

ELECTROOCULOGRAM AS A COMMUNICATION ALTERNATIVE FOR PEOPLE WITH DIFFERENT ABILITIES.

Jesús A. Sarao S.
Escuela de ingeniería.
Universidad Modelo
Mérida, México
jesus.sarao.2705@gmail.com

María R. Ruiz P.
Escuela de ingeniería
Universidad Modelo
Mérida, México
<https://orcid.org/0009-0009-6790-8447>

Miguel A. Ulín M.
Escuela de ingeniería
Universidad Modelo
Mérida, México

Haydeé A. Vázquez G.
Escuela de ingeniería
Universidad Modelo
Mérida, México

Aura S. Garrido V.
Escuela de ingeniería
Universidad Modelo
Mérida, México

Fiorella A. Egia V.
Escuela de ingeniería
Universidad Modelo
Mérida, México

Keywords—*Electrooculogram, Multiple Sclerosis, Communication, Menu, Bioinstrumentation, Arduino, Multi.Class Classification.*

I. INTRODUCCIÓN

La comunicación es una habilidad esencial para una buena calidad de vida e integración social, ya que permite expresar las necesidades de cada individuo, establece relaciones humanas, y fomenta el desarrollo personal y social. (Rodríguez, et al, 2018)

Se puede evidenciar que la comunicación interpersonal constituye uno de los pilares fundamentales de la existencia humana. La persona capaz de mantener una comunicación interpersonal asertiva contribuye al bienestar y calidad de vida de sí misma y de los demás. (Gómez, 2016)

Sin embargo, existen enfermedades que privan a las personas de la capacidad de comunicarse con los demás, siendo la Esclerosis Múltiple (EM) una de las más conocidas.

Alrededor de dos millones de personas en todo el mundo tienen esclerosis múltiple y, de acuerdo con los datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la prevalencia promedio estimada de esclerosis múltiple en el mundo es de 33 casos por 100,000 habitantes. (Aguilar-Juárez, y colaboradores, 2021).

En el 2020, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), comunicó que en México radica un componente principal para evaluar la pobreza a nivel nacional y estatal, con el objetivo de identificar a las personas con discapacidad mediante la exploración de los niveles de limitación (económico, social, salud, educación, etc.). Se encontró que existe una gran cantidad de personas sin acceso a dispositivos tecnológicos esenciales para una comunicación e interacción eficaz; específicamente, de las 2,939,986 personas con discapacidad motriz, solo 21,164 personas tuvieron acceso a estos dispositivos en todo el año del 2020. (2021, CONEVAL)

Conforme a (World Health Organization, 2016). Hubo un fuerte aumento de la demanda de productos de apoyo, y solo el 10% de las personas que los necesitan disponen de ellos. Las causas son los costos elevados y la escasa disponibilidad de estas ayudas, la financiación insuficiente y la falta de conocimiento sobre la gravedad del problema.

Distintas investigaciones propusieron soluciones para abordar la problemática que enfrentan las personas con discapacidad motriz en el área de la comunicación.

Un aporte significativo fue (Pacheco Bautista, Algreto Badillo, De la Rosa Mejía, & Heredia, 2014) ya que la institución implementó un dispositivo para poder dirigir un microcontrolador con movimientos oculares.

Según (P. Swami, T. K. Gandhi, 2014) generar señales de EOG ayuda a crear caracteres que se pueden traducir a letras del alfabeto inglés para comunicarse eficientemente con las personas que padecen discapacidades motoras.

De acuerdo con (P. Eduardo, M. Xavier, 2014) utilizando el movimiento ocular es posible dirigir un sistema de control del cursor de una computadora. Este artículo nos dice que es posible tener la ubicación del cursor en cualquier lugar de la pantalla y que este siga la dirección de los ojos, facilitando que una persona con discapacidad motora pueda navegar en el internet y su computadora.

El objetivo del proyecto es diseñar un equipo médico que mediante un menú controlado por movimientos oculares, ofrezca una alternativa de comunicación para pacientes con discapacidad motriz severa. Brindar una oportunidad para comunicarse impulsa la inclusión, la sensibilización y mejora la calidad de vida de los pacientes.

II. METODOLOGÍA

Para la realización de este proyecto de investigación se implementó un equipo médico capaz de utilizar la electrooculografía como un medio a través del cual las personas con capacidades limitadas, en cuanto a comunicación se refiere, tengan una herramienta que ayude a mejorar su calidad de vida.

Para el diseño de este sistema se dividió el proceso en tres grandes etapas:

A. Adquisición de la señal de EOG.

En primer lugar, se realizó un circuito electrónico analógico apropiado para obtener la señal de Electrooculograma (EOG) del usuario.

En esta fase, se elaboró un prototipo de circuito analógico.

El circuito se realizó incluyendo dos etapas de interacción con la bioseñal; la cual, como afirma Guerrero (2011: “Es una transmisión de información cuya fuente son los diferentes sistemas fisiológicos del cuerpo”(p.1). Primero, se realiza un preprocesamiento en el que se amplifica el voltaje generado por el cuerpo del usuario, con el amplificador de instrumentación INA 126, y después, se realiza un filtrado de

la señal con una secuencia de filtros que comienza con un Low Pass Filter (Filtro Pasa Bajas) con punto de corte de 30 Hz seguido de un High Pass Filter (Filtro Pasa Altas) con punto de corte de 30 Hz, finalizando con un Notch Filter (Filtro Rechaza Bandas) de 60 Hz, todos estos filtros funcionan con el amplificador operacional TL084. (Figura 1).

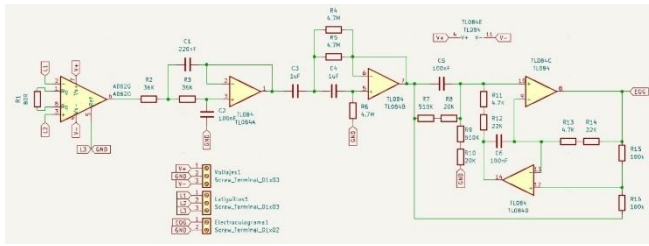


Figura 1

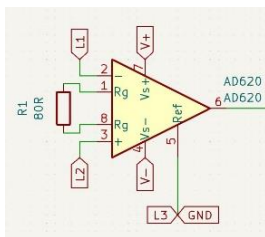


Figura 1 A) INA126

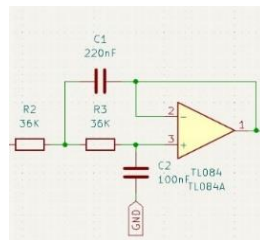


Figura 1 B) Low Pass 30Hz

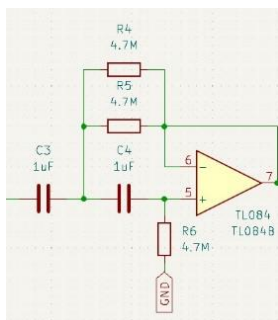


Figura 1 C) High Pass 0.6Hz

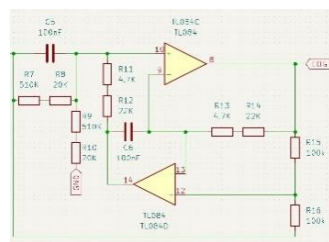


Figura 1 D) Notch Pass 60Hz

Para el circuito del amplificador de instrumentación INA 126 (Figura 1 A) se utilizó una resistencia de 80Ω (Ohms) con el objetivo de conseguir una ganancia deseada de 626.

El Low Pass Filter (Figura 1 B) está compuesto por la sección A del TL084, dos resistencias (R) y dos capacitores (C) con los siguientes valores: R1 y R2 con un valor de 36kΩ, C1 tiene un valor de 220nF y C2 tiene un valor de 100nF (Faradios).

Continuando con el High Pass (Figura 1 C) utilizando la sección B del TL084 y los siguientes valores para sus componentes: las resistencias R4, R5 y R6 tienen un valor de 4.7MΩ, y los capacitores C3 y C4 tienen un valor de 1μF.

Finalmente, el Notch (Figura 1 D) utiliza dos secciones del amplificador operacional, designadas como C y D, con capacitores C5 y C6 de 100nF, y las siguientes resistencias: R7 y R9 de 510kΩ, R8 y R10 de 20kΩ, R11 y R13 de 4.7kΩ, R12 y R14 de 22kΩ, y finalmente R15 y R16 con un valor de 100kΩ.

Una vez comprobado que el prototipo del circuito analógico era completamente funcional, se diseñó una placa de circuito impreso (PCB) (Figura 1.1, 1.2 y 1.3), utilizando el software KiCad, para tener un circuito consistente y apropiado para aplicaciones más avanzadas.

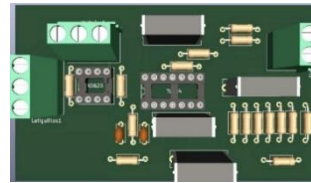


Figura 1.1

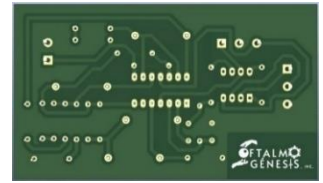


Figura 1.2

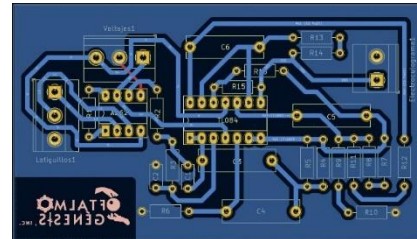


Figura 1.3

B. Interpretación de datos.

Para esta sección se realizó una conexión entre el circuito (PCB) y la placa de desarrollo ARDUINO UNO R3, con el objetivo de recibir la señal analógica en el ordenador, y poder utilizarla en aplicaciones posteriores.

1) Entrenamiento de la red neuronal

Según (Acevedo, E., Serna, A., & Serna, E., 2017) “Una red neuronal se puede definir como un sistema que permite establecer una relación entre entradas y salidas inspiradas en el sistema nervioso y diferenciándose de la computación tradicional, ya que estos no utilizan una algoritmia secuencial.”

Por lo tanto, podemos entender que las redes neuronales tratan de imitar el funcionamiento del cerebro humano con el objetivo de resolver situaciones o problemas complejos, teniendo incluso la capacidad de realizar predicciones.

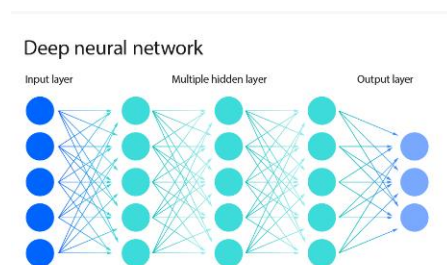


Figura 2. Ilustración del funcionamiento de la red neuronal

Para el proceso de entrenamiento de clasificación múltiple se utilizó el lenguaje de programación Python en VisualStudio, con una aplicación posterior en Arduino Ide. Comprendiendo tres etapas:

1.1) Recolección de datos

En esta fase, se debe conectar la salida del circuito de Eog, a un puerto analógico de la placa de desarrollo ARDUINO, con el fin de crear una comunicación entre python y Arduino, realizando un muestreo de 7 señales distintas: *mirada izquierda, mirada derecha, mirada hacia arriba, mirada hacia abajo, mirada hacia el centro, parpadeo voluntario y parpadeo involuntario.*

1.2) Entrenamiento

Para esta sección, se ejecutó el código de Python que cumple con la función de identificar patrones para lograr clasificar las bioseñales generadas por el usuario.

1.3) Aplicación en Arduino

El tercer paso de este proceso es utilizar el código generado por la red neuronal para que Arduino sea capaz de reconocer cada una de nuestras miradas y convertirlas en un comando tangible.

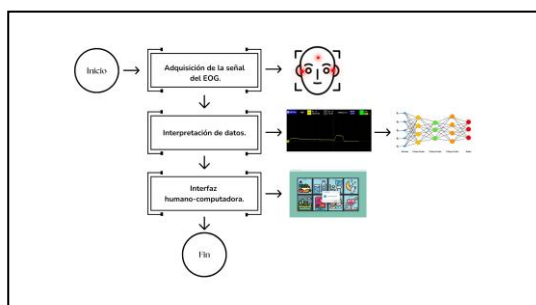
C. Interfaz humano-computadora.

En esta etapa de desarrollo del sistema se diseñó una interfaz de .

Diseño de interfaz de usuario

En esta etapa de desarrollo se diseñó una interfaz de usuario utilizando PYTHON, la interfaz consiste en una serie de imágenes que funcionan como botones para que el usuario en cuestión pueda desplazarse a través de las opciones de un menú, para expresar sus necesidades de manera sencilla.

III. DIAGRAMA DE BLOQUES



REFERENCIA

[1] Acevedo, E., Serna, A., & Serna, E. (2017). Principios y características de las redes neuronales artificiales. Desarrollo e innovación en ingeniería, 173. ISBN: 978-958-59127-5-5 J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73.

[2] Aguilar-Juárez, Pedro Alejandro, Castillo-Lara, Raúl Antonio, Ceballos-Godina, Manuel, Colorado-Ochoa, Héctor Javier, Espinosa-Zacarias, Juan Pedro, Flores-Ramírez, Francisco Gerardo, García, Silvia, García-Huerta, Lilia Giselle, González-Cruz, Margarita, Granados-Aguilar, María de la Inmaculada, León-Jiménez, Carolina, Llamas-López, Leonardo, Martínez-Gurrola, Marco Antonio, Núñez-Orozco, Lilia, Quiñones-Aguilar, Sandra, Sauri-Suárez, Sergio, Solórzano-Gómez, Elsa, & Vega-Gaxiola, Selene Berenice. (2019). Consenso para el diagnóstico y tratamiento de la esclerosis múltiple en pacientes del ISSSTE. Medicina interna de México, 35(5), 732-771. <https://doi.org/10.24245/mim.v35i5.3284>

[3] Censo de Población y Vivienda (2020). <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#documentacion>

[4] Francisco, C. N., Ander, G. A. J., Álvaro, P. A., & De València Departamento de Sistemas Informáticos y Computación - Departament de Sistemes Informàtics I Computació, U. P. (2021, 13 enero). Redes neuronales para la clasificación y segmentación de imágenes médicas. <https://riunet.upv.es/handle/10251/158739>.

[5] Gila, L., Villanueva, A., & Cabeza, R. (2009). Fisiopatología y técnicas de registro de los movimientos oculares. Anales del Sistema Sanitario de Navarra, 32(Supl. 3), 9-26. Recuperado en 28 de abril de 2024, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272009000600002&lng=es&tlng=es. ISSN 1137-6627.

[6] Gómez, Fedor Simón José. (2016). La Comunicación. Salus, 20(3), 5-6. Recuperado en 04 de marzo de 2024, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-71382016000300002&lng=es&tlng=es. ISSN 1316-7138.

[7] Guerrero, J. (2011). Bioseñales [Tesis, Universidad de Valencia]. http://ocw.uv.es/ingenieria-y-arquitectura/15/ib_material/IB_T2_OCW.pdf

[8] Iniciativa GATE. (2016). Lista de ayudas técnicas prioritarias. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/920817/retrieve> DOI 920817

[9] Nota técnica sobre la identificación de personas con discapacidad, 2020. (2021) CONEVAL. https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/MMP_2018_2020/Notas_pobreza_2020/Nota_tecnica_identificacion_de_personas_con_discapacidad_2020.pdf

[10] P. Eduardo and M. Xavier, "Cursor control system of a computer by electro-oculographs signs for motor disability," 2014 IEEE Canada International Humanitarian Technology Conference - (IHTC), Montreal, QC, Canada, 2014, pp. 1-4, doi: 10.1109/IHTC.2014.7147557. Cursor control system of a computer by electro-oculographs signs for motor disability | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore

[11] P. Swami and T. K. Gandhi, "Assistive communication system for speech disabled patients based on electro-oculogram character recognition," 2014 International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), New Delhi, India, 2014, pp. 373-376, doi: 10.1109/IndiaCom.2014.6828162. Assistive communication system for speech disabled patients based on electro-oculogram character recognition | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore

[12] Pacheco Bautista, D., Algreto Badillo, I., De la Rosa Mejía, D., & Heredia Jiménez, A. H. (2014). Interfaz humano-computadora basada en señales de electrooculografía para personas con discapacidad motriz. ReCIBE. Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica, (2), .

[13] Rodríguez Roura, Sandra Cecilia, Cabrera Reyes, Lourdes de la C, & Calero Yera, Esmeralda. (2018). La comunicación social en salud para la prevención de enfermedades en la comunidad. Humanidades Médicas, 18(2), 384-404. Recuperado en 27 de abril de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202018000200384&lng=es&tlng=es. ISSN 1727-8120.