

# Proyecto Final de Titulación: **ANTEPROYECTO**

SEDE: FRAY BENTOS



**TECNÓLOGO EN  
INGENIERÍA  
BIOMÉDICA**

**Nombre del trabajo:** “Desarrollo e Implementación de un Protocolo de Registro de EEG con g.HIAMP para el Análisis de patrones de Imaginería Motora”

**Autor:** Magalí Pereyra.  
**Tutor:** Msc. Lucas Baldezzari.

**Fecha:** 17/07/2024.

## **Resumen**

El uso de técnicas de Imaginería Motora en Interfaces Cerebro-Computadora representa un área de gran interés en el campo de la Ingeniería Biomédica debido a su potencial para mejorar la interacción entre el cerebro humano y dispositivos externos. En este contexto, el presente proyecto tiene como objetivos principales formular un protocolo de uso para el equipo de Electroencefalografía de 64 canales g.HIAMP de g.tec, así como registrar y analizar patrones de actividad cerebral asociados con tareas de imaginería motora. Como parte de este proceso, se contempla el desarrollo de un mapeo cerebral que permita discriminar patrones de actividad cerebral relacionados con las tareas ejecutadas.

*Palabras clave: EEG, Protocolo de registro, Imaginería Motora, Mapeo Cerebral.*

## **Abstract**

The use of Motor Imagery techniques in Brain-Computer Interfaces represents an area of great interest in the field of Biomedical Engineering due to its potential to improve the interaction between the human brain and external devices. In this context, the main objectives of this project are to formulate a usage protocol for the 64-channel g.HIAMP Electroencephalography equipment from g.tec, as well as to record and analyze brain activity patterns associated with motor imagery tasks. As part of this process, the development of brain mapping is envisaged to discriminate brain activity patterns related to the executed tasks.

*Keywords: EEG, Registration Protocol, Motor Imagery, Brain Mapping.*

## **Glosario**

BCI	Interfaz cerebro-computadora
EEG	Electroencefalograma
ERD	Desincronización Relacionada al Evento
ERS	Sincronización Relacionada al Evento
ITRSO	Instituto Tecnológico Regional Suroeste
UTEC	Universidad Tecnológica

## **Índice**

<b>Capítulo I- Antecedentes</b>	<b>1</b>
Justificación	2
<b>Capítulo II- Objetivos</b>	<b>3</b>
Objetivos Generales	3
Objetivos Específicos	3
Alcance	3
<b>Capítulo III- Metodología</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo IV- Actividades</b>	<b>6</b>
<b>Capítulo V- Referencias Bibliográficas</b>	<b>7</b>

## Capítulo I- Antecedentes

Hoy en día, disponemos de diversas técnicas para estudiar la actividad eléctrica cerebral, siendo la electroencefalografía una de las más destacadas. Esta técnica proporciona información sobre la actividad del sistema nervioso central de manera no invasiva y en tiempo real [1]. Estos registros pueden utilizarse para identificar las características neurales subyacentes a los parámetros de movimiento, lo que podría facilitar el control de dispositivos mediante Interfaces cerebro-computadora (BCI) basadas en el registro del Electroencefalograma (EEG).

Las BCI ofrecen una forma de evitar las vías nerviosas típicas al proporcionar nuevas vías de salida con el fin de interactuar con una variedad de aplicaciones que reemplazan, mejoran, potencian, restauran y complementan la salida del sistema nervioso central del usuario humano [1][2], brindando así nuevas formas de interacción y control tecnológico a través de la mente humana.

Actualmente, existe un debate sobre el tipo de información cerebral utilizado para el control mediante esta tecnología; la imaginería motora es uno de los enfoques en discusión. Estos estudios se centran en los eventos cerebrales que ocurren cuando una persona imagina o planifica movimientos. Diversas investigaciones mostraron [3][4], que, al imaginar el movimiento de una extremidad, la actividad eléctrica del EEG en las bandas Mu (8-12 Hz), Beta (12-28 Hz) y Gamma (28-40 Hz), actividad conocida como Desincronización Relacionada al Evento (ERD por sus siglas en inglés), disminuía significativamente en la región asociada a la tarea mental, la corteza parietal posterior, y era seguida de un aumento conocido como Sincronización Relacionada al Evento (ERS por sus siglas en inglés). Además, la evidencia disponible sustenta una relación inversamente proporcional entre la actividad eléctrica registrada y la velocidad del movimiento imaginado [5].

La evidencia en simulaciones y en mediciones, ha mostrado que incrementar la cantidad de canales de registro resulta en una estimación más precisa de las fuentes cerebrales [6][7]. Sohrabpour et al. (2015) [8] señalaron que los resultados eran deficientes con

menos de 64 canales y mejoraban significativamente con densidades más altas. En su estudio, aumentaron la cantidad de canales para cubrir la misma área, en este caso la región cefálica. Esto permitió una captura más precisa de la actividad cerebral y, en consecuencia, mejoró la calidad de los registros obtenidos. Desde esta perspectiva, el uso de EEG de alta densidad, que combina una mayor densidad de puntos de registro con una amplia cobertura de la cabeza, puede facilitar notablemente la reconstrucción de la actividad cerebral.

En la Universidad Tecnológica (UTEC), se ha conformado un grupo de trabajo dedicado a la investigación en Neurociencias e Inteligencia Artificial. Entre nuestras actividades previas a este proyecto final de titulación, destacamos el diseño e implementación de una Interfaz Cerebro-Computadora para el control de vehículos robóticos utilizando señales cerebrales [9] y el control de sillas de ruedas y de una mano robótica, usando Imaginería Motora, proyecto que actualmente se desarrolla en el Instituto Tecnológico Regional Suroeste (ITRSO) de la UTEC. Además, recientemente, la Universidad ha adquirido un moderno equipo de registro de biopotenciales de 64 canales, g.HIAMP, fabricado por g.tec, empresa tecnológica radicada en Austria, con el fin de fortalecer nuestra labor en este campo. Con este equipo de vanguardia, buscamos contribuir al desarrollo de interfaces cerebro-computadora basadas en EEG, aprovechando los avances en la imaginería motora, el procesamiento de señales y la Inteligencia Artificial.

## **Justificación**

Para aprovechar en forma óptima los recursos tecnológicos disponibles en UTEC, asegurando que la inversión realizada en el equipo g.HIAMP se traduzca en beneficios para la comunidad académica, es necesario operar el equipamiento disponible, de acuerdo con pautas que aseguren la confiabilidad de los resultados y eviten posibles daños por mal uso. Además, disponer de un protocolo de operación, facilitará el acceso al conocimiento y la tecnología, fomentando una cultura de aprendizaje y autoformación entre estudiantes y profesionales.



Es importante destacar que este equipo es un recurso estratégico para la Universidad, su uso no sólo impulsará la investigación en Interfaces Cerebro Computadora y la aplicación

de Inteligencia Artificial en neurociencia, sino que también promoverá la innovación y el progreso científico en la institución. Esta iniciativa se alinea estrechamente con la misión de la Universidad, que busca formar investigadores e innovadores de excelencia.

## Capítulo II- Objetivos

### Objetivos Generales

- Generar e implementar un protocolo de uso del equipo g.HIAMP de g.tec para el registro de actividad cerebral en humanos.
- Registrar y analizar patrones cerebrales que impliquen tareas asociadas a Imaginería Motora.



### Objetivos Específicos



- Profundizar en conocimientos asociados con Electroencefalografía, Imaginería Motora y procesamiento de señal de EEG.
- Comprender el funcionamiento y las capacidades del g.HIAMP de g.tec para generar un protocolo de uso del mismo.
- Desarrollo de un Mapeo Cerebral para estudiar la presencia de patrones ERD asociados a actividad cerebral generada por tareas mentales de Imaginería Motora.

### Alcance

Para lograr los objetivos propuestos, el alcance del proyecto incluirá las siguientes actividades:



- Diseño y desarrollo del protocolo de registro, considerando la configuración óptima de parámetros de registro y la selección de tareas de Imaginería Motora apropiadas.
- Documentación detallada del protocolo de registro, proporcionando instrucciones claras y concisas para su implementación y uso efectivo.
- Investigación sobre técnicas de registro de actividad cerebral y tareas de Imaginería Motora para establecer una base sólida.

- Registro de EEG mientras una persona realiza tareas de imaginería motora.
- Generación de mapas cerebrales para evaluar la presencia de patrones cerebrales asociados a imaginería motora.



## Capítulo III- Metodología

Para el desarrollo del protocolo de adquisición de señales cerebrales, así como para identificar y registrar los patrones cerebrales asociados con la ejecución de tareas de imaginería motora, se seguirá la siguiente metodología:

Para complementar la parte experimental del proyecto, se realizará un exhaustivo análisis de los manuales de usuario del equipo y los softwares asociados. Este análisis proporcionará una comprensión de las capacidades y funcionalidades del equipo g.HIAMP. Además, se realizarán entrevistas con el personal técnico de la empresa g.tec para obtener capacitaciones adicionales y resolver dudas sobre el funcionamiento del equipo y su software.

Con base en la información recopilada de estas fuentes, se procederá a redactar el protocolo de registro con el equipo g.HIAMP. Este protocolo será el documento guía para la correcta configuración y operación del equipo durante las pruebas de registro de actividad cerebral.

Para la generación de mapas cerebrales para identificar la presencia de patrones de imaginería motora, se reclutarán dos personas voluntarias de entre 18 a 40 años de edad, sin dificultades motrices severas. Se utilizará un protocolo de experimentación y adquisición de señales diseñado por el director del proyecto. Este protocolo contendrá los pasos a seguir para registrar la señal de EEG mientras la persona realiza tareas de imaginería motora, para posteriormente, procesar estas señales y generar los mapas mencionados.



Paralelamente, se realizará una revisión exhaustiva de la literatura acerca de Imaginería Motora, patrones de Sincronización y Desincronización relacionadas a eventos, y lo referente a Imaginería Motora y procesamiento de señal de EEG. Esta revisión abarcará investigaciones previas, técnicas de análisis de datos y aplicaciones prácticas en el campo de la neurociencia y la ingeniería. De esta manera, junto al director del proyecto, será posible generar los mapas cerebrales o topográficos para intentar identificar las zonas donde se producen los patrones cerebrales mencionados.




Finalmente, se prevé la continuidad de la investigación en el marco de la tesis de ingeniería. Utilizando los conocimientos adquiridos sobre Imaginería Motora, se ampliará y profundizará en el tema, contribuyendo así al avance del conocimiento en esta área específica.



## Capítulo IV- Actividades

Se muestran las actividades a llevar a cabo para cumplir con los objetivos del proyecto.

**Tabla 1.** Actividades a realizar



1	Estudio de manuales y software del equipo g.HIAMP de g.tec.	
2	"Reuniones con personal técnico de g.tec: Consultas, capacitaciones y resolución de dudas periódicas.	
3	Elaboración del protocolo de registro para el equipo.	
4	Pruebas de validación.	
5	Desarrollo de mapeo cerebral.	
6	Evaluación de resultados y ajuste de manual de usuario.	
7	Redacción de informe final.	

A continuación, se muestra un diagrama de Gantt con la programación propuesta de las actividades.

**Tabla 2.** Diagrama de Gantt de las actividades.

Actividad	Semana																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								

## Capítulo V- Referencias Bibliográficas

- [1] Wolpaw JR, Elizabeth Winter Wolpaw. Brain-computer interfaces: principles and practice. New York: Oxford University Press; 2012.
- [2] Nam CS, Nijholt A, Lotte F, editores. Brain–computer interfaces handbook: Technological and theoretical advances. Londres, Inglaterra: CRC Press; 2019
- [3] Korik A, Sosnik R, Siddique N, Coyle D. Decoding imagined 3D hand movement trajectories from EEG: Evidence to support the use of mu, beta, and low gamma oscillations. *Front Neurosci* [Internet]. 2018;12. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fnins.2018.00130>. Consultado el 28/04/2024.
- [4] Wang Y, Makeig S. Predicting intended movement direction using EEG from human posterior parietal cortex. En: *Foundations of Augmented Cognition Neuroergonomics and Operational Neuroscience*, p. 437–46. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2009.
- [5] Yuan H, Perdoni C, He B. Relationship between speed and EEG activity during imagined and executed hand movements. *J Neural Eng*. 2010 Apr; 7(2): 26001. Published online 2010 Feb 18. doi: 10.1088/1741-2560/7/2/026001. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1088/1741-2560/7/2/026001>. Consultado el 03/05/2024.
- [6] Song J, Davey C, Poulsen C, Luu P, Turovets S, Anderson E, et al. EEG source localization: Sensor density and head surface coverage. *J Neurosci Methods* Volume 256, 30 December 2015, Pages 9-21. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jneumeth.2015.08.015>. Consultado el 06/05/2024.
- [7] Liu Q, Ganzetti M, Wenderoth N, Mantini D. Detecting large-scale brain networks using EEG: Impact of electrode density, head modeling and source localization. *Front Neuroinform*. 2018 Mar 2;12:4.; doi: 10.3389/fninf.2018.00004. eCollection 2018. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fninf.2018.00004>. Consultado el 06/05/2024.
- [8] Sohrabpour A, Lu Y, Kankirawatana P, Blount J, Kim H, He B. Effect of EEG electrode number on epileptic source localization in pediatric patients. *Clin Neurophysiol*, Volume 126, Issue 3, March 2015, Pages 472-480. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2014.05.038>. Consultado el 08/05/2024.
- [9] Lucas B. First Uruguayan robotic vehicle hackathon controlled by brain computer interfaces. En: *IFMBE Proceedings*. Cham: Springer Nature Switzerland; 2024. p. 493–9.