



# REVISIÓN DE LITERATURA SOBRE MI-EEG, INTERFAZ CEREBRO COMPUTADORA Y ADS1299EEGFE-PDK



Conference Proceedings ICONIS – VIII 2024.  
Mazatlán, México, Mayo 29-31, 2024. Pag. 389-394

ISSN (Online): 2711-3310

**Luz Angelica,  
Garcia Villalba\***  
*Universidad Autónoma  
de Ciudad Juárez.  
Departamento de  
ingeniería industrial y  
manufactura,  
lugarcia@uacj.mx*

**Alma Guadalupe,  
Rodríguez Ramírez**  
*Universidad Autónoma de  
Ciudad Juárez.  
Departamento de ingeniería  
industrial y manufactura,  
alma.rodriguez.ram@uacj.mx*

**Soledad Vianey,  
Torres Argüelles**  
*Universidad  
Autónoma de Ciudad  
Juárez. Departamento  
de ingeniería  
industrial y  
manufactura,  
vianey.torres@uacj.mx*

**David, Luviano  
Cruz**  
*Universidad  
Autónoma de Ciudad  
Juárez. Departamento  
de ingeniería  
industrial y  
manufactura,  
david.luviano@uacj.mx*

**Resumen:** *Esta revisión de literatura presenta el método de Imaginería Motora (MI) basada en electroencefalografía (EEG), y la utilidad de la tarjeta ADS1299EEGFE-PDK de Texas Instruments (TI) como interfaz cerebro-computadora (BCI). Se examina cómo esta tecnología ofrece una alternativa viable y de bajo costo para investigaciones similares realizadas en laboratorios. Los resultados sugieren que es posible utilizar la mayoría de los métodos tradicionales utilizados para la adquisición, análisis y procesamiento de señales EEG, además indican que permite tener un bajo consumo de energía y portabilidad del sistema.*

**Palabras clave:** *"imágenes motoras", "interfaz cerebro computadora", "electroencefalografía".*

## 1 INTRODUCCIÓN

La adquisición de señales electroencefalografías (EEG) a través de dispositivos de bajo costo ha ganado importancia en el campo de las BCI, cuyo análisis se ha aplicado en campos como la rehabilitación motriz, estos dispositivos ofrecen ventajas en comparación con los sistemas convencionales de adquisición de

---

\* Citación: Garcia Villalba, L. A., Rodríguez Ramírez, A. G., Torres Argüelles, S. V., y Luviano Cruz, D. (2024). Revisión de literatura sobre MI-EEG, interfaz cerebro computadora y ADS1299EEGFE-PDK. *Conference Proceedings of the International Congress on Innovation and Sustainable*, Mazatlán, México, Mayo 29-31, 2024, p.p. 389–394.

señales EEG (Hangyu Le, 2022). Su costo más bajo facilita el acceso a tecnologías de asistencia para un mayor número de personas, lo que permite ampliar su uso en aplicaciones de rehabilitación orientadas a personas con limitaciones motrices (Csaba Köllöd, 2023). Sin embargo, interfaces de EMOTIV o OpenBCI son ampliamente utilizadas y descritas como bajo costo. La revisión se ha enfocado en buscar alternativas más económicas. Entre estas opciones se destaca el ADS1299EEGFE-PDK (L. M. Luza, 2019), que ofrece la misma calidad y funcionalidad a un costo menor al de EMOTIV o OpenBCI. Al explorar esta revisión, se busca no solo reducir los gastos, sino también democratizar el acceso a la tecnología Imágenes Motoras y electroencefalografía (MI-EEG) (Chen, 2023), permitiendo a más estudiantes involucrarse en este tipo de proyectos. Se puede ampliar la participación en la investigación científica al eliminar las barreras financieras que a menudo limitan el acceso a dispositivos de alta calidad.

## **2 MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

Para la detección de señales MI-EEG relacionadas con la extremidad superior, se recomienda colocar los electrodos en áreas motoras primarias y secundarias del cerebro, como la corteza motora primaria y la corteza premotora (Toresano, Wijaya, Prawito, Sudarmaji, & Badri, 2016). Estas regiones están involucradas en la planificación y ejecución de movimientos voluntarios, lo que las hace fundamentales para la captura de señales cerebrales asociadas con la rehabilitación de la extremidad superior (Csaba Köllöd, 2023).

La revisión que se presenta en este estudio se muestra a continuación. La técnica de múltiples canales consiste en tener múltiples puntos de captura de señales en el cuero cabelludo para obtener una representación más precisa de la actividad cerebral en diferentes regiones del cerebro. Al promediar las señales, es posible reducir el ruido y las interferencias eléctricas que pueden afectar la calidad de las mediciones EEG. Esto permite identificar patrones

específicos de actividad cerebral asociados con diferentes estados mentales o intenciones motoras (Toresano, Wijaya, Prawito, Sudarmaji, & Badri, 2016), (Hangyu Le, 2022) (Csaba Köllöd, 2023). La tarjeta ADS1299EEGFE-PDK que se muestra en la ilustración 1, es una plataforma de desarrollo para dicha tarjeta de TI, diseñada específicamente para aplicaciones de EEG y otras aplicaciones biomédicas. Utiliza el convertidor análogo digital (ADC) de 24 bits, capaz de muestrear hasta 8 canales de señales bioeléctricas con una alta precisión (INSTRUMENTS, 2024).



ILUSTRACIÓN 1. TABLILLA ADS1299EEGFE-PDK DE TI.

Las Máquinas Vectoriales de Apoyo (SVM), funcionan mediante la búsqueda de un hiperplano que maximiza la separación entre las diferentes clases de movimientos

(Pawan, 2023). Son robustos a la presencia de ruido y otras interferencias, lo que los hace adecuados para su uso (Hangyu Le, 2022). El método Vecino más Cercano de K (k-NN) funcionan mediante la asignación de una nueva señal EEG a la clase más común entre sus k vecinos más cercanos en el espacio de características (L. M. Luza, 2019). La eficiencia de los k-NN puede verse afectada por la alta dimensionalidad de las señales EEG, lo que puede requerir la aplicación de técnicas de reducción de dimensionalidad (Mamunur Rashid, 2021).

### 3 METODOLOGÍA

La búsqueda inicial se realizó utilizando la base de datos de Google Académico, con las palabras claves: (motor (imagery or MI)) and BCI and EEG and exoskeleton. De los cuales se encontraron 7860, se agregó a la palabra clave "lower-limb and MVS" teniendo 937 artículos se decidió revisar dispositivos de bajo costo, y se encontró que se denomina bajo costo en la mayoría de los casos a interfaz de EMOTIV o OpenBCI. La búsqueda

sistemática se realizó en Google Académico, con una nueva palabra clave: "motor imagery and EEG and BCI and 299 and Cybathlon" se encontraron 23 artículos.

***Criterios de inclusión***

- Investigaciones que incluyan la descripción de métodos de procesamiento de MI-EEG o electromiografía de superficie (sEMG).
- Solo trabajos con aplicaciones de IM-EEG y BCI.
- Utilizan la tarjeta ADC1299x y Cybathlon.

***Criterios de exclusión***

- Los trastornos de desarrollo en el comportamiento.
- Las emociones u otros casos médico.

Se realizó la lectura del resumen, solo se consideraron n=15 de los 23, de los cuales hablaban de clasificación de IM-EEG y rehabilitación. Se limitó a artículos que indicaran textualmente el uso de la tarjeta ADS1299x y se tomaron solo n=11 de los 15, que cumplieron los criterios de inclusión,

se realizó la lectura completa y se tomaron los resultados. (PRISMA, 2024).

**4 RESULTADOS**

Los resultados que se presenta en este estudio se han enfocado en los artículos de que describen el uso de la tarjeta ADS1299EEGFE-PDK, donde desarrollan sistemas portátiles de adquisición de EEG multicanal (Csaba Köllöd, 2023). Estos sistemas utilizan tecnologías avanzadas, para garantizar una alta calidad de señal, un bajo consumo de energía y una portabilidad. Además, las compañías mostradas en la ilustración 2 emplean el integrado ADS1299 en sus interfaces comerciales.

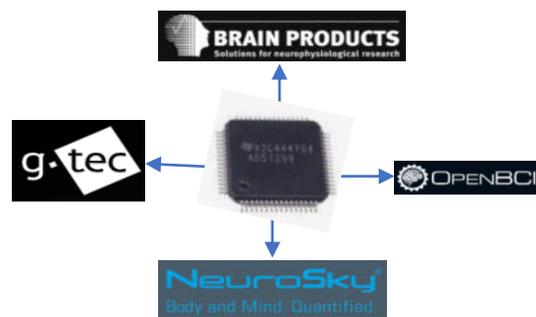


ILUSTRACIÓN 2. EMPRESAS QUE UTILIZAN EL INTEGRADO ADS1299X PARA BCI.

Multi canal	Metodología	Resultados
-------------	-------------	------------

(Chen, 2023)		
si	Utiliza el chip frontal analógico de 24 bits ADS1299 y el chip de control Bluetooth nRF52832	Tiene un bajo consumo de energía a un costo operativos más bajos. El dispositivo puede recibir 16 canales de datos de señales de EEG.
(Yuchang Li, 2022)		
si	Diseñan una matriz de electrodos, Diseñan el circuito para la adquisición de señales analógicas	El sistema recopila la señal sEMG de 8 canales disponibles de manera efectiva. El diseño es eficaz para extraer señales EMG débiles.
(Sheng Xinjun, 2020)		
no	Utilizan sensores mioeléctricos de superficie activa, integrados con sensores EMG para mejorar la resolución espacial en el área.	El sistema de demostró una resolución espacial mejorada en un área local, lo que permitió decodificar las secuencias de descarga de las unidades de movimiento
(Usman Rashid, 2018)		
no	Utilizan modelos lineales mixtos para el análisis. La evaluación incluyó la similitud de los cosenos, las diferencias en las formas de onda y los mapas topográficos.	Comparan el ADS1299 con un sistema de laboratorio y Su rendimiento es similar al del sistema de laboratorio, baja frecuencia (<40 Hz). Evalúa el desempeño en las tareas motoras de las extremidades inferiores.
(Apriadi, Wijaya, Prawito, & Zilullah, 2017)		
si	Muestran el diseño de un sistema de adquisición de señales EEG de 32 canales, utiliza 4 módulos del ADS1299EEGFE-PDK configurados con el modo cascada SPI y controlados por chips de TI	Las señales se guardaron en los dominios de tiempo y dominio de frecuencia con LabVIEW. Utilizaron el simulador de EEG MiniSIM 330 de NETECH.

	(MSP432P401R), desarrollado con C energía versión 1.6.	
--	--	--

TABLA: CARACTERÍSTICAS DE LOS RESULTADOS.

## 5 CONCLUSIONES

La revisión presentada en este estudio se centra en la técnica de multicanal para el procesamiento de las señales MI-EEG, utilizando la tarjeta ADS1299EEGFE-PDK, lo que posibilita la creación de un sistema portable y de bajo consumo. Se destaca cómo esta tecnología ofrece una alternativa rentable para investigadores novel. Además, los resultados indican que la tarjeta ADS1299EEGFE-PDK permite obtener resultados comparables a los de laboratorios. Como trabajos a futuros se propone el desarrollo de una plataforma portátil y reconfigurables, aprovechando la técnica de multicanal para BCI con una mayor versatilidad, aplicabilidad y el uso del software que ofrece TI y un amplio soporte técnico.

## 6 REFERENCIAS

Apriadi, W., Wijaya, S. K., Prawito, & Zilullah, L. O. (2017). Development of Electroencephalogram (EEG) Based on ADS1 299EEGFE-PDK and

- LaunchPad MSP432P401R. 2017 5th International Conference on Instrumentation, Communications, Information Technology, and Biomedical Engineering (ICICI-BME). Bandung, Indonesia: IEEE.
- Chen, W. (2023). Multi-channel EEG signal acquisition system based on nRF52832. 2023 5th International Conference on Communications, Information System and Computer Engineering (CISCE). Guangzhou, China: IEEE.
- Csaba Köllöd, A. A. (2023). Closed loop BCI System for Cybathlon 2020. *Electrical Engineering and Systems Science*.
- Ferrin-Bolaños, C., Loaiza-Correa, H., Pierre-Díaz, J., & Vélez-Ángel, P. (2019). Evaluación del aporte de la covarianza de las señales electroencefalográficas a las interfaces cerebro-computador de imaginación motora para pacientes con lesiones de médula espinal. *Tecnológicas*.
- Hangyu Le, Z. Z. (2022). Portable Multi Channel EEG Signal Acquisition System. *PubMed Disclaimer*, 404-407.
- INSTRUMENTS, T. (13 de abril de 2024). TEXAS INSTRUMENTS. Obtenido de <https://www.ti.com/sitesearch/en-us/docs/universalsearch.tsp?langPref=en-US#q=electrodos%20eeg>
- L. M. Luza, F. R. (2019). Design of an EEG Acquisition System Based on Front-End ADS1292. XXVI Brazilian Congress on Biomedical Engineering (págs. 425–430). Online: INMETRO-Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brazil.
- Mamunur Rashid, B. S. (2021). The classification of motor imagery response: an accuracy enhancement through the ensemble of random subspace k-NN. *Notional Library of Medicine*.
- Pawan, R. D. (2023). Machine learning techniques for electroencephalogram based brain-computer interface: A systematic literature review. *ELSEVIER*.
- PRISMA. (13 de Abril de 2024). TRANSPARENT REPORTING of SYSTEMATIC REVIEWS and META-ANALYSES. Obtenido de TRANSPARENT REPORTING of SYSTEMATIC REVIEWS and META-ANALYSES: <http://www.prisma-statement.org/?AspxAutoDetectCookieSupport=1>
- Sheng Xinjun, L. P. (2020). Surface electromyographic signal acquisition system for motion unit decoding.
- Toresano, L. O., Wijaya, S. K., Prawito, Sudarmaji, A., & Badri, C. (2016). Data acquisition system of 16-channel EEG based on ATSAM3X8E ARM Cortex-M3 32-bit microcontroller and ADS1299. *INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CURRENT PROGRESS IN MATHEMATICS AND SCIENCES 2016 (ISCPMS 2016): Proceedings of the 2nd International Symposium on Current Progress in Mathematics and Sciences 2016*. Indonesia.
- Usman Rashid, ,. K. (2018). An EEG Experimental Study Evaluating the Performance of Texas Instruments ADS1299. *Sensors*.
- Yuchang Li, H. P. (2022). ADS1299-Based Array Surface Electromyography Signal Acquisition System. *Journal of Physics: Conference Series*.