

# Robótica: una luz para personas discapacitadas

Victor Hugo Moncayo  
Docente  
Institución Universitaria Tecnológica de Comfacauca  
vmoncayo@tecnologicocomfacauca.edu.co

## Resumen

Este artículo busca recopilar información del manejo que se le está dando a la robótica en la ayuda a discapacitados, personas que han perdido una o ambas extremidades superiores por causas naturales o ajenas a su voluntad. Así, se rescata la importancia que una prótesis, funcional en este caso, representa a la persona que ha perdido las funciones y tareas que estaba acostumbrada a realizar antes de perder alguna de sus manos, devolviéndole no todas, pero sí las más esenciales tareas para desenvolverse en su entorno familiar, laboral o de índole personal. Por último, se hace un recorrido por algunos proyectos, analizando sus características principales y las funciones que estas ofrecen.

**Palabras clave:** Prótesis robóticas, sistemas de accionamiento, electromiográficas, sensores, actuadores.

## Introducción

A través de la historia, debido a diferentes causas como accidentes traumáticos, guerras, enfermedades, infecciones, creencias, etc., el hombre ha sufrido amputaciones. Una amputación, es la remoción total o parcial de una extremidad seccionada a través de uno o más huesos, en forma perpendicular al eje longitudinal del miembro. Esta se puede presentar a diferentes niveles: 1) A nivel de muñeca, 2) A nivel de codo, 3) A nivel de hombro. Representando disminución de fuerza laboral (INAOE, 2008). La pérdida de miembros superiores conlleva implicaciones sociales y psicológicas para pacientes que por causas de malformaciones congénitas o accidentes han sufrido amputaciones parciales o

totales. Por un lado, ya no podrá realizar tareas que durante toda su vida estuvo acostumbrado, alejándolo de su entorno laboral u obligándolo a desempeñarse en labores que serán nuevas para la persona y que es probable que lo hagan sentir un poco inferior con relación a las labores que estaba habituado a realizar. Por otro lado, el impacto psicológico que representa la ausencia de una parte de su cuerpo que toda su vida pudo ser usado y que representa un aspecto físico poco o nada satisfactorio a su propia vista y a la de los demás.

Estas limitaciones por así llamarlas, están generando un alto grado de investigación y realización de proyectos de prótesis externas para discapacitados. Una prótesis externa busca reemplazar o reparar un miembro o parte de éste. Hoy en día el paciente amputado de miembro superior

se puede encontrar con (Moreira, 2008): a) prótesis cosméticas, b) prótesis accionadas por su cuerpo, c) prótesis accionadas por electricidad, d) prótesis híbridas, e) prótesis de propósito específico. Las prótesis llamadas también pasivas, intentan reproducir de manera casi exacta la apariencia del miembro perdido (ver Fig.1), pero tiene el inconveniente de no poseer funcionalidad alguna al no realizar ninguna tarea de agarre. Las prótesis accionadas por el cuerpo llamadas también convencionales, permiten abrir o cerrar una pinza o gancho terminal mediante un sistema de arneses colocado en el cuerpo, permitiendo un número reducido de movimientos. Las prótesis accionadas por electricidad, utilizan diferentes tipos de accionamientos, entre ellos, botones pulsadores, arnés interruptor, servocontrol y control mioeléctrico (ver Fig. 2), siendo este último el que ofrece actualmente una mejor solución para la reproducción de movimientos de la mano. Las prótesis híbridas, tienen control eléctrico y sistema de arnés. Por último las prótesis de propósito específico, son las que se fabrican a medida para tareas específicas y movimientos especiales.

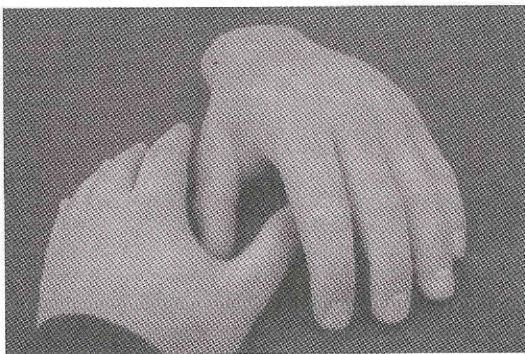


Fig. 1 Prótesis Cosmética [1]

Gracias al desarrollo de la electrónica, los avances en nuevos y reducidos sensores y actuadores, a la rápida evolución de algoritmos, a la nueva generación de materiales y a la robótica en el campo de la salud, se ha logrado mejorar sustancialmente las prótesis a tal grado de encontrarnos con manos mecánicas capaces de reproducir gran parte por no decir todos los movimientos que estamos acostumbrados a realizar con nuestras manos, conjugadas con la apariencia de un miembro real, motivando esto a la búsqueda de un equilibrio entre efectividad, estética y condiciones de operación (Casals, 2008).



Fig. 2 Prótesis Eléctrica [2]

Otro de los aspectos a tener en cuenta, es la información sensorial que se pierde al perder el miembro superior, siendo estos, el tacto, la temperatura, el dolor, entre otras. Al perder esta información, se pierde el contacto del paciente con su entorno, quedando propenso a sufrir daños tanto a él mismo como a la prótesis al no estar consciente del estado del material a tomar. Trabajos desarrollados por el Southampton Hand Program (Chappell y Kyberd, 1991) y por Kyberd et al. (Kyberd, 1995) proponen uso de sensores de deslizamiento y presión. Otro caso es el estudio hecho por NovaCare, Inc. (1998), que intenta aportar sensaciones de calor y presión al paciente.

### El papel de la robótica

Uno de los avances más representativos a través de la historia ha sido el desarrollo de la robótica. Inicialmente concebida para reemplazar al hombre en trabajos de tipo repetitivo, de gran esfuerzo físico y en especial en ambientes peligrosos, fue relegada principalmente a aplicaciones industriales. Este robot, construido en sus inicios con el objetivo de realizar tareas que anteriormente se hacían de forma manual y con forma de brazo, toma mayor fuerza hoy en día en el campo de la salud, prestando ayuda a personas discapacitadas en tareas concretas como dar de comer, manipular objetos dentro de su área de trabajo, archivar documentos, etc. Las primeras aplicaciones datan

de los años 70 con la construcción de elementos prostéticos y ortéticos (brazos, piernas y manos) (Casals, 2008).

A diferencia de los robots industriales, donde las tareas se ejecutan de manera estructurada y repetitiva, los que son destinados a la ayuda de personas discapacitadas tienen como inconveniente que sus tareas no son repetitivas y se especifican para cada requerimiento, dadas por su estilo de vida como lo son: tomar un vaso, comer, llevar una maleta, etc. Requiriendo que los robots de este tipo tenga destrezas mayores a los industriales, representadas en la dificultad de programar un gran número de tareas distintas para un solo brazo robotico en un entorno que esta cambiando constantemente.

El objetivo de la robótica en la discapacidad, hablando más puntualmente en miembros superiores, es la de resolver los problemas de movilidad y manipulación de las extremidades de pacientes con amputaciones (Editorial RIAI, 2008). Para esto, se han desarrollado distintos prototipos de manos mecánicas accionadas por diferentes mecanismos. Se encuentran pinzas donde sólo se ofrece la capacidad de abrirla o cerrarla accionadas mediante arnés o médios eléctricos. Manos mecánicas accionadas por señales electromiográficas, producidas por el músculo cuando se contrae o flexiona. Estas señales son adquiridas mediante electrodos de superficie (Fig. 3), se caracterizan por presentar un espectro en frecuencia entre 20 y 300 Hz y niveles de tensión, que dependiendo del músculo y de la intensidad de contracción pueden llegar a 5mV (Ceres, 2008). Otro mecanismo de accionamiento se encuentra en nuestra boca. Actualmente, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo trabaja en un implante de prótesis del todo el antebrazo y mano sostenida por el muñón existente controlado por un dispositivo en el paladar y accionado por la lengua del paciente (INAOE, 2008). El inconveniente presentado por este mecanismo ocurre cuando el paciente este comiendo, pudiendo interferir esta tarea con el funcionamiento del dispositivo insertado en el paladar.

En la Universidad Politécnica Salesiana en Quito, se está desarrollando una prótesis activada por voz. Un sistema compuesto principalmente por un procesador digital de señales, encargado de

reconocer los comandos y un controlador que accionará los actuadores necesarios para realizar los movimientos programados de la prótesis. Este sistema proporciona comodidad a pacientes que no cumplan con los requerimientos mínimos que se exige tener para optar a determinada prótesis, puesto que sólo necesita entrenar el sistema de reconocimiento de voz con los comandos que desea programar para realizar tareas específicas, como por ejemplo tomar una taza, cepillarse los dientes. Otras de las ventajas que ofrece este tipo de prótesis es el número de grados de libertad que puede llegar a manejar, llegando hasta los 19 (Moreira, 2008).

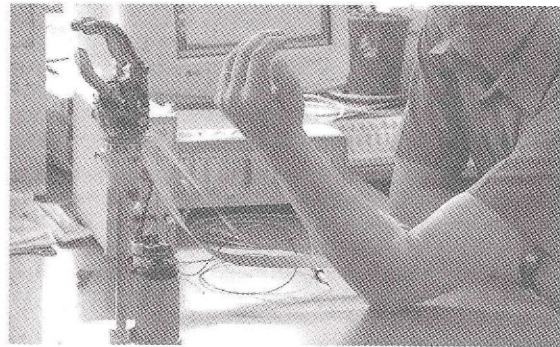


Fig. 3 Electrodo de superficie [3]

Científicos del instituto alemán de Biomedicina Técnica Fraunhofer, han desarrollado una prótesis capaz de transmitir sensaciones de frío y calor al paciente que la porta. Esta comunicación se realiza mediante transmisión telemétrica. Esto consiste en unir fibras nerviosas sanas a electrodos, logrando con esta comunicación que el paciente sienta que tiene una mano sana. La gran diferencia con las prótesis nombradas anteriormente, radica en que los elementos captadores de señales se encuentran dentro de la piel. La mano está hecha de un material biológico que esta siendo optimizado, optando por una solución emparedado: 400 nanoconductores de platino recubiertos de polyamid. Sólo los puntos de contacto entre el nervio y el platino quedan libres del plástico (Deustche, 2006).

Tanto en institutos de investigación, en universidades o incluso en el mercado, se pueden ver diferentes tipos de prótesis. En el Grupo de Investigación en Biomecánica de la Universidad Nacional de Colombia se desarrolló una pinza tridigital para suplir la función de prensión, un rotador para suplir la pronación supinal del antebrazo, y un flexo extensor para suplir las

funciones de flexión extensión (ver Fig. 4). El sistema se acciona con señales mioeléctricas y fuente de energía extracorpórea. Esta prótesis permite que el paciente pueda llevar a cabo las siguientes actividades: pronación supinal de brazo, agarre de fuerza por oposición de los dedos flejados, presión más estable comparado con una prensa bidigital, fuerte presión para retener objetos largos, manejo de objetos delicados y sostenimiento de éstos con movimiento casi normal, apariencia estética similar en estructura a la de la mano y actividades normales poco pesadas en el trabajo (Sánchez, 2006).

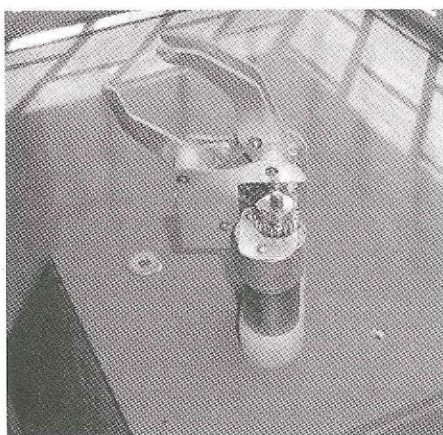


Fig. 4 Pinza Tridigital [4]

En el instituto de Automática Industrial – Arganda del Rey (Madrid), el grupo de Bioingeniería presentó el diseño y desarrollo de una prótesis de mano de alta movilidad, modular y con efectos de realimentación llamada MANUS-HAND (ver Fig. 5). En esta prótesis el sistema de control es manejado mediante el empleo de señales mioeléctricas, adaptadas a la capacidad residual de cada usuario. Su sistema mecánico está desarrollado con una estructura de tres dedos activos en flexo-extensión y prono-supinación de muñeca, incluyendo diferentes tipos de actuadores como motores DC y motores ultrasónicos controlado todo por una arquitectura electrónica distribuida y jerarquizada (Ceres, 2008). Esta mano consta de diez articulaciones de las cuales tres se activan de forma independiente. El proyecto contempla las siguientes características: cubre un amplio espectro de modos de prensión, tanto aquellos que requieren oposición del pulgar como precisión y potencia, como las que no la requieren

como lateral y gancho, posee un número reducido de actuadores permitiendo una solución compacta de tamaño y peso reducido, interacción bidireccional entre paciente y prótesis formando el primero un lazo del control del sistema, el sistema es capaz de controlar posibles perturbaciones durante el agarre de forma autónoma. Este sistema cuenta además con una interfaz de usuario el cual se diseñó para entrenar virtualmente al paciente y evaluar sus capacidades, permitiendo personalizar la prótesis para adaptarla a los parámetros residuales y mioeléctricos del amputado.

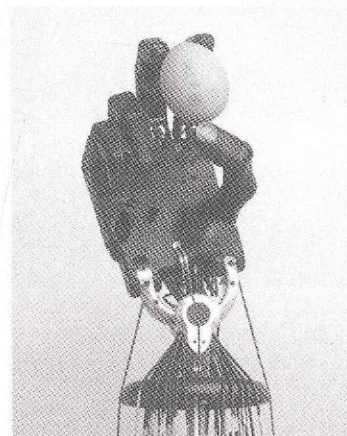


Fig. 5 Manus-hand [5]

La compañía Touch bionics anunció la primera mano biónica comercial del mundo. La mano biónica llamada i-Limb permite movimientos más naturales que las prótesis existentes, incluso se puede manejar y manipular objetos delicados, usar un móvil (ver Fig. 6). Todo esto gracias a los motores integrados a cada uno de los dedos de la mano, lo que le otorga mayor precisión, con diferentes niveles de agarre. Detecta los impulsos musculares y acciona la mano. También existen modelos parciales llamados ProDigits, es decir prótesis de dedos.

El proyecto Cyberhand, en el que participan investigadores de la Universidad Autónoma de Barcelona y del Centro Nacional de Microelectrónica del Instituto de Automática Industrial, junto a científicos de Italia, Alemania y Dinamarca, pretende diseñar una prótesis biónica casi tan real como una mano. Esta prótesis, será capaz de realizar movimientos precisos obedeciendo estímulos nerviosos. Requerirá la implantación de un chip que irá conectado al sistema nervioso, el cual tiene la tarea de

transmitirle las órdenes de movimiento provenientes del cerebro mediante el procesamiento de señales bioeléctricas de las neuronas hacia la mano artificial. A su vez, este chip recogerá las señales de contacto, presión, temperatura proveniente de la mano y las enviará al cerebro a través de las conexiones con el nervio, dándole así, la sensación de tener una mano verdadera.

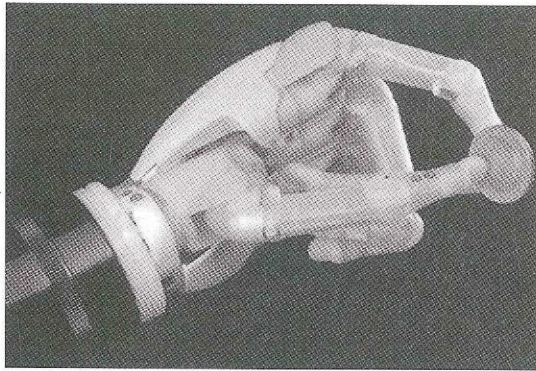


Fig. 6 Mano I-Limb [6]

## Conclusiones

El desarrollo de prótesis robóticas juega un papel muy importante en el proceso de rehabilitación en personas discapacitadas brindándoles la posibilidad de volver a recobrar la movilidad y las funciones básicas que perdieron al momento de perder alguna de sus extremidades superiores.

Este artículo ha buscado mostrar una visión general de la robótica aplicada al diseño de prótesis, haciendo mención de algunos de los trabajos que se están realizando o se realizaron en este campo y sus características. En un futuro, no muy lejano, se espera que las prótesis reproduzcan los movimientos exactos de una mano real lo que implicará mayores grados de libertad y mejores mecanismos de accionamientos. Todo apunta a que las prótesis accionadas directamente por el cerebro mediante chips conectados al sistema nervioso, serán las que obtenga los mejores resultados. Aún es motivo de estudio e investigación el tópico de las prótesis robóticas, donde continuamente institutos o centros especializados buscan la manera de mejorar las prótesis ya existentes, y brindar así a los pacientes una solución que satisfaga todas sus expectativas y requerimientos, incluyendo el aspecto económico.

## Bibliografía

- MESONERO, D. ROMANOS, R. CERES, H. RODRÍGUEZ, J. L. PONS. (citado en 2008). Arquitectura Electrónica para el Control de una Prótesis de Mano. Instituto de Automática Industrial (SCIC) España.
- MOREIRA ESCOBAR, León. (citado en 2008). Prótesis inteligentes para extremidades superiores utilizando DSP. Departamento de Robótica e Inteligencia Artificial de la Universidad Politécnica Salesiana, Quito – Ecuador.
- CASALS, Alicia. (citado en 2008). Robótica y personas con discapacidad. Universitat Politècnica de Catalunya.
- CHAPPELL, P.H., KYBERD, P.J. (1991) "Prehensile Control of a Hand Prosthesis by a Microcontroller", J. Biomed. Eng. Vol. 13, pp. 363 – 362.
- KYBERD, P.J. et al., (1995). MARCUS: A Two Degree of Freedom Hand Prosthesis with Hierarchical Grip Control, IEEE Transaction on Rehabilitation Engineering. Vol. 3, No. 1, pp. 70-76.
- NOVACARE SABOLICH PROSTHETIC AND RESEARCH CENTER, NEW TECHNOLOGY. (1998). (on line) United States, Obtenido en 29/12/98 en: <http://www.novacaresabolich.com/>.
- "ROBOTS HUMANOIDES DE SERVICIO". INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA (INAOE). (citado en 2008). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV), Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE).
- INTRODUCCIÓN A LA SECCIÓN ESPECIAL DE ROBÓTICA DE SERVICIOS: APLICACIONES Y CASOS PRÁCTICOS. (2008). Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial. ISSN: 1697 – 7912. Vol 5, No. 2, Abril-08, pp. 4-5.
- LA ROBÓTICA EN LA DISCAPACIDAD. DESARROLLO DE LA PRÓTESIS DIESTRA DE EXTREMIDAD INFERIOR MANUS – HAND. (2008). Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial. ISSN: 1697 – 7912. Vol 5, Num. 2, Abril-08, pp. 66-68.
- SUÁREZ E. G., BETANCOURT G. A, OROZCO A. A. (2005). Identificación de señales electromiográficas para el control de un manipulador robótico y entornos

virtuales tridimensionales. Grupo de Investigación en Control e Instrumentación Universidad Tecnológica de Pereira. IEEE COLOMBIAN WORKSHOP ON ROBOTICS AND AUTOMATION.

SANCHEZ, C. M., LOAIZA, J. L., CORTÉS, C. J. (2006). Diseño y Construcción de prototipo de pinza y rotador (funciones de pronación y supinación) para prótesis mioeléctrica de mano. Revista Ingeniería e Investigación Vol. 26, No.3, pp. 5-11.

REVISTA EQUIPO FEREDAL DE TRABAJO. (2006). Publicado el 04-04-06. 7 Edición 11. ISSN 1669-4031. [http://www.newsmatic.e-pol.com.ar/index.php?pub\\_id=99&sid=0&aid=8532&eid=11&NombreSeccion=Resultados%20de%20la%20Busqueda&Accion=VerArticulo](http://www.newsmatic.e-pol.com.ar/index.php?pub_id=99&sid=0&aid=8532&eid=11&NombreSeccion=Resultados%20de%20la%20Busqueda&Accion=VerArticulo)

SUAREZ R., GROSH P. (citado en 2008). “Mano Mecánica MA-I. Instituto de Organización y Control de Sistemas Industriales (IOC) Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).

“MANIPULACIÓN DIESTRA SEMIAUTÓNOMA Y TELEOPERADA PARA ROBÓTICA INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS”. Proyecto CICYT DPI 2001-2202 (2001-2004), Investigador principal R. Suárez, Instituto de Organización y Control de Sistemas Industriales – Universidad Politécnica de Cataluña, IOC-UPC.

## Figuras

[1] Prótesis cosmética

[http://1.bp.blogspot.com/\\_WiqMAWNl9Js/SWfaIG5vSJI/AAAAAAAAA7c/rvtI\\_vfrSrK/s400/1+\(104\).JPG](http://1.bp.blogspot.com/_WiqMAWNl9Js/SWfaIG5vSJI/AAAAAAAAA7c/rvtI_vfrSrK/s400/1+(104).JPG) [consultado 9 de julio de 2008]

[2] Prótesis eléctrica

[http://tecnologiadelosigloxxi.files.wordpress.com/2009/06/2191612788\\_8786ecfbc.jpg](http://tecnologiadelosigloxxi.files.wordpress.com/2009/06/2191612788_8786ecfbc.jpg) [consultado 9 de julio de 2008]

[3] Electrodo de superficie

<http://www.neoteo.com/Portals/0/imagenes/cache/7611x1500y1500.jpg> [consultado 9 de julio de 2008]

[4] Pinza tridigital

<http://www.scielo.org.co/img/revistas/iei/v26n3/3a01f7.jpg> [consultado 12 de julio de 2008]

[5] Manus-hand

[http://www.shadowrobot.com/images/gallerys/handC5r\\_061102-hires/c5\\_egg.jpg](http://www.shadowrobot.com/images/gallerys/handC5r_061102-hires/c5_egg.jpg) [consultado 9 de julio de 2008]

[6] Mano I-Limb

[http://4.bp.blogspot.com/\\_yhCuB-mLOGI/R58w5kJEi2I/AAAAAAAAAADc/csBX4\\_ZwhZo/s400/ilimb-bionic.jpg](http://4.bp.blogspot.com/_yhCuB-mLOGI/R58w5kJEi2I/AAAAAAAAAADc/csBX4_ZwhZo/s400/ilimb-bionic.jpg) [consultado 12 de julio de 2008]