

# Prótesis robótica controlada mediante señales mioeléctricas

**F. R. Freire**

Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador, ffreire@ute.edu.ec

**L. M. Tobar**

Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador, tsclm32070@ute.edu.ec

**O.A Chadrina**

Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador, co89793@ute.edu.ec

## RESUMEN

El presente artículo presenta el resultado de un proyecto de investigación y desarrollo tecnológico, donde se construyó una prótesis robótica para la mano, controlada mediante las señales mioeléctricas de los músculos del brazo, generadas a partir de un comando del cerebro, estas señales captadas y amplificadas activan los servomotores que controlan los dedos de la mano robótica y permiten realizar acciones de sujeción de objetos.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos de los últimos tiempos permiten incursionar en diferentes áreas del saber, y dar respuestas a necesidades crecientes de la humanidad. Según el CONADIS (2014) en el Ecuador existe 361.51 personas con algún tipo de discapacidad, y muchos de ellos no cuentan con recursos suficientes para comprar prótesis o equipos que se adapten a sus necesidades.

Las prótesis que existen en el mercado tienen una amplia gama, que van desde las básicas hasta las sofisticadas a costos elevados, justificado por la tecnología y las capacidades de manipulación que ofrecen. A principios de este siglo las prótesis que existían eran mecánicas y han evolucionado hasta llegar en la actualidad a prótesis multifuncionales, mioeléctricas.

Las prótesis se divide en dos grupos: activas e inactivas, las prótesis activas se dividen en: robóticas y biónicas, y las prótesis inactivas en: según el material y el funcionamiento.

Desde el punto de vista técnico una de las definiciones más completas de prótesis es la de Harold Z. Haut quien menciona: "el fundamento racional para implantar un dispositivo electrónico es que ejecute su función dentro del cuerpo sin necesidad de pasar alambres a través de la piel".

En la Figura 1, se presentan algunos ejemplos de prótesis existentes: Pons, Shadow Robot, Touchbionics, Ottobock.

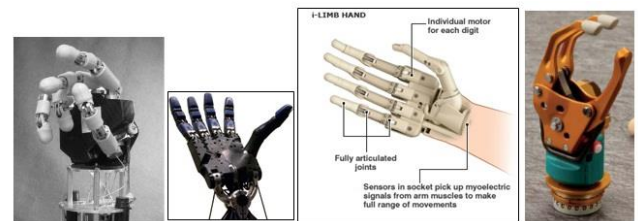


Figura 1: Prótesis de la mano

## 2. ADQUISICIÓN DE LAS SEÑALES MIOELÉCTRICAS

Las señales mioeléctricas, conocidas también como señales electromiográficas (EMG) que se producen durante la contracción muscular, son impulsos eléctricos formados cuando los iones fluyen adentro y fuera de las células del músculo. Estas señales se caracterizan por ser bipolares (positivas y negativas), y son diferentes para cada individuo, cambian constantemente en frecuencia y amplitud.

La adquisición de las señales EMG se realiza mediante electrodos cutáneos o dérmicos, para luego proceder con su acondicionamiento como amplificación, filtrado y digitalización de la señal.

La señal ya procesada es enviada a un procesador, donde se estima la fuerza muscular en base a un análisis de los datos obtenidos.

Los músculos funcionan por pares, pueden contraerse, de forma que en cada articulación deberá existir un músculo o grupo muscular que desplace la articulación en una dirección, y un músculo o grupo muscular correspondiente que se desplacen en dirección opuesta. Los músculos se contraen más eficazmente cuando el par de músculos está en equilibrio relajado

### 3. DESARROLLO DEL PROTOTIPO

Durante el desarrollo del proyecto se realizó el diseño mecánico, electrónico, modelación y por último la implementación del prototipo de la prótesis de la mano robótica; en la Figura 2, se presenta el modelo realizado con el paquete simMechanics de Matlab. Los sensores (electrodos) colocados en el brazo de la persona, captan los impulsos eléctricos del músculo y acciona los servomotores que controlan los dedos de la mano mediante cuerdas.

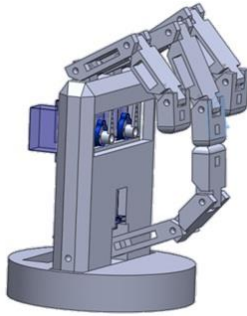


Figura 2: Diseño y simulación de movimientos

Para el maquinado de la prótesis se utilizó duralon; los dedos largos están compuestos por tres falanges, el dedo pulgar de igual forma por tres articulaciones para facilitar el agarre de objetos. Los dedos se diseñaron simétricos, es decir la longitud de la falange, falangina y falangeta están en proporción con su largo total.

Para captar las señales mioeléctricas se empleó electrodos superficiales y el circuito AD820; las señales de los electrodos se suministran a los pines 2, 3, y 5, para ser posteriormente amplificadas.

La señal ingresa al conversor análogo digital dsPic, por el pin 9, el rango de la entrada en el convertidor para ser digitalizada es entre 0V y 5 V, luego es filtrada, con el fin de eliminar la mayor cantidad de ruido, posteriormente clasificada con el objetivo de estimar la fuerza muscular, la señal sale al opto acoplador pc817, que se encarga de activar los motores en concordancia con la fuerza aplicada.

El circuito AD820 entrega la señal amplificada en un rango desde 0,7V a 1,2 V, dependiendo de la variación eléctrica muscular.

La señal en el microcontrolador es muestreada, con una resolución de 12 bits; el rango de la señal de entrada es entre 0V y 4V; esto significa que la resolución es de  $4V / 4096 = 0,0009765625$  voltios por incremento digital.

El circuito que controla el funcionamiento y la prótesis se presenta en la Figura 3.

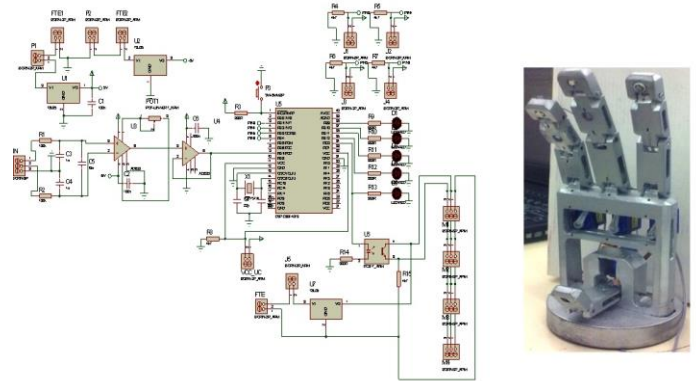


Figura 3: Circuito de control y prótesis de la mano robótica

### 4. CONCLUSIONES

- Las señales mioeléctricas son inestables y la variación esta en el rango de micro hasta mili voltios.
- En cada dedo de la prótesis se incorporó un sensor con el fin controlar la presión de agarre de los objetos.
- Las relaciones antropomórficas y antropométricas de la mano dificultaron el diseño y construcción del prototipo
- El prototipo ayuda a las personas a sujetar objetos y brinda seguridad y confort al tener una apariencia similar a la mano real.

### REFERENCIAS

Consejo Nacional de Discapacitados. (2014). <http://www.conadis.gov.ec> 03/05/2014

Pons, J. L. (2008). *Wearable Robots*, John Wiley & Sons, Ltd

Shadow Robot. (2014). <http://www.shadowrobot.com> 23/05/2014

Touchbionics. (2014). <http://www.touchbionics.com> 23/05/2014

Ottobock. (2014). <http://www.ottobock.es> 02/05/2014

### Authorization and Disclaimer

*Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.*