

Laboratorio 8

ELECTROENCEFALOGRAFÍA

Laboratorio de Biofísica, U.T.P

5.1 Objetivos

- Comprender los fundamentos de las señales EEG y su relación con la actividad cerebral.
- Aprender a aplicar y ajustar filtros para mejorar la calidad de la señal EEG y eliminar artefactos.
- Analizar las señales EEG mediante herramientas como el espectrograma, el gráfico FFT, y el mapa topográfico.
- Identificar las principales bandas de frecuencia EEG y asociarlas a estados cerebrales específicos.

5.2 Preinforme

- Instalar el software OpenBCI
- ¿Qué son las señales EEG? Explica brevemente cómo se obtienen y qué tipo de información proporcionan sobre la actividad cerebral.
- Define las principales bandas de frecuencia EEG y las actividades cerebrales asociadas a cada una:
 - Delta (0.5-4 Hz)
 - Theta (4-8 Hz)
 - Alpha (8-13 Hz)
 - Beta (13-30 Hz)
- ¿Por qué es importante analizar las señales EEG tanto en el dominio del tiempo como en el dominio de la frecuencia?
- Imagina que observas un aumento de potencia en la banda Alpha en un electrodo situado en la parte posterior del cráneo (lóbulo occipital). ¿Qué tipo de actividad cerebral podría estar ocurriendo?
- Investiga brevemente sobre aplicaciones actuales del EEG en neurociencia y medicina.

5.3 Fundamento Teórico

Filtros

Los **filtros** son herramientas esenciales en el procesamiento de señales EEG, ya que permiten eliminar componentes no deseados o ruido de la señal. Existen varios tipos de filtros:

- **Filtro paso bajo:** permite que pasen las frecuencias más bajas, bloqueando las altas. Se usa para eliminar ruido de alta frecuencia, como el de los músculos.
- **Filtro paso alto:** permite pasar las frecuencias altas, bloqueando las bajas. Útil para eliminar ruido debido a movimientos como los oculares lentos o actividad del torax.
- **Filtro paso banda:** permite pasar sólo un rango específico de frecuencias, filtrando las demás. Por ejemplo, se puede usar para aislar bandas de frecuencia específicas como Alpha (8-13 Hz).

El uso adecuado de filtros es clave para limpiar la señal EEG de artefactos como el ruido muscular, los movimientos o las interferencias eléctricas.

Bandas de Frecuencia

Las **bandas de frecuencia** en las señales EEG son intervalos de frecuencias que se asocian con diferentes tipos de actividad cerebral. Estas bandas se dividen en cinco grupos principales:

- **Delta (0.5-4 Hz):** Asociada con el sueño profundo y procesos regenerativos.
- **Theta (4-8 Hz):** Relacionada con estados de somnolencia, relajación profunda, y meditación.
- **Alpha (8-13 Hz):** Predomina en estados de relajación y descanso, especialmente cuando los ojos están cerrados.
- **Beta (13-30 Hz):** Asociada con la atención, el procesamiento activo de información y la toma de decisiones.
- **Gamma (>30 Hz):** Relacionada con el procesamiento de información compleja y la alta actividad cognitiva.

Estas bandas proporcionan información clave sobre los estados cognitivos y emocionales del individuo, permitiendo realizar estudios sobre el sueño, la atención, y otras funciones cerebrales.

Transformada Rápida de Fourier (FFT)

La **Transformada Rápida de Fourier (FFT)** es un algoritmo que convierte una señal en el dominio del tiempo (como el EEG) en el dominio de la frecuencia. La FFT permite descomponer una señal EEG en sus componentes de frecuencia, lo que facilita identificar las principales frecuencias que componen la señal cerebral. Este análisis es fundamental para detectar qué bandas de frecuencia están presentes en una señal y analizar la actividad cerebral en términos de sus componentes frecuenciales. El gráfico FFT muestra picos en las frecuencias dominantes.

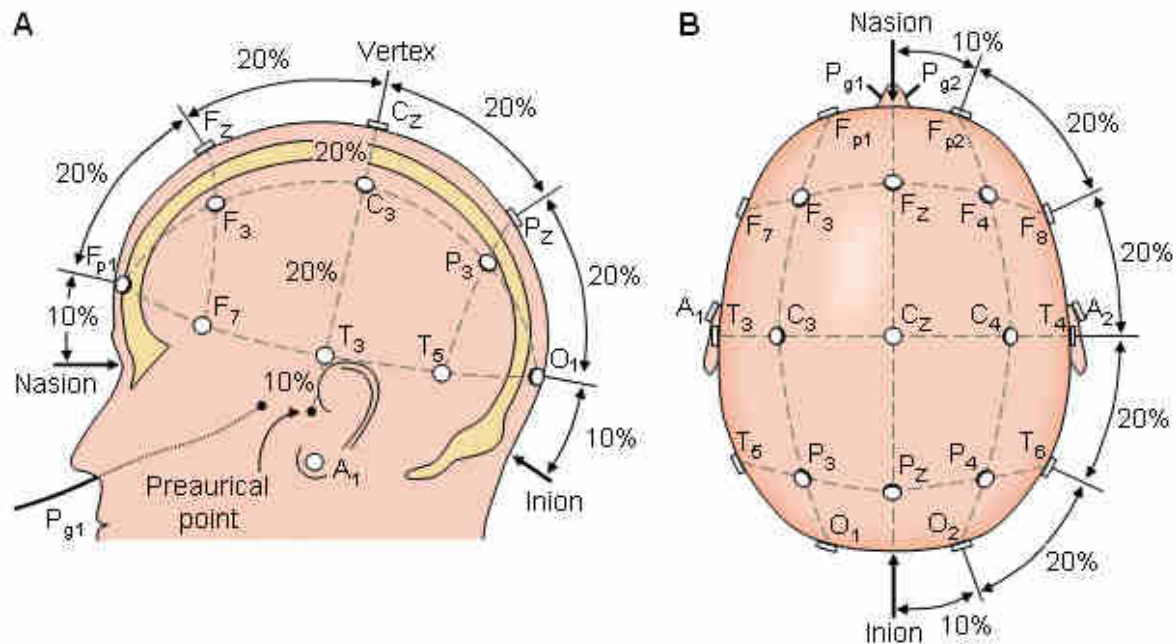
Espectrograma

Un **espectrograma** es una representación visual que muestra cómo las frecuencias de una señal cambian a lo largo del tiempo. En el análisis EEG, es útil para observar la evolución de las diferentes bandas de frecuencia del cerebro (como Delta, Theta, Alpha, Beta, Gamma) durante un periodo de tiempo. El espectrograma utiliza una escala de colores para mostrar la intensidad de cada frecuencia, siendo las zonas de color más intenso las que

representan mayor actividad en una determinada banda de frecuencia. Esto permite identificar cambios temporales en la actividad cerebral.

Mapa Topográfico (Head Plot)

El **mapa topográfico** en EEG es una representación gráfica de la actividad eléctrica del cerebro distribuida en el cuero cabelludo. Utiliza una disposición espacial de los electrodos para mostrar la intensidad de la actividad cerebral en diferentes áreas de la cabeza. El objetivo es proporcionar una vista espacial de los datos, permitiendo identificar áreas de mayor o menor actividad cerebral. Estos mapas suelen codificarse en colores, donde los colores cálidos indican alta actividad y los fríos baja actividad. Es útil en estudios de localización de funciones cerebrales y en diagnósticos neurológicos.



5.4 Materiales

- Gorro de electrodos
- Cyton Dongle
- Cyton Board
- Computador con el software de OpenBCI instalado

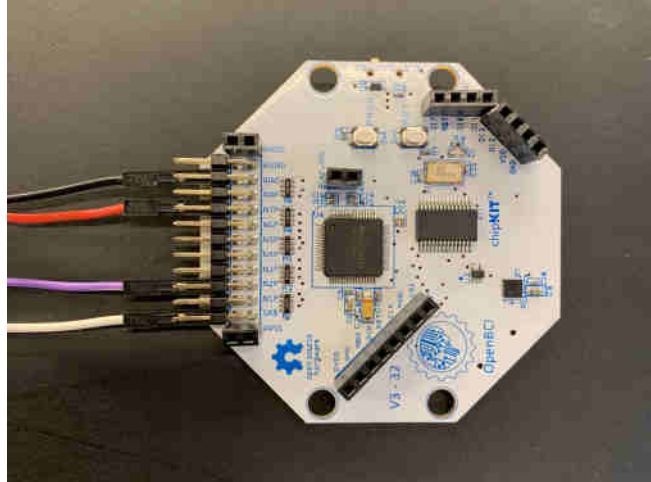
5.5 Precauciones

- Sostenga la tarjeta CYTON lateralmente para evitar el contacto con los circuitos.
- Evite que la batería ejerza tensión a los cables, para esto se recomienda ubicar las baterías sobre el hombro.
- Evita moverte mientras grabas las señales EEG para obtener datos más limpios.
- NO extraiga la USB sin expulsarla adecuadamente de su PC desde la barra de tareas.

5.6 Procedimiento

Nota importante: Es fundamental tener en cuenta que el consumo de sustancias como cafeína, nicotina y/o tabaco puede alterar los registros de electroencefalografía (EEG). Estas sustancias influyen en la actividad cerebral y pueden modificar los resultados normales del EEG, lo que podría afectar la interpretación de los datos obtenidos. Se recomienda evitar su consumo en las horas previas al experimento para asegurar la precisión y confiabilidad de los registros.

5.6.1. Ubique el gorro cuidadosamente en su cabeza verificando que los electrodos secos queden derechos.



5.6.2 Conecte el Dongle en la opción “GPIO_6” y mueva el switch de la Board a “PC”. Verifique que la luz led azul esté encendida.

5.6.3 Abra OpenBCI GUI y seleccione la fuente de datos “CYTON” con protocolo “Serial” y 16 canales.

5.6.4 Inicie una sesión haciendo clic en “START SESSION”.

5.6.5 En el menú central superior (inicialmente en la opción “FFT Plot”) seleccione “Head Plot” para identificar a qué número del mapa topográfico corresponde cada uno de los canales según el sistema 10-20. Una vez identificados pague todos los canales dando click derecho sobre el número en la serie de tiempo que se muestra a la izquierda, sólo deje encendidos los canales correspondientes a la posición O1 y Fp2.

5.6.6 Cierre los ojos y mantenga relajado. Pida el favor a un compañero que en la opción “FFT Plot” espere hasta que surja un fuerte pico alfa en el gráfico de transformada rápida de Fourier (FFT), el gráfico que se encuentra en la parte superior derecha de la GUI. El pico debe estar entre 7,5 y 12,5 en el eje x del gráfico FFT, lo que indica que hay una fuerte presencia de ondas en ese rango de frecuencia. Registre este momento mediante capturas de pantalla donde se pueda observar tanto la serie de tiempo como la gráfica FFT.

5.6.7 Note que las señales de onda alfa más fuertes aparecen en el canal del electrodo de O1. Cuente el número de ondas en un solo período de tiempo de 1 segundo en dicho canal del montaje EEG DATA. El número de ondas debe corresponder a la posición del eje x del pico en el gráfico FFT.



5.6.8 Abra los ojos y encienda todos los canales de la misma opción donde los apagó inicialmente.

5.6.9 En la ventana superior derecha observe la distribución de frecuencias en la gráfica FFT, luego navegue por este menú para visualizar el Espectrograma y las Bandas de Poder que se tienen actualmente.

5.6.10 Mientras visualiza las Bandas de Poder diríjase a la opción “Filtros” en la parte superior izquierda. Una vez ahí filtre la señal con las frecuencias correspondientes a las ondas Alpha. Documente los cambios observados en esta opción de Bandas de Poder así como en la gráfica FFT y el Espectrograma.

5.6.11 Elimine el filtro usado anteriormente (es decir, deje pasar todas las frecuencias de 0Hz a 40Hz) y selecciona la pestaña de "Spectrogram". Observa cómo las frecuencias de la señal varían en el tiempo.

5.6.12 Capture la evolución de las frecuencias en una ventana de 30 segundos e identifica las bandas de frecuencia principales (Delta, Theta, Alpha, Beta, Gamma).

5.6.13 Vaya a la opción “Head Plot” del menú central superior. Mientras visualiza el mapa topográfico y la serie de tiempo, mastique y tome captura de toda la pantalla para identificar

cómo se refleja este artefacto en la señal EEG y en los diferentes electrodos. ¿Qué puede notar en las gráficas?

5.6.14 Parpadee con un poco de fuerza una vez cada 4 segundos, ¿Puede observar algún cambio en los canales Fp1 y Fp2?

5.6.15 Sientese y cierre los ojos nuevamente e intente estar relajado mientras un compañero realiza los siguientes puntos.

5.6.16 Espere aproximadamente 30s y active la visualización de "Head Plot" para observar la distribución espacial de las señales EEG en los electrodos.

5.6.17 Tome una captura del mapa de cabeza en un punto específico de la sesión e identifica áreas de mayor actividad cerebral.

5.6.18 Acceda a la herramienta de "Band Power" para analizar la potencia en cada una de las principales bandas de frecuencia (Delta, Theta, Alpha, Beta, Gamma). ¿Cuál banda tiene más potencia? ¿Cómo se podría explicar esto?

5.6.19 Abra los ojos y utilice el "Focus Widget" para obtener una medida del nivel de enfoque del usuario según la actividad EEG en tiempo real.

Durante la sesión, cambia entre actividades que requieran atención (como leer o resolver un problema) y actividades relajadas.

Anota los cambios en los niveles de enfoque que se miden en el widget.

Relaciona los niveles de enfoque con las actividades realizadas.

5.6.20 Detenga el registro en "Stop Data Stream" y expulse el Dongle (USB) de su computador antes de retirarla físicamente.

5.7 Análisis

5.7.1 Con base en lo documentado en el procedimiento 5.6.10, ¿qué cambios fue posible visualizar una vez se filtra la señal?

5.7.2 Con base en la observación del procedimiento 5.6.12 ¿Qué patrón observas en las bandas de frecuencia durante la sesión? ¿Cómo varía en diferentes puntos del tiempo?

5.7.3 Con base en las observaciones del procedimiento 5.6.16 relaciona las áreas de actividad con el tipo de señal (reposo, estímulo, etc.).

5.7.4 Con base en las observaciones del procedimiento 5.6.18 Calcula la potencia promedio de las señales en cada banda durante la sesión. ¿Qué banda tiene mayor potencia? ¿A qué procesos cerebrales podría estar asociada?

5.7.5 Anexe las imágenes capturadas en el procedimiento y describirlas brevemente.

