



Ingeniería  
Biomédica

**Protocolo de adquisición y almacenamiento de señales de Electroencefalografía en el marco de la *Primera Competencia de control de vehículos robóticos controlados por Interfaces Cerebro Computadora.***

MSc. Bioing. BALDEZZARI Lucas

Laboratorio de Biomédica – Instituto Tecnológico Regional Suroeste  
Universidad Tecnológica (UTEC)  
Fray Bentos, Uruguay

Última Versión: 4 de septiembre de 2021

Introducción .....	3
Objetivos .....	3
Alcance .....	3
Instalaciones y equipamiento a utilizar .....	3
Lugar de trabajo: Laboratorio de Biomédica .....	4
Equipos de adquisición .....	4
Instrucciones y estructura del protocolo .....	5
Etapa 1: Instrucciones para la toma de datos del voluntario y otros datos relevantes para la sesión de entrenamiento .....	5
Etapa 2: Instrucciones para la preparación del setup de experimentación, preparación del voluntario, colocación de electrodos sobre el voluntario y chequeo de correcta adquisición de EEG. ....	7
Etapa 3: Instrucciones para realizar la adquisición de EEG utilizando los diferentes bloques provistos por la dirección de la competencia.....	7
Instrucciones para almacenar y documentar los datos adquiridos.....	9
Referencias .....	10

## Introducción

El presente documento otorga una serie de instrucciones y consideraciones para la adquisición y registro de señales de electroencefalografía (EEG) para evocar Potenciales Evocados Visuales de Estado Estacionario en el marco de la *“Primera Competencia de control de vehículos robóticos controlados por Interfaces Cerebro Computadora”*. El objetivo principal es poder sistematizar los requerimientos y pasos a seguir para la correcta adquisición y registro de las señales de EEG utilizando equipamiento presente en el Laboratorio de Biomédica del Instituto Regional Suroeste (ITRSO) de la Universidad Tecnológica (UTEC) de la Ciudad de Fray Bentos, Uruguay.

## Objetivos

### General

- Sistematizar la adquisición, registro y almacenamiento de señales de EEG para evocar Potenciales Evocados Visuales de Estado Estacionario en el marco de la *“Primera Competencia de control de vehículos robóticos controlados por Interfaces Cerebro Computadora”* utilizando equipamiento presente en el Laboratorio de Biomédica del ITRSO de Fray Bentos.

### Específicos

- Establecer un set de instrucciones para corroborar el correcto funcionamiento del equipo que será utilizado en la adquisición de EEG antes del inicio de la sesión.
- Establecer un set de instrucciones para el correcto montaje del equipo de adquisición y registro de EEG sobre el sujeto voluntario.
- Establecer un set de instrucciones para la correcta documentación de las señales de EEG adquiridas durante la sesión.
- Generar una base de datos con las señales de EEG adquiridas para un posterior estudio de las mismas y así entrenar diferentes algoritmos de procesamiento y clasificación de estas señales.

## Alcance

El documento aquí presentado pretende sentar los lineamientos necesarios para la correcta adquisición y registro de señales de electroencefalografía para generar un set de datos y su posterior estudio en el marco de la competencia y para futuras actividades de investigación y desarrollo utilizando equipamiento existente dentro del Laboratorio de Biomédica del ITRSO.

## Instalaciones y equipamiento a utilizar

Para realizar adquisiciones de señales de calidad es menester contar con el equipamiento como así también con condiciones edilicias que permitan un entorno de trabajo adecuado. En el contexto de la teoría de señales, toda aquella información que se introduce, acopla o mezcla con la señal de interés y que no aporte información es considerada como *ruido*. Por lo tanto, para obtener señales de calidad es necesario minimizar las fuentes posibles de ruido, tanto desde el punto de vista edilicio como del punto de vista del equipo de adquisición.

A modo de ejemplo, en el caso de los Potenciales Evocados Visuales de Estado Estacionario (*SSVEPs* del inglés *Steady State Visual Evoked Potentials*) es necesario contar con un espacio donde la iluminación no interfiera con los estímulos visuales que el sujeto debe observar para así evocar SSVEPs.

### Lugar de trabajo: Laboratorio de Biomédica

Se propone que el lugar para la adquisición y registro de EEG sea el Laboratorio de Biomédica del ITRSO de la Ciudad de Fray Bentos.

El mismo cuenta con condiciones de iluminación y espacios para que los operarios y sujetos voluntarios puedan trabajar y llevar a cabo las sesiones de adquisición de datos.

### Equipos de adquisición

Actualmente el Laboratorio de Biomédica cuenta con dos equipos capaces de adquirir y registrar señales de EEG. A continuación, se los describen brevemente.

#### Cyton Board

La placa Cyton Board de OpenBCI [\[1\]](#) es un dispositivo para la adquisición de señales de EEG con un procesador de 32 bits. Utiliza un microcontrolador PIC32MX250F128B que le proporciona gran cantidad de memoria local y altas velocidades de procesamiento.

Las características [\[2\]](#) principales son,

- 8 canales de EEG con posibilidad de expandir hasta 16 canales.
- Frecuencia de muestreo de **250Hz** por canal.
- Envío de datos de manera inalámbrica.
- Alimentación con batería de 3-6 V (**solamente CC**).
- Microcontrolador PIC32MX250F128B con bootloader precargado usando el chipKIT UDB32-MX2-DIP.
- Interfaz analógica ADS1299.
- Acelerómetro de 3 ejes LIS3DH.
- Ranura para tarjeta micro SD.
- Regulación de voltaje (3.3V, + 2.5V, -2.5V).
- Dimensiones de la placa 2.41 "x 2.41" (el octágono tiene bordes de 1 ").
- Los orificios de montaje son de 1/16 "de diámetro interno, 0,8" x 2,166 "en el centro.

OpenBCI ofrece una guía de uso de la Cyton Board en [\[3\]](#). Es **importante leer** dicha guía antes de usar el equipo.

#### Ganglion Board

La placa Ganglion [\[4\]](#) es un dispositivo que permite la adquisición de señales de EEG barato y de calidad, es compatible con software de código abierto y gratuito de OpenBCI. Posee 4 entradas diferenciales de alta impedancia, ground, una fuente de voltaje positiva (Vdd) y otra negativa (Vss). Las entradas diferenciales pueden ser utilizadas individualmente para el registro de EMG o ECG o bien conectarlas a una referencia para el registro de EEG.

Las características [\[5\]](#) principales son:

- 4 canales diferenciales.
- Frecuencia de muestreo de **200Hz** por canal.
- Envío de datos de manera inalámbrica.
- Alimentación con batería de 3,3 V a 12 (**solamente CC**).
- Consumo de corriente: 14 mA cuando está inactivo, 15 mA conectado y transmisión inalámbrica de datos.
- Módulo RF Simblee BLE (compatible con Arduino)
- Interfaz analógica MCP3912.
- Acelerómetro de 3 ejes LIS2DH.
- Ranura para tarjeta micro SD.
- Dimensiones de la placa 2.41 "x 2.41" (el octágono tiene bordes de 1 ").
- Los orificios de montaje son de 1/16 "de diámetro interno, 0,8" x 2,166 "en el centro.
- Switches manuales para conectar / desconectar las entradas al pin REF y así registrar diferentes tipos de señales.

OpenBCI ofrece una guía de uso de la Ganglion Board en [\[6\]](#). Es **importante leer** dicha guía antes de usar el equipo.

### OpenBCI GUI

OpenBCI ofrece un entorno para corroborar la correcta comunicación entre las placas y una PC, como así también observar las señales de EEG en tiempo real, aplicación de filtros, obtener el espectro de frecuencias, monitorear la impedancia de cada canal, entre otros.

Este entorno será utilizado en las sesiones de adquisición y registro por lo tanto debe descargarse desde la página oficial de OpenBCI [\[7\]](#).

## Instrucciones y estructura del protocolo

El protocolo de adquisición y registro de señales de EEG del presente documento se dividen en 3 etapas, las cuales son.

1. Instrucciones para la toma de datos del voluntario y otros datos relevantes para la sesión de entrenamiento.
2. Instrucciones para la preparación del setup de experimentación, preparación del voluntario, colocación de electrodos sobre el voluntario y chequeo de correcta adquisición de EEG.
3. Instrucciones para realizar la adquisición de EEG utilizando los diferentes bloques provistos por la dirección de la competencia.

### **Etapas 1: Instrucciones para la toma de datos del voluntario y otros datos relevantes para la sesión de entrenamiento**

En esta etapa se define qué información y cómo debe registrarse la misma antes de realizar la adquisición de señales de EEG.

**Nota:** Debe explicarse claramente al voluntario de que se trata la sesión de entrenamiento y qué debe hacer.

### Datos del voluntario

Se debe registrar,

- Nombre y apellido.
- Edad
- Consultar al voluntario si padece de algún tipo de desorden neurológico o si ha tenido episodios de epilepsia. **En caso afirmativo, el voluntario no puede someterse a la sesión de entrenamiento.**

### Datos generales

Se debe registrar,

- Fecha
- Número de Sesión
- Cantidad de trials a ejecutar por run
- Cantidad de runs llevados a cabo
- Hora de Inicio
- Hora de Finalización
- Nombre de archivo codificado (según la sección Instrucciones para almacenar y documentar los datos adquiridos).

### Datos de los estímulos

Se debe registrar,

- Tipo de estímulo (LED o en Pantalla).
- Frecuencia del estímulo.
- Color del estímulo.
- Distancia entre el estímulo y el voluntario.

### Datos del equipo de adquisición

Se debe registrar,

- Equipo utilizado
- Frecuencia de muestreo
- Cantidad de canales de EEG
- Tipos de electrodo

## **Etapla 2: Instrucciones para la preparación del setup de experimentación, preparación del voluntario, colocación de electrodos sobre el voluntario y chequeo de correcta adquisición de EEG.**

Entre sesión y sesión es necesario preparar el setup de experimentación intentando disminuir al máximo las variaciones entre setup y setup, con esto buscamos una *repetibilidad* que posteriormente nos permita realizar estudios comparativos entre los diferentes voluntarios.

Por otro lado, la preparación adecuada del voluntario y el chequeo de la señal de EEG nos asegura que tengamos señales adecuadas para su posterior estudio.

### **Preparando el setup**

Los pasos a seguir son.

1. Preparar material de limpieza, esto es, alcohol, algodón, hisopos, servilletas de papel.
2. Corroborar que las baterías que alimentan el equipo de adquisición estén cargadas.
3. Encender la placa OpenBCI y utilizar el OpenBCI GUI para corroborar que hay conexión entre PC y la placa.

### **Preparación del voluntario**

1. Explicar claramente al usuario de que se trata la sesión de experimentación.
2. Corroborar que las condiciones de iluminación en el salón de Biomédica sean las adecuadas.
3. Sentar al voluntario en una silla cómoda, con los brazos y piernas relajados.
4. Utilizando un algodón humedecido con alcohol limpiar firmemente la región del cuero cabelludo de la persona voluntaria donde se colocarán los electrodos de registro.
5. Colocar los electrodos de registro para EEG.
6. Utilizando el OpenBCI GUI verificar que los electrodos estén bien colocados. Se sugiere la realización de las siguientes pruebas:
  - Monitorear la impedancia de los electrodos utilizando la herramienta incluida en el OpneBCI GUI. La impedancia por cada canal debe ser menor a  $10k\Omega$ .
  - Pedir al sujeto que muerda firmemente. Debería verse actividad de EMG en todos los canales de EEG.
  - Pedir al sujeto que cierre los ojos por 3 segundos y así corroborar la presencia de ritmos alfa y el consecuente aumento de potencia en la banda de los  $8Hz$  a  $12 Hz$ .
7. Colocar el o los estímulos frente al voluntario a una distancia previamente definida.

## **Etapla 3: Instrucciones para realizar la adquisición de EEG utilizando los diferentes bloques provistos por la dirección de la competencia**

El script que se deberá utilizar para la adquisición y registro de EEG durante la sesión de entrenamiento es el **trainingModule.py** en su versión **SCT-01-RevB**. En caso de tener alguna duda sobre el script, por favor revisar la documentación o bien consultar con la dirección de la competencia.

## Consideraciones iniciales

Antes de ejecutar el script es necesario cerrar la aplicación OpenBCI GUI.

El script **trainingModule.py** posee algunas variables de inicio que deben ser iniciadas con valores adecuados para asegurar el correcto funcionamiento del algoritmo, el operador debe controlar e inicializar las siguientes,

- *placa*: Tipo de placa a utilizar (Cyton, Ganglion o Synthetic)
- *puerto*: Los receptores de las placas OpenBCI reciben los datos por un puerto COM. El operador debe chequear que el valor asignado a *puerto* sea el correcto.
- *trials*: Cantidad de trials a llevar a cabo por cada *run*.
- *trialDuration*: Duración [en segundos] de un trial. La duración del trial **no** puede ser menor a la duración en el que el estímulo este encendido.
- *simuliDuration*: Duración [en segundos] en que el estímulo está encendido.
- *fm*: Frecuencia de muestreo del equipo de adquisición
- *channels*: Cantidad de canales a registrar.
- *stimuli*: Número de estímulos presentados durante la sesión de entrenamiento.
- *arduino*: La instanciación del objeto Arduino recibe como uno de sus parámetros el puerto COM a donde está conectado el Arduino. El operador debe corroborar el puerto COM y asignárselo al parámetro de la clase *arduinoCommunication*.
- *path*: Directorio donde se guardarán los archivos generados por el módulo de entrenamiento.
- *dictionary*: Esta variable es del tipo diccionario de Python y contiene algunos argumentos que serán utilizados para generar un archivo '.mat'. Estos argumentos son,
  - - 'subject': Nombre o identificador del sujeto que estará por realizar la sesión de entrenamiento. Es un `_string_`. El algoritmo utilizará éste argumento como nombre del archivo '.mat'. Se recomienda leer la sección "Instrucciones para almacenar y documentar los datos adquiridos" para la asignación de un nombre adecuado.
  - - 'date': Fecha que se realiza la sesión de entrenamiento. Es un `_string_`.
  - - 'generalInformation': Información general que se crea pertinente almacenar. Es un `_string_`.
  - - 'stimFrec': Frecuencia del estímulo usado durante la sesión de entrenamiento -en Hertz-. Es un `_string_`.
  - - 'channels': Lista con los números de canales o con los nombres de canales utilizados durante la sesión de entrenamiento.
  - - 'dataShape': Es una lista que contiene la forma en que se guardarán los datos de EEG registrados durante la sesión de entrenamiento, por defecto la forma es [stimuli, channels, samplePoints, trials]
  - - 'eeg': Señal de EEG adquirida desde la OpenBCI durante la sesión de entrenamiento. Es importante tener en cuenta que los datos de 'eeg' deben almacenarse con la forma establecida en 'dataShape'.



### Instrucciones para almacenar y documentar los datos adquiridos.

Los archivos generados por el módulo de entrenamiento deben llevar un nombre formado de la siguiente manera:

*'S' + 'Número \_ 'R' + 'Número de run' \_ 'S' + 'Número de Sesión sujeto' \_ 'E' + 'Frec. Estímulo'*

Así, por ejemplo, si se tratase del sujeto 1, run 3, sesión 2, estímulo 8Hz el nombre del archivo debería ser,

*S1\_R3\_S2\_E8*

## Referencias

- [1] – Sitio para compra de Cyton Board: <https://shop.openbci.com/products/cyton-biosensing-board-8-channel?variant=38958638542>
- [2] – Especificaciones de Cyton Board: <https://docs.openbci.com/Cyton/CytonSpecs/>
- [3] – Guía de uso de Cyton Board: <https://docs.openbci.com/GettingStarted/Boards/CytonGS/>
- [4] – Sitio de compra de Ganglion Board: <https://shop.openbci.com/products/ganglion-board?variant=13461804483>
- [5] – Especificaciones de la Cyton Board: <https://docs.openbci.com/Ganglion/GanglionSpecs/>
- [6] – Guía de uso de Ganglion Board: <https://docs.openbci.com/GettingStarted/Boards/GanglionGS/>
- [7] – Sitio de descarga OpenBCI GUI: <https://openbci.com/downloads>