctricos (microvoltios) detectables en la superficie de la piel cuando existe una contracción del músculo del muñón. Estos potenciales son recogidos por electrodos, amplificados y enviados como señales de control a los elementos funcionales. En la prótesis de antebrazo (fig. 8) se colocan los electrodos de tal forma que los que los extensores abren la mano y los flexores cierran la mano. En las prótesis de brazo los electrodos van colocados de tal modo que el tríceps abre la mano y el bíceps cierra la mano.



**Figura 8:** Prótesis Mioeléctrica  
**Fuente:** C. Arce, 2005.

También se caracterizan por tener un manejo sencillo ya requiere que el usuario flexione sus músculos para operarlas, a diferencia de las prótesis accionadas por el cuerpo que requieren el movimiento general del cuerpo, además tienen buena fuerza prensora y su función se asemeja más a la humana por su rendimiento y fuerza.

### **3. RESULTADOS**

La mano robótica se basará en este prototipo debido a que su diseño es muy parecido al de una mano humana.



**Figura 9.** Mano Shadow Dexterous C6M  
**Fuente:** Robot Shadow Company, 2007.

Se trata de la mano robótica similar a la humana más avanzada actualmente. Perteneció a la compañía Robot Shadow Company y es la utilizada para realizar las investigaciones relativas al proyecto Handle (fig 9). Dispone de 24 grados de libertad, que intentan reproducir fielmente los movimientos y aspecto de una mano real. Utiliza 20 motores de corriente continua para mover cada una de las articulaciones aplicados a un sistema de engranajes y un par tensores a modo de tendones que mueven cada dedo en uno u otro sentido. La comunicación se realiza desde un PC con una

tarjeta parallel-to-CAN. Integra un microcontrolador PIC que gestiona la red local CAN bus. Cada motor lleva acoplado un sensor de fuerza y un sensor de giro de efecto hall. Ambas medidas son enviadas a través de CAN bus para poder realizar el control del sistema.

En base a este diseño, se pretende controlar el giro de la muñeca y de los dedos deseando que de esta idea surjan más, y brindemos ayuda a las personas que la necesitan.

#### **4. CONCLUSIONES**

- Se espera desarrollar el prototipo de una mano robótica, la cual permitirá ampliar la capacidad de las personas que tengan este inconveniente debido a sus necesidades básicas.
- Se desea realizar este prototipo de una mano robótica, con una nueva alternativa, que sirva para incentivar a investigar y crear mejores tecnologías al servicio del ser humano.
- Es de vital importancia cumplir con los grados de libertad que se plantea con la mano robótica, para poder brindar ayuda a la persona con discapacidad.

#### **5. REFERENCIA**

- KAPANDJI, A. (2006). *Fisiología Articular*. Madrid. Editorial Médica Panamericana. Sexta Edición.
- BOLTON, W. (2010). *Mecatrónica* (4 ed.). Edinburgh Gate: Alfaomega.
- Dorador González, J. (2004). Robótica y prótesis Inteligentes. México. Disponible en:  
[http://www.revista.unam.mx/vol.6/num1/art01/art01\\_enero.pdf](http://www.revista.unam.mx/vol.6/num1/art01/art01_enero.pdf)