

Registro de Biopotenciales

ELECTROOCULOGRAMA MANEJO DE UN PERIFÉRICO (ejemplo mouse)

Mg. Bioingeniero Eduardo Filomena

Mg. Bioingeniero Juan Manuel Reta

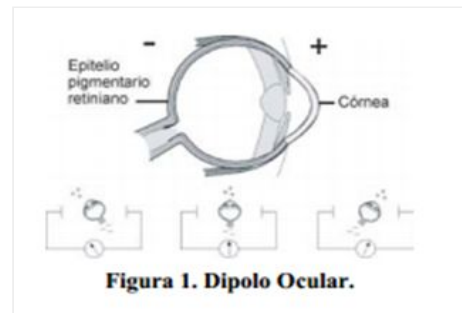
LIC. Lorena B Zacharewicz

2019

Introducción

Origen de la señal EOG

El ElectroOculoGramma (EOG) registra las variaciones de voltaje que ocurren con el movimiento angular del ojo, la esfera ocular es desde el punto de vista eléctrico, un dipolo, con su parte positiva en la córnea y negativa detrás de la retina. El potencial córneo-retiniano produce por hiperpolarizaciones y despolarizaciones de las células nerviosas de la retina.



El valor de amplitud de voltaje del EOG varía entre 50 y 3500 μV , con un rango de frecuencias entre DC (0Hz) y 100Hz, además su comportamiento es casi lineal para ángulos de mirada de 40 grados y permite detectar movimientos con una precisión inferior a 2 grados.

Tipos de señal

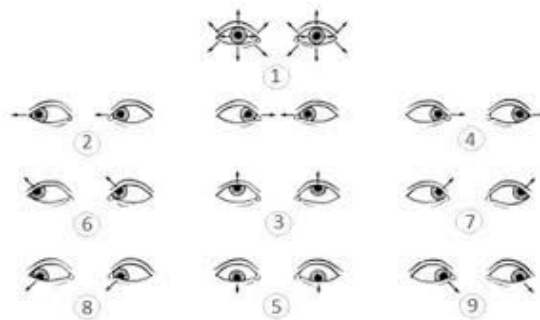
Existen cuatro tipos de movimientos oculares, cada uno controlado por un sistema neural distinto pero que comparten la misma vía final común, las neuronas motoras que llegan a los músculos extraoculares.

- Los movimientos sacádicos: movimientos súbitos y enérgicos de tipo espasmódico, ocurren cuando la mirada cambia de un objeto a otro.
- Los movimientos suaves de búsqueda: se producen cuando se observa un objeto en movimiento.
- Los movimientos vestibulares (o de ajuste): ocurren como respuesta a estímulos iniciados en los conductos semicirculares, para mantener la fijación visual mientras se mueve la cabeza.
- Los movimientos de convergencia: aproximan los ejes visuales entre sí cuando se enfoca la atención en objetos cercanos al observador.

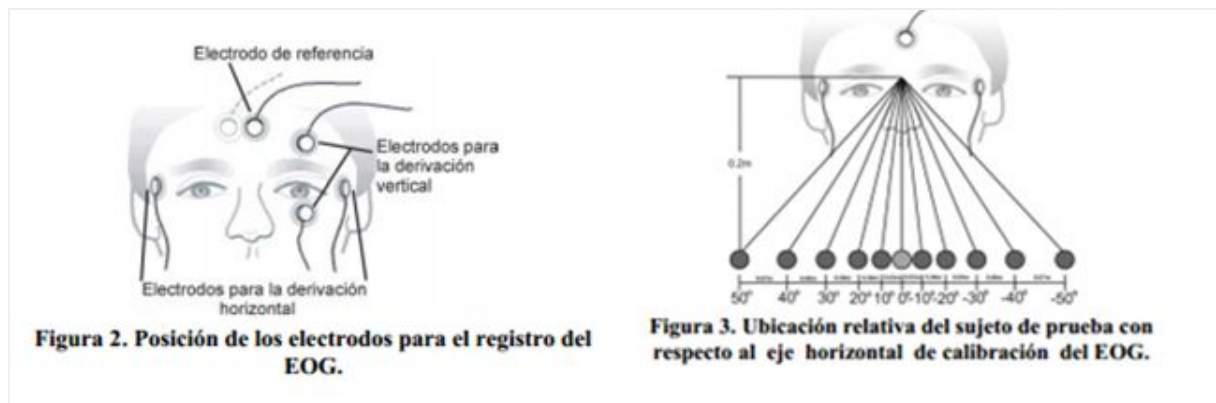
Hay tres tipos de movimientos involuntarios:

vibración, saltos lentos y golpeteos.

- Vibración: una serie de pequeñas vibraciones de los ojos entre 30-80 Hz (ciclos/s).
- Saltos lentos: movimientos involuntarios que resultan del salto de los ojos, que aunque los objetos estén quietos, la imagen salta a través de la fóvea.
- Movimientos de golpeteo: como la imagen salta en el extremo de la fóvea, el tercer mecanismo involuntario causa un reflejo de salto del globo ocular de tal manera que la imagen es proyectada nuevamente hacia la fóvea.



Obtención del EOG



La figura 3 ilustra una secuencia de ángulos de visión para el sujeto de prueba, quien realiza una serie de movimientos sacádicos (rápidos) horizontales del ojo en la secuencia mostrada.

Debe realizarse como se observa en la figura 2, colocando un sistema de electrodos y un gel de conducción bioeléctrica. Con la siguiente configuración en la colocación de los electrodos, de esta forma se consiguen señales en derivaciones independientes tanto horizontal como vertical y al combinarlas se puede obtener casi cualquier tipo de movimiento ocular.

Para realizar el proceso de calibrado (figura 4) se plasma un croquis donde se ubican distintos puntos en las posiciones relativas desde el globo ocular, según el ángulo de visión en 10, 20, 30, 40 y 50 grados para el eje horizontal y vertical. Tales puntos son presentados secuencialmente en el tiempo y seguidos visualmente por la persona, obteniendo una señal EOG referencial.

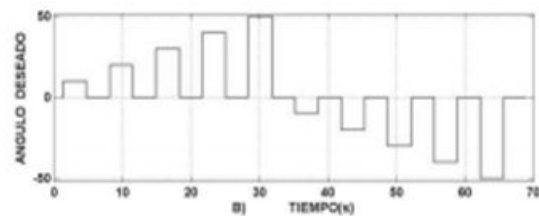


Figura 4. Secuencia de calibración de la señal EOG ideal, en donde la magnitud del ángulo de mirada crece o disminuye proporcionalmente a la sácada generada.

La magnitud del potencial generado por el dipolo y su polaridad en un determinado momento dependen del ángulo que forme con respecto a los electrodos, lo cual permite correlacionar las variaciones del potencial (del voltaje) con los MOs, con buena resolución temporal (figura1).

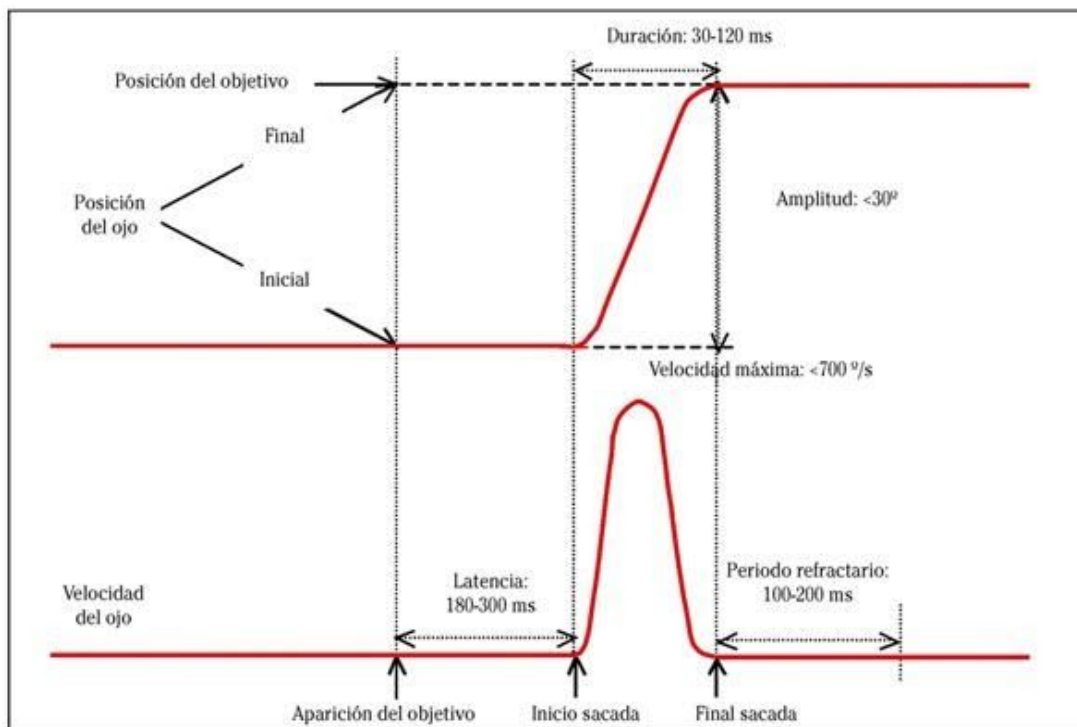


Figura 1. Esquema de un registro oculográfico de un movimiento sacádico horizontal con los parámetros básicos que pueden estimarse sobre el mismo. Electrodo situado en canto interno y canto externo del ojo. El trazo superior representa la diferencia de potencial en el tiempo, correspondiente al grado de rotación horizontal del globo ocular durante la sácada. El trazo inferior es la primera derivada del superior: velocidad o variación de la posición en el tiempo.

Una modalidad de la EOG es la electronistagmografía, para el estudio específico de los nistagmos y de los RVO mediante la combinación del registro oculográfico con la aplicación de estímulos vestibulares. Todos los métodos de estudio de los MOs, sea con EOG o con otros sistemas, implican el análisis de la relación entre distintos parámetros de los MOs y otras variables como la latencia entre la aparición de un estímulo y el inicio de un movimiento sacádico o antisacádico. El oculograma siempre se combina con algún tipo de estimulación o de registro. Las modalidades más recientes incluyen protocolos de estimulación magnética transcraneal y obtención de imágenes de las áreas cerebrales relacionadas con las funciones visuales y oculomotoras mediante resonancia magnética funcional.

Además de una buena resolución temporal, como ofrece la EOG, otras técnicas brindan una mayor definición espacial, determinando la trayectoria de los MOs y también cefálicos. Por otra parte, los métodos videooculográficos permiten realizar registros sin elementos invasivos y con relativa libertad de movimientos de la cabeza, pudiendo realizar registros durante diversas actividades. El método más sencillo es la filmación directa del ojo con una videocámara y el análisis posterior de las posiciones y trayectorias oculares utilizando la reflexión luminosa corneal o la técnica de Purkinje. Esta última, muy utilizada en estudios sobre lectura, se basa en la diferencia de posición del reflejo luminoso en los medios de refracción ocular (entre la imagen reflejada en la superficie externa de la córnea y la de la superficie interna del cristalino).

El enorme desarrollo que han tenido los sistemas informáticos en las últimas décadas, tanto en recursos hardware como software, hace posible el procesamiento de imágenes complejas en tiempo real. Los sistemas actuales de monitorización o rastreo de los MOs (*eye tracking* o *gaze tracking*) permiten captar con videocámaras el movimiento ocular con una resolución espacial de $0,2^\circ$ y frecuencias de muestreo de 1 kHz utilizando la diferencia de distancias entre el punto de reflexión de la luz infrarroja (proporcionada por diodos LEDs emisores de infrarrojos) sobre el limbo corneal y el punto central de reflexión retiniana a través de la apertura pupilar. Los primeros sistemas requerían inmovilización de la cabeza y calibración de las posiciones oculares. Después se diseñaron dispositivos fijados a la cabeza y actualmente se están desarrollando sistemas estereoscópicos utilizando dos cámaras y con algoritmos basados en redes neuronales artificiales con el objetivo de obviar la necesidad de calibración.

El funcionamiento de los sistemas de *eye tracking* en tiempo real hace posible su utilización como interface con ordenadores o máquinas (de especial interés para personas discapacitadas), para la adaptación individualizada de lentes progresivas mediante el análisis de las zonas de visión preferencial o para monitorizar los MOs durante la conducción de vehículos.

Generalidades de la prueba

Un electrooculograma (EOG) evalúa lo bien que las corrientes eléctricas están funcionando en la totalidad del ojo. Se hace para detectar ciertos problemas del ojo y la retina.

Por qué se hace.

Se usa para ayudar a diagnosticar problemas de la retina. Puede usarse para ayudar a detectar problemas como:

- Enfermedades de la retina como la enfermedad de Best (degeneración macular congénita) y retinitis pigmentosa.
- Diferentes tipos de distrofia macular.

Cómo se hace

Durante la prueba:

- Usted se sienta en una silla para examen.
- Se le colocan electrodos diminutos en las comisuras interna y externa de los párpados. Se le coloca otro electrodo en la frente.
- La actividad eléctrica en el ojo se registra en una máquina. Se toman dos registros.
 - Después de que los ojos se adaptan a la oscuridad, se mide la respuesta eléctrica del ojo mientras usted mueve los ojos de lado a lado.
 - Con la luz encendida, se vuelve a medir la actividad eléctrica mientras usted mueve los ojos de lado a lado (al mismo ángulo).
- El tiempo total del examen es aproximadamente de 40 a 45 minutos.

Resultados

Los resultados de la prueba usan una medición numérica llamada cociente de Arden. Este es la razón de la actividad eléctrica máxima del ojo con luz a la actividad eléctrica mínima en la oscuridad.

Objetivos

El principal objetivo de la selección de este biopotencial es el poder implementarlo para el manejo de periféricos, y con ello facilitar la comunicación de personas que tiene problemas de movilidad reducida y que no pueden comunicarse de la forma convencional o tradicional. Dado a patologías que tienen de nacimiento, provocados por algún accidente, o incluso un ACV.

El dispositivo maneja a control remoto un mouse y tiene la ventaja de no requerir un procesamiento de señales complejo. A partir de las señales electrooculográficas se pueden manipular mecanismos, como el de una silla de ruedas, un mouse virtual en la computadora, además permitir que se activen diferentes dispositivos electrónicos que se utilizan en la vida cotidiana.

Basado en electrooculografía (EOG) siguiendo el ejemplo del mouse para la computadora. El sistema realiza una localización espacial en un plano x-y basado en los potenciales eléctricos oculares.

Cuando se procesan biopotenciales, como el EOG, el principal problema encontrado ha sido la captura de las señales, puesto que poseen bajos niveles de voltaje (hasta del orden de microvoltios), lo cual obliga a exponerlas a procesos comunes como la amplificación y el filtrado.

Mediante las señales obtenidas del EOG, se desea poder operar o manejar periféricos, en un comienzo sería el manejo de un mouse, pudiendo extenderse al manejo de un teclado, incluso para niños la utilización de teclado tipo numéricos con dibujos, para que les sea más sencilla la comunicación en cosas básicas como alimentación, aseo, etc.

A Través de las señales obtenidas por el EOG, varias señales de los movimientos realizados con los ojos, nos brinda parámetros para la lectura de y ecuación de movimientos.

Otro de los objetivos es el tomar los datos obtenidos y guardarlos en una base de datos en una computadora, para lograr diagnósticos más rápidos y de manera más sencillas. Estos son algunos de los diagnósticos que se pueden obtener.

El EOG es una prueba útil en la evaluación de las enfermedades que afectan la retina (sobre todo si se usa en conjunto con el electrorretinograma), como las distrofias hereditarias de la retina y coroides, afecciones vasculares, tóxicas, inflamatorias y tumorales donde se afecta el complejo epitelio pigmentario fotorreceptores.

El electrooculograma es de especial interés en algunas retinopatías patológicas.

- Distrofia macular viteliforme de Best
- Distrofia en alas de mariposa
- Distrofia reticular de Sjogren
- Distrofia macrorreticular
- Distrofia viteliforme del adulto
- Distrofia macular fundus-flavimaculatus juvenil de Stargardt.

Uso previsto del diseño

Para desarrollar un prototipo que cumpla adecuadamente el objetivo, se deberán tener en cuenta las siguientes características: el sistema deberá ser capaz de registrar la actividad eléctrica de la retina, y determinar los patrones eléctricos que correspondían a cada tipo específico de movimiento ocular; además de contar con el acople electromecánico para el movimiento del cursor según los patrones bioeléctricos registrados. La electrooculografía, es un método que puede detectar los movimientos oculares, y se basa en el registro de la diferencia de potencial existente entre la córnea y la retina. El potencial córneo-retiniano está producido por hiperpolarizaciones y despolarizaciones de las células nerviosas de la retina.

El desarrollo de un mouse que pueda controlarse a partir de desplazamientos oculares resulta muy útil para las personas que carecen de extremidades superiores o poseen algún tipo de disfunción muscular en ellas.

El dispositivo médico enviará a través de USB las señales EOG registradas con una frecuencia de 30 Hz. Para obtener la posición de la mirada (arriba, abajo, izquierda y derecha), y mediante el desarrollo de un algoritmo que procese las señales EOG y defina en qué parte de la cuadrícula se encuentra, y según el algoritmo saber qué decisión tomar. Para ello el usuario debe realizar un movimiento de sus ojos en la dirección deseada, y luego retornar su mirada al centro.

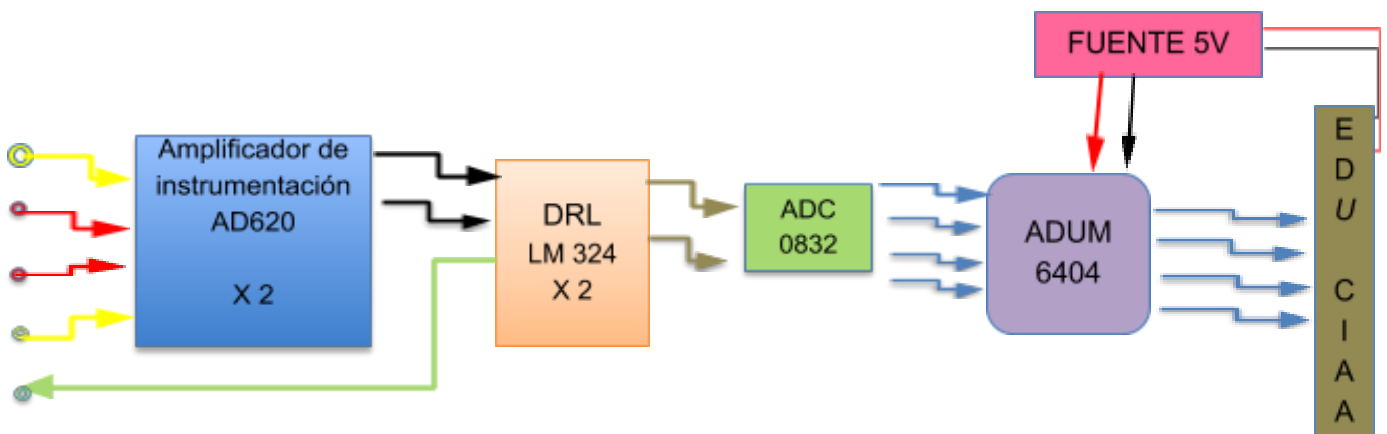
El procesamiento determinar el movimiento ocular realizado, consta de los siguientes pasos:

1. Calcula la media móvil para la eliminación del ruido y obtener una señal más limpia.
2. Cuando el paciente mira en una dirección, la señal cambia bruscamente. Este cambio rápido seguido de una caída suave es detectable mediante la derivada.
3. Con un umbral eliminar los valores que no hayan implicado estos cambios.

4. Se comprueban los cambios producidos buscando los máximos y los mínimos (secuencias máx/mín/máx o mín/máx/mín).

Diagrama de bloque preliminar a modo de solución propuesta

La bioseñal proveniente desde los electrodos debe ser acondicionada, adquirida, registrada y visualizada. El cual representa el diagrama de bloques del sistema de Acondicionamiento y Adquisición (A-A) del EOG: donde se observan las diversas transformaciones que sufre la señal EOG desde su obtención por medio de los electrodos hasta el registro y la visualización en la PC o pantalla de monitoreo de señal. Primero se aísla eléctricamente al usuario del sistema para así brindarle mayor seguridad ante choques eléctricos accidentales.



Seguridad eléctrica

Es necesario asegurar una adecuada conexión de los electrodos al amplificador AD620 y los circuitos de alimentación, ya que podría circular corriente a través del paciente. Para evitar este problema, es recomendable utilizar el ADuM 6404 para alimentación aislada eléctricamente a través de los subsiguientes circuitos de amplificación y procesamiento.

Se debe cumplir con las normas:

NORMA IEC 60601-1

NORMA IEC 60601-1-2

NORMA IEC 60601-1-3

Dentro del territorio comunitario, para los equipos médicos, hay cuatro directivas a tener en cuenta:

- Directiva **89/336/CEE** sobre compatibilidad electromagnética (EMC) y sus modificaciones 91/263/CEE, 92/31/CEE y 93/68/CEE.
- Directiva **93/42/CEE** relativa a los productos sanitarios y sus modificaciones 98/79/CE, 2000/70/CE y 2001/104/CE. Instrucciones técnicas en norma EN-60601.
- Directiva **2002/95/CE** sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos (RoHS).
- Directiva **2002/96/CE** sobre residuos en aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

Materiales y Métodos (En caso de implementar en algo mecánico)

A. Materiales

- Microcontrolador edu-ciaa
- electrodos para electrooculografía,
- mouse convencional
- servomotor
- puente H
-

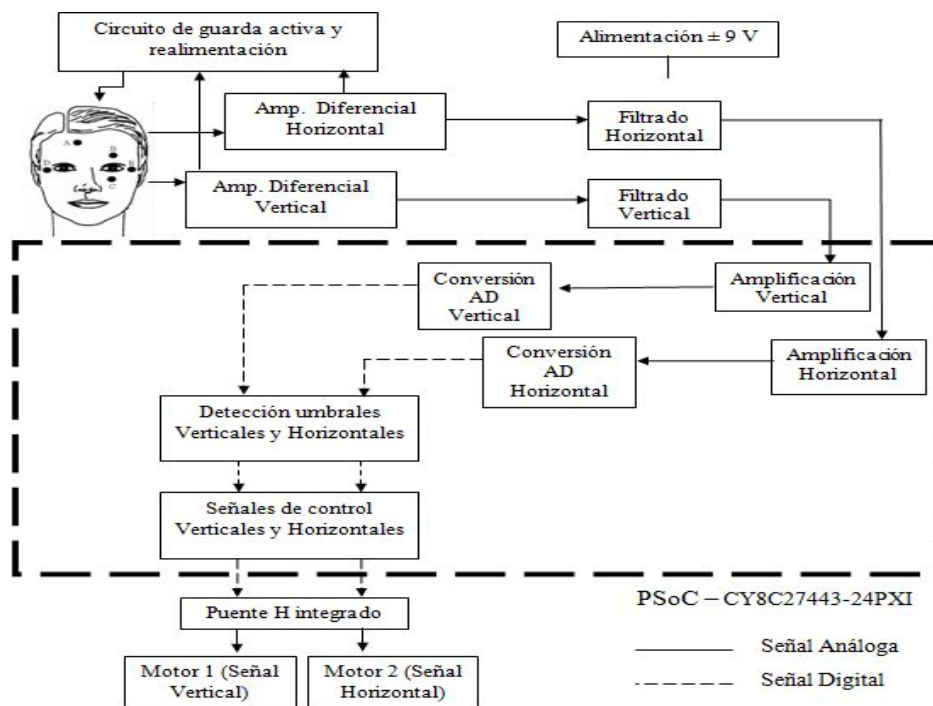
B. Métodos

- adquisición y procesamiento de la señal;
 - conversión análogo-digital y selección de amplitudes
 - características de las señales tomadas
 - adecuación y acople del servomotor.
- Protocolo de adquisición de la señal:

La primera parte del trabajo se centró en disponer adecuadamente los electrodos, en los sitios donde se genera la actividad muscular ocular. Electrodos Amplificación de la señal

Offset de control Salida de 0-5 V Conversión A-D Identificación de movimientos Activación del motor Movimiento

La posición de referencia está marcada con el punto A, y corresponde al electrodo que se conecta a tierra. Los electrodos D y E registran los movimientos de desplazamiento derecha-izquierda, mientras que la diferencia de potencial entre los electrodos B y C es proporcional a la desviación del ojo en sentido vertical.



Nota

Se observa que en lo implementado hasta ahora no se incluye puente H ni los motores. Estando la detección de umbrales, señal de control, a cargo del firmware de la placa edu-ciaa

Bibliografía

Revista Ingeniería Biomédica ISSN 1909–9762, número 1, mayo 2007, págs. 47-51 Escuela de Ingeniería de Antioquia–Universidad CES, Medellín, Colombia

<http://bioingenieria5.blogspot.com/2013/12/electrooculograma.html>

http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272009000600002

Alberto Abaroa Villanueva, A. Barak Guerrero Ortega, Fernanda Tapia Ruiz, Omar Morales Rodríguez UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO Proyecto final de Bioinstrumentación E-mail: a334753@uabc.edu.mx

APUNTES DE BIOINGENIERIA.LIC.EN MEDICINA.CURSO 2000-2001, Sonia M. Lopez Silvia y Jose Ramon Sendra. Departamento de Ing Electrónica y Automática. Universidad de las Palmas Gran Canaria,España.