

Desarrollo de un Sistema de Adquisición de señales de Electroencefalografía (EEG) Portátil

Juan Manuel Geria, Leandro Agustín Saraco, Nahuel Gonzalez

jmanuelg@est.frba.utn.edu.ar, lsaraco@est.frba.utn.edu.ar
Departamento de Ingeniería en Electrónica



UTN.BA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES

Introducción

La electroencefalografía (EEG) es la técnica que estudia la actividad eléctrica del cerebro por medio de electrodos que pueden ser superficiales, semi-invasivos o intracraneales. Esta actividad eléctrica es generada principalmente por la comunicación entre neuronas (el potencial de acción relacionado a la sinapsis). Esta técnica es una de las más utilizadas, principalmente para el diagnóstico y seguimiento de epilepsias. Recientemente han surgido, gracias al progreso tecnológico, ciertas herramientas que permiten utilizar estas señales de EEG para controlar diversos artefactos electrónicos, comúnmente conocidos como interfaces cerebro-maquina o cerebro-computadora. Los dispositivos de adquisición de señales de EEG han sido durante muchos tiempo inaccesibles para uso particular debido a su costo y complejidad ya que deben detectar señales con niveles de tensión de algunas decenas de micro-volts en medios eléctricamente ruidosos. En el presente trabajo se buscó desarrollar un dispositivo de adquisición de señales de EEG no invasivo, portátil, de fácil acceso e implementación que cumple con la fidelidad que requiere un estudio de electroencefalografía.

Materiales y métodos

El equipo desarrollado cuenta con un micro-controlador Cortex M4 de 32 bits (LPC4078), convertidores analógico-digitales certificados para electroencefalografía (ADS1299) con un total de 24 canales, un módulo Bluetooth 4.0 (HM10) para comunicación inalámbrica, una ranura micro-SD, batería y un puerto USB para carga y conexión con una aplicación de escritorio para configuración y visualización de señales.

Los electrodos utilizados son electrodos de copa bañados en oro a los que se les debe agregar un gel conductor de manera tal de mejorar el contacto que existe entre el electrodo y el cuero cabelludo (ambos materiales han sido adquiridos en distribuidores de insumos para electroencefalografía). Para la sujeción de los electrodos a la cabeza del usuario/paciente se imprimió (con impresora 3D) el modelo de casco UltraCortex Mark IV extraído del proyecto de código abierto OpenBCI.

Para el acondicionamiento de las señales, se optó por un convertidor analógico-digital sigma-delta que posee, gracias a su bajo ruido de cuantificación, 24 bits de resolución y una frecuencia de muestreo real de 1Mhz (la frec. de muestreo final luego del decimador es de 250Hz) lo que facilita el diseño del front-end limitándolo a un filtro pasa bajos pasivo de 7kHz. Una vez adquiridas las señales, estas son filtradas digitalmente para eliminar ruido e interferencia conocidos y restringir el ancho de banda.

Conclusion

Hemos logrado desarrollar un dispositivo de adquisición de señales de EEG portátil obteniendo la fidelidad necesaria para ser utilizado en proyectos de investigación que estudien temas relacionados con la actividad cerebral, ya sea para el ámbito de la salud o el diseño de interfaces cerebro-computadora.

Aplicación de PC

La aplicación de escritorio desarrollada posee una pagina de configuración en la que se muestran los electrodos que se encuentran correctamente conectados a la cabeza y permite seleccionarlos de forma individual.

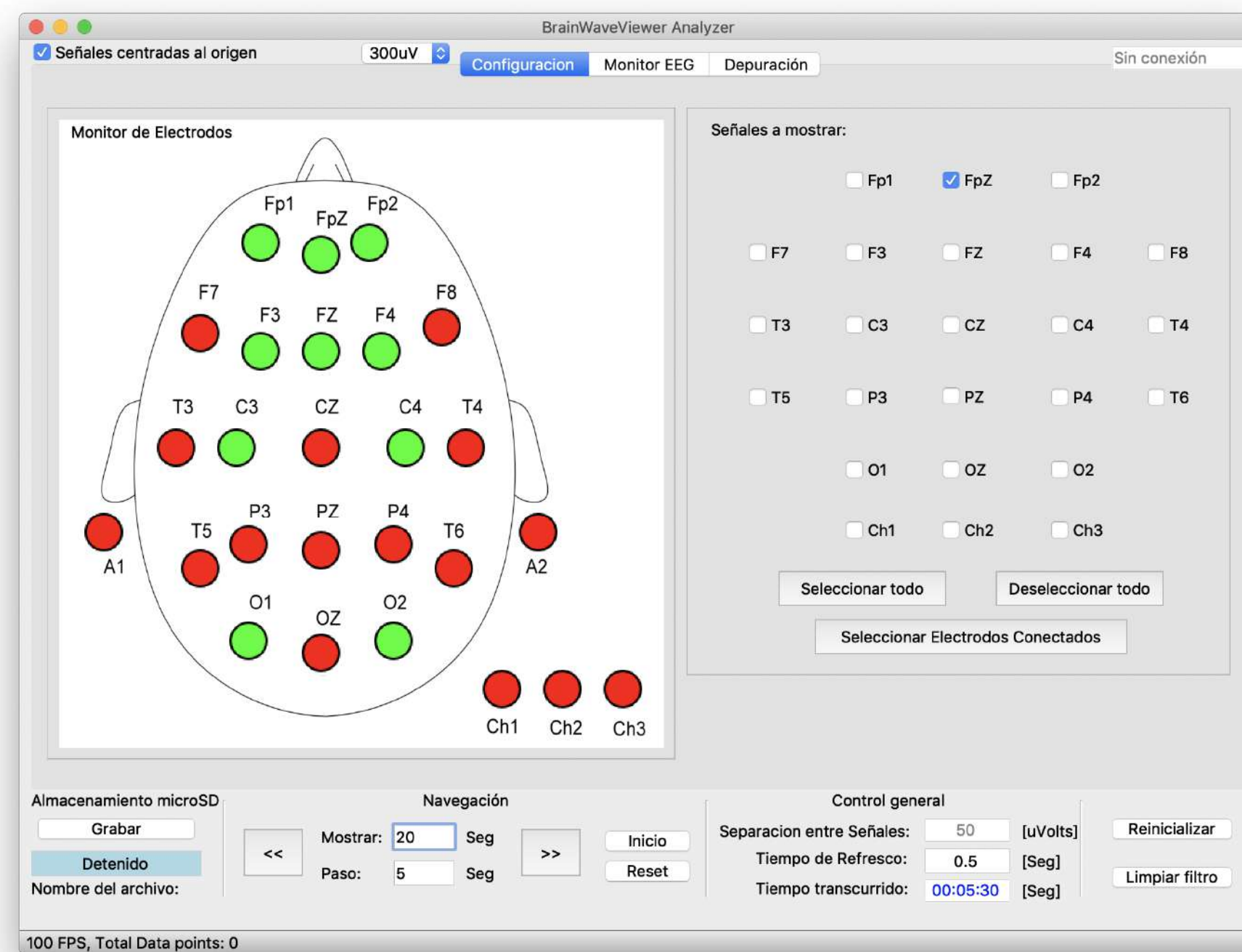


Figura 1: Página de configuración mostrando los electrodos conectados

Posee además una sección donde se pueden visualizar las distintas señales provenientes de los canales seleccionados anteriormente.



Figura 2: Aplicación mostrando en tiempo real los canales seleccionados

En la parte inferior existen controles de navegación para recorrer las señales adquiridas y también un botón para indicarle al equipo que almacene las muestras adquiridas en la memoria micro-SD.

Hardware desarrollado

La principal pauta en el diseño fue la de minimizar el tamaño, por lo que se optó por la utilización de una única placa que posea todos los componentes distribuidos de la forma más conveniente para minimizar la interferencia que producen los circuitos digitales en la sección de entrada analógica (que por la naturaleza del proyecto es muy sensible a perturbaciones).

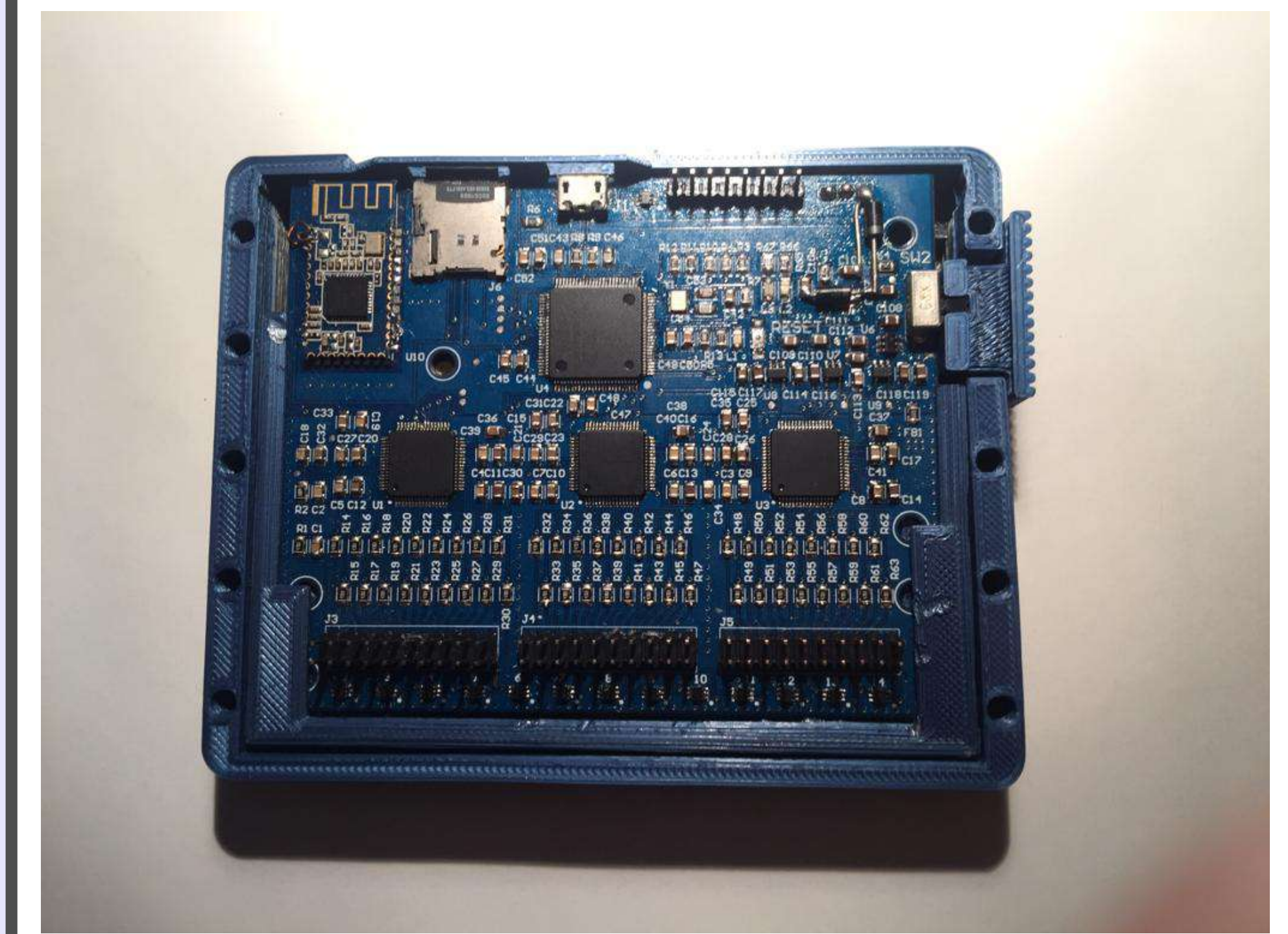


Figura 3: Placa construida ubicada dentro de su gabinete

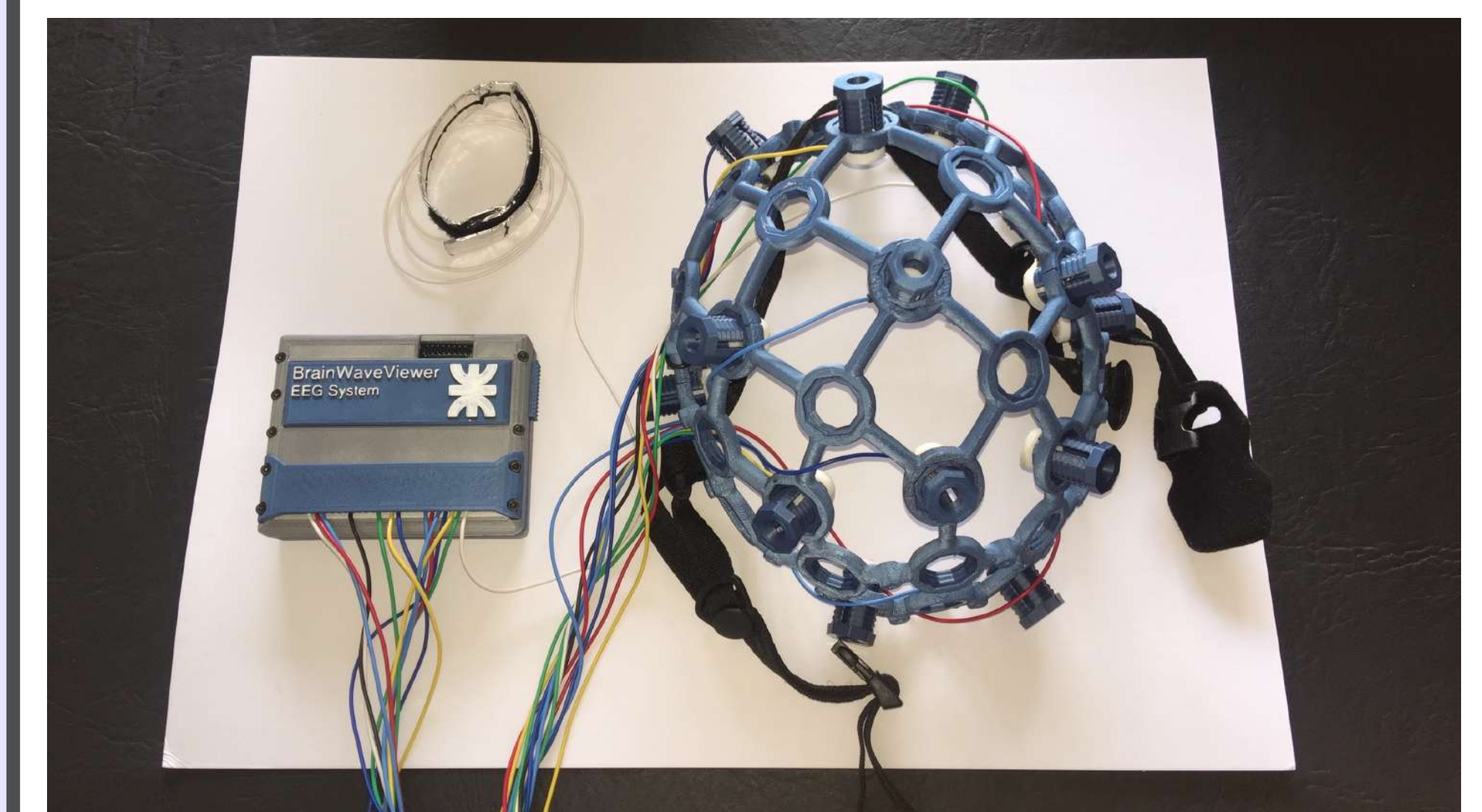


Figura 4: Equipo completo

El equipo completo consta del dispositivo de adquisición, el casco para la sujeción de los electrodos y un electrodo adicional tipo brazalete que conecta el plano de referencia del dispositivo con el brazo del usuario/paciente. Resulta sencillo de utilizar y perfectamente autónomo, una vez colocado solo hace falta conectarse a él ya sea mediante una PC o bien un celular o dispositivo capaz de comunicarse por medio de Bluetooth 4.0 para extraer las mediciones en tiempo real.

Equipo completo terminado



Figura 5: Equipo siendo utilizado con la aplicación "NeuroCare" (hecha por estudiantes de Ingeniería en Sistemas).

Este proyecto fue diseñado y llevado a cabo teniendo en cuenta la infinidad de aplicaciones que se le pueden dar a este tipo de tecnología. Por ello se incorporaron varias soluciones de conectividad (USB y Bluetooth BLE 4.0) e incluso la posibilidad de almacenar los estudios como mediciones crudas a ser procesadas de manera offline.

Un grupo de proyecto final de Ingeniería en Sistemas, por ejemplo, desarrolló una aplicación de celular junto con un servidor web que en conjunto con nuestro dispositivo realizan terapias de lo que se conoce como neurofeedback. La aplicación extrae la información obtenida de algunos de los canales del equipo por medio de Bluetooth BLE y esta es enviada vía internet a un servidor que procesa la señal adquirida.