

Prótesis de Mano

Jose David Minchala Otavalo
david19911903@hotmail.com
Universidad Politécnica salesiana (sede Cuenca)

Resumen—Medite el siguiente artículo se hace una revisión de las prótesis de mano robóticas más importantes que se han creado en la actualidad tales como la prótesis de Mi-electrica (Otto Bock) , y la más utilizada en todo el mundo que es Prótesis Bionica I-Limby se determinará el principal funcionamiento de las prótesis.

Index Terms—Prótesis , control de robots, prótesis robóticas.

I. INTRODUCCIÓN

Las amputaciones en miembros superiores, en particular las producidas por debajo del codo, resultan en una importante pérdida de funcionalidad en las personas afectadas. Las prótesis tradicionales de gancho y accionadas mediante movimientos del hombro, que han sustituido de manera más o menos satisfactoria la mano perdida en muchos amputados, están dejando paso gradualmente a otras soluciones más perfeccionadas: las prótesis mioeléctricas [1][2]

En términos generales una prótesis (dentro del ámbito médico), es una extensión artificial que reemplaza una parte faltante del cuerpo.[2]

Existen en la actualidad diversos tipos de prótesis mioeléctricas de mano con prestaciones dispares, desde las que únicamente realizan el movimiento de pinza para agarrar objetos, hasta las que rotan la muñeca y transmiten sensaciones relacionadas con frío o calor y con la presión ejercida. En todo caso, las prótesis mioeléctricas son muy caras y gran parte de los amputados no resultan buenos candidatos para ser usuarios de dichas prótesis. [1][2][3][4][5]

II. PRÓTESIS Y MANOS ROBÓTICAS

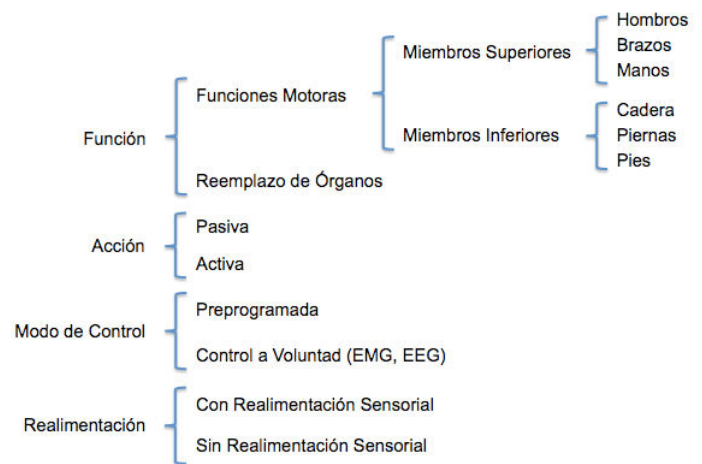
El progreso del diseño de los prototipos de las prótesis ha estado ligado directamente con el progreso en el manejo de los materiales como aluminio, plástico, titanio etc. empleados por el hombre, así como el avance tecnológico y el entendimiento de la biomecánica del cuerpo humano[7]



Figura 1. MANOS ROBÓTICAS

Se ha desarrollado con el fin de mejorar o reemplazar una función, una parte o un miembro completo del cuerpo humano afectado, por lo tanto, una prótesis para el paciente y en particular para el amputado, también colabora con el desarrollo psicológico del mismo, creando una percepción de totalidad al recobrar movilidad. [8]

Respecto al modo de control, se puede considerar aquellas prótesis que son accionadas mediante el uso de interruptores o comandos preprogramados, o aquellas que responden a la voluntad humana empleando alguna señal biológica (Electromiografía, Electroencefalografía, etc). [6] En la siguiente figura 1 un mapa de descripción en general



a

Figura 2. Clasificación de prótesis[6]

II-A. Actuadores

Un actuador – transductor, es un elemento que convierte un tipo de energía (eléctrica, hidráulica o neumática), causando un efecto de movimientos lineales o angulares en un sistema automatizado. Los mecanismos en manos robóticas están compuestos por motores o materiales compuestos los cuales pueden ser clasificados de acuerdo a su principio de funcionamiento, además son clasificados en convencionales y no convencionales. Los primeros se basan en principios electromagnéticos mientras que los otros son basados en fenómenos físicos relacionados directamente a la composición atómica del material, por ejemplo el caso de uniones metálicas, materiales piezoeléctricos, compuestos químicos, etc[8]

II-B. Sensores

Las señales que se emiten son complejas que integran la actividad motora y sensorial es el hecho de agarrar algo

con la mano. El trabajo que se emplea en coger un vaso está regulada por la información táctil (textura, presión...) en contacto con el vaso, de esta manera se ejerce un trabajo necesaria para sujetarlo sin que se resbale, y sin producir un esfuerzo excesivo. Este tipo de control en la mayoría prótesis actuales se hace utilizando un sistema de visión, sin embargo esto supone que el manejo de la prótesis no es posible sin utilizar el sistema de visión. Los sensores pueden ser clasificados en función de diferentes parámetros. [9]

Los parámetros que determinan los distintos comportamientos de los sensores pueden ser:

- Físico (piezoelectrico, piezorresistivo)
- Fenómeno que miden. (Tacto, velocidad, fuerza, posición, temperatura, etc.)

Según el comportamiento físico, los diferentes sensores táctiles artificiales se pueden clasificar en: Sensores Piezoelectricos, Capacitivos, Resistivos, Celdas de Carga, Galgas Extensiométricas, De Efecto Magnético, Acelerómetros, Biopotenciales, Sensores Basados en Análisis de Color, etc. En la tabla 1 se muestra un resumen comparativo de posibles equivalencias de sensores biológicos y sensores artificiales para el conjunto de lo que se han denominado “sensaciones táctiles”.

Estimulo y características	Sensor Biológico	Sensor Artificial
Fuerza: Medida de presión aplicada por una zona del dispositivo de agarre. Puede ser medida con algún dispositivo externo al robot.	Terminaciones nerviosas, Merkel, Ruffini, Paccini	Galgas, Piezoelectricos, Celdas de Carga
Tacto: Medida continua de las fuerzas ejercidas en un array. Proporciona información muy difusa sobre el contacto.	Terminaciones nerviosas, Merkel, Ruffini	Resistivos, Capacitivos
Contacto: Medida de simples contactos, debida a las fuerza ejercidas en pocos puntos de la superficie. Permite determinar la distribución de las fuerzas de contacto e identificar características del objeto.	Meissner, Órgano terminal del pelo, Paccini	Resistivos, Capacitivos, Magnetoresistor
Deslizamiento: Medida de la mínima fuerza que hay que ejercer para agarrar un objeto produciendo la suficiente fricción para detenerlo entre las superficies de contacto.	Meissner, Órgano terminal del pelo	Acelerómetros, Micrófonos, Rodadores
Posición: Medida de la situación de los puntos más característicos del objeto en las superficies táctiles	Meissner, Merkel	Resistivos, Capacitivos, Ópticos

Figura 3. Sensores biológicos y artificiales[9]

III. PRÓTESIS ROBOTICAS

Básicamente se caracterizan como prótesis roboticas aquellas que tiene una fuente de energía propia, un actuador, y sensores que permiten leer los movimientos deseados por el usuario. Por lo tanto también se requiere un sistema de procesamiento de esas señales para poder convertir esas señales en movimientos de los actuadores. En esta definición no es necesario que el sistema provea de retroalimentación al usuario. En el desarrollo se basa en la amplificación de señales que viene del mismo cuerpo, para lo cual se aplica amplificadores operacional y de ahí pasara mediante un filtrado. Lo cual se ha organizado en bloques o etapas (Figura4), detalladas a continuación.

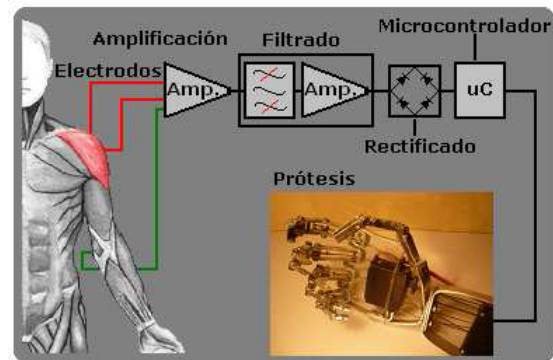


Figura 4. Diagrama en bloques del tratamiento de la señal.

III-A. Prótesis eléctrica

Estas prótesis usan motores eléctricos en el dispositivo terminal, muñeca o codo con una batería recargable. Estas prótesis se controlan de varias formas, ya sea con un servo-control, control con botón pulsador o botón con interruptor de arnés. En ciertas ocasiones se combinan estas formas para su mejor funcionalidad. Se usa un socket que es un dispositivo intermedio entre la prótesis y el muñón logrando la suspensión de éste por una succión. Es más costosa su adquisición y reparación, existiendo otras desventajas evidentes como son el cuidado a la exposición de un medio húmedo y el peso de la prótesis.[8][10]

III-B. Mano Mi-electrica (Otto Bock)

Esta mano tiene un torque de agarre (100N) y una velocidad (300 mm/s), se pueden coger objetos rápidamente y con precisión buena. Permiten la adaptación óptima a las diferentes necesidades y capacidades de las personas que necesitan la prótesis. Los objetos se fijan y se colocan mediante señales musculares, ya que el sistema electrónico de la MyoHand no reajusta automáticamente la fuerza de agarre. Esta prótesis se recomienda a pacientes activos con un nivel de amputación bajo. Gracias a los distintos programas de control puede encontrar una selección perfectamente indicada para el paciente. La velocidad y la generación de la fuerza de agarre pueden adaptarse perfectamente a las necesidades del usuario mediante el MyoSelect 757T13.[10]



Figura 5.

III-C. Mano electrónica (Otto Bock)

Esta mano tiene el Control Dinámico de Modo (DMC en inglés) la velocidad y la fuerza de aprehensión se regulan de forma proporcional a la fuerza de la señal muscular. Este control también se caracteriza por un nuevo tipo de modo de seguridad: Después de agarrar una vez con la máxima fuerza, se requiere una señal EMG ligeramente más alta para abrir la mano. Esto evita que la mano se abra debido a una contracción involuntaria del músculo. El control Digital Twin combina en una sola mano ambos controles clásicos: el digital y el control por doble canal.[11]



Figura 6. Mano eléctrica

III-D. Prótesis Bionica I-Limb

La prótesis I-limb es la primera mano biónica disponible para el comercio en el mundo cuyos dedos son controlados independientemente y por lo tanto permiten una gran cantidad de movimientos. Esta mano es capaz de hacer agarres de precisión y de potencia de diferentes formas. La mano I-limb ya ha sido implantada en pacientes de varios países [12][8].

La prótesis cuenta con cinco dedos que, gracias a sus respectivos motores, pueden funcionar y ser articulados de manera independiente. El pulgar puede rotar 90 grados. La mano i-LIMB, se controla utilizando el tradicional sistema mioeléctrico con entrada de 2 señales musculares para abrir y cerrar los dedos de la mano, siendo altamente intuitiva para el paciente. La señal eléctrica generada en los músculos del miembro residual es recogida por los electrodos que van situados sobre la piel, controlando el funcionamiento de la mano. En la figura se presenta la mano I-LIMB.[11][8]



Figura 7. Elementos de un dedo

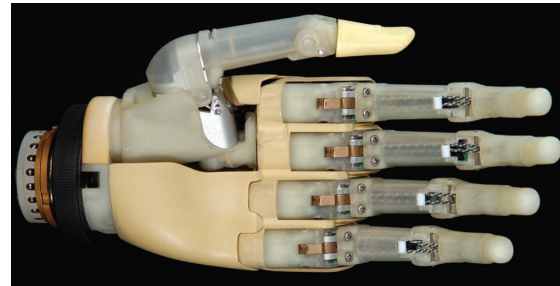


Figura 8. Mano I-limb

IV. VENTAJAS DE LAS PRÓTESIS MIOELÉCTRICA

Muchas personas prefieren este tipo de control porque, a diferencia de las prótesis accionadas por el cuerpo que requieren el movimiento general del cuerpo para operarla, una prótesis controlada en forma mioeléctrica sólo requiere que el usuario flexione sus músculos. Esto elimina la necesidad de un arnés apretado de control, que a menudo es muy incómodo.[10][11]

Otra ventaja de las prótesis mioeléctricas es que debido a que no requieren un cable o arnés de control, se puede aplicar piel cosmética en látex o silicona, con lo cual se mejora en gran medida la restauración cosmética. El paciente también puede operar la prótesis sobre su cabeza, hacia sus pies y hacia los lados, todo lo cual resulta muy difícil de hacer con una prótesis accionada por el cuerpo. Una prótesis controlada en forma mioeléctrica también elimina el arnés de suspensión usando una de las dos siguientes técnicas de suspensión: bloqueo de tejidos blandos/esqueleto o succión. Un bloqueo de tejidos blandos/esqueleto es una técnica que implica el diseño de una cavidad socket[10][11]

V. DESVENTAJAS DE LAS PRÓTESIS

A diferencia de otras opciones protésicas, la prótesis accionada por electricidad usa un sistema de batería que requiere una cierta cantidad de mantenimiento para cargarla, descargarla, desecharla y reemplazarla eventualmente. Debido

al peso del sistema de batería y de los motores eléctricos, la prótesis accionada por electricidad tiende a ser más pesada que otras opciones protésicas, aunque las técnicas avanzadas de suspensión pueden minimizar esta sensación. 10][11]

Cuando se montan y se fabrican correctamente, las prótesis accionadas por electricidad no requieren más mantenimiento que otras opciones protésicas. Sin embargo, cuando es necesario hacer reparaciones, éstas son con frecuencia más costosas que en otras opciones debido a su complejidad técnica. Una prótesis accionada por electricidad proporciona un mayor nivel de tecnología, pero a un mayor costo. Una prótesis accionada por electricidad puede dañarse debido a la humedad. Por eso si se trabaja alrededor de un medio de fuerte humedad, probablemente ésta no debería ser su prótesis primaria de trabajo[10]

VI. CONCLUSIONES

En este artículo se presenta se reviso las prótesis robóticas actuales. Se realizo una breve clasificación de los diferentes tipos de prótesis mas comunes. Se explica porque es útil el desarrollo de prótesis robóticas, y los principales retos que existen para crear prótesis fiables y de alto rendimiento que emulen apropiadamente el comportamiento de los miembros que sustituyen. Una de las principales limitaciones por la cual el desarrollo de prótesis robóticas comerciales no se ha arraigado es el relativamente pequeño numero de personas que lo necesitan[13]

Para el desarrollo dentro la tecnologías la roboticas juega un papel muy importante como soporte para la humanidad ya que por medio de la tecnología uno puede diseñar extremidades que han sido amputadas por un accidente o por alguna enfermedad

VI-A. Conclusiones en ingles

This article was presented was reviewed existing robotic prosthetics. We performed a brief classification of the different types of joint prostheses. It explains why it is useful to develop robotic prostheses, and the main challenges that exist to create prosthetics high performance reliable and properly emulate the behavior of members of the major limitations sustituyen. Una why the development of commercial robotic prostheses not well established is the relatively small number of people in need [13]

For the development within the robotic technology plays an important role as support for humanity because through technology one can design limbs that have been amputated due to an acciden

REFERENCIAS

[1] 11. HEARD D C Y, FARRY K A, ATKINS D J. A comparison of functional capabilities of below-elbow unilateral body-powered hook and electric hand users. *Myoelectric Control '95 (MEC'95)*. New Brunswick, Canada: Fredericton, August 1995; 28-35. 12. HARWIN W S, RAHMAN T, FOULDS R A. A review of design issues in rehabilitation robotics with reference to north american research. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*. 1995; 3 (1): 3-1.

[2] DOERINGER J A, HOGAN N. Performance of above elbow body-powered prostheses in visually guided unconstrained motion tasks. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. 1995; 42 (6): 621-631.

[3] HARWIN W S, RAHMAN T, FOULDS R A. A review of design issues in rehabilitation robotics with reference to north american research. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*. 1995; 3 (1): 3-12.

[4] DUPONT A C, MORIN E L. A myoelectric control evaluation and trainer system. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*. 1994; 2 (2): 100-107.

[5] O'NEILL P A, MORIN E L, SCOTT R N. Myoelectric signal characteristics from muscles in residual upper limbs. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*. 1994; 2 (4): 266-270.

[6] LisandroPuglisi yHéctor Moreno encontrar en www.disam.upm.es/~barrientos/Curso_Robots_Servicio/R_servicio/Protesis_files/Protesis_files.htm

[7] J. Dorador, P. Ríos, R. Flores, A. Juárez, "Diseño de prótesis inteligentes", Departamento de ingeniería mecatrónica, 2004

[8] DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA PROTESIS ROBOTICA DE MANO FUNCIONAL ADAPTADA A VARIOS AGARRES disponible en Internet en www.unicauca.edu.co/deic/Documentos/Tesis/%20Quinay%20E1s.pdf

[9] [46] [11] H. Nicholls, M. Lee, "A Survey of Robot Tactile Sensing Technology". *IJRR*, vol 8, No 3, pp. 3-30, 1989.

[10] Roboticas y prótesis vnteligentes, revista universitaria,> disponible en Internet http://www.revista.unam.mx/vol.6/num1/art01/art01_enero.pdf

[11] Protesi Robotica LISADRO PUGLISI Y HERCTOR MORENO disponible en internet http://www.disam.upm.es/~barrientos/Curso_Robots_Servicio/R_servicio/Protesis_files/Protesis_files.htm

[12] I-Limb Hand, Brochure. www.touchbionics.com.

[13] Sally Adee "Winner: The Revolution Will Be Prosthetized". *IEEE Spectrum*.