



BRAINSTREAM

INTEGRANTES:

Agustín Rosales Porst

Alejandro Nahuel Ortuño

Federico Matías Przybylski

Thomas Kaufmann

Agustín Juares

Introducción

Este informe presenta el proyecto tecnológico Brainstream, desarrollado por nuestro equipo especializado en la medición de señales cerebrales. Brainstream tiene como objetivo principal simplificar y optimizar la obtención de datos sobre el estado cerebral de los pacientes a través de un examen genérico, minimizando la necesidad de exámenes múltiples y específicos.

Brainstream es un sistema de medición de señales cerebrales diseñado para realizar exámenes clínicos detallados sobre el estado mental de un paciente de manera eficiente y efectiva. Utiliza componentes comunes y accesibles, lo que facilita su reparación y lo convierte en una herramienta versátil aplicable en diversos campos.

Características Clave

- **Exámenes Clínicos Eficientes:** Permite obtener un diagnóstico cerebral exhaustivo con un solo examen genérico, agilizando el proceso diagnóstico y optimizando los recursos médicos.
- **Función de Autodiagnóstico:** Automatiza la interpretación de las señales cerebrales, generando resultados automáticos que no requieren supervisión constante de un neurólogo. Esto mejora la eficiencia del diagnóstico.
- **Informes Detallados:** Además del resultado automático, Brainstream genera informes detallados que muestran las ondas cerebrales. Cada sesión de medición dura entre 5 y 10 minutos, proporcionando una visión completa y precisa del estado cerebral del paciente.

Las bases del EEG

Para poder adentrarnos en el funcionamiento del equipo, es necesario tener algunos conocimientos sobre nuestro cerebro y como funciona su actividad eléctrica. De ser necesario, le recomendamos leer la siguiente información, la cual le brindara aspectos básicos, como para entender cómo trabaja un EEG.

Es esencial como primer punto, conocer que son las neuronas, estas son células fundamentales para el funcionamiento del sistema nervioso, son las encargadas de transmitir información mediante señales eléctricas y químicas.

Esta comunicación es esencial para que los procesos cognitivos y los comportamientos. A su vez permiten la percepción sensorial, la coordinación de los movimientos, la formación de recuerdos, la toma de decisiones, el aprendizaje y las emociones.

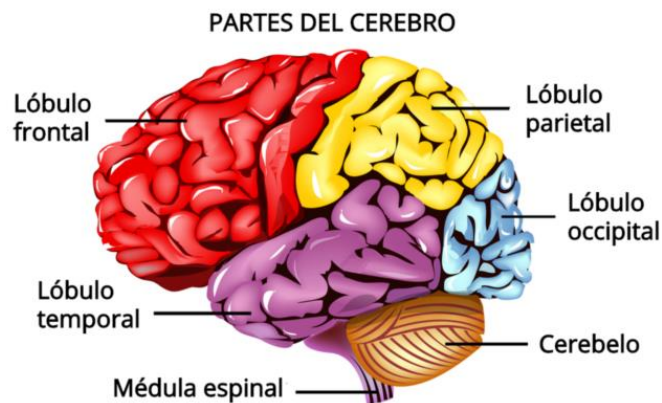
En un EEG lo que se busca es poder detectar las señales eléctricas producto de una o varias comunicaciones entre neuronas. Estas señales pueden ser asociadas a distintos estados mentales según la frecuencia de la misma.

- **Delta (0.5-4 Hz):** Asociada con el sueño profundo.
- **Theta (4-8 Hz):** Relacionada con la relajación y la meditación.
- **Alpha (8-14 Hz):** Presente en estados de relajación y alerta tranquila.
- **Beta (14-30 Hz):** Asociada con la actividad mental consciente y el enfoque.
- **Gamma (30-100 Hz):** Implicada en procesos cognitivos complejos y la percepción sensorial.

A su vez como estas señales se producen al nivel del cerebro y nosotros solo podemos realizar las mediciones al nivel de la piel, estas se ven gravemente atenuadas, por lo que el voltaje obtenido puede variar entre 1-100 μV (microvolts).

A continuación, se mostrarán las partes del cerebro, cabe destacar que el cerebro puede separarse aun en más partes, pero decidimos usar esta explicación para que sea lo más simple y entendible posible.

- **Lóbulo Frontal:**
Controla nuestra personalidad, emociones, toma de decisiones, planificación y comportamiento social. También está involucrado en el movimiento muscular y la capacidad de hablar.
- **Lóbulo Parietal:**
Maneja la información sensorial que recibimos del cuerpo, como el tacto, la temperatura y el dolor. Además, ayuda a procesar y comprender nuestro sentido de la orientación espacial y nuestra posición en el entorno.
- **Lóbulo Occipital:**
Este lóbulo está especializado en el procesamiento visual. Se encarga de recibir, interpretar y procesar información visual que recibimos de nuestros ojos. Nos ayuda a reconocer formas, colores y movimientos.
- **Lóbulo Temporal:**
Es fundamental para nuestra capacidad auditiva y para procesar la información relacionada con el lenguaje y la memoria. También está asociado con nuestras emociones y cómo las interpretamos.



Electroencefalógrafo o EEG

Para que el equipo pueda ser entendido más fácilmente, tomamos la decisión de separarlo en 4 etapas individuales que serán explicadas a continuación.

Etapas Dérmica/Paciente:

La medición se lleva a cabo gracias a unos electrodos estratégicamente posicionados en el cuero cabelludo del paciente. Cabe destacar que estos seguirán una disposición adoptada internacionalmente, conocida como la disposición 10-20, lo que nos permite abarcar la mayor superficie dérmica posible utilizando un número menor de electrodos y por ende de materiales.

Estos electrodos son totalmente fundamentales para el procedimiento, constan de un cable especial (para reducir el ruido que puede interferir con la señal) y una copa recubierta de oro

que permite adquirir la actividad eléctrica de las neuronas. Es importante destacar que se debe utilizar un gel conductor para mejorar la medición.

Los electrodos están divididos en tres tipos:

- Electrodos de señal: Son electrodos comunes colocados en puntos específicos del cuero cabelludo según la normativa 10-20.
- Electrodos de referencia: Conceptualmente iguales a los anteriores, con la diferencia de que su voltaje medido se usara para restar al electrodo de señal, así generando una señal diferencial.
- Electrodos de tierra: Se colocan en puntos donde no exista actividad cerebral y se usan como GND (tierra) virtual para todo el circuito.

Etapas Hardware:

La señal obtenida por los electrodos plantea dos problemas para su utilidad:

- La amplitud del voltaje medido es notablemente baja, lo que la vuelve inutilizable para un análisis.
- La señal está contaminada por ruido eléctrico y frecuencias no relevantes, lo que puede interferir en gran medida a la medición.

La función principal del Hardware consiste en abordar y mitigar ambos problemas, para así obtener datos confiables, que se utilizarán en el análisis.

En primera instancia se empleará un amplificador diferencial, el cual, como su nombre indica, realiza una resta entre dos señales: el electrodo de señal y el electrodo de referencia. Esta operación nos permite obtener así, la actividad eléctrica intermedia entre estos, producto de la actividad neuronal. Además de esta resta, el amplificador diferencial posee una función adicional, amplificar la señal resultante a niveles más manejables y adecuados para el análisis.

Seguido de este, entra la etapa conocida como filtrado. Como ya mencioné antes otro de los problemas son las frecuencias que no nos interesan, pero que se cuelan en la medición. Para evitar esto existen los filtros, circuitos eléctricos especificados en evitar frecuencias específicas. Además, estos filtros serán activos por lo que a su vez nos permiten amplificar aún más la señal.

Etapas Gabinete:

Si bien el circuito desempeña un papel principal en la conversión de la señal a un formato utilizable, es necesario reconocer que, en su estado inicial, la señal captada por los electrodos se encuentra en un rango de microvolts. Esta magnitud plantea una problemática significativa, ya que el entorno suele tener permanentemente diversas señales electromagnéticas susceptibles de interferir con nuestra señal.

Para abordar este desafío, se introduce el gabinete, que no solo cumple la función de alojar y cuidar los circuitos o plaquetas, sino que también su estructura actúa como una jaula de Faraday. Dicha jaula, construida por un revestimiento conductor, en este caso el gabinete de aluminio, al estar conectado a tierra (GND), desvía todas las señales no deseadas hacia el gabinete en lugar de que estas interfieran con las placas o el circuito mismo. Eliminando completamente la interferencia.

Internamente, el gabinete se encuentra organizado en estantes, lo que facilita cualquier labor de mantenimiento o reparación que eventualmente pueda requerirse en el equipo. Esta disposición garantiza la velocidad en la realización de dichas intervenciones y mantiene el orden en cada canal de encefalografía.

Etapa software:

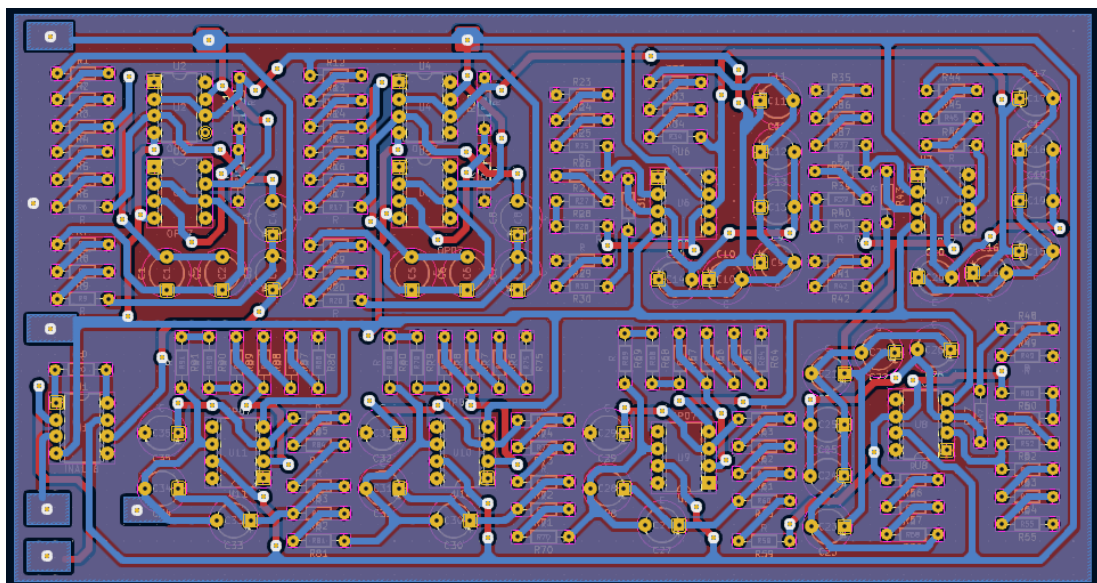
Continuando hacia la fase final del circuito, todas las señales salientes de las diversas placas terminaran en un microcontrolador designado para transmitir la información a una computadora. Por medio de algoritmos y la aplicación de inteligencia artificial, nuestro proyecto se propone discernir la posible patología de un paciente sin requerir un entendimiento previo en neurología. Esta función se fundamenta exclusivamente en conjuntos de datos públicos relativos a exámenes de Electroencefalografía (EEG).

Es esencial subrayar que el foco primordial radica en la concepción de un modelo capaz de analizar la actividad cerebral, tomando como base los valores de ondas categorizados en las mencionadas bandas de frecuencia. Actualmente, nuestra investigación se centra de manera específica en patologías como la epilepsia y la esquizofrenia, contando con modelos diseñados para ambas. No obstante, nuestra aspiración se orienta a la expansión de este enfoque, desarrollando modelos adicionales para distintas enfermedades neurológicas.

Cabe destacar que estimamos la potencialidad de aumentar la precisión de nuestros modelos a medida que incrementemos la cantidad de pacientes que presentan la enfermedad y puedan ser registrados mediante este dispositivo. Esto se apoya en la posibilidad de crear nuestros propios conjuntos de datos en función de la información recopilada. Al mismo tiempo, hemos investigado sobre la respuesta cerebral frente a diversos estímulos, permitiéndonos distinguir estados cognitivos. Este análisis proporciona a las personas una herramienta útil para evaluar, por ejemplo, posibles secuelas de traumas cerebrales y mejorar la comprensión sobre su capacidad de concentración.

En términos de accesibilidad a los resultados de nuestros modelos, estos estarán disponibles en una plataforma web. Los usuarios podrán ingresar utilizando su dirección de correo electrónico y recibirán los informes de sus respectivos EEG directamente en su cuenta personal. Asimismo, tendrán acceso al historial de análisis, lo que les permitirá revisar los resultados previos a través de una interfaz web.

Imágenes/avances adjuntos:



Placa de adquisición de señales.

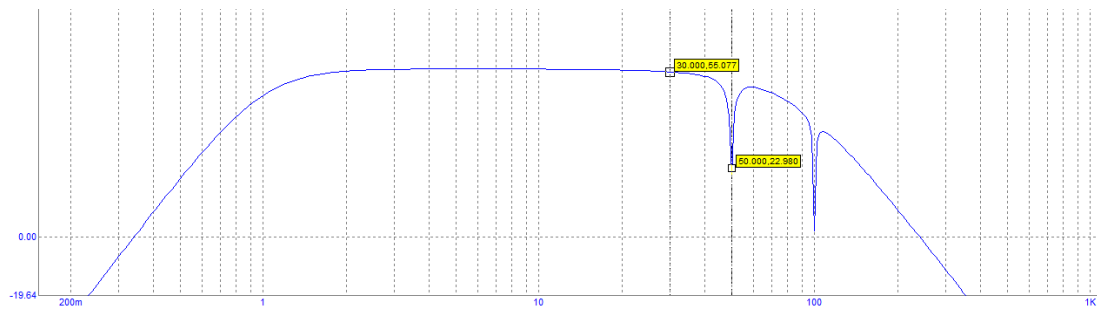
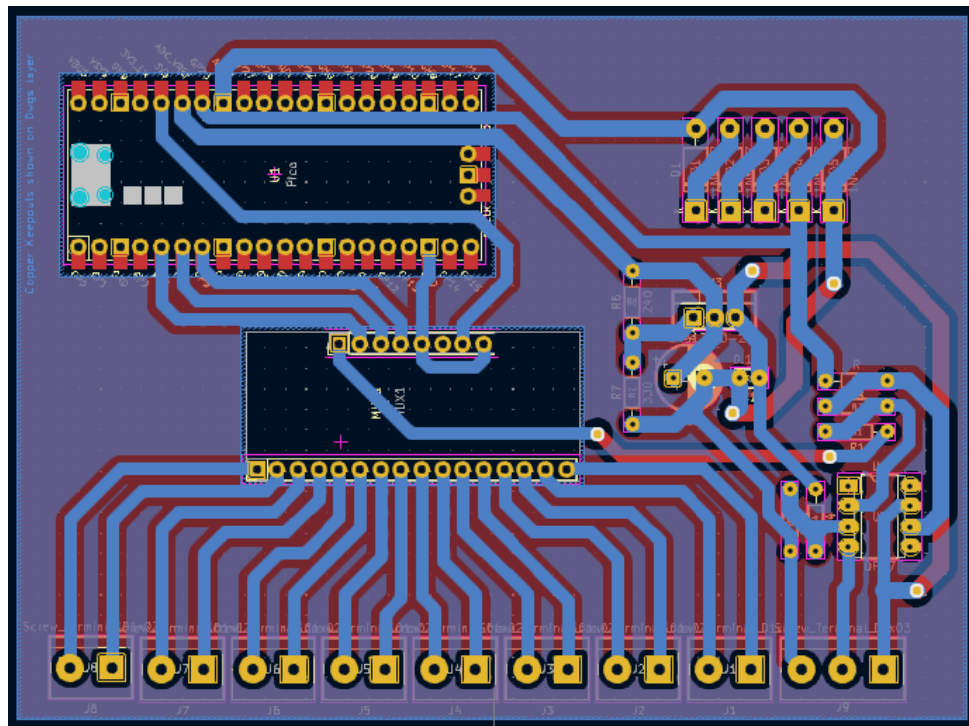
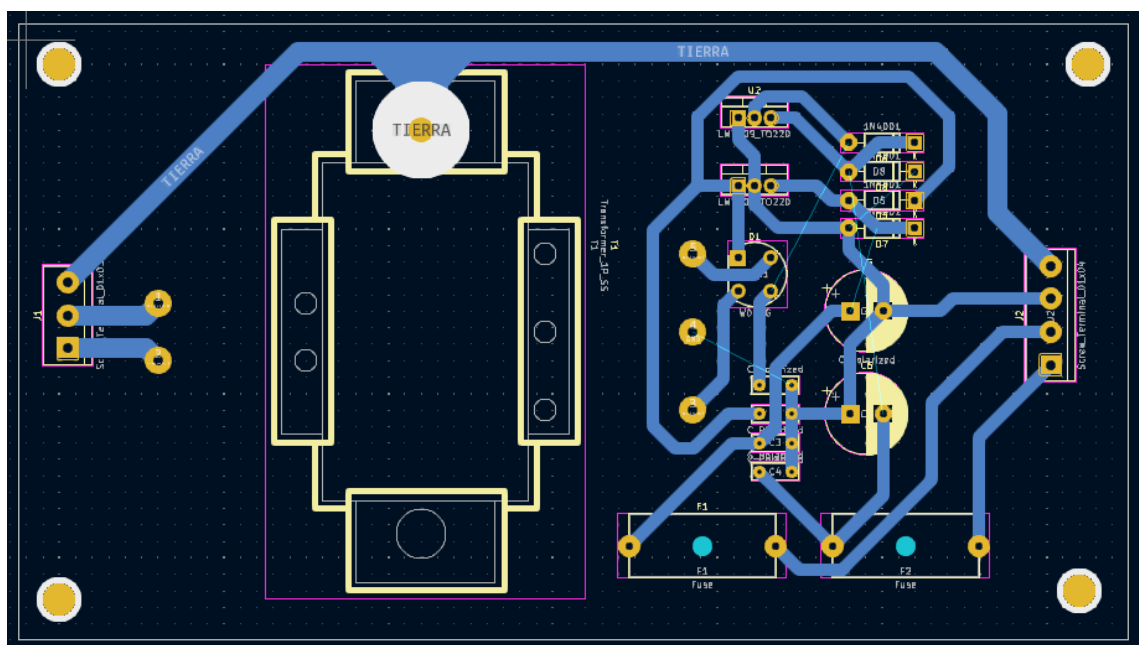


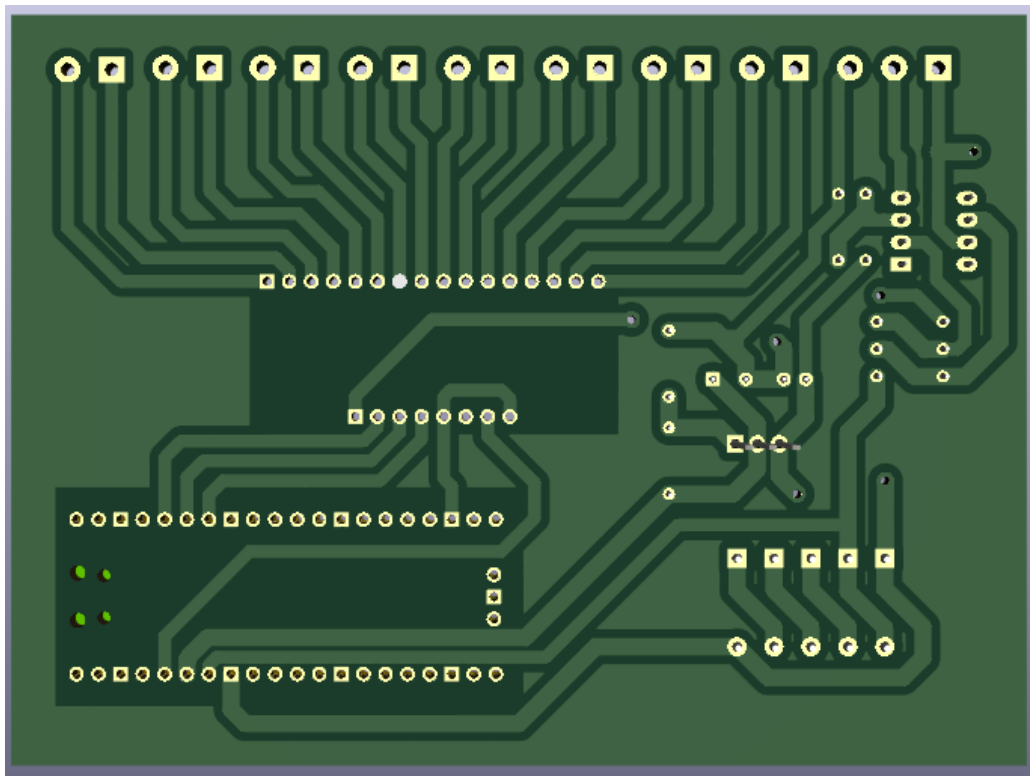
Gráfico de filtrado y amplificación de la placa (sin AMP de instrumentación).



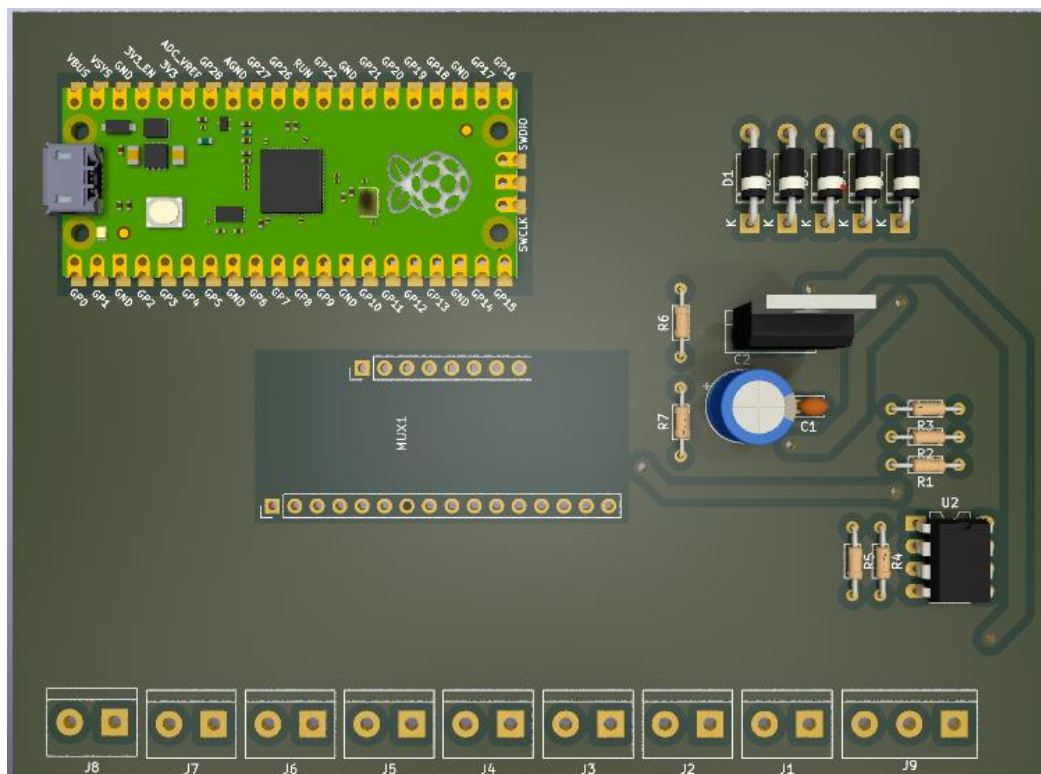
Placa Mother.



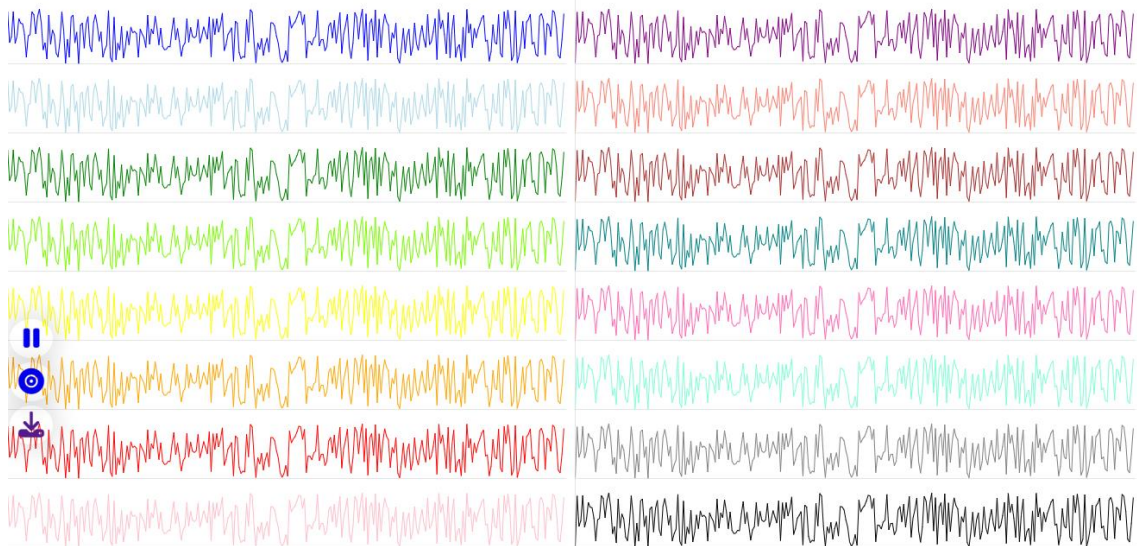
Fuente de alimentación.



Vista inferior de la Placa Mother.

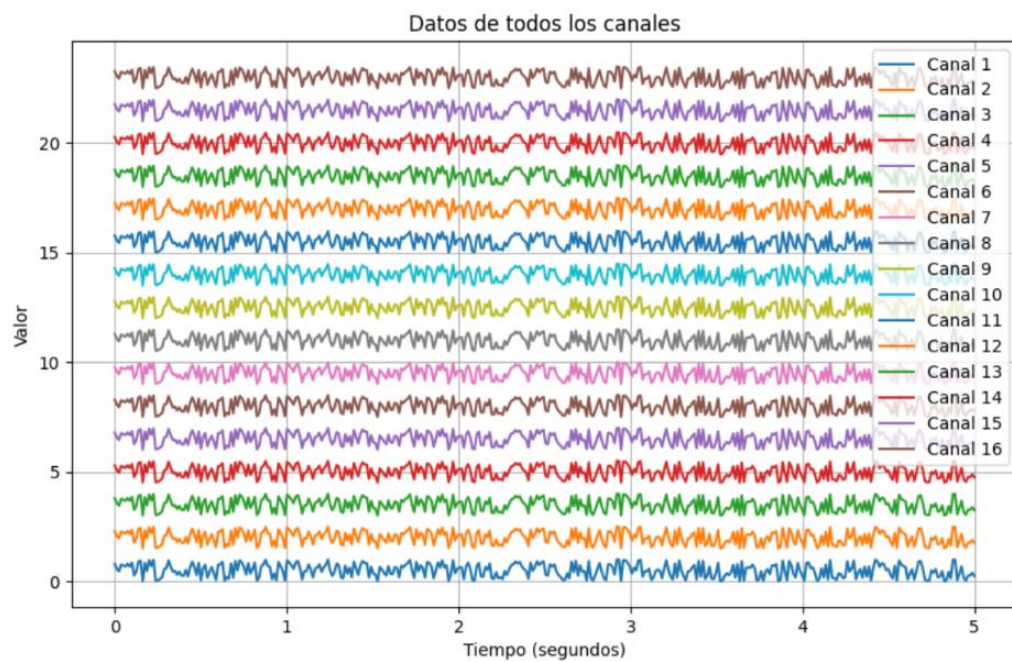


Vista superior de la placa Mother.

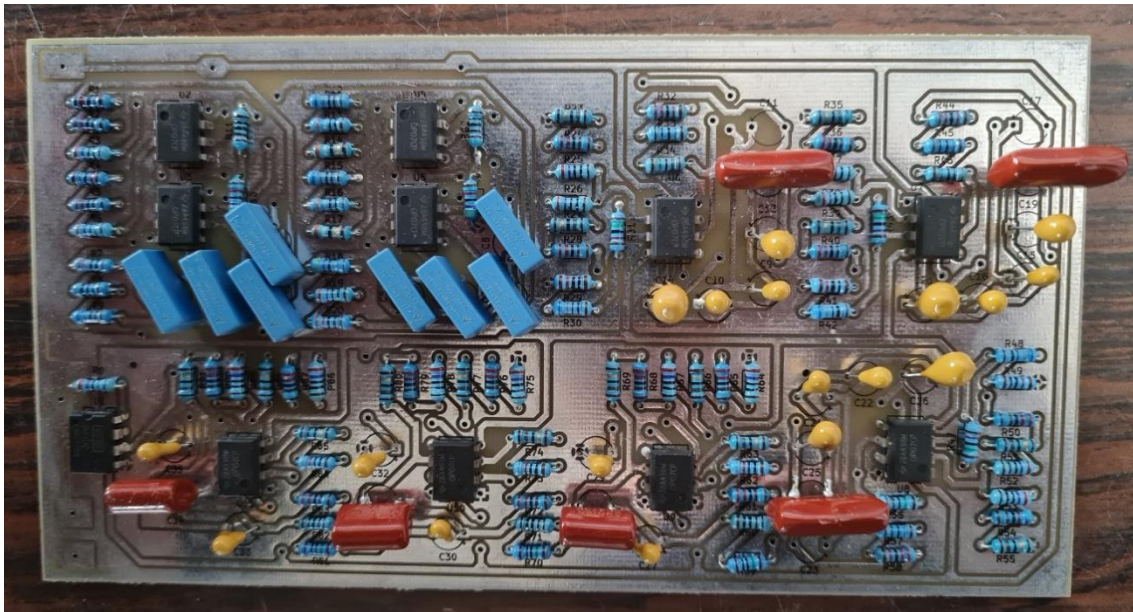


Señales del EEG.

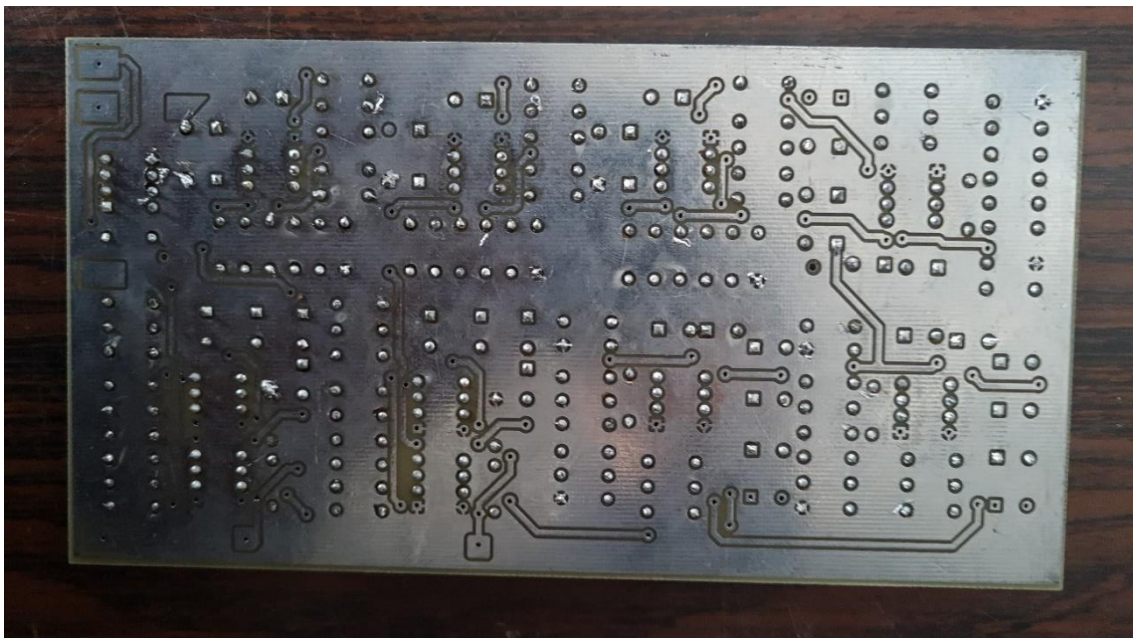
2023-09-03_23-49-58



Informe de EEG.



Placa de adquisición de señales (físico).



Placa de adquisición de señales reverso (físico).