**Anteproyecto**

Título

***“Diseño de un sistema robusto para registro de electrorretinografía por método superficial no invasivo”***

*ALUMNO*: **CESARIO, Bruno J.**Dirección: Vicente Zapata 856  
Teléfono: (0343) 156986944

E-mail: brunojcesario@gmail.com

*DIRECTOR:* **Bioing. FILOMENA, Eduardo.**

*CODIRECTOR:* **Dr. TORRES, Rodrigo.**

**Justificación**

El electrorretinograma (ERG) es una prueba diagnóstica que mide la actividad eléctrica generada por las células neuronales y no neuronales de la retina en respuesta a un estímulo luminoso, registrado por primera vez en 1865 por el oftalmólogo sueco Alarik Frithiof Holmgren [1]. Normalmente, el ERG se obtiene usando electrodos alojados en una lente de contacto corneal, que miden la sumatoria de la actividad eléctrica de la retina en la superficie corneal. La Sociedad Internacional de Electrofisiología Clínica de la Visión (ISCEV) introdujo estándares mínimos para la obtención del ERG en 1989 [2][3]. Esta prueba puede proporcionar información de diagnóstico importante en una variedad de trastornos de la retina (retinopatías). Por otra parte, un ERG también se puede utilizar para controlar la progresión de la enfermedad o la evaluación de la toxicidad de la retina en respuesta a diversos fármacos o de un cuerpo extraño intraocular retenido [4].

A comienzos de los años ’90, Erich Sutter y Duong Tran desarrollaron una nueva técnica para la obtención de este biopotencial denominada ERG multifocal (mfERG) capaz de medir simultáneamente las respuestas retinales locales de hasta 250 ubicaciones de la retina dentro de los 30 grados centrales mapeadas topográficamente. El patrón de estímulos es generado usualmente en monitores catódicos (alta intensidad) y consiste en múltiples hexágonos dispuestos en una malla concéntrica, cuyo tamaño aumenta según su excentricidad [5][6]. Cada hexágono se ilumina según una secuencia predeterminada (de forma binaria pseudorandomizada llamada m-sequence) y estimula un sector de la retina específico. La malla cubre un área de 30-50° de diámetro. El aumento del número de hexágonos utilizados (61, 103 o 241) puede incrementar la capacidad discriminativa del test para detectar defectos focales, pero enlentece el estudio (habitualmente su corta duración es una de sus principales ventajas [7]). Al igual que el ERG de campo completo, el mfERG es útil en la detección de anomalías que involucran el funcionamiento completo de la retina, y en patologías localizadas como la retinitis pigmentosa, la oclusión de la rama de la arteria retiniana, fondo flavimaculatus, y la enfermedad de Stargardt [8].

Los diagnósticos realizados mediante ERG de campo completo, normalmente pueden ser llevados a cabo en institutos o clínicas especializadas que cuentan con esta tecnología la cual es simple y brinda una evaluación rápida del estado general de la retina. Sin embargo, cuando la patología es localizada, se puede recurrir al mfERG para lo cual, en la mayoría de los casos, se debe derivar al paciente a centros que cuenten con el equipamiento necesario para realizarlo. Esto repercute inexorablemente en la incomodidad que significa para el individuo tener que trasladarse por sus propios medios a sitios alejados a su residencia, de la derivación en si misma debido a la escasa cobertura que suponen la mayoría de las obras sociales procedentes principalmente del costo tecnológico implícito del equipo a utilizar y su uso poco frecuente [9].

A consecuencia de lo desglosado anteriormente se deriva el presente proyecto, en el cual se realizará el estudio de métodos actuales de registro, elaboración de un nuevo procedimiento no invasivo para el registro superficial de las señales de ERG y el diseño de un dispositivo robusto para su adquisición. El dispositivo ser sencillo y fácil de usar, viabilizando su instalación en diversos centros oftalmológicos u hospitales estratégicos a fin de otorgar un servicio médico que responda a las necesidades de los pacientes.

**Objetivo GENERAL**

Diseñar un sistema simple, eficaz y económico que permita registrar señales de ERG utilizando una técnica incruenta no invasiva.

**OBJETIVOS PARTICULARES**

* Aplicar métodos no invasivos para obtención de electrorretinograma.
* Adquirir y visualizar la señal de electrorretinografía de campo completo.
* Elaborar un protocolo básico para llevar a cabo la medición.
* Realizar un análisis económico de valoración de impacto del dispositivo.

**ALCANCE Y LIMITACIONES**

* El método no invasivo cumplirá con los estándares de registro de ERG según la ISCEV.
* Se utilizará para los bloques de adquisición, procesamiento y digitalización, en caso de disponibilidad, módulo/s existente/s en el laboratorio mencionado más adelante.
* Si no se consiguiera el módulo o sistema adecuado para el registro mencionado en el ítem anterior, se procederá forzosamente al diseño del bloque de adquisición y procesamiento utilizando hardware adecuado a fin de obtener la señal de ERG monocular.
* De igual forma, para la digitalización y pre-procesamiento, se utilizará una plataforma de desarrollo libre de sistemas embebidos.
* El procesamiento mediante algoritmos de filtrado y visualización se realizará mediante software de cálculo (MATLAB).
* No se utilizará la señal de ERG obtenida con fines diagnósticos ni se buscará ponderar y valorar el dispositivo en pacientes.

**Metodología y Materiales**

INFRAESTRUCTURA EDILICIA

* Laboratorio de Ingeniería en Rehabilitación e Investigaciones Neuromusculares y Sensoriales (LIRINS).

EQUIPAMIENTO

* Osciloscopio Digital.
* Generador de Funciones.
* Amplificador de señales biológicas (o módulo de adquisición).
* PC para desarrollo de la investigación.

INSUMOS

* Electrodos de superficie (a seleccionar).
* Componentes electrónicos varios (resistencia, circuitos integrados lógicos, etc.).
* Protoboard o plaqueta para uso de propósitos generales.

**PLAN DE TRABAJO**

**Búsqueda y recopilación Bibliográfica:** revisar y consultar todos los documentos que se encuentren sobre el estado del arte del tema a tratar, los tipos de electrodos utilizados actualmente (pros y contras), los tipos de electrodos de superficie (pros y contras), algoritmos de filtrado y visualización de biopotenciales.

**Selección de electrodos y módulo para adquisición de ERG:** en esta etapa se realizará la elección de el/los módulo/s que mejor se ajusten a las características de la señal de ERG para su registro.

**Primeras pruebas de adquisición, muestreo y digitalización. Elaboración de protocolo básico de medición:** en esta etapa se realizarán primeras pruebas de mediciones. Visualización mediante equipamiento específico disponible. Así mismo, se dejará abierta la posibilidad de elaborar dicha etapa de ser necesario. Finalizada esta etapa, se elaborará el protocolo básico a seguir para el adecuado registro.

**Investigación sobre algoritmos de filtrado:** en esta etapa se realizará el estudio de las técnicas de filtrado digital y algoritmos necesarios para la eliminación de señales no deseadas en aplicaciones médicas de sensado de biopotenciales.

**Implementación de algoritmos de filtrado y visualización**: se volcarán en MATLAB los algoritmos de procesamiento y filtrado seleccionados previamente y la visualización de los resultados.

**Validación del Dispositivo:** Se probará el sistema completo, se realizarán pruebas de adquisición de datos sobre personas y se certificará el funcionamiento del dispositivo.

**Elaboración del Informe:** Durante todo el desarrollo del proyecto, se llevará a cabo un informe completo y exhaustivo con toda la búsqueda bibliográfica, los aspectos más relevantes del diseño del dispositivo y del firmware asociado, los resultados obtenidos, discusiones, posibles mejoras y/o procedimientos para implementación en campo, y un análisis económico.

**Calendario de Acciones**

Para la realización de este proyecto se considerará una duración aproximada de 20 semanas empezando la segunda semana de mayo y finalizando la segunda semana de septiembre. El siguiente diagrama de Gantt representa el tiempo estimado para cada actividad mencionada, teniendo en cuenta las diferentes dificultades de cada una.



*Diagrama de Gantt*

**REFERENCIAS**

[1] HOLMGREN, Alarik Frithiof, M.D. (1897). *British Medical Journal*, 2(1916), 748.

[2] MCCULLOCH, Daphne L., et al. ISCEV Standard for full-field clinical electroretinography (2015 update). *Documenta Ophthalmologica*, 2015, vol. 130, no 1, p. 1-12.

[3] MCCULLOCH, Daphne L., et al. Erratum to: ISCEV Standard for full-field clinical electroretinography (2015 update). *Documenta Ophthalmologica*, 2015, vol. 131, no 1, p. 81-83.

[4] STOCKTON, Richard A.; SLAUGHTER, MALCOLM M. “B-wave of the electroretinogram. A reflection of ON bipolar cell activity”. *The Journal of general physiology*, 1989, vol. 93, no 1, p. 101-122.

[5] LAI, Timothy YY, et al. The clinical applications of multifocal electroretinography: a systematic review. *Survey of Ophthalmology*, 2007, vol. 52, no 1, p. 61-96.

[6] MARMOR, Michael F., et al. Guidelines for basic multifocal electroretinography (mfERG). *Documenta Ophthalmologica*, 2003, vol. 106, no 2, p. 105-115.

[7] HOOD, Donald C. Assessing retinal function with the multifocal technique. *Progress in retinal and eye research*, 2000, vol. 19, no 5, p. 607-646.

[8] HOOD, Donald C., et al. The multifocal electroretinogram. *Journal of Neuro-Ophthalmology*, 2003, vol. 23, no 3, p. 225-235.

[9] Dr. SHEPPARD, John. “Electroretinography”. *National Institute of Health*. <http://www.medicinenet.com/electroretinography/article.htm>