

REGISTRO DE LA ACTIVIDAD ELECTROMIOGRÁFICA CON AD8232

*Nilda Fabiola Encarnacion Avalos, Ing.
Esther Viridiana Vázquez Carmona, Ing.*

*Rodrigo Vázquez López, Ing.
Juan Calos Herrera Lozada, Dr.*

*Instituto Politécnico Nacional
CIDETEC*

fab-nil_34@hotmail.com
ev.vazquezc@gmail.com

rodrigo_em2@hotmail.com
jlozada@ipn.mx

Resumen

Este trabajo se basa en la adquisición de la actividad electromiográfica (EMG) provenientes de los músculos vientre frontal del occipitofrontal y el temporal del lado izquierdo frontal de la cara. Tal adquisición de señal se obtendrá por el ajuste de una banda que tendrá colocados tres electrodos no invasivos, que irán situados en los músculos de la cara y relacionados con el sistema electrónico AD8232, contando con un tamaño considerablemente pequeño, para así adaptarlo a la situación física de la persona y en consecuente poder utilizar esta señal para controlar algún mecanismo deseado u obtener información médica. La tarjeta está diseñada para tener un registro de la actividad eléctrica cardiaca, sin embargo, en este trabajo se demostrará cómo se puede conectar para obtener la señal electromiográfica, cabe destacar que ésta tarjeta trabaja con un voltaje de 3.3v y se puede utilizar pilas de litio. Además de que se busca optimizar costos con la aplicación de la tecnología actual.

Introducción

La ciencia y la ingeniería han realizado grandes avances en el área del procesamiento digital de señales biomédicas, como la EMG y sus aplicaciones en el control de dispositivos electrónicos. El estudio de estas señales ha permitido el desarrollo de importantes proyectos para el bienestar humano. Por consiguiente el análisis de las mismas en tiempo real, ha sido considerablemente uno de los campos de investigación con mayor auge por sus múltiples aplicaciones.

Actualmente el avance de la electromiografía (EMG) ha tomado mayor importancia en el ámbito de la investigación, debido a que se puede resolver e innovar en distintos campos de estudio [1].

Electromiografía

La electromiografía (EMG) se denomina como la técnica que registra el potencial eléctrico generado por aquella despolarización de la membrana externa de la fibra. El rango típico de las unidades motoras es de 7-20Hz, dependiendo del tamaño del músculo [2] [3]. La frecuencia que manejan las señales ubicadas en la zona occipital es de 8 a 13 Hz y su amplitud está comprendida entre 20 y 200 μ V [4].

Las frecuencia de las señales en las regiones parietal y frontal pueden ser de 14 a 25 Hz y su amplitud está en un rango de mili volts. Las frecuencias que genera una persona durante el sueño profundo son inferiores a 3.5Hz [5] [6].

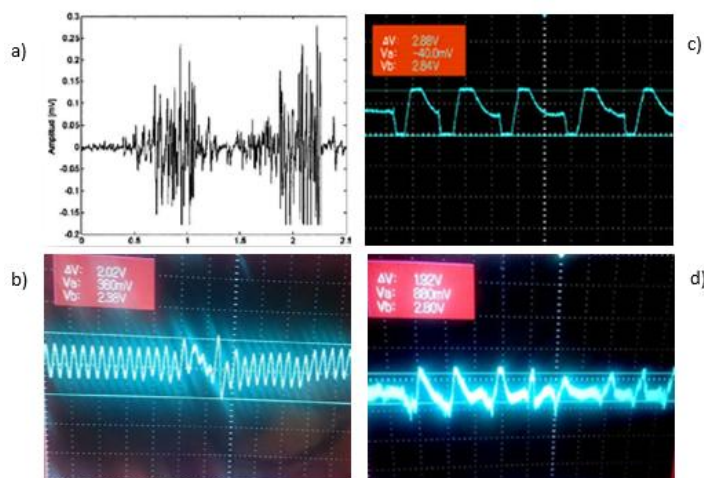
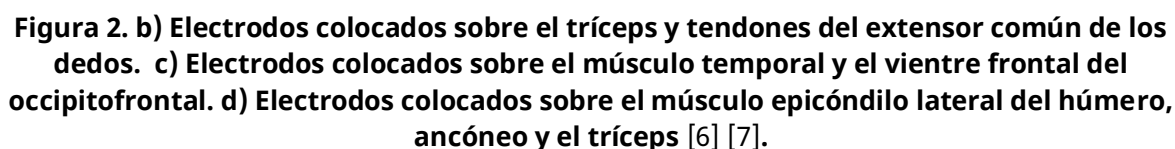


Figura 1. a) Señal electromiografía con electrodos superficiales. b) Señal que se produce al flexionar el brazo izquierdo. c) Señal que se produce al subir y bajar la ceja. d) Señal que se produce en el músculo al abrir y cerrar la mano [6] [7].

La conexión de electrodos superficiales de las señales mostradas anteriormente se muestra en la siguiente imagen:



Es un chip acondicionador de bioseñales y de ECG. Está diseñado para extraer, amplificar y filtrar pequeñas señales biopotenciales en presencia de condiciones ruidosas, como aquellas creadas por el movimiento de los electrodos de paciente, Este diseño permite a un microcontrolador adquirir la señal muy fácilmente mediante un ADC.

The schematic diagram illustrates the AD8232 instrumentation amplifier circuit. The AD8232 IC is the central component, with its pins connected to various components and electrodes. The circuit includes a high-pass filter (HP) section, a second-order low-pass filter (LP) section, and a gain stage (A1, A2, A3). Key components include resistors (10M, 100k, 1M, 10k, 180k, 150k, 200k, 100k, 22nF), capacitors (0.22uF, 10uF, 1nF, 499k), and operational amplifiers (A1, A2, A3). The circuit is powered by +V5 and GND. The output is labeled OUT.

Figura 3. Diagrama de la tarjeta AD8232.

Conexión externa de la tarjeta AD8232:

Tabla 1. Conexiones necesarias para ver el funcionamiento de la tarjeta (AD8232).

Conexiones AD8232	
PIN2	Electrodo Rojo
PIN3	Electrodo Azul
PIN5	Electrodo Negro
PIN10	Salida
PIN17	+Vs
Pin16	GND

Amplificador de Instrumentación (AI)

El amplificador de instrumentación aplica ganancia y filtrado de paso alto de forma simultánea. Esta capacidad permite que se amplifique una pequeña señal EMG por 100, mientras que el rechazo de desviación de los electrodos es de ± 300 mV. En este caso particular, R10M y C0.22 μ F coloca el polo del primer paso alto a 7 Hz. Esto da como resultado una frecuencia de corte para 7Hz. Ambos filtros de paso alto en conjunto producen una atenuación total de 40 dB por década. Se selecciona esta frecuencia de corte, debido a que las señales EMG se propagan en una frecuencia superior a 7 Hz.

Tabla 2. Elementos para el filtro pasa alta.

Elementos para el filtro paso alto	
PIN1 y PIN20	C0.22uf
PIN20 y PIN19	R10M
PIN6	C0.22Uf y R100k

El modo de detección de los cables se lleva a cabo con la configuración de los tres electrodos. Funciona cuando se detecta un voltaje del amplificador de instrumentación dentro del intervalo positivo de 0.5 V.

Tabla 3. Resistencias Pull-up.

Resistencias de Pull-up	
PIN 2 y PIN3	10M Ω

El sistema realizará una recuperación rápida cuando detecte una frecuencia mayor a la frecuencia de corte del filtro paso alto.

Tabla 4. Funcionamiento de los switch.

Funcionamiento de S1 y S2	
S1	10K
S2	10K

Filtro paso bajo (A1)

Tabla 5. Resistencias para obtener una señal sin distorsión a la salida de A1.

Resistencias de A1.	
PIN8 y PIN10	R100K
PIN9 y PIN10	R1M

El amplificador operacional se utiliza para construir un filtro paso bajo de dos polos con ganancia de 11, utilizando una configuración de Sallen-Key con una frecuencia de operación de 24Hz.

Tabla 6. Elementos del filtro paso bajo.

Elementos del filtro paso bajo	
PIN7	R1M
PIN6 y PIN10	R200K
PIN8	C0.022uF
PIN10	C10000pF

Amplificador RLD (A2)

Una manera de disminuir los voltajes en modo común que pudieran filtrarse durante la adquisición de los biopotenciales (interferencia electromagnética - 60[Hz]), aun con altas impedancias de la interfaz piel-electrolito-electrodo, es la utilización del circuito RLD.

Tabla 7. Elementos para el amplificador RLD.

Elementos para el amplificador RLD	
PIN 4	C1nF
PIN5	R499K

Amplificador Operacional (A3)

El amplificador A3, es un dispositivo electrónico que sirve para adaptar la impedancia entre circuitos [8].

Tabla 8. Elementos para el funcionamiento del Buffer.

Elementos para el funcionamiento del Buffer	
PIN17	+Vs
Pin18	R10M y R10M
Pin8	REFOUT
PIN17 y PIN18	C10Uf

En la siguiente imagen se presenta la conexión de la tarjeta AD8232 con los electrodos de superficie y así poder visualizar la señal en un osciloscopio.

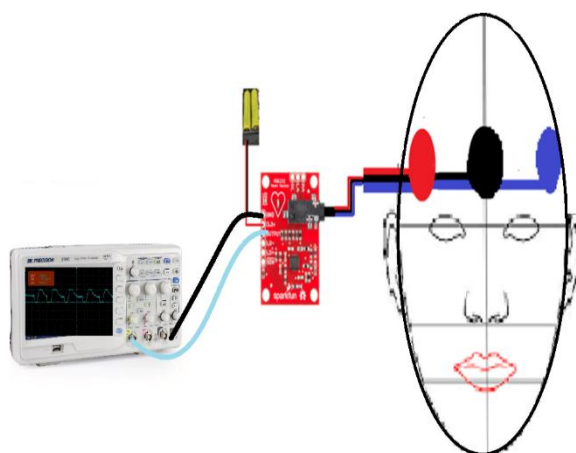


Figura 4. Conexión de electrodos superficiales para obtener la señal EMG.

Conclusión

La tarjeta AD8232 es una tarjeta muy compacta y de bajo costo con la que podemos obtener bioseñales con el simple hecho de conectar electrodos superficiales. Sí se desea realizar aplicaciones biomédicas esta es una opción muy completa para llevar a cabo los proyectos. Además que la tarjeta AD8232 utiliza 3.3v y actualmente los microcontroladores también son de bajo consumo siendo algunos compatibles para generar diversas aplicaciones.

Referencias

- [1] R. F. Álvarez, S. C. Anzorandia y E.H. Medina. "Desarrollo histórico y fundamentos teóricos de la electromiografía como medio diagnóstico". Medicina Militar Mag; v.35 n.4, Ciudad de la Habana oct.-dic. 2006. [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0138-65572006000400008&script=sci_arttext&lng=pt

- [2] J. M. Fernández, R. C. Acevedo y C. B. Tabernig. "Influencia de la Fatiga muscular en la Señal Electromiográfica de Músculos Estimulados Eléctricamente". *EIA. Mag*; vol.1, no. 7, p.113. Junio. 2007. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/237024758_INFLUENCIA_DE_LA_FATIGA_MUSCULAR_EN_LA_SEÑAL_ELECTROMIOGRAFICA_DE_MUSCULOS_ESTIMULADOS_ELECTRICAMENTE
- [3] D. Prutchi y M. Norris. "Design and development of medical electronic instrumentation. A practical perspective of the design, Construction, and Test of Medical Devices. Canada: Wiley Interscience, p. 20. 2005. [Online]. Available: <http://www.kelm.ftn.uns.ac.rs/literatura/pbmums/pdf/MedicalElectronicInstrumentation.pdf>
- [4] "Amplificadores de instrumentación". p.9. [Online]. Available: [ftp://ftp.ehu.es/cidira/dptos/depjt/Instrumentacion/BK-ANGEL/04_Amplificadores_Instrumentaci%F3n/Amplificadores%20de%20Instrumentaci%F3n\(doc\).PDF](ftp://ftp.ehu.es/cidira/dptos/depjt/Instrumentacion/BK-ANGEL/04_Amplificadores_Instrumentaci%F3n/Amplificadores%20de%20Instrumentaci%F3n(doc).PDF)
- [5] Universidad del país Vasco Euskal Herriko Unibersitatea Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones. "Amplificadores de instrumentación". P. 18. [Online]. Available: [ftp://ftp.ehu.es/cidira/dptos/depjt/Instrumentacion/BK-ANGEL/04_Amplificadores_Instrumentaci%F3n/Amplificadores%20de%20Instrumentaci%F3n\(transep\).PDF](ftp://ftp.ehu.es/cidira/dptos/depjt/Instrumentacion/BK-ANGEL/04_Amplificadores_Instrumentaci%F3n/Amplificadores%20de%20Instrumentaci%F3n(transep).PDF)
- [6] D. A. Navarro. "Monitor EMG con conexión inalámbrica". "Memoria". Departamento de Microelectrónica y Sistemas Electrónicos. Universidad Autónoma de Barcelona. 2008. [Online]. Available: http://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2008/hdl_2072_13491/PFC_Daniel_Abad_Navarro.pdf
- [7] Nafarrete equipo Médico. Electrodo de broche red-dot p/50 con micropore. [Online]. Available: <https://www.nafarrate.com/producto/electrodo-de-broche-red-dot-p50-con-micropore/>
- [8] A. Devices, «Analog Devices,» 1995. [En línea]. Available: <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD8232.pdf>.