

Modelización y Caracterización del Efecto Temperatura en el Cuerpo Humano

Efrén Herrera Muentes*, Víctor Arce Domínguez*, Douglas Plaza Guingla*, Edgar Vela Pinela*

*Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación,

Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador

Email: {*eherrera, varce, douplaza, emvela}@espol.edu.ec

Resumen—La existencia de prótesis de manos que persiguen devolver características básicas tales como la forma o movimientos de las mismas han permitido que estas evolucionen rápidamente con el avance tecnológico que existe en la actualidad.

Una de las principales características que se han trabajado es la presión o el tacto; pero no se ha incursionado mucho en la retroalimentación de los datos de las variables del entorno hacia la persona que son percibidas por las manos.

Se ha producido muchos avances en el área de las prótesis mioeléctricas, donde queda un campo grande por trabajar en la forma de reconocer patrones de los movimientos de los músculos a ser usados como comandos de las acciones provistas por dichas prótesis.

Es aquí donde se detectado la oportunidad de trabajar con estas señales y se ha procedido a elaborar una cámara de calor que permita manipular la temperatura dentro de ella, la que usaremos para hacer mediciones de la mano expuesta a cambios de temperatura y ver si existe alguna correlación entre estas señales (Temperatura y EMG). Una vez adquiridas estas señales se procederá a su análisis con la finalidad de poder modelar y caracterizar el efecto temperatura en el cuerpo humano.

1. Introducción

Se considera que el ser humano complementa sus acciones con el uso de sus extremidades tanto superiores como inferiores al estar en contacto con el medio ambiente que lo rodea. Por ello, que la pérdida de uno de estos miembros causa un desequilibrio emocional y es de ahí la importancia y la necesidad de poder reemplazarlos, haciendo uso de la ciencia y la tecnología.

Tratando de alcanzar estos resultados se han desarrollado muchas tecnologías para cubrir este campo, con lo cual el presente trabajo se concentra en estudiar el efecto de la temperatura a nivel mioeléctrico en las extremidades superiores, para conseguir a futuro prótesis con realimentación de esta variable. Existen en el mercado diversos modelos de prótesis de acuerdo al nivel o tipo de amputación a la cual ha sido sometido el paciente, esto obedece a criterios de orden médico. La mayoría de estas prótesis están diseñadas para una mejor manipulación de objetos; sin embargo no se consideran otras variables del entorno de importancia. Con el afán de realimentar la

variable temperatura al usuario de prótesis, el trabajo busca caracterizar y modelar el efecto de la temperatura en las extremidades superiores.

Para la toma de datos se utilizará dos sujetos experimentales de investigación en los que se medirán los cambios mioeléctricos del cuerpo humano, específicamente de la mano expuesta a diferentes temperaturas para lograr un modelo que posibilite caracterizar este comportamiento, para mejorar las aplicaciones en prótesis de manos, cabe recalcar que los sujetos de estudios no sufren ninguna discapacidad física.

2. Objetivos

Objetivo General

Modelar el efecto de la temperatura a nivel mioeléctrico en el cuerpo humano por medio de sensores, dispositivos electrónicos y software que permitan caracterizar este efecto.

Objetivos Específicos

- Aplicar y/o desarrollar un equipo de adquisición de señales electrónico al antebrazo, para tomar datos del comportamiento de la mano sometida a cambios de temperatura.
- Diseñar y desarrollar una cámara de calor que permita controlar la temperatura en un rango superior a la temperatura ambiental.
- Adquirir y procesar los datos del efecto temperatura en el cuerpo humano.

3. Metodología

El método de investigación a emplear es: Experimental-explicativo.

Se realizará recolección de datos relacionados a los cambios mioeléctricos producidos en la mano ante variaciones controladas de temperatura. Los datos serán analizados por diferentes medios con el fin de determinar si existe una correlación entre ellos. Para el análisis de los datos se empleará el software Matlab/Simulink.

3.1. Desarrollo Previo

En la Figura 1 se muestra el diagrama de bloques del sistema usado para la toma de datos, el mismo que consta de dos etapas:

- Cámara de aislamiento con control PID para temperatura.
- Etapa de adquisición de datos mioeléctricos.

Para la adquisición de datos se emplearon tres tipos de tarjetas:

- Olimex EKG – EMG.
- MYO Armband.
- National Instruments DAQ-6221

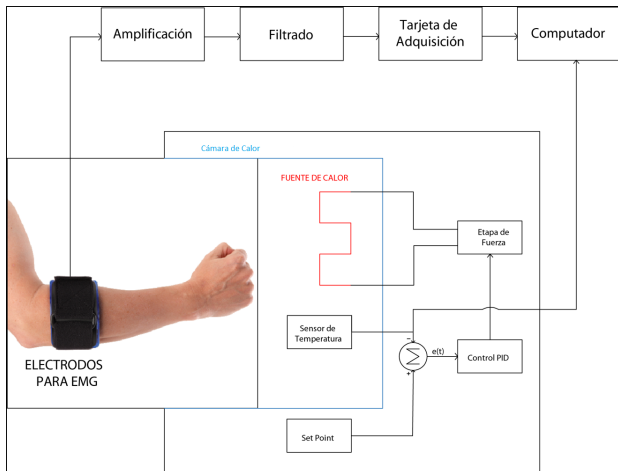


Figura 1. Diagrama de Bloques del Sistema de Toma de Datos.

En la Figura 2 se puede observar la cámara de calor implementada con control PID, la misma que tiene 2 modos de operación:

- **Manual.-** El punto de operación se lo selecciona de forma manual desde el panel de control ubicado en el lado derecho de la cámara de calor.
- **Automático.-** El punto de operación esta regido por la configuración de MatLab - Simulink que defina el usuario.

En la Figura 3 se observan las tarjetas de adquisición de datos mioeléctricos empleados en el sistema:

- **Myo Gesture Control Armband**, 8 canales de medición diferencial independientes.
- **Olimex y Shield EKG/EMG**, 1 canal de medición configurable al tipo de medición, ya sea cardíaca o muscular.

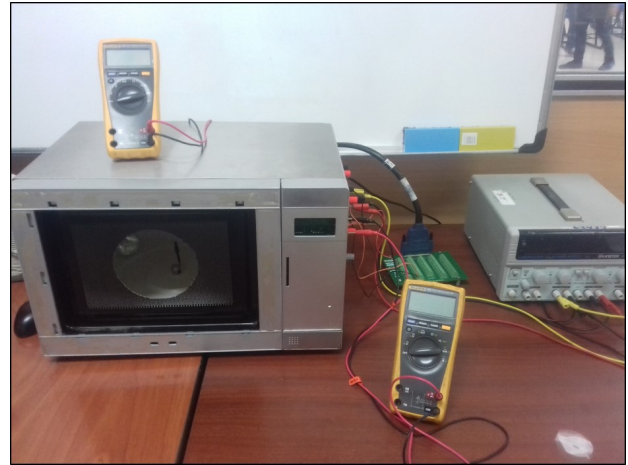


Figura 2. Cámara de Control y Aislamiento térmico.



Figura 3. Tarjetas de Adquisición de Datos.

4. Resultados Previos

Para el análisis de los datos se usaron las herramientas de MatLab – Simulink, el mismo que controla los cambios de temperatura y realiza la captura de datos de las señales mioeléctricas y térmicas en función del tiempo.

En las Figuras 4 y 5 se observan a los sujetos de prueba a quienes se les realizó las mediciones EMG, con la finalidad de obtener la respuesta mioeléctrica ante cambios controlados de temperatura.

En la Figura 7 se observa los datos obtenidos para el sujeto 1, en el cual se muestra la respuesta mioeléctrica del antebrazo ante variaciones de temperatura en la mano.

En la Figura 8 se observa los datos obtenidos para el sujeto 1, en el cual se muestra la respuesta mioeléctrica del antebrazo ante variaciones de temperatura en la mano.



Figura 4. Sujeto 1, Medición EMG.



Figura 5. Sujeto 2, Medición EMG.

5. Discusión de los Resultados

El desempeño de la cámara de calor es evaluado a partir de las mediciones de temperatura por medio de un sensor de estado sólido, cuyos datos son adquiridos por medio de la tarjeta NI-DAQ-6221 y que son mostrados en la parte superior de las gráficas de las Figuras 7 y 8. En ellas se observa que la temperatura dentro de la cámara sigue a la señal de referencia, lo que nos indica que tiene un buen desempeño para ser usado en el experimento.

Las señales mioeléctricas adquiridas por medio de la tarjeta Olimex cumplen con las características típicas de estas señales en el antebrazo en estado de reposo. Esto valida la forma de la señal EMG y que cualquier cambio sufrido en la misma sera producto de una variable externa.

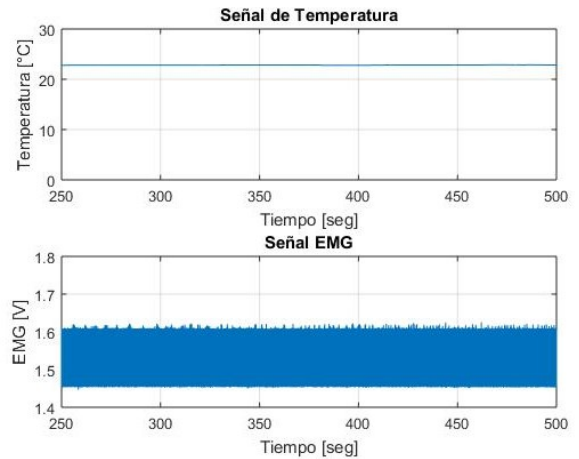


Figura 6. Gráfica de la señal mioeléctrica del sujeto 1 a temperatura ambiente.

En las Figuras 7 y 8 se aprecia que existen cambios en la señal mioeléctrica ante cambios de temperatura.

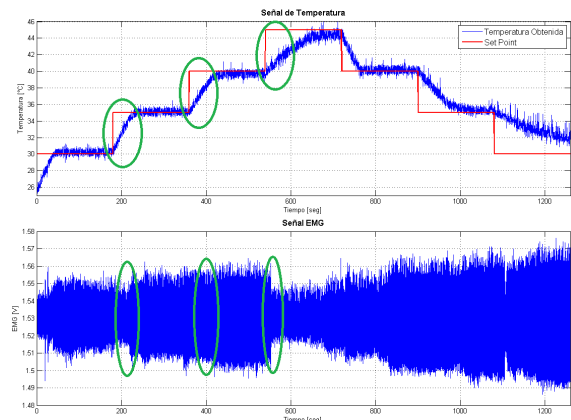


Figura 7. Gráficas de señales de temperatura y mioeléctricas del sujeto 1 en función del tiempo.

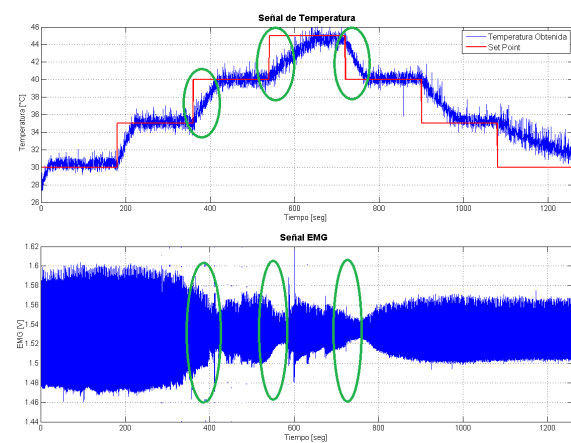


Figura 8. Gráficas de señales de temperatura y mioeléctricas del sujeto 1 en función del tiempo.

6. Conclusiones

La cámara de calor cumple con la función de mantener la temperatura constante dentro de ella, lo que permitirá manipular la señal de referencia que se aplicará a la mano de los distintos sujetos de pruebas.

Las señales mioeléctricas adquiridas son representativas de señales EMG típicas en el antebrazo, en cuanto a magnitud y frecuencia.

La adquisición y procesamiento de las señales se realizan con MatLab-Simulink, lo que permitirá un análisis muy detallado de las mismas. Ya sea en el dominio del tiempo o de la frecuencia.

Las respuestas obtenidas tanto para el sujeto 1 y sujeto 2, muestran que existen cambios en las señales mioeléctricas ante cambios en la temperatura, lo que permitiría considerar que existe algún tipo de correlación entre ellas.

7. Recomendaciones

- Mejorar el tiempo de respuesta de la cámara de calor ante cambios de temperatura, ya que actualmente la toma de datos se hace en aproximadamente 21 minutos.
- Realizar toma de datos mioeléctricos con un dispositivo que permita manejar un mayor número de canales, como la tarjeta Myo Armband.
- Caracterizar el efecto temperatura a nivel mioeléctrico en el cuerpo humano a partir de la modelización, con la finalidad de que sea incorporado en prótesis de manos.

Bibliografía

- 1) Caroline Dietrich, Katrin Walter-Walsh, Sandra Preibler, Gunther Hofmann, [Sensory feedback prosthesis reduces phantom limb pain: Proof of a principle], Neuroscience, 2012.
- 2) Fernando D Farfan, Julio C. Polotti, Carmelo J Felice, [Evaluation of EMG processing techniques using Information Theory], Bio-Medical Materials and Engineering, 2010.
- 3) G. Bersalli, G. Borghesan, M. Brandi, C. Melchorri, C. Natale, S. Pirozzi, G Vassura, [Integrated Mechatonic Design for a New Generation of Robotic Hands], 2012.
- 4) Ian Saunders, Sethu Vijayakumar, [A Closed-loop Prosthetic Hand as a Model Sensorimotor Circuit], 2013.
- 5) Jonathon S Schofield, Katherine R Evans, Jason Carey, Jacqueline S Hebert, [Applications of Sensory feedback in motorized upper extremity prosthesis: a review], 2014.
- 6) Juan Mendoza Molina, [Prótesis Robótica Mioeléctrica para Personas con Amputación Tránshumeral], Instituto Politécnico Nacional, México D.F., 2010.
- 7) N. Jarrasé, M. Maestrutti, G. Morel, A. Roby-Brami, [Robotic Prosthetics], 2015.
- 8) Jacob Lionel Segil, [Development and Validation of a Postural Controller for Advanced Myoelectric Prosthetic Hands], University of Colorado, 2014.