**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 se centra en el registro y análisis de patrones de actividad cerebral asociados con tareas de imaginería motora utilizando el equipo de Electroencefalografía (EEG) de 64 canales g.HIAMP de g.tec, adquirido por la Universidad Tecnológica (UTEC) y ubicado en la Sede de Fray Bentos. Se busca verificar y confirmar la efectividad y precisión de dicho equipo en el registro y análisis de dichos patrones de actividad cerebral, con el fin de demostrar su validez. Como parte de este proceso, se plantea el desarrollo de un manual de usuario detallado con la finalidad de garantizar la calidad de los registros. Además, se realizará el procesamiento de señales con algoritmos asistidos por el tutor para obtener un mapeo cerebral, el cuál ayudará a identificar patrones neuronales asociados con la imaginería motora, el cuál ayudará a identificar patrones neuronales asociados con la imaginería motora.

*Palabras claves: EEG, Imaginería Motora, Manual, 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 enhance the interaction between the human brain and external devices.

In this context, the present project focuses on recording and analyzing patterns of brain activity associated with motor imagery tasks using the 64-channel EEG equipment g.HIAMP from g.tec, acquired by the Technological University (UTEC) and located at the Fray Bentos Campus. The aim is to verify and confirm the effectiveness and accuracy of this equipment in recording and analyzing such patterns of brain activity, in order to demonstrate its validity. As part of this process, the development of a detailed user manual is proposed to ensure the quality of the recordings. Additionally, signal processing will be carried out using tutor-assisted algorithms to obtain a brain mapping that will help identify neural patterns associated with motor imagery.

*Keywords: EEG, Motor Imagery, Manual, Brain Mapping.*

**Índice**

Antecedentes [3](#_heading=h.gjdgxs)

Justificación4

[Objetivos](#_heading=h.30j0zll) 4

[Objetivos Generales](#_heading=h.1fob9te) 4

[Objetivos Específicos](#_heading=h.3znysh7) 4

[Alcance](#_heading=h.2et92p0) 5

[Metodología](#_heading=h.tyjcwt) 5

[Actividades](#_heading=h.j4xz881iu6d) 6

[Bibliografía](#_heading=h.1t3h5sf)

# 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 EEG.

Los 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 (Klein y Nam 2016; Nijholt y Nam 2015; Wolpaw y Wolpaw 2012), 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 de 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. Gracias a estas investigaciones[2][3], ahora sabemos que al imaginar el movimiento de una extremidad, la actividad eléctrica en las bandas frecuenciales Mu (8-12 Hz), Beta (12-28 Hz) y Gamma (28-40 Hz) disminuye significativamente en la región asociada a la tarea mental, la corteza parietal posterior, para luego aumentar. Además, varias investigaciones respaldan una relación inversamente proporcional entre la actividad eléctrica registrada y la velocidad del movimiento imaginado[4].

La creciente evidencia de simulaciones y mediciones garantiza que incrementar la cantidad de canales de registro resulta en una estimación más precisa de las fuentes cerebrales[5]. Sohrabpour et al. (2015) señalaron que los resultados son deficientes con menos de 64 canales y mejoran significativamente con densidades más altas. Desde esta perspectiva, el uso de EEG de alta densidad, que combina una mayor densidad de muestreo espacial con una amplia cobertura de la cabeza, puede facilitar notablemente la reconstrucción de la actividad cerebral.

En nuestra Universidad, contamos con un equipo de adquisición de biopotenciales de 64 canales g.HIAMP. Esta combinación de tecnología de alta densidad y capacidades avanzadas nos ofrece herramientas avanzadas para investigar en neurociencia. Con este equipo de vanguardia, buscamos contribuir en el desarrollo de interfaces cerebro-computadora basadas en EEG, aprovechando los avances en la imaginería motora.

# Justificación

Este proyecto busca crear un manual de usuario detallado para el uso del g.HIAMP y sus accesorios para la adquisición de bioseñales, especialmente diseñado para usuarios con poca experiencia en el campo. Esto facilitará la participación de estudiantes y nuevos investigadores en la utilización de este tipo de tecnología.

Además de facilitar el uso del equipo, se realizarán registros de prueba para evaluar su rendimiento y asegurar su funcionamiento práctico.

Es importante destacar que este equipo es un recurso estratégico para la Universidad, su uso no sólo ayudará y complementará 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.

**Objetivos**

## Objetivos Generales

Generar un manual de usuario para el sistema de registro de señales g.HIAMP y sus accesorios que permita un uso adecuado para la toma de señales de alta calidad.

Validar la efectividad del equipo mediante registros de prueba para garantizar su funcionamiento adecuado y la calidad de los datos obtenidos durante las sesiones de imaginería motora.

## Objetivos Específicos

Comprender el funcionamiento y las capacidades del g.HIAMP y sus accesorios en la captura de señales de EEG y eventos externos.

Desarrollar un manual de usuario que explique de manera clara y precisa cómo utilizar el equipo y sus accesorios para la adquisición de registros de actividad cerebral.

Registrar el electroencefalograma de alta densidad mientras una persona realiza tareas de imaginería motora.

Aplicar algoritmos básicos de procesamiento de EEG para estudiar la presencia de patrones cerebrales que permitan discriminar los movimientos imaginados por una persona.

# Alcance

El proyecto se centrará en la creación de un documento detallado para el equipo de 64 canales de g.HIAMP de g.tec ubicado en la Sede de Fray Bentos de la Universidad Tecnológica.

El alcance del proyecto incluye:

* Generación de un manual de usuario detallado que explique paso a paso cómo operar el equipo, realizar la conexión de electrodos, configurar parámetros de registro, iniciar y detener la adquisición de datos, y realizar la calibración necesaria.
* Validación del funcionamiento del equipo mediante registros de prueba para evaluar su rendimiento y asegurar el correcto funcionamiento en condiciones normales de uso.
* Implementación de técnicas básicas de mapeo cerebral con asistencia del tutor, para obtener una visualización preliminar de los datos capturados durante las tareas de imaginería motora.

El proyecto NO incluirá:

* Entrenamiento detallado en la interpretación de patrones de actividad cerebral.
* Investigaciones adicionales en Interfaces Cerebro Computadora o aplicaciones específicas de Inteligencia Artificial en neurociencia.

**Metodología**

* Estudio de manuales y software: Se llevará a cabo un exhaustivo análisis de los manuales de usuario del equipo, así como de los software asociados al mismo. Estos conocimientos serán esenciales para la redacción del manual de uso interno al laboratorio.
* **Reuniones con personal especializado:** Se programarán reuniones periódicas con el personal técnico de la empresa g.tec para resolver dudas y obtener capacitaciones sobre el funcionamiento del equipo y su software.
* **Desarrollo del manual:** Con base en la información recopilada y las capacitaciones recibidas, se procederá a la redacción del manual de usuario para el equipo g.HIAMP.
* **Estudio de la Imaginería Motora:** Se llevará a cabo una revisión de la literatura relacionada con la Imaginería Motora. Esto incluirá la exploración de investigaciones previas, teorías fundamentales, técnicas de análisis de datos y aplicaciones prácticas en el campo de la neurociencia y la ingeniería.
* **Pruebas de validación con tareas de Imaginería Motora y mapeo cerebral:** Se realizarán pruebas de validación específica durante tareas de Imaginería Motora, además se llevará a cabo el mapeo cerebral mediante el procesamiento de las señales.
* **Evaluación y ajustes:** Los resultados obtenidos de los registros de prueba serán evaluados de manera detallada para identificar posibles áreas de mejora y realizar los ajustes necesarios en el manual de usuario y en la operación del equipo.
* **Continuidad en la tesis de ingeniería:** Finalizado el proyecto, se prevé la continuidad de la temática en el marco de la tesis de ingeniería, utilizando el manual desarrollado y los conocimientos adquiridos sobre Imaginería Motora.

# Actividades

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

| 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 manual de usuario para el equipo. |  |
| 4 | Búsqueda bibliográfica sobre Imaginería Motora. |  |
| 5 | Pruebas de validación. |  |
| 6 | Desarrollo de mapeo cerebral. |  |
| 7 | Evaluación de resultados y ajuste de manual de usuario. |  |
| 8 | Redacción de informe final. |  |

A continuación, se muestra un diagrama de Gantt con la programación propuesta 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** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **8** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

# Bibliografía

[1] Wolpaw JR, Elizabeth Winter Wolpaw. Brain-computer interfaces : principles and practice. New York: Oxford University Press; 2012.

‌[2] Waldert S, Preissl H, Demandt E, Braun C, Birbaumer N, Aertsen A, et al. Hand movement direction decoded from MEG and EEG. The Journal of Neuroscience; 2008.

[3] Wang Y, Makeig S. Predicting intended movement direction using EEG from human posterior parietal cortex. En: Foundations of Augmented Cognition Neuroergonomics and Operational Neuroscience. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2009. p. 437–46.

[4] 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 [Internet]. 2015;256:9–21. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jneumeth.2015.08.015>

[5] 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 [Internet]. 2018;12. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fninf.2018.00004>