

Informe Proyecto Mioeléctrico

Ing. Antonio Jimenez Caballero

1. Introducción

Las prótesis funcionales de extremidades superiores presentan una solución para las personas que no disponen de estos miembros. Las prótesis que están siendo actualmente comercializadas en Creotec presentan una construcción mecánica simple pero robusta. La estructura se fabrica con tecnología aditiva y se utiliza un mecanismo de accionamiento que hace uso de hilos, ligas y del principio de palanca. Con esto se logra aprovechar el movimiento de la articulación del codo para lograr abrir y cerrar la mano de la prótesis. Si bien simple y robusta en su construcción, estas prótesis solo pueden ser usadas si es posible hacer uso de la articulación del codo. En los casos donde se tiene el muñón del antebrazo muy pegado al codo o donde solo se disponga del brazo se necesita de otro tipo de prótesis. En este contexto es donde se presenta una prótesis mioeléctrica que hace uso de un motor para accionar la mano de la prótesis. Mediante la lectura de la señal mioeléctrica generada por un músculo, un algoritmo se encarga de activar un motor dc alimentado por baterías el cuál acciona la mano de la prótesis a través de hilos. Adicionalmente, se consigue que el cierre de la mano se adapte a la forma del objeto mediante el uso de un eslabón triangular de transmisión. Actualmente, se está terminando el desarrollo de una segunda versión de esta prótesis mioeléctrica con miras a empezar a hacer pruebas en pacientes.

2. Marco teórico

a. Señal electromiografía

Una señal mioeléctrica es la diferencia de potencial generada por los músculos cuando estos se contraen. Las señales EMG tienen una frecuencia que oscila entre 50 y 150 Hz y una amplitud que va desde los μV hasta los 10 mV. Para capturar esta señal se hace uso de electrodos. Estos pueden ser de diversos tipos y el que se utiliza en este proyecto es el electrodo seco de superficie. Estos son electrodos no invasivos que pueden ser montados sobre la misma prótesis y ofrecen la mayor comodidad para su uso continuo. Sin embargo, la calidad de la lectura va a depender del correcto posicionamiento del sensor y de las propiedades conductivas de la piel.

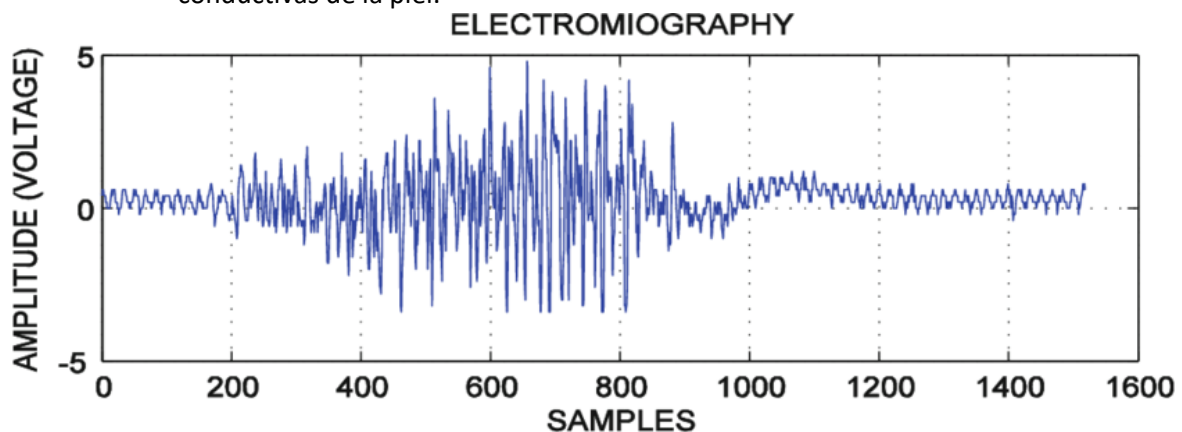


Figura 1: Señal Mioeléctrica (Vicario)

b. Impresión en 3d

Se utiliza tecnología de fabricación aditiva para la elaboración de la prótesis. En específico, se utiliza modelado por deposición fundida (FDM) de plástico. El plástico utilizado es PLA (poliácido láctico), el cuál es bio-compatible. El uso de esta tecnología permite la fabricación de piezas complejas a bajo costo. Esto es ideal para prótesis personalizadas, cuya fabricación no sería posible mediante otros métodos.

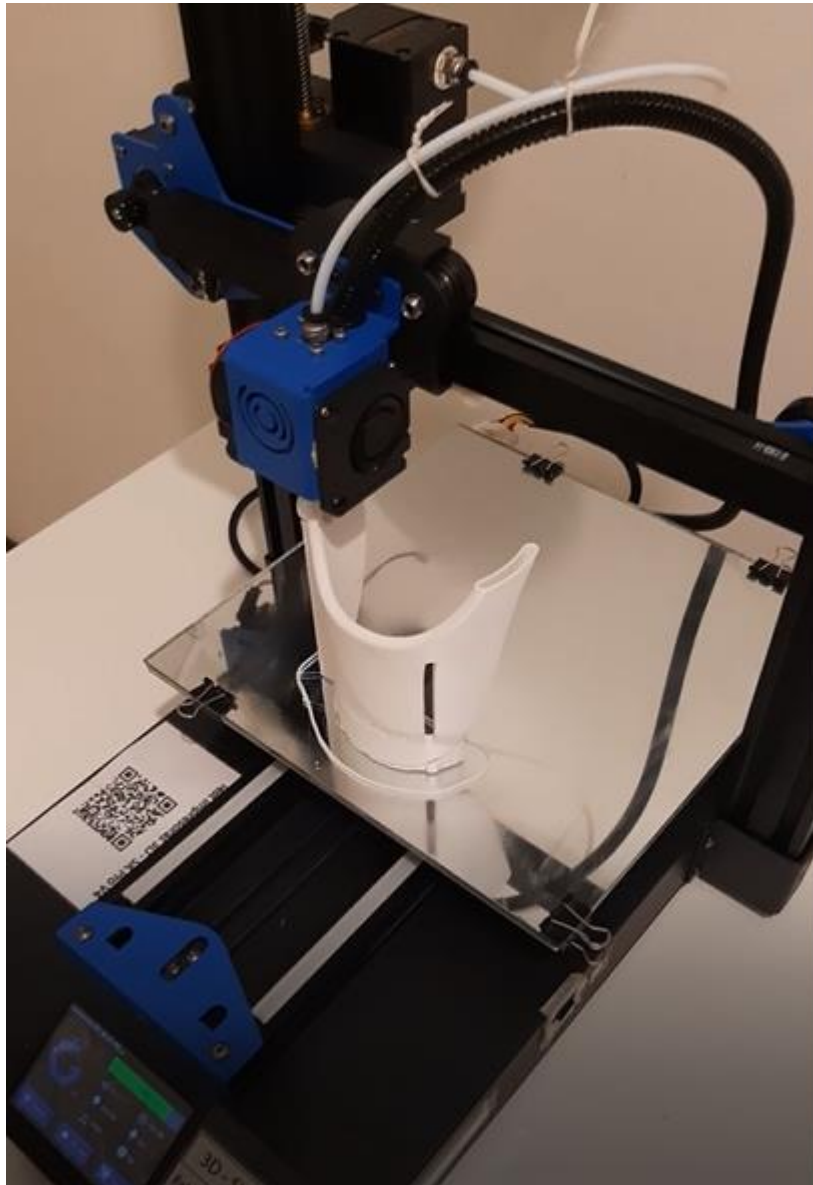


Figura 2: Impresión de Prótesis

3. Prótesis mioeléctrica

La prótesis mioeléctrica que se ha desarrollado hace uso del sensor comercializado por DF-Robot el cual integra un filtro analógico y provee las librerías para un filtro digital



Figura 3: Prótesis Mioeléctrica

La señal recibida a través de este sensor es enviada al microcontrolador. En este caso se utiliza un ATmega328P el cual viene integrado en el Arduino Nano. El microcontrolador procesa la información recibida en tiempo real mediante la ejecución de un algoritmo. Este consta de un filtro digital, una función de activación y el control del motor. La función de activación es la que permite separar las diferentes señales del músculo de la orden consciente enviada con el propósito de activar la prótesis. La forma en que la prótesis es activada es mediante un pulso de alta intensidad creada por el músculo, el cual se logra mediante una contracción brusca del dicho músculo. La función hace uso de la diferencia del delay de dos filtros de media variable (Moving Average) para capturar la presencia del pulso. Una vez este es identificado se da la orden para que el motor funcione. El sentido de giro del motor alternará entre horario y antihorario con cada orden, lo cual corresponde con abrir y cerrar respectivamente. La orden de cerrar hace que el motor funcione por un tiempo fijo en sentido antihorario y la orden de abrir consiste en el motor funcionando en sentido apuesto hasta topar con un final de carrera, el cual coincide con la posición de mano abierta. Cabe mencionar que este es un mecanismo de control del motor de lazo abierto.

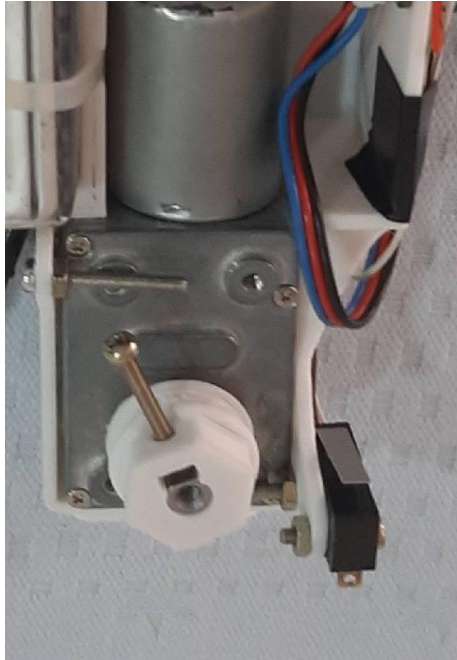


Figura 4: Motor con el Tambor Unido al eje

El motor acciona el hilo mediante un tambor, el movimiento de este hilo se transmite a otros cinco hilos, uno por dedo, a través de un eslabón triangular. Este eslabón permite que los hilos se deslicen uno respecto del otro, permitiendo que el cierre de los dedos se adapte a la forma del objeto que se está agarrando.

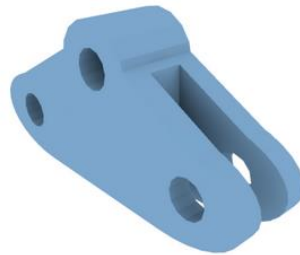


Figura 5: Eslabón Triangular y Agarre Adaptativo (SkipMeetze)

El motor es alimentado con un par de baterías Li-ion 18650 dispuestas en paralelo. Junto con las baterías se tiene sus protecciones (BMS), su módulo de carga (micro-USB) y su elevador de tensión (Step-Up).

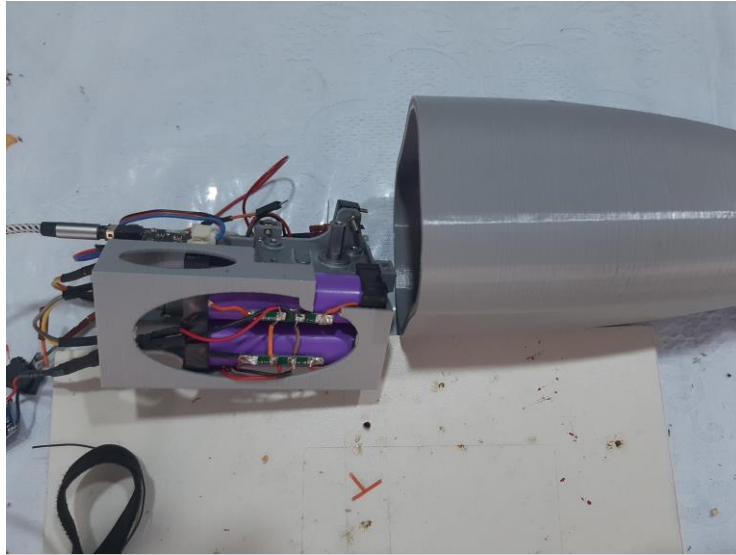


Figura 6: Baterías en la Estructura Extraíble

Todos los componentes están dispuestos en un chasis extraíble, lo cual permite que toda la electrónica pueda ser ensamblado fuera de la prótesis. Una vez todo este en su lugar, esta es introducida en el interior de la prótesis y se procede a ajustar la tensión del hilo principal a través de una abertura dejada para tal propósito.

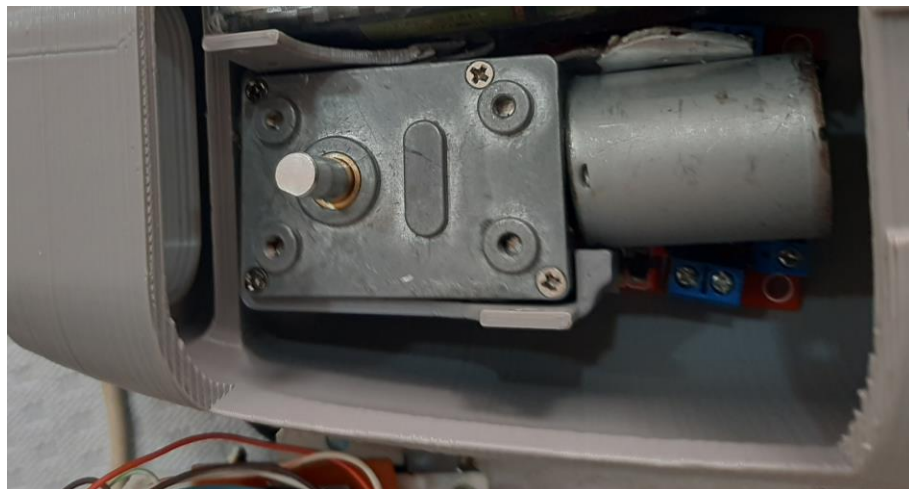


Figura 7: Estructura Extraíble Instalada en el Antebrazo

4. Conclusiones

La prótesis mioeléctrica presentada puede ser usada por personas que no presenten la articulación del codo y, por lo tanto, se presenta como una solución al problema planteado. Al usar elementos electrónicos de uso común y disponibles para su compra en Bolivia, esta puede ser construida a muy bajo costo comparada con otras prótesis comerciales de su tipo. Sin embargo, se pueden evidenciar mejoras a realizar. La primera es la posibilidad de extraer más información de la señal del sensor mioeléctrico. Esto se puede realizar mediante el uso de técnicas de procesamiento digital de señales para

extraer características de la señal y lograr más estados que solo abrir o cerrar. En particular, se desea que la intensidad del cierre se proporcional a la intensidad de la acción del músculo, esto con el fin de dar mayor control a la persona sobre los objetos que se están agarrando. Un segundo elemento a mejorar es el añadir un control de lazo cerrado al motor. Esto permitiría mayor precisión en el agarre de objetos. Un tercer elemento a mejorar es la implementación de un PCB que integre toda la electrónica. Si bien el uso de módulos electrónicos comerciales es ventajoso en términos de hacer prototipos, el elevado volumen de cables es un problema. Finalmente, es necesario estudiar el lugar idóneo para posicionar el sensor, ya que estos deben ir sobre músculos óptimos para la tarea.

5. Referencias

SkipMeetze. Adaptive grip mechanism for Prosthetic hand. National Institutes of Health. Retrieved October 24, 2022, from <https://3dprint.nih.gov/discover/3dpx-001001>

Vicario Vazquez, S. A., Oubram, O., & Ali, B. (2018). Intelligent recognition system of myoelectric signals of Human Hand Movement. Intelligent Computing Systems, 97–112. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76261-6_8