

Detección y Acondicionamiento de Señales Mioeléctricas

Ramiro Ramos Mario, Vergara Betancourt Ángel¹, Vázquez Gerónimo Gustavo, Hernández García Edgar y Juárez Ramiro Luis.

¹Email: angelvbm@yaho.com.mx

Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla, Ingeniería Mecatrónica
Zacapoaxtla, Puebla

Resumen

Este trabajo de investigación, es de carácter educativo y tiene como propósito, mostrar que es posible utilizar las señales mioeléctricas generadas por los músculos del brazo para activar el encendido y apagado de dos dispositivos electro-mecánicos. Para ello, se utilizan electrodos superficiales para su detección y un amplificador de instrumentación para su acondicionamiento. En el presente reporte se muestran la electrónica incluida y un panorama de las posibles aplicaciones del este campo de la ingeniería.

Palabras clave: señales electromiográficas, Electromiografía, amplificadores, instrumentación, Seniam, control.

1. Introducción

El cuerpo humano, genera diferentes tipos de señales eléctricas, dependiendo de la parte que la genere, estas pueden clasificarse en oculográficas, electroencefalográficas, electrocardiográficas y electromiográficas. Estas últimas generadas por la contracción de los músculos del cuerpo, en brazos, piernas, abdomen, etc, y son producidas por el intercambio de iones a través de las membranas musculares [1]. A la detección de estas señales, se la conoce como electromiografía, y este es el propósito de este trabajo, detectar señales para utilizarlas como medio de control de dispositivos electro-mecánicos o para tener una comunicación hombre máquina [2]. Basados en las recomendaciones de Seniam [3], nosotros colocamos sensores superficiales en el brazo y captamos la diferencia de potencial generada al contraerlo, señal que será acondicionada apropiadamente para su posterior utilización.

Los resultados aquí presentados, pueden servir de base para el desarrollo de dispositivos controlados a voluntad por el ser humano, o bien para desarrollar tecnología que ayude a personas que han perdido alguna parte de su cuerpo o en procesos de rehabilitación [4].

2. Señales electromiográficas

Las señales electromiográficas, son aquellas que se producen al tensionar o distensionar un músculo, y resultan de la actividad química producida por la proteína fibrosa miosina. Al contraer los músculos, se genera una señal eléctrica de unos cuantos microvolts, fig 1., por lo que se hace necesario amplificar esta señal para poder utilizarla en algún dispositivo que se requiera. La generación de señales mioeléctricas, tiene como base la unidad motora (fig. 2), que muestra la actividad funcional en el músculo y está formada por una motoneurona y fibras musculares inervadas en ellas. El PAUM, es el potencial de acción de la unidad motora y representa la actividad eléctrica de las fibras [5]

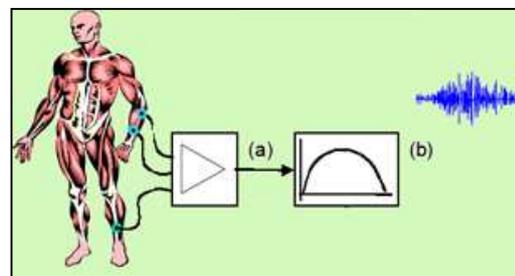


Fig. 1. Señales mioeléctricas generadas al contraer o distensionar los músculos.

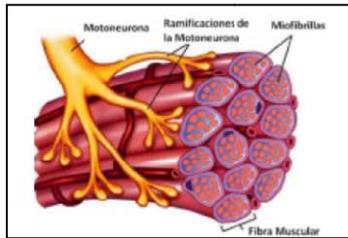


Fig. 2. Unidad motora

El proceso que se sigue para captar las señales electromiográficas, se describe en el siguiente diagrama (figura 3)

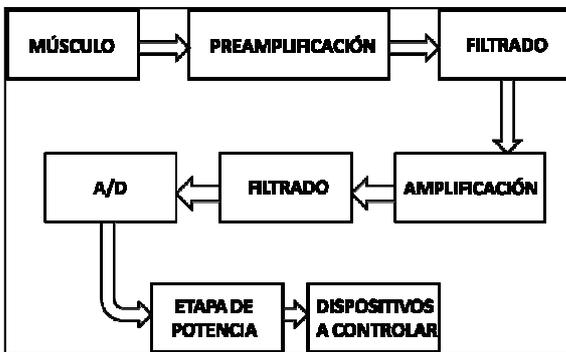


Fig. 3. Diagrama a bloques del proceso de detección y acondicionamiento de señales mioeléctricas

De acuerdo con el diagrama, se requiere de tres etapas principales: detección, acondicionamiento (amplificación y filtrado) y aplicación en un actuador (motor de CC y lámpara de 100 W). Los cuales serán descritos a continuación.

2.1 Detección

Para la detección de las señales electromiográficas, se utilizaron como sensores, electrodos superficiales con gel, como el que se muestra en la figura 4. Son electrodos de Ag-AgCl, con aplicaciones en la medicina, económicos y de fácil utilización. Sin embargo son desechables al secarse el gel que contienen. Para determinar la posición de los electrodos en el cuerpo humano, se siguen las recomendaciones de la normatividad Seniam [3]. Para nuestro caso, se colocan dos electrodos en el antebrazo, con una separación entre ellos de aproximadamente 10 cm y un tercer electrodo que sirve como referencia, para obtener una diferencia de potencial al contraer el músculo (fig. 5)



Fig. 4. Electrodo superficial con gel de tipo comercial

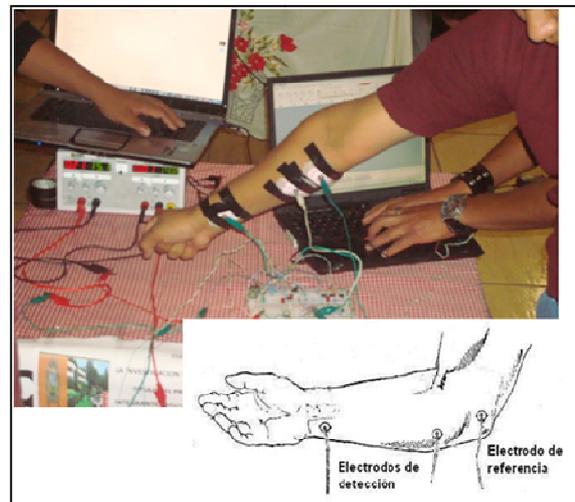


Fig. 5. Colocación de los electrodos en el antebrazo.

2.2 Acondicionamiento

Las diferencia de potencial que se capta de los electrodos, resulta ser de unos cuantos microvolts, por lo que es necesario amplificar dicha señal. Para este propósito, se hace el experimento primero diseñando un amplificador de instrumentación con amplificadores operacionales de uso común, con ganancias superiores a 200, ajustando los valores hasta encontrar el valor óptimo de la señal de salida, tal y como se muestra en la figura 6.

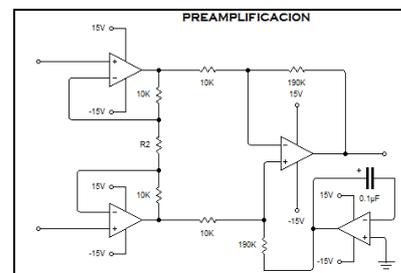


Fig. 6. Amplificador de instrumentación con OpAmps convencionales

Posteriormente se utiliza un amplificador de instrumentación con aplicaciones biomédicas AD620, el cual requiere de menos componentes para ajustar la ganancia y presenta un valor CMRR bastante alto a bajas frecuencias. Precisamente con este dispositivo, es con el que se obtienen los mejores resultados.

Una vez que se ha resuelto el problema de la amplificación de las pequeñas señales, se hace necesario diseñar etapas adicionales al sistema de acondicionamiento, que tienen como fin, filtrar y limpiar la señal que se recolecta y amplificar la señal filtrada. Los circuitos utilizados, se muestran en las figuras siguientes (7-10):

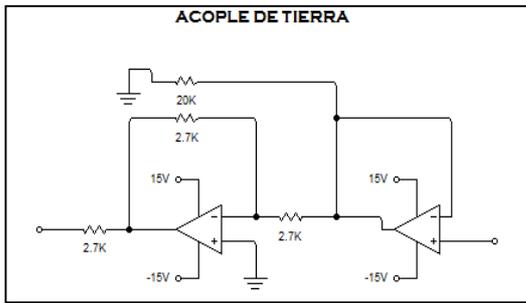


Fig. 7. Circuito de acople a tierra para eliminar el ruido.

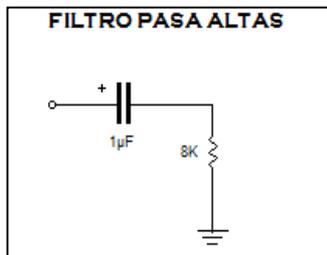


Fig. 8. Circuito filtro pasa altas.

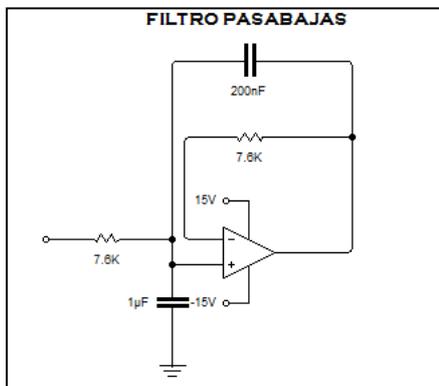


Fig. 9. Filtro pasabajas.

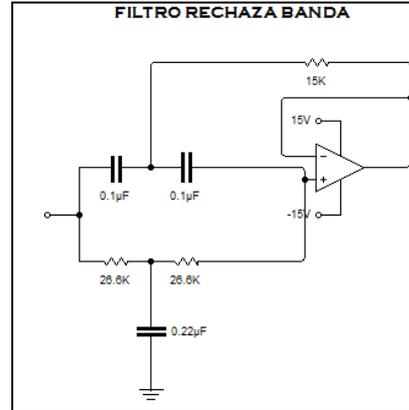


Fig. 10. Filtro pasabanda

El circuito completo se muestra en la imagen de la figura 11.

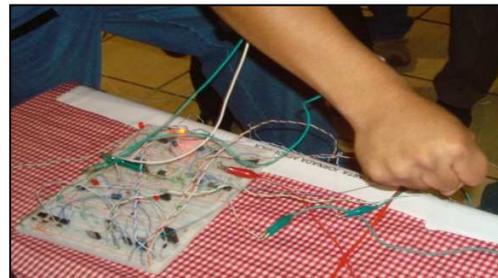


Fig. 11. Esquema de la implementación completa del circuito.

2.3 Sistema actuador

Una vez que la señal ha sido amplificada y filtrada, ya puede ser aplicada a cualquier dispositivo, que se desee controlar, usando las señales o pulsos generados al contraer el brazo para activar y controlar dichos dispositivos. En nuestro caso, deseamos controlar de manera alterna el encendido de un motor de CC y de una lámpara de 100 W. es decir, cuando contraemos el músculo se activa el motor de CC, cuando volvemos a contraerlo, se desactiva el motor, pero se activa la lámpara. Este sistema se repite alternándose al contraer /distensionar el brazo. El circuito que activa estos elementos se muestra en la figura 12. Consiste en una serie de relés y transistores de potencia.

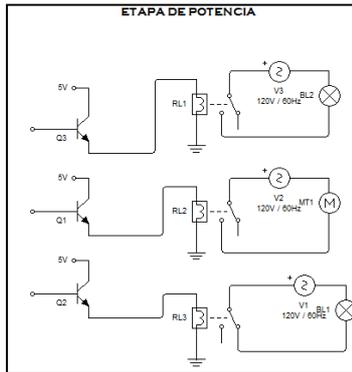


Fig. 12. Circuito de potencia para la activación del motor y lámpara.

3. Análisis de resultados

Los resultados obtenidos, se muestran en las fotografías de las figuras 13 y 14. En ellas podemos ver como se manipula el dispositivo de detección y acondicionamiento de señales mioeléctricas. Se puede apreciar que cuando la lámpara está encendida el motor está desacelerando su movimiento, y en caso contrario, la lámpara está apagada. Con estos resultados mostramos que es posible detectar señales generadas por el cuerpo humano, utilizando componentes de bajo costo y de relativa facilidad en su implementación.



Fig. 13. Encendido del motor y apagado de la lámpara



Fig. 14. Encendido de la lámpara y apagado del motor.

4. Conclusiones

Con este proyecto ha quedado demostrado que es posible detectar de una manera fácil las señales eléctricas generadas por la contracción de los músculos del brazo. Ha sido evidente que la parte más complicada es la de acondicionar estas señales, ya que se requiere de algunos cálculos matemáticos y cuidar que el CMRR sea grande, sin embargo, con la ayuda de algunos componentes como el Amplificador de instrumentación AD620, esta tarea resulta muy fácil.

Es importante mencionar que este proyecto tuvo el fin de mostrar las características de un adecuado sistema de instrumentación, sin embargo, el trabajo que se puede generar a futuro a partir de este proyecto es interesante. Una de las tareas a futuro, sería controlar el movimiento de mecanismo o bien controlar dispositivos On-Off a distancia utilizando estas señales. También se abre la posibilidad de trabajar con prótesis, aunque desde una perspectiva más modesta en este momento.

Referencias

- [1] Romo H., Realpe, J., Jojoa P., "Análisis de señales EMG superficiales y su aplicación en Control de Prótesis de Mano", *Revista Avances en Sistemas e Informática*, Vol. 4 No. 1, Medellín, 1657-7663, Junio de 2007.
- [2] López N., Soria C., Orosco E., et al, "Control mioeléctrico para movimientos en 2D de un manipulador robótico industrial"

- [3] <http://www.Seniam.org>
- [4] Chávez M., Rodríguez F., Baradica A.,
"Exoesqueletos para potenciarlas capacidades
humanas y apoyar la rehabilitación", *Revista
Ingeniería Biomédica*, Escuela de Ingeniería de
Antioquia-Universidad CES, Medellín,
Colombia, volumen 4, número 7, págs. 63-73,
enero-junio 2010.
- [5] Konrad P. "The ABC of EMG", Noraxon INC,
USA, ver 1.0, April 2005.