

Desarrollo de una prótesis mioeléctrica de miembro superior con amputación transradial por medio del uso de tecnologías 3D

Development of a superior member mioelectric prosthesis with transradial amputation through the use of 3D technologies

John Bejarano¹
Ing. Diego Barrera²

Abstract: This article presents the development of a myoelectric upper limb prosthesis with transradial amputation with low cost in search of improving the quality of life in people with this type of amputation, compensating in some way the loss or limitation of physical functions. The article show technical solutions that offer functionality without leaving aside the aesthetics of the product are provided. The prosthesis will be controlled by body strength, based on the use of electromyographic signals that are produced by the contraction of a muscle that acts as a switch. With the implementation of it seeks the adaptability of the person to the manipulation of different objects and their environment, imitating the natural movement of the upper limb; The speed and type of movement of the limb varies according to the intensity of the muscular activity of the person.

Keywords: Prosthetics, myoelectric, transradial, Myoware sensor, 3D printing.

Resumen: Este artículo presenta el desarrollo de una prótesis mioeléctrica de miembro superior con amputación transradial de bajo costo en busca de la mejora de la calidad de vida en personas con este tipo de amputación, compensando de alguna manera la pérdida o limitación de las funciones físicas. Se proporcionan soluciones técnicas que ofrecen funcionalidad sin dejar de lado la estética del producto. La prótesis será controlada por la fuerza corporal, basándose en el empleo de señales electromiográficas que son producidas por la contracción de un músculo que actúa como interruptor. Con la implementación del mismo se busca la adaptabilidad de la persona a la manipulación de diferentes objetos y a su entorno, imitando el movimiento natural del miembro superior; la velocidad y el tipo de movimiento de la extremidad varía según la intensidad de la actividad muscular de la persona.

Palabras clave: Prótesis, mioeléctrica, transradial, sensor Myoware, impresión 3D.

¹ Universidad de Pamplona. Ciudadela Universitaria. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. johndbv@hotmail.com

² Universidad de Pamplona. Ciudadela Universitaria. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. diego.barrera@unipamplona.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

Una prótesis mioeléctrica es una estructura desarrollada con el fin de reemplazar una parte o la totalidad de un miembro del cuerpo humano, es decir, sustituye las funciones perdidas del mismo, sin abandonar la figura corporal del paciente. Las prótesis, son ejecutadas por actuadores que se controlan a través de señales electromiográficas (EMG), las cuales son obtenidas a través de sensores musculares por medio de electrodos superficiales, haciendo contacto directo sobre la piel, situados en el muñón del paciente o en una parte del brazo, donde sea captada una mayor actividad muscular.

Por otro lado, la pérdida de miembros humanos por artefactos diferentes a los naturales, es una realidad desde hace siglos. Con el transcurso del tiempo se han realizado numerosas invenciones en el campo de la robótica, para dar respuesta a esta compleja dificultad, razón por la cual se decide realizar e implementar este proyecto (García, 2014).

Actualmente la impresión 3D, es muy utilizada, debido a que facilita la creación de piezas complejas en tiempo corto además de ser fabricadas a bajo costo, aumentando el flujo de producción; permitiendo de esta manera al usuario, personalizar piezas u objetos como lo desee, ya que ofrece un gran nivel de exactitud y acabado. La fabricación de dichas piezas se ha hecho más sencilla cada vez, ya que por medio de un software CAD (Diseño Asistido por computadora), una persona con poco conocimiento puede fabricar piezas con geometrías complejas. A su vez, muchos de estos softwares permiten visualizar una figura bidimensional total del prototipo, en cuanto a, medidas, superficies externas e internas, cortes, perforaciones, tolerancias, ensambles, entre otros. Se debe tener en cuenta que, si el objeto se compone de varias piezas, se realizan simulaciones de movimiento, esto es muy útil, ya que permite identificar errores mecánicos y de diseño en las piezas antes de llevarlas a ser impresas.

2. DESARROLLO DE LA PRÓTESIS

2.2. Diseño estructural y mecánico.

Inicialmente tras una revisión bibliográfica y aplicando metodología QFD para establecer las características más relevantes a tener en cuenta para la construcción de la prótesis, se inicia el proceso de diseño estructural (Arroyave, Maya y Orozco, 2007).

El diseño estructural de la prótesis fue diseñado y desarrollado en el software Solidworks, ejecutando un análisis de movimiento, análisis estático y cálculos de resistencia de la prótesis. Posteriormente se llevó a la impresión 3D donde ese utilizo el software CURA configurando parámetros como la velocidad temperatura, densidad, anchura altura y distancia entre capas, soportes, parámetros de ventilación, tipo de adhesión, orientación y ubicación de la pieza con el fin de para culminar totalmente la etapa de modelación 3D (Solidwork, 2017).

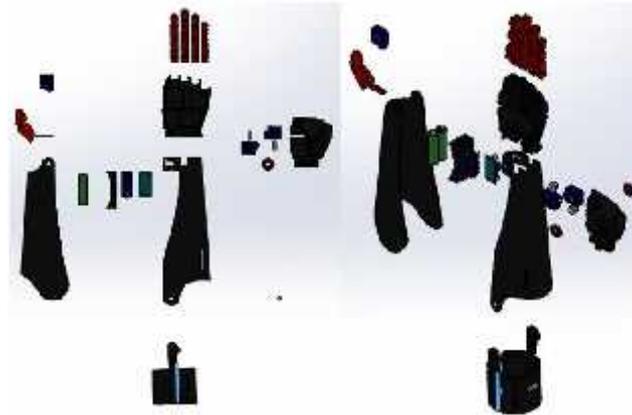


Figura 1. Diseño CAD.

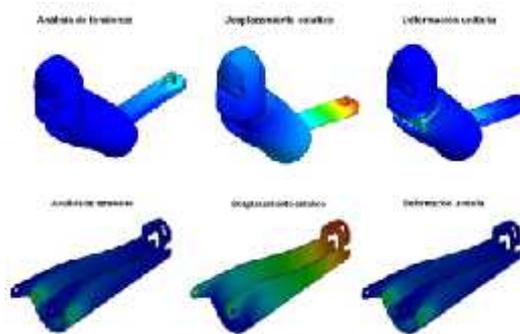


Figura 2. Estudio análisis estático.

2.3. Diseño electrónico.

Para el suministro de la energía requerida para el funcionamiento del sistema, se utiliza un circuito de acople que incluye un regulador de voltaje encargado de comprobar que la señal emitida por el sensor Myoware sea la correcta, y que los microservos estén calibrados y graduados a ángulos especificados.

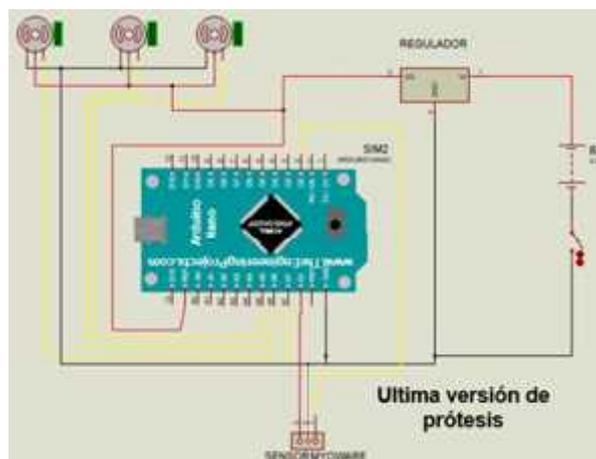


Figura 3. Diseño electrónico.

2.4. Modelo de programación.

Para la construcción teórica y práctica de este apartado se toma como referencia la investigación de Delgado, Vallejo y Torres, 2007, esto con el fin de entender el funcionamiento de las señales electromiográficas. El primer paso a realizar, para la elaboración y ejecución del proceso de programación, es captar la lectura de la señal del pin análogo, en este caso, donde se hace la conexión del sensor Myoware y se usa un filtro mediano, es decir, se lee la señal un número impar de veces, donde se ordenará de menor a mayor los datos tomados y se toma el valor de la mitad como la medida, con el fin de, eliminar quitar ruido de picos altos y bajos. Luego, la señal se umbraliza para distinguir si el dato obtenido corresponde a un voltaje alto o bajo. Cuando se detecta un pico, es decir que el voltaje sube y posteriormente baja, se cambia la posición de los servos que controlan los dedos de la mano.

Dependiendo de la duración del pico, la posición a la que cambiará la mano será diferente. En este caso, el software distingue entre picos cortos, medianos y largos. Esto da lugar a que la mano pueda tener 4 posiciones predeterminadas que son abierta, pinza, cierre de palma y cierre de puño. Después de que se ha detectado un pico y la posición de la mano ha sido cambiada, se da un periodo de inactividad en el que la mano permanecerá en la posición actual. Esto evita que el ruido después de realizado el impulso obstaculice el funcionamiento de la prótesis.

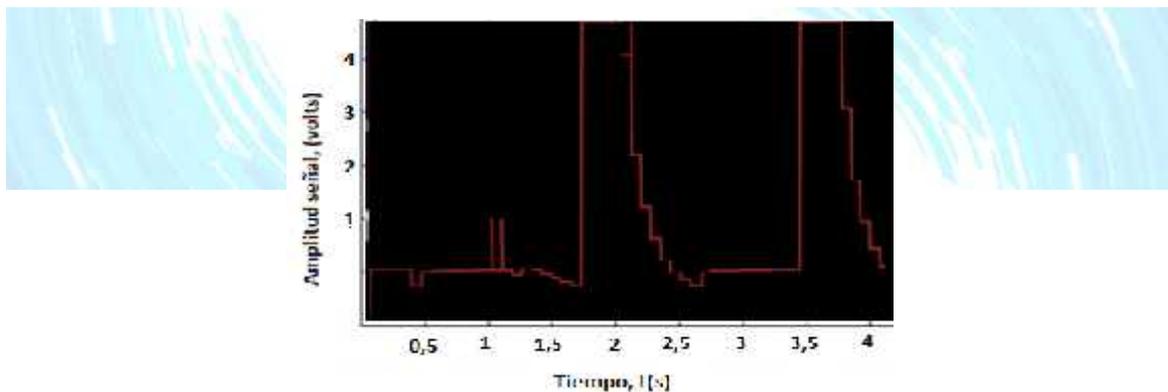


Figura 4. Señal electromiográfica.

3. Resultados.

La última etapa consta de la implementación del prototipo de prótesis y estudiar su eficiencia, en esta se observará que la prótesis no interfiera con algún movimiento hecho por la persona o con alguna parte de su cuerpo, que el peso no sea muy elevado y requiera de un esfuerzo mínimo y sencillo para ser operada, se analizará la ubicación óptima del sensor para captar las señales (EMG), se verificará el agarre y la fuerza para sujetar diversos objetos en su entorno que serán variados en tamaño forma y peso, por último se verá la autonomía del sistema puesto en funcionamiento.



Figura 5. Implementación prótesis.

El diseño de las piezas de la prótesis mioeléctrica fue desarrollado pensando en que pudieran ser fabricadas por medio de un proceso de manufactura disponible en el país, como el uso de una impresora 3D, CNC o el procesamiento de polímeros (extrusión, inyección, termo formado). Con el fin de ser recreado en cualquier parte del país y del mundo a bajo costo, sin fines comerciales ya que el propósito fundamental de este proyecto es ayudar a personas con este tipo de amputación, además de fines de educación. Por tal motivo, desde el inicio del proceso de diseño se escogió que la geometría de los componentes de la prótesis fuera tan sencilla como su funcionalidad lo permitiera, y por consiguiente de fácil fabricación (Bernal, 2012).

4. conclusiones.

En los últimos tiempos se han evidenciado grandes avances en la elaboración de las prótesis, promoviendo múltiples líneas de investigación que prometen nuevos cambios e innovaciones para ser aplicadas en pro de mejorar el desarrollo de las prótesis mioeléctricas, buscando mejorar la calidad de vida de las personas con malformaciones congénitas o amputación transradial de las extremidades superiores. A raíz de lo anterior, se decidió implementar el Desarrollo de una prótesis mioeléctrica de miembro superior con amputación transradial por medio del uso de tecnologías 3D.

Por ende, el desarrollo de este proyecto, aporta experiencias de vida bastantes constructivas a nivel personal y profesional ya que permite discernir en llevar a cabo proyectos que efectúen este tipo de temáticas, para así profundizar y mejorar cada vez más, en el campo de la robótica. La implementación de este proyecto juega un papel muy importante dentro de las nuevas tecnologías, ya que, mediante las mismas, se pueden diseñar prótesis mioeléctricas, optimizar circuitos eléctricos y modelos programáticos, garantizando así, una mejor calidad de vida a las personas beneficiarias de las prótesis.

Con respecto a la aplicación del despliegue de la función de calidad, fue muy importante ya que permitió identificar los aspectos más significativos necesarios, para la construcción de la prótesis mioeléctrica, dando prioridad a las desventajas que se presentaban en el modelo anterior de prótesis y necesidades específicas de las diferentes personas beneficiadas.

De igual forma se observó que la implementación de esta prótesis, tiene una gran eficiencia gracias a que la misma, es autónoma, resistente, segura y liviana; en cuanto en su funcionamiento arrojó resultados óptimos, por ofrecer diversos movimientos en la

mano para la manipulación de objetos y realización de actividades cotidianas presentando una adaptabilidad de la persona a su entorno bastante alta, logrando de esta forma una mejor calidad de vida en personas con amputación transradial y compensando así de alguna manera, la pérdida o limitación de las funciones físicas.

Finalmente, la replicación del funcionamiento de la mano humana, fue un reto, ya que se deben tener en cuenta bastantes aspectos, desde los movimientos básicos, hasta el material seleccionado para su estructura. A su vez, es bastante complejo la elaboración del modelado del software CAD de superficies orgánicas.

REFERENCIAS

Arroyave, C, Maya A & Orozco, C. (2007). *Aplicación De La Metodología QFD En El Proceso De Ingeniería De Requisitos*. Bogotá.

Delgado, F, Vallejo, E & Torres, J. (2007). *Diseño y Construcción de un Sistema de adquisición y Visualización de Señales Electromiográfica*. México.

Bernal, J. (2012). *Diseño y simulación de un prototipo de prótesis de mano bioinspirada con cinco grados de libertad*. Bogotá, Colombia.

Mesa Mesa, L., Barrera Lombana, N. (2013). La robótica educativa como instrumento didáctico alternativo en educación básica. *Revista Colombiana de Tecnologías Avanzadas*, ISSN: 1692-7257 - Volumen 2 - Número 22 – 2013, Colombia.

Sanchez Dams, R. (2013), Estado del arte del desarrollo de sistemas embebidos desde una perspectiva integrada entre el hardware y software. *Revista Colombiana de Tecnologías Avanzadas*, ISSN: 1692-7257 - Volumen 2 - Número 22 – 2013, Colombia.

Sandoval, G., Tobar Molano, J., Mosquera, V., González, J. (2013). Pluviógrafo electrónico con transmisión de datos inalámbrica. *Revista Colombiana de Tecnologías Avanzadas*, ISSN: 1692-7257 - Volumen 1 - Número – 2013, Colombia.

Santafé, Y., Chaparro, B., Franco, J. (2013). Detección de patrones característicos con transformadas wavelet en señales electromiográficas del cuádriceps. *Revista Colombiana de Tecnologías Avanzadas*, ISSN: 1692-7257 - Volumen 2 - Número 22 – 2013, Colombia.

SITIOS WEB

García, G. (2014). *Desarrollo de habilidades de la tecnología y la educación DHTIC*. <https://es.slideshare.net/LupitaGarcia14/prtesis-mioelctricas-36645806>

Solidworks. (2017). *Análisis estructural*. Tomado de: <https://www.solidworks.es/sw/products/simulation/structural-analysis.htm>.