

Amplificador de Biopotenciales

BioAmp v1.0.0



Manual de Usuario

Índice

1. Notas importantes	3
1.1. Precauciones	3
1.2. Uso previsto del equipo	3
2. Introducción	4
2.1. Características	4
3. Funcionamiento y Conexionado	5
4. Conectores, pulsador y led	6
4.1. Señal de GROUND y REFERENCIA	6
4.2. Conectores en el frente	6
4.3. Conectores en la parte trasera	6
5. Configuración en 16 canales	8
5.1. Cables de conexionado	8
5.2. Diagrama de Conexión	8
6. Generación de GROUND	9
7. Uso del conector de REFERENCIA	10
8. Software de adquisición	11
8.1. Adquisición de Señales con BrainBay	11
8.2. Adquisición de Señales de ECG	15
8.3. Visualización y registro	17
9. Cambio de ganancia	21
10. Configuración del BioAmp	23

1. Notas importantes

Atención

- El dispositivo no está protegido contra el efecto de la descarga de desfibriladores cardíacos.
- El dispositivo no debe usarse en humanos con marcapasos o estimuladores eléctricos.

1.1. Precauciones

Para proteger el dispositivo nunca coloque valores mayores a 5V en las entradas de los canales analógicos.

1.2. Uso previsto del equipo

Medición, registro y análisis de la actividad eléctrica del cerebro (EEG), músculos (EMG), ojos (EOG) y corazón (ECG) a través de múltiples electrodos en varios lugares para ayuda en la monitorización en entornos de investigación.

El dispositivo no debe usarse para el diagnóstico de pacientes. El dispositivo no debe usarse para determinación de muerte cerebral. Se necesitan exámenes adicionales para el diagnóstico y ningún diagnóstico puede hacerse solo en base al uso de este dispositivo.

2. Introducción

BioAmp es un amplificador de biopotenciales desarrollado en el **Laboratorio de Prototipado Electrónico y 3D** de la **Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos**, en conjunto con el **Laboratorio de Ingeniería en Rehabilitación e Investigaciones Neuromusculares y Sensoriales (LIRINS)**.

2.1. Características

El dispositivo cuenta con 8 canales programables de entre 17 y 19 bits y frecuencia máxima de muestreo de 2000 Hz por canal, permitiendo la adquisición de biopotenciales, como por ejemplo: EEG (electroencefalograma), EOG (Electrooculograma), EMG (Electromiograma) y ECG (Electrocardiograma). A continuación se presentan sus características más relevantes:

- Resolución: Entre 17 y 19 bits dependiendo de la ganancia configurada y la frecuencia de muestreo seleccionada.
- Canales: 8 canales diferenciales / 8 canales monopares (por dispositivo, seleccionable por software).
- 8 x ADC: 17-19 bits, 2000Hz máx.
- Impedancia de entrada: $\geq 500\ M\Omega$
- Tamaño: 153x114x34mm

Cuadro 1: Rangos de Entrada y Sensibilidad

Ganancia	Rango de entrada	Sensibilidad
1	$\pm 4.5V$	536nV
2	$\pm 2.25V$	268nV
4	$\pm 1.125V$	134nV
6	$\pm 0.75V$	89.4nV
8	$\pm 0.562V$	67nV
12	$\pm 0.375V$	44.7nV
24	$\pm 0.187V$	22.35nV

El rango de entrada que se muestra en la tabla es diferencial.

3. Funcionamiento y Conexionado

El *BioAmp* está compuesto por un Front-End analógico (AFE) encargado de la adquisición y un microcontrolador de 32-bits dedicado al control y comunicación de los datos. Tanto la alimentación como la transmisión de datos se realiza a través de un puerto USB aislado según las especificaciones de la norma IEC-60601.

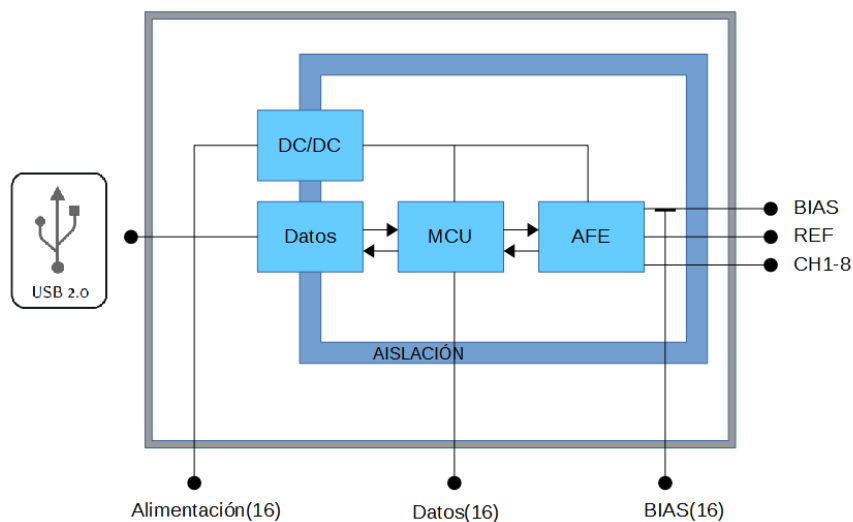


Figura 1: Diagrama en bloques del amplificador *BioAmp*

4. Conectores, pulsador y led

El dispositivo cuenta con un diodo led bicolor en el frente que enciende cuando el amplificador es conectado a la alimentación eléctrica. En la configuración de 16 canales, uno de los BioAmp trabaja como «maestro» y su diodo led enciende de color verde, mientras que el otro BioAmp trabaja en modo «esclavo» y su diodo led encenderá en color rojo.

La parte trasera del amplificador cuenta con un pulsador. Dicho pulsador habilita el modo de programación del dispositivo y permite la actualización del firmware. Para entrar al modo de programación el pulsador debe estar presionado mientras se conecta el BioAmp al puerto USB.

4.1. Señal de GROUND y REFERENCIA

La terminología para las conexiones eléctricas a sujetos humanos no está universalmente acordada. «GROUND» y «REFERENCIA» a menudo se usan indistintamente, BioAmp utiliza la terminología que se describe a continuación.

El conector de GROUND se usa para el rechazo de modo común. El objetivo principal del GROUND es evitar que el ruido de la línea de alimentación interfiera con las señales de baja amplitud de interés biológico. A menudo se coloca un electrodo de GROUND para la captura de EEG en la frente (podría colocarse en cualquier otro lugar del cuerpo, la ubicación del GROUND sobre el sujeto generalmente es irrelevante). En adquisición de ECG el GROUND suele recibir el nombre de Driver de Pierna Derecha o, por su sigla en inglés, RLD.

El conector de REFERENCIA conecta al electrodo de referencia; en las grabaciones EEG, este electrodo generalmente se coloca en la oreja. Las diferencias de potencial eléctrico medidas son idealmente las caídas de tensión del electrodo activo al electrodo de referencia. En el caso del BioAmp el electrodo activo es Vin- y el electrodo de REFERENCIA se conecta a Vin+ en el amplificador.

En una configuración unipolar, habrá un electrodo de referencia, y se medirá la diferencia de potencial entre este electrodo (conectado a Vin+) y cualquier otro electrodo en la cabeza (conectado a Vin- en amplificadores separados).

Para grabaciones bipolares, cada electrodo activo (Vin+) tendrá su propia conexión de referencia (Vin-).

4.2. Conectores en el frente

El frente del BioAmp cuenta con 18 conectores Touchproof (fig. 2), de los cuales:

- 16 conectores están destinados a los electrodos, facilitando el registro de 8 señales monopolares u 8 señales diferenciales con conectores rojos para las entradas **P**, y conectores verdes para las entradas **N** del amplificador.
- 2 conectores para las señales de GROUND/RLD y de REFERENCIA.

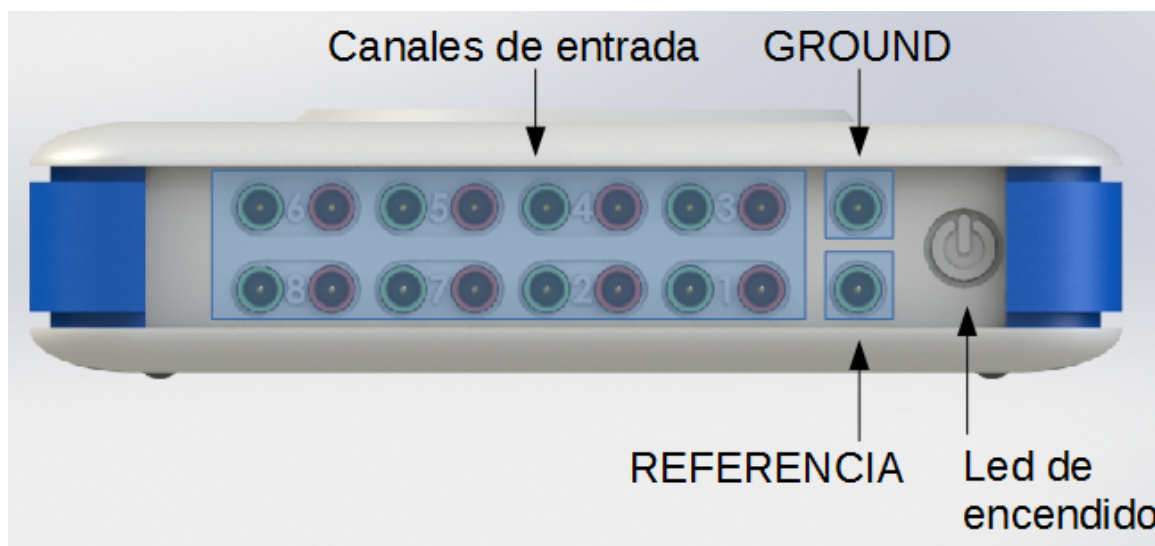


Figura 2: Diagrama de los conectores en el frente del amplificador

4.3. Conectores en la parte trasera

En la parte trasera se encuentra el puerto USB para alimentación y transmisión de datos a la PC.

También se ubican los conectores destinados a la configuración en 16 canales (16). Estos conectores transmiten energía, señal de GROUND/RLD y datos entre dos BioAmp.

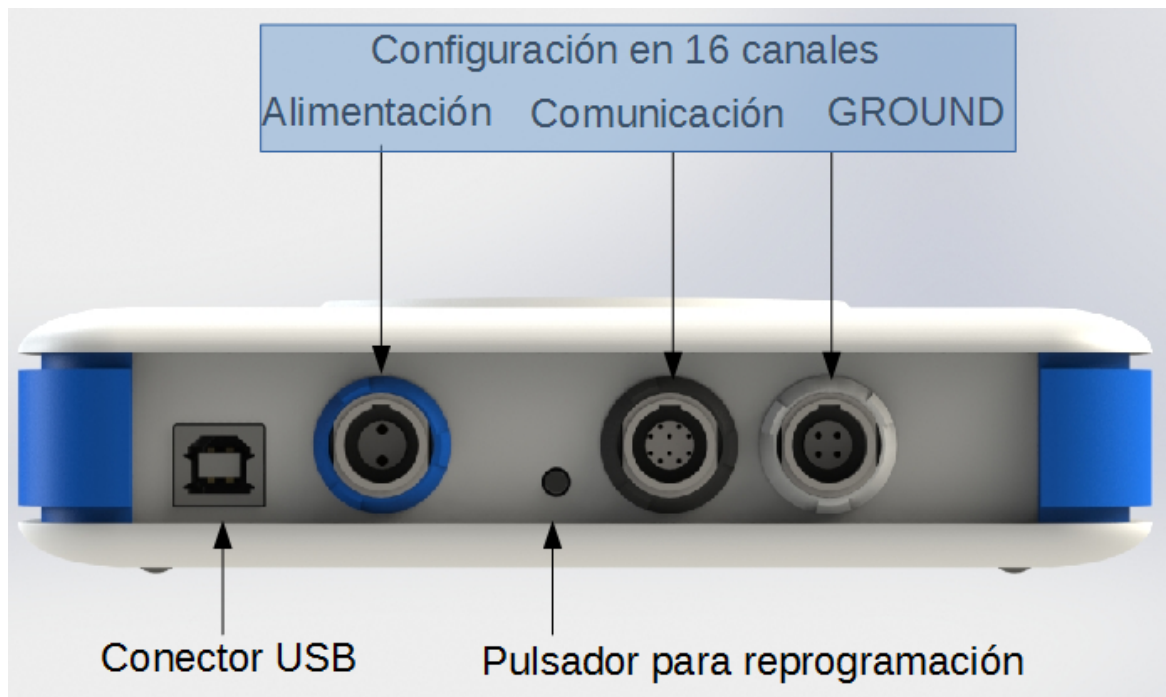


Figura 3: Diagrama de los conectores en la parte trasera del amplificador

5. Configuración en 16 canales

El BioAmp ofrece la posibilidad de apilar una unidad encima de otra , permitiendo la comunicación entre unidades a través de cables externos a los equipos. Estos cables permiten la transmisión de energía, datos y señal de GROUND entre las dos unidades. Cualquier unidad puede trabajar como «maestro» o «esclavo», la configuración se hace de forma automática dependiendo del conexionado de los cables.

5.1. Cables de conexionado

Para la conexión entre dos BioAmp se utilizan 3 cables, los cuales cuentan con conectores codificados con distintos colores que se corresponden con los colores de los conectores hembra en el gabinete de los amplificadores. El conector con **vaina azul** transmite la alimentación desde el «maestro» al «esclavo». Uno de los extremos cuenta con una platina plástica que identifica el extremo del cable que se conectará a la unidad que va a trabajar como «esclavo». Esta platina tiene el propósito de evitar el conexionado de un cable USB en la unidad esclavo. **Solo el BioAmp «maestro» debe conectarse al puerto USB de la PC.**

El conector con **vaina blanca** transmite la señal de GROUND. Este cable es reversible.

El conector con **vaina negra** se utiliza para la transmisión de datos entre ambas unidades. Uno de los extremos cuenta con una platina plástica que identifica el extremo del cable que se conectará a la unidad que va a trabajar como «esclavo». **En esta versión sólo el BioAmp «maestro» puede transmitir las señales de marca.**

5.2. Diagrama de Conexión



Figura 4: Diagrama de conexión en 16 canales

6. Generación de GROUND

El circuito de GROUND/RLD se utiliza para contrarrestar la interferencia de modo común en un sistema EEG como resultado de las líneas eléctricas y otras fuentes, por ejemplo las luces fluorescentes. El circuito de GROUND funciona tomando una muestra del voltaje de modo común de un conjunto seleccionado de electrodos y crea un bucle de realimentación negativa inyectando una señal de modo común invertida en el cuerpo.

Por defecto todos los canales participan de la generación de la señal de GROUND pero se puede optar por desconectar cualquiera de ellos (ver ??).

Un conector en la parte trasera del dispositivo (ver 4.3) permite compartir la señal de GROUND de dos BioAmp en la configuración de 16 canales, con lo que se logra generar la señal de GROUND a partir de cualquiera de los 16 electrodos disponibles.

7. Uso del conector de REFERENCIA

El BioAmp permite conectar las entradas **P** de los amplificadores a una referencia común, de modo de medir en modo «single-ended» en vez de modo diferencial.

Es posible seleccionar cuales de los 8 canales conectar al terminal de referencia común y el mismo es accesible a través del conector de REFERENCIA en la parte frontal del equipo.

8. Software de adquisición

Como se mencionó en la Introducción (2), el diseño del BioAmp se basó en el proyecto abierto [OpenBCI](#). El protocolo de comunicación es similar en ambos dispositivos, lo que permite utilizar software destinado a amplificadores OpenBCI para adquirir y visualizar las señales obtenidas con el BioAmp.

Existen diversos softwares con drivers para OpenBCI (OpenVIBE, Neuromore, OpenBCI App) pero todos estos cuentan con ciertas limitaciones. El proyecto OpenBCI sólo trabaja con una frecuencia de muestreo de 250Hz y la comunicación serie se realiza a 115200 baudios. Los drivers creados para el dispositivo esperan que se cumplan con esos valores, de lo contrario se producen errores de comunicación. Para lograr frecuencias de muestreo de hasta 2000Hz en el BioAmp es necesario aumentar la velocidad de transferencia a 921600 baudios, lo que entra en conflicto con los softwares antes mencionados. Para solucionar este inconveniente, se seleccionó un software ([BrainBay](#)) que presenta un driver para OpenBCI que permite configurar de forma arbitraria tanto la frecuencia de muestreo como la velocidad de transmisión de datos.

8.1. Adquisición de Señales con BrainBay

Abra el software BioAmp para realizar la configuración del equipo (Figura 13).

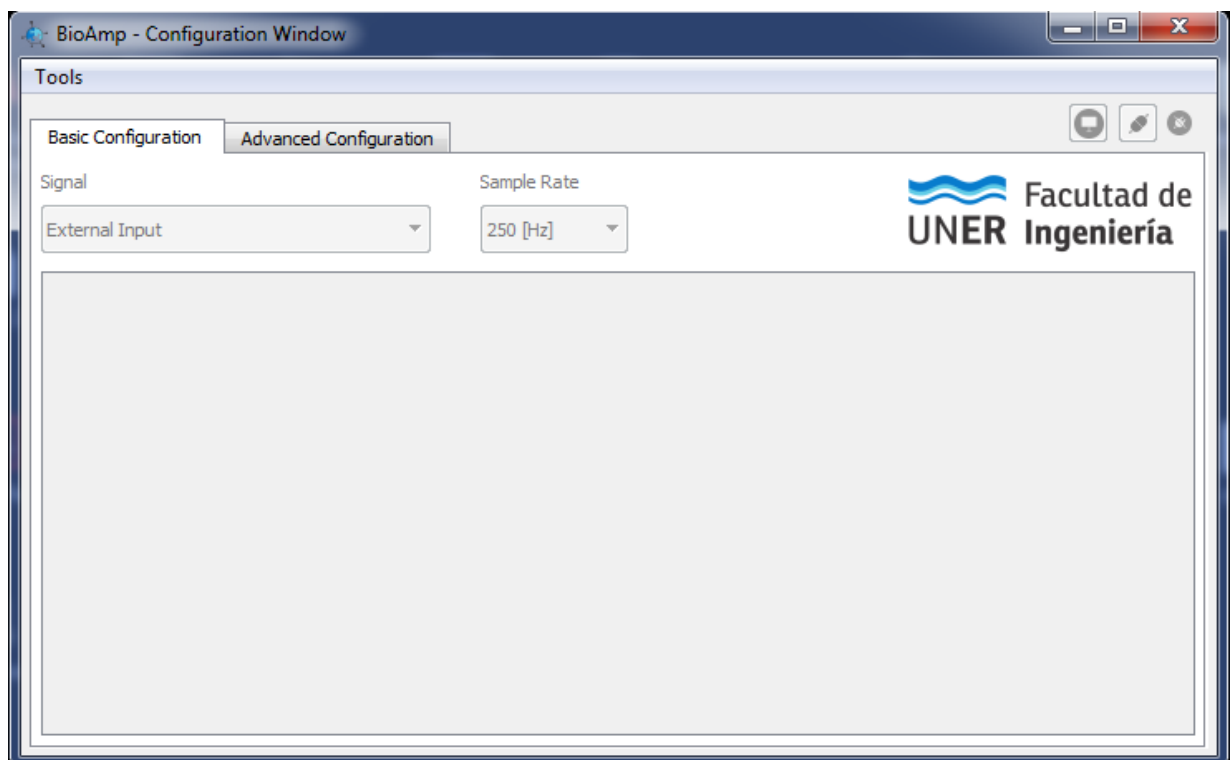


Figura 5

Debe ir a **Tools > Port** (Figura 14) y elegir el puerto COM asignado. Si no tiene conectados otros dispositivos COM virtuales sólo se mostrará el COM del BioAmp (en este caso el número 32).

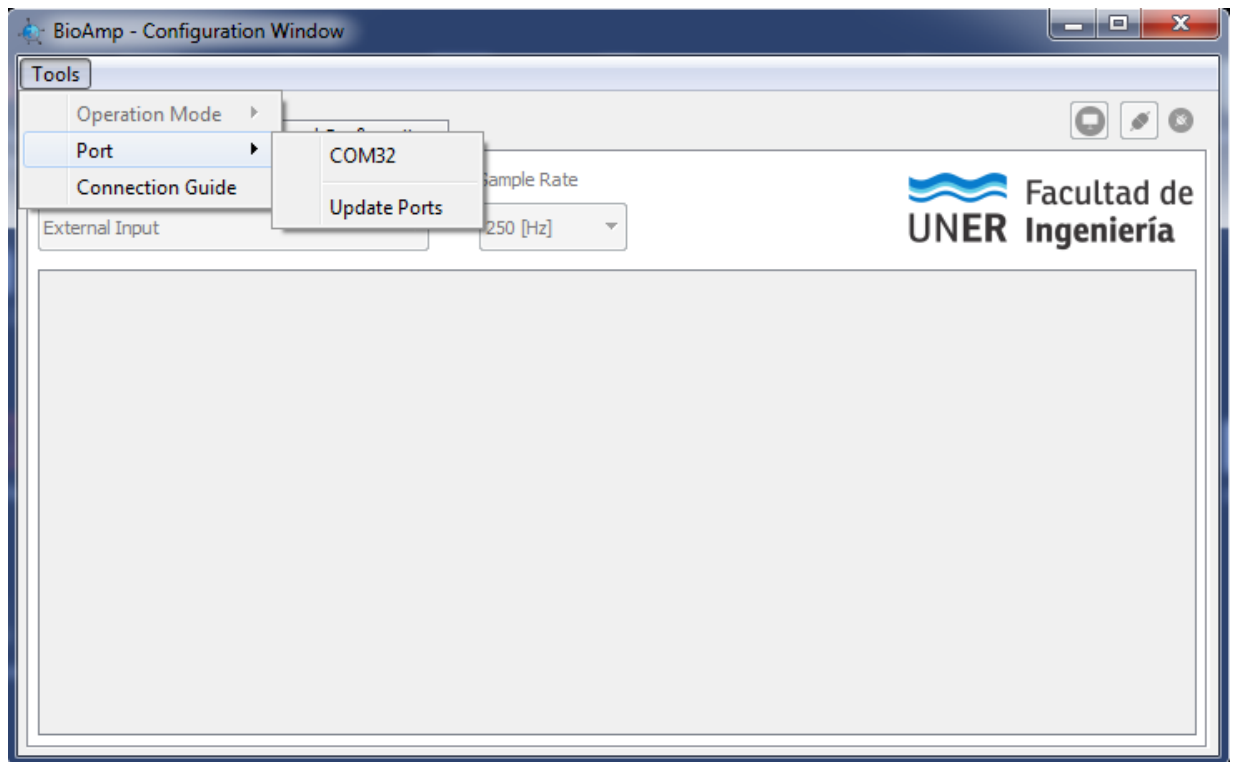


Figura 6

El ícono de conexión/desconexión cambiará a verde  indicando que se ha realizado la conexión con el dispositivo.

En la pestaña de **Basic Configuration** elija la frecuencia de muestreo (*Sample Rate*) y la señal (*Signal*) como *Square*, *3.75[mV]*, *1.95[Hz]*. Luego seleccione *Connect to test signal* en el apartado **All Channels** para conectar todos los canales a la señal de testeo.

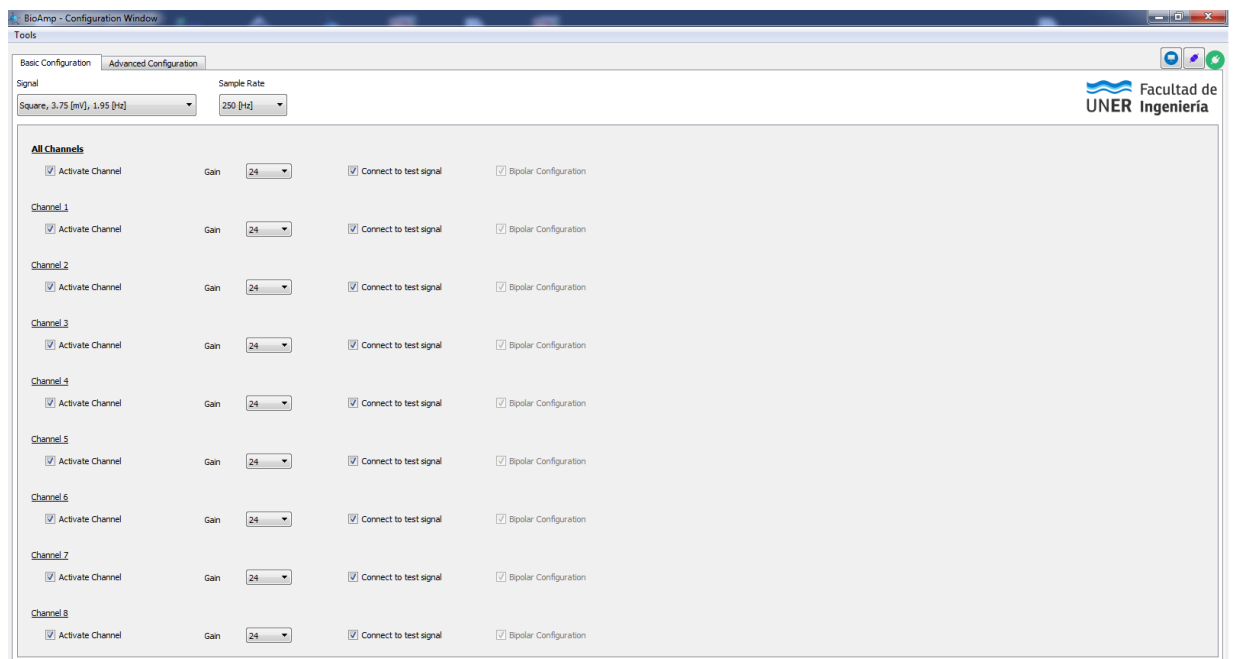




Figura 7

La visualización y registro de las señales se realizará con el software BrainBay. Para ello es necesario en primer lugar desconectar el dispositivo del software de configuración, lo que se logra haciendo clic sobre el botón  con lo que el ícono de conexión/desconexión aparecerá ahora en color rojo  (Figura 18).

Inicie un nuevo diseño en BrainBay. A través del menú **Insert Element** > **Source** > **Biosignal/EEG Amplifier** elija el amplificador OpenBCI en 8 o 16 canales según corresponda.

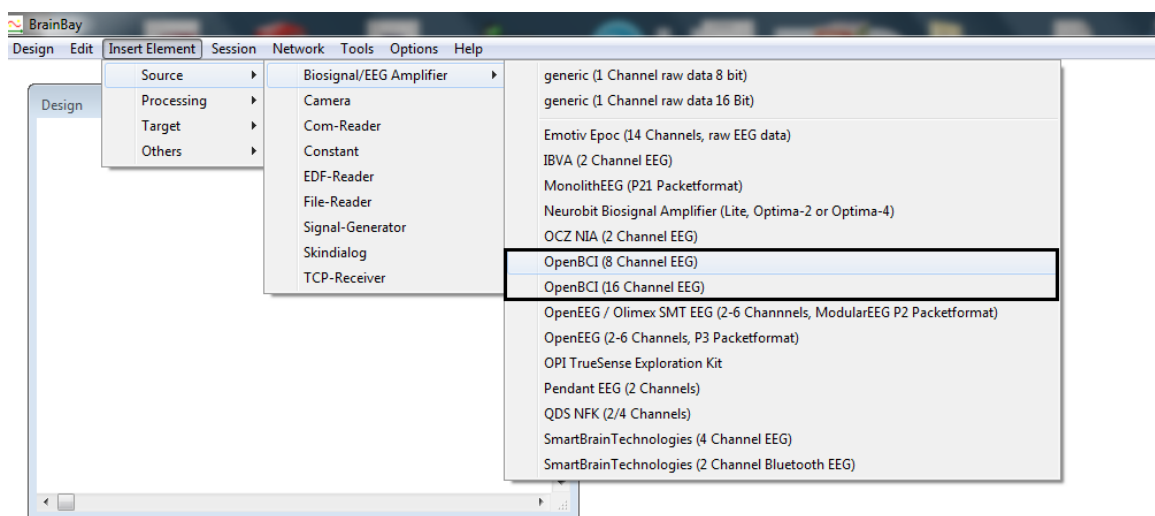


Figura 8

Haciendo clic derecho sobre el icono del amplificador se abre la ventana de conexión del mismo. En esta ventana se debe elegir el puerto COM que se ha definido para el amplificador, esto se puede conocer mediante el Administrador de Dispositivos. La velocidad de comunicación que utiliza el amplificador BioAmp es de 921600 baudios. Una vez que se ha configurado el amplificador se presiona el botón *Disconnect/Connect* para iniciar la comunicación con el amplificador.

A través del menú **Options** > **Application Settings** se abre la ventana que se muestra en la figura 9. En esta ventana se debe colocar la frecuencia de muestreo que se va a utilizar y luego presionar el botón *Apply*.

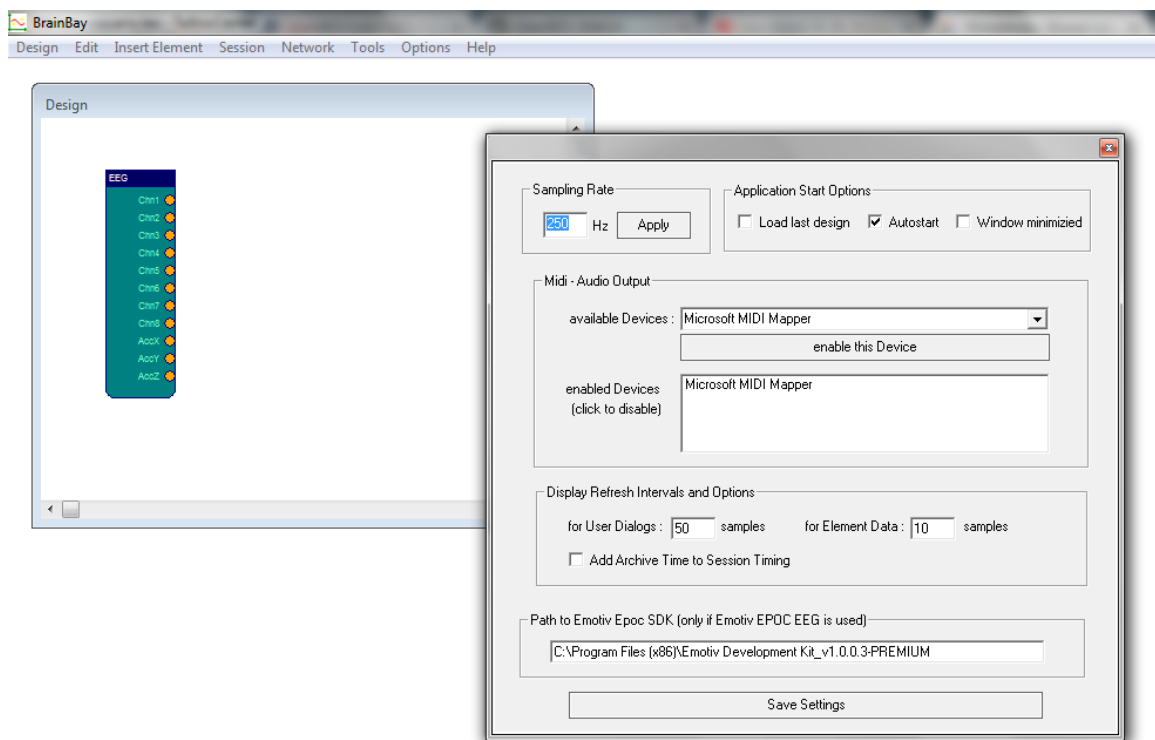


Figura 9

A través del menú **Insert Element** > **Target** > **Osciloscopio** coloque el elemento Osciloscopio en el diseño para visualizar las señales generadas por el amplificador. Conecte uno a uno los canales del Osciloscopio al Amplificador.

es necesario conectar el software BrainBay al dispositivo. Para ello se hace clic derecho sobre el bloque del amplificador (**EEG**), en el diálogo que se abre se debe elegir el puerto COM correspondiente y colocar el valor de 921600 para el *Baud Rate*, tal como se ve en la imagen. Luego se presiona el botón **Connect/Disconnect** para conectar el dispositivo (Figura 10).

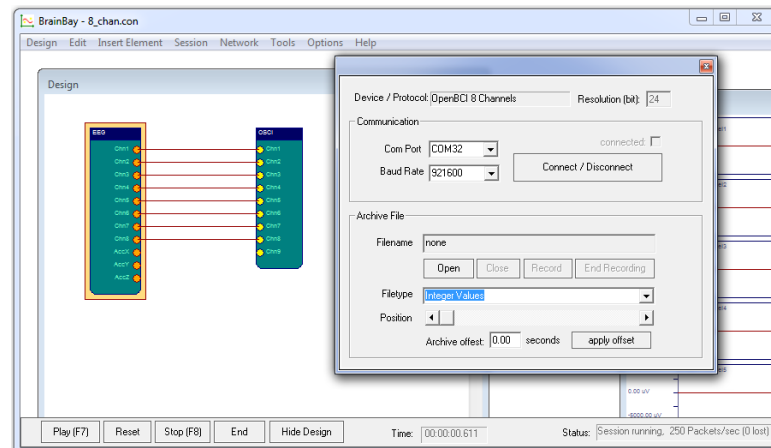


Figura 10

Los canales del osciloscopio están configurados por defecto para mostrar una excursión máxima de $\pm 500\mu\text{V}$, lo que no permite ver la señal completa. Haciendo clic derecho sobre cada canal se accede a la ventana de configuración de ese canal (Figura 11) donde se puede cambiar el rango de entrada a, por ejemplo, $\pm 5000\mu\text{V}$.

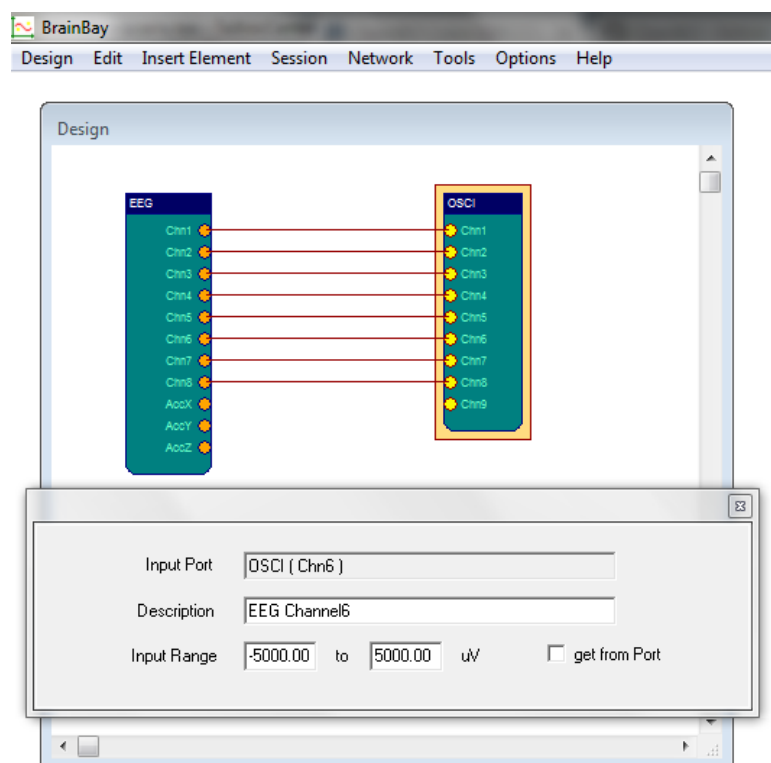


Figura 11

Presionando el botón *Play* en la parte inferior del software se comenzará a ver la señal cuadrada, tal y como se ve en la figura 12.

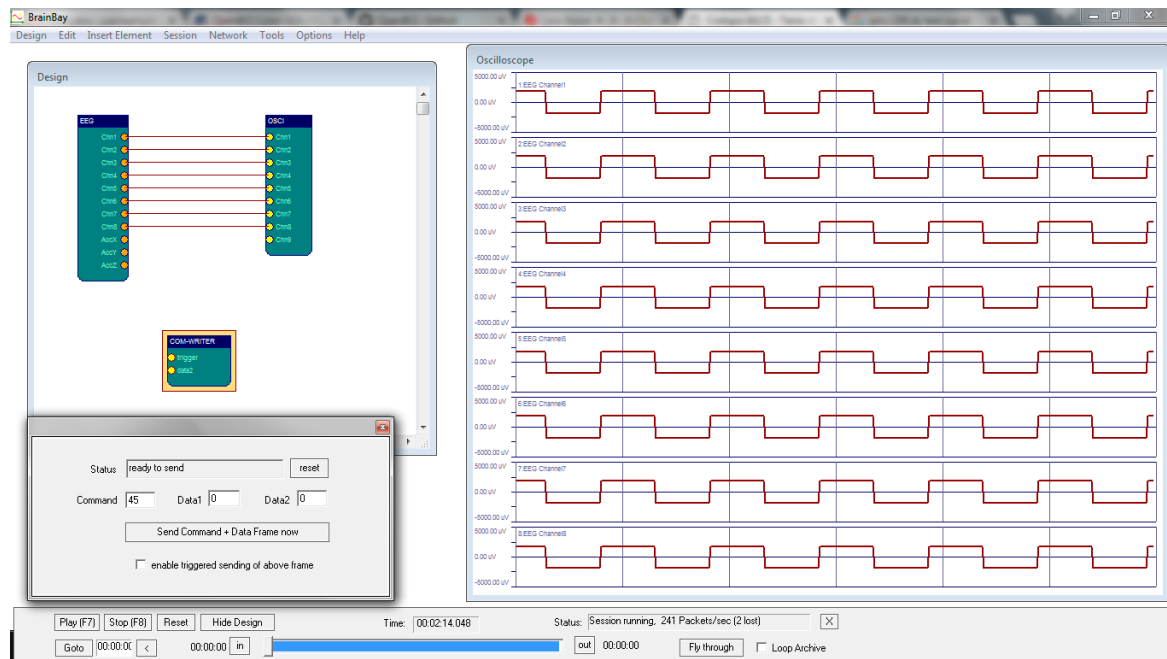


Figura 12

8.2. Adquisición de Señales de ECG

A continuación se muestra, a modo de ejemplo, la captura de una señal de ECG.

Antes de abrir el software BioAmp para realizar la configuración del equipo (Figura 13), desconecte el BioAmp de BrainBay, haga clic derecho sobre el bloque del EEG y presione el botón **Connect/Disconnect**.

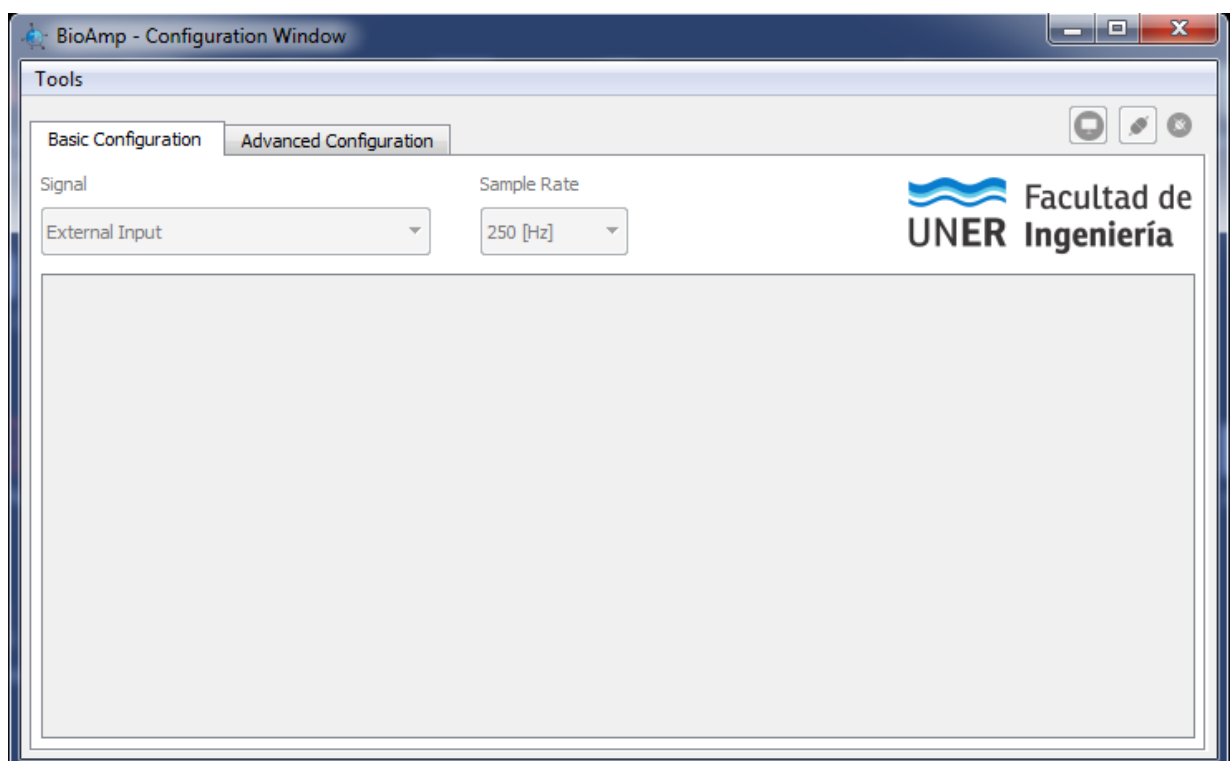


Figura 13

Una vez abierto BioAmp debe ir a **Tools > Port** (Figura 14) y elegir el puerto COM asignado del paso anterior. Si no tiene conectados otros dispositivos COM virtuales sólo se mostrará el COM del BioAmp (en este caso el número 32).

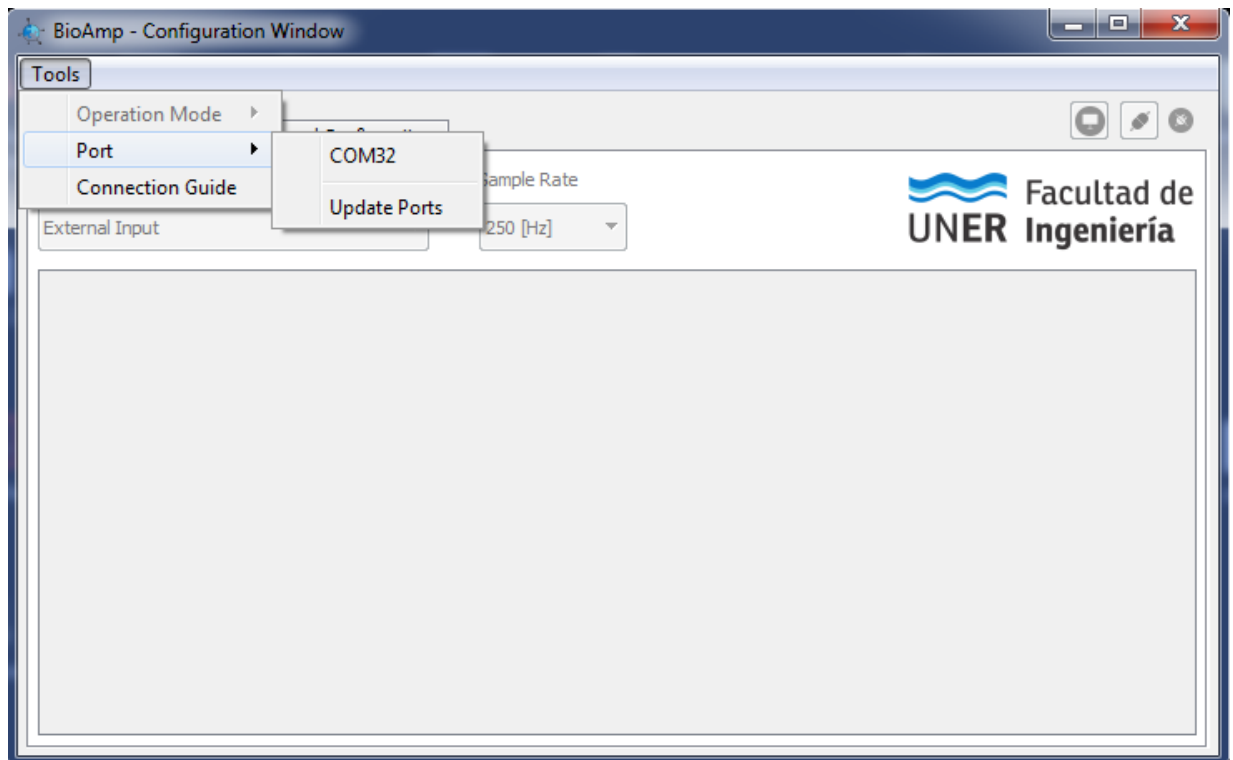


Figura 14

El ícono de conexión/desconexión cambiará a verde  indicando que se ha realizado la conexión con el dispositivo.

En la pestaña de **Basic Configuration** elija la frecuencia de muestreo (*Sample Rate*) y mantenga la señal (*Signal*) como externa (*External Input*).

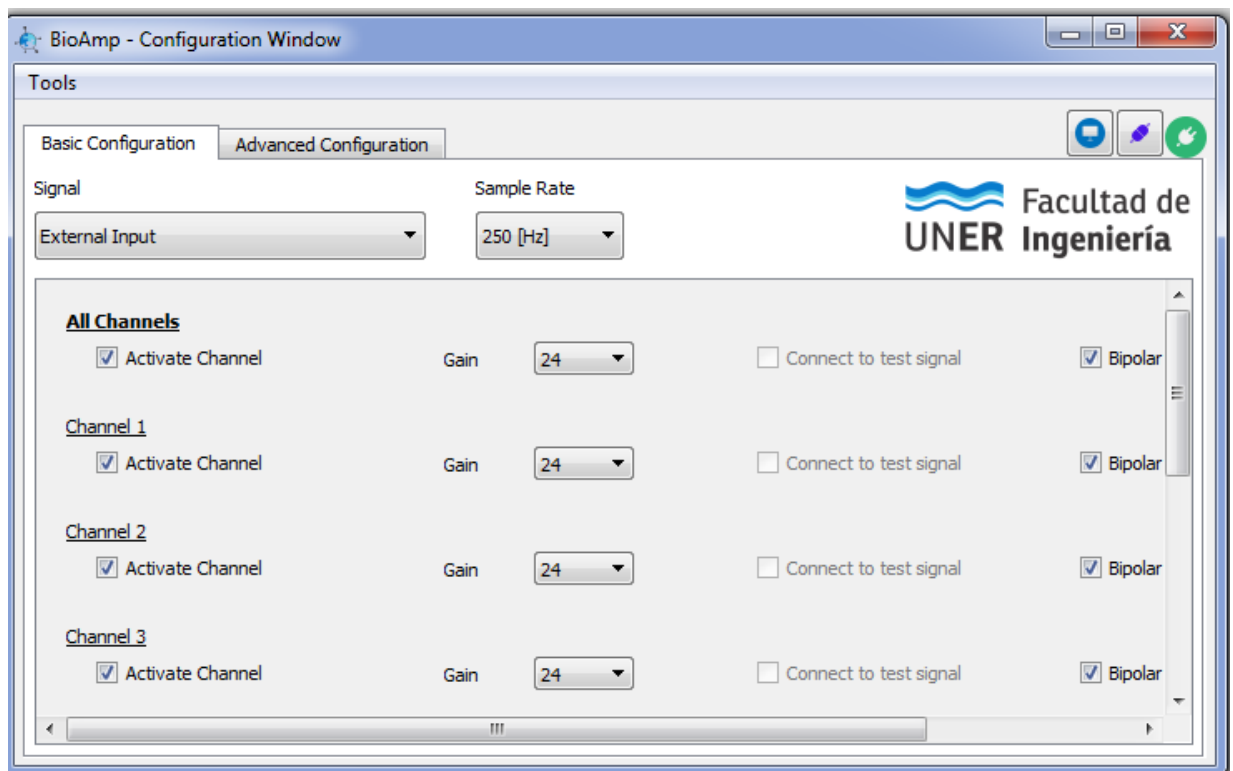


Figura 15

Para la adquisición de ECG se utilizará un sólo canal, en este caso canal 1. Para evitar que el resto de los canales pueda introducir ruido en la señal serán apagados. Para ello se deben destildar el resto de los canales (Figura 16).

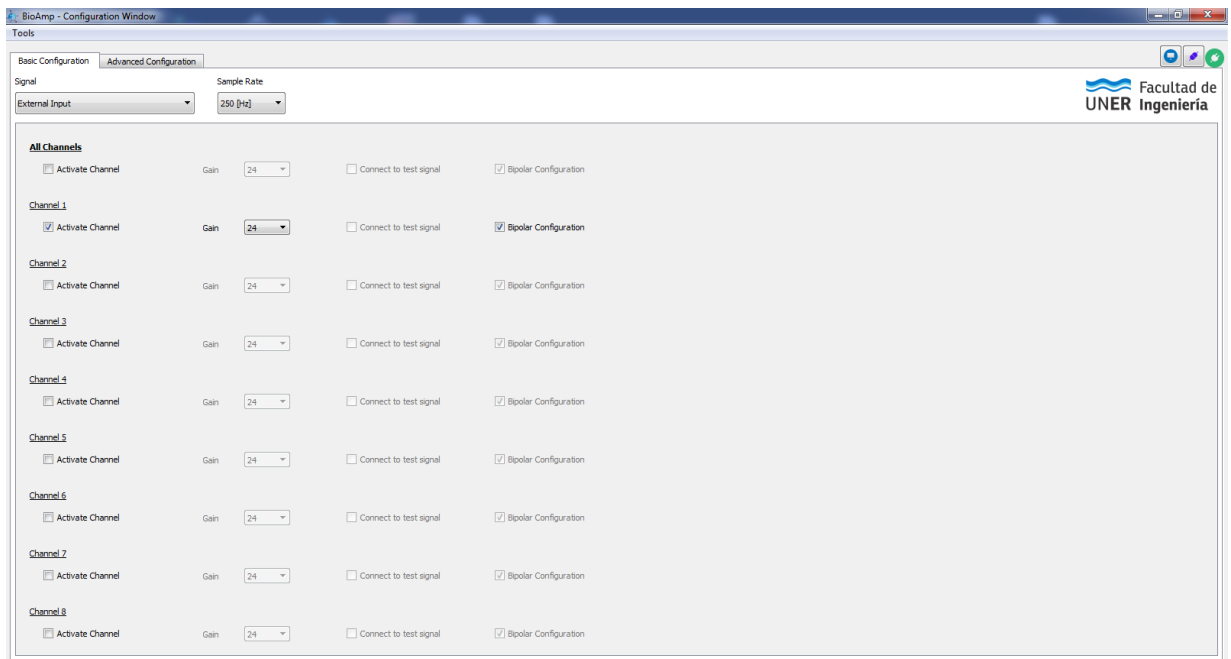




Figura 16

8.3. Visualización y registro

La visualización y registro de las señales se realizará con el software BrainBay. Para ello es necesario en primer lugar desconectar el dispositivo del software de configuración, lo que se logra haciendo clic sobre el botón  con lo que el ícono de conexión/desconexión aparecerá ahora en color rojo  (Figura 18).

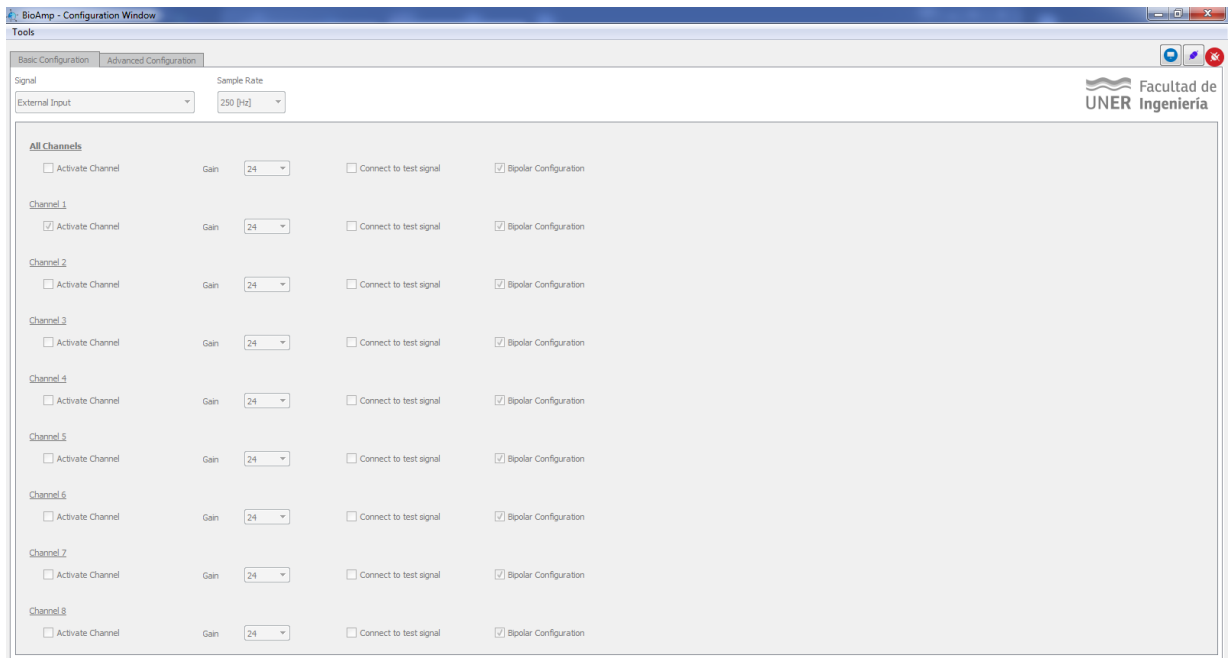


Figura 17

A continuación se abre el software BrainBay. Se puede generar un nuevo archivo para realizar la captura, para facilitar el procedimiento se provee un archivo *ecg.con*. Para abrirlo hay que ir a **Design** » **Load Design** y navegar hasta la carpeta en la que se encuentra el archivo.

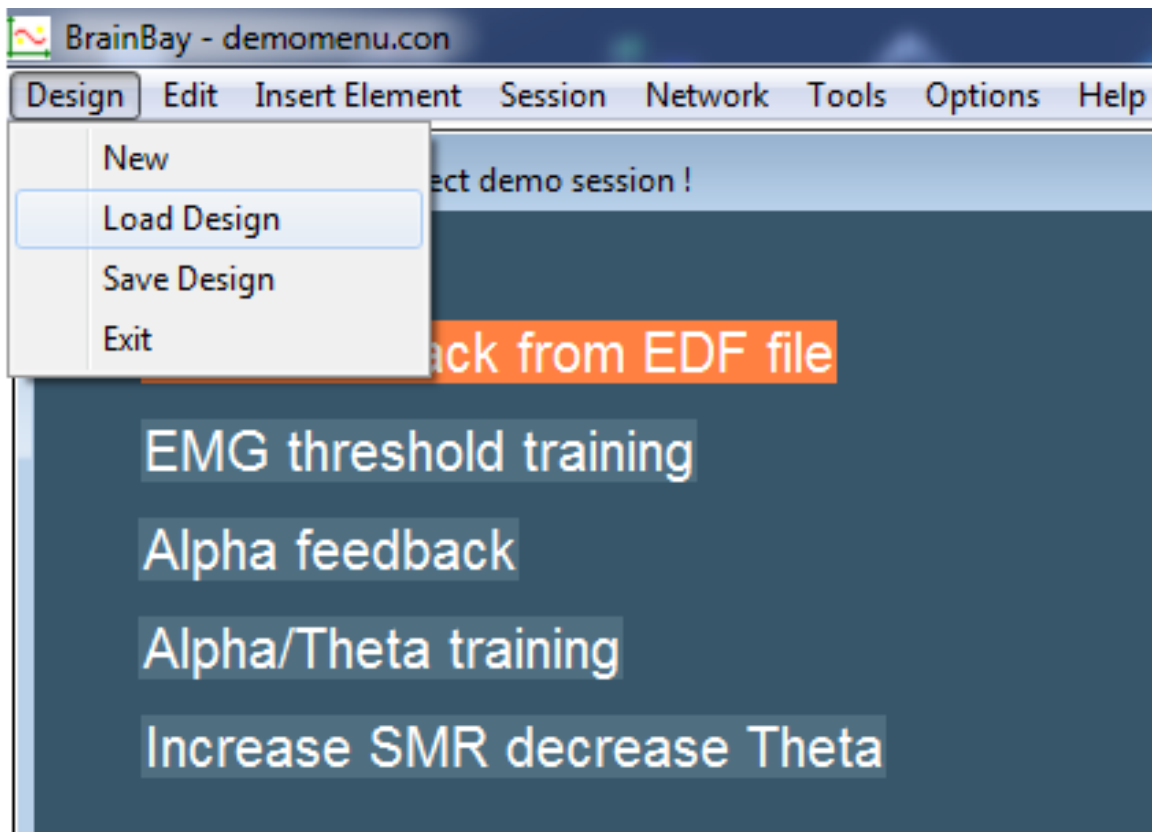


Figura 18

Una vez abierto el archivo es necesario conectar el software BrainBay al dispositivo. Para ello se hace clic derecho sobre el bloque del amplificador (**EEG**), en el dialogo que se abre se debe elegir el puerto COM correspondiente y colocar el valor de 921600 para el *Baud Rate*, tal como se ve en la imagen. Luego se presiona el botón **Connect/Disconnect** para conectar el dispositivo (Figura 19).

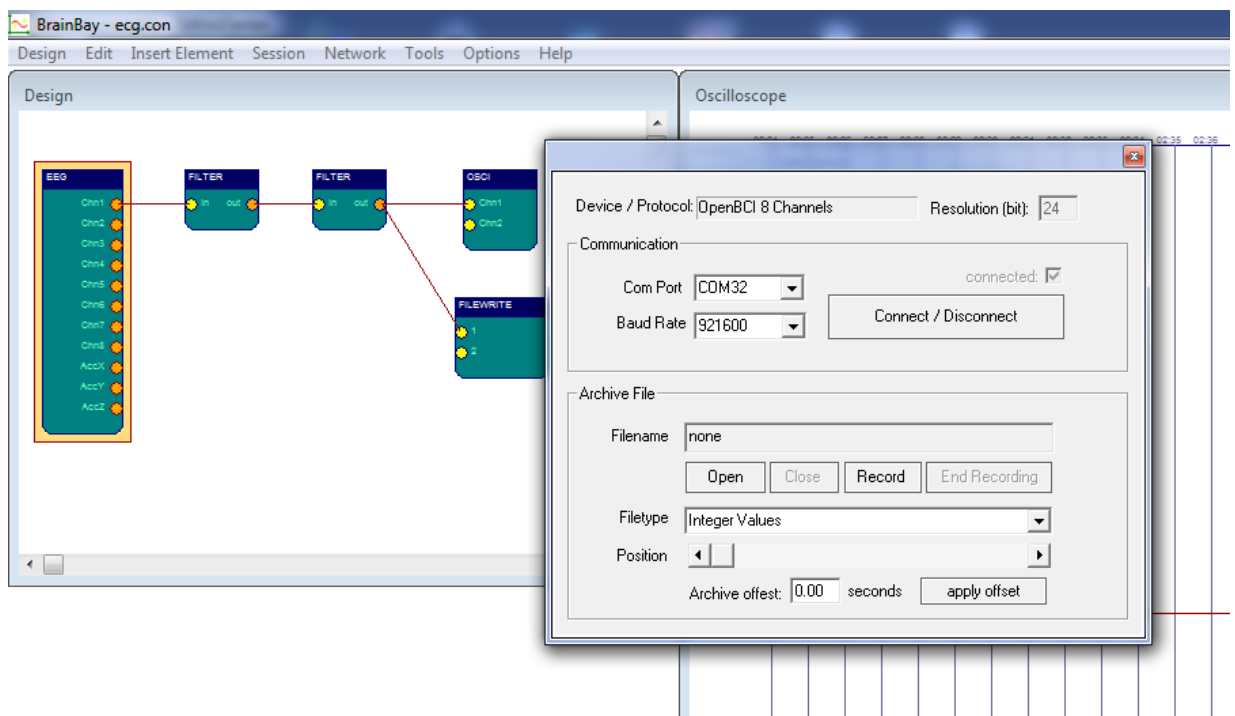


Figura 19

Para visualizar correctamente las señales también es necesario configurar la velocidad de muestreo en Brainbay. Para ello se debe hacer clic en **Options >> Application Settings** (Figura 20).

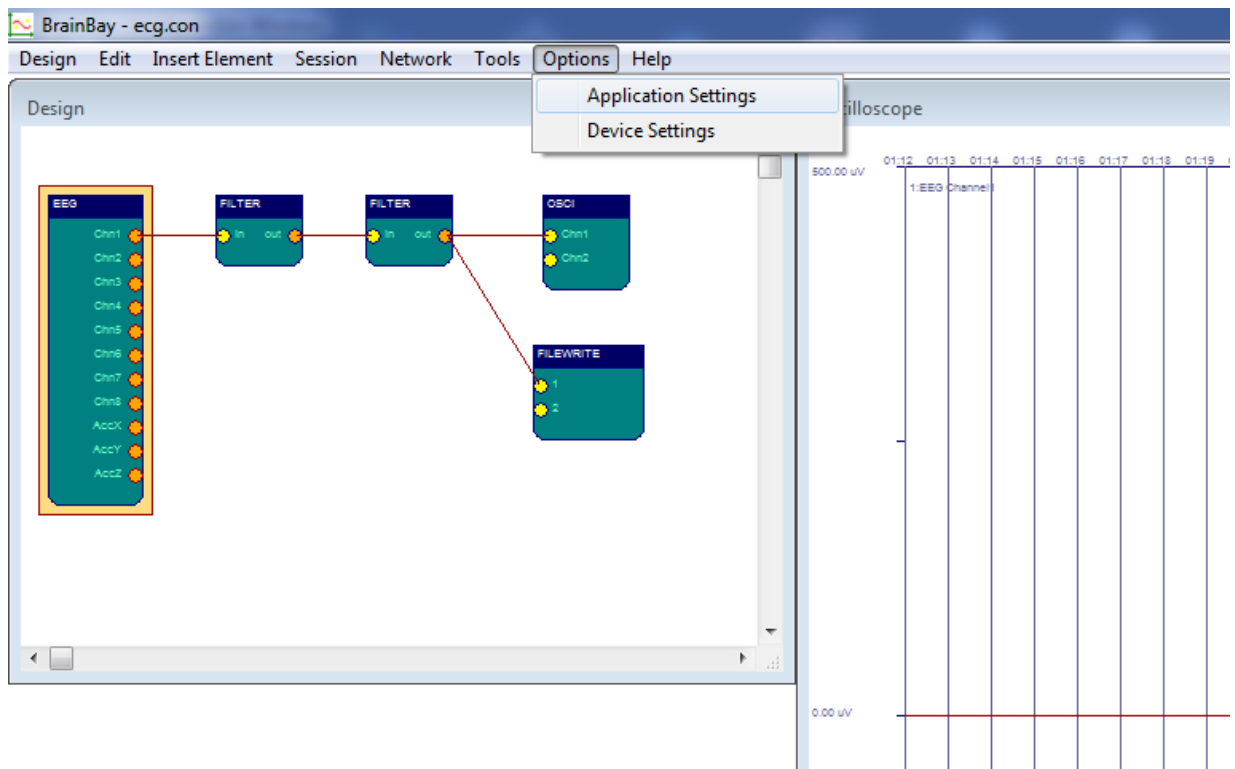


Figura 20

colocar en *Sampling Rate* la misma frecuencia de muestreo utilizada cuando se configuró el BioAmp y hacer clic en **Apply** (Figura 21).

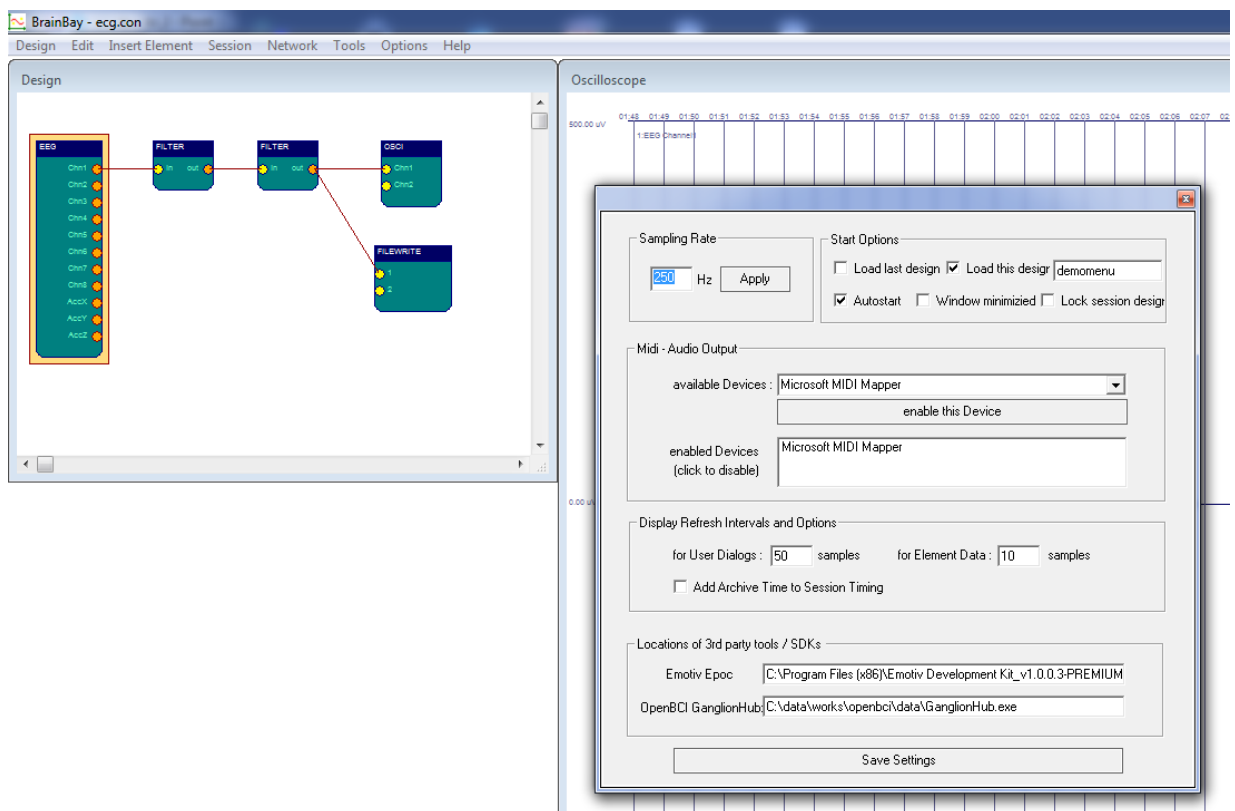


Figura 21

Al hacer clic en el botón **Play** (esquina inferior derecha) comenzará la transmisión de datos. Conectar los electrodos y los cables paciente como se ve en la Figura 22.

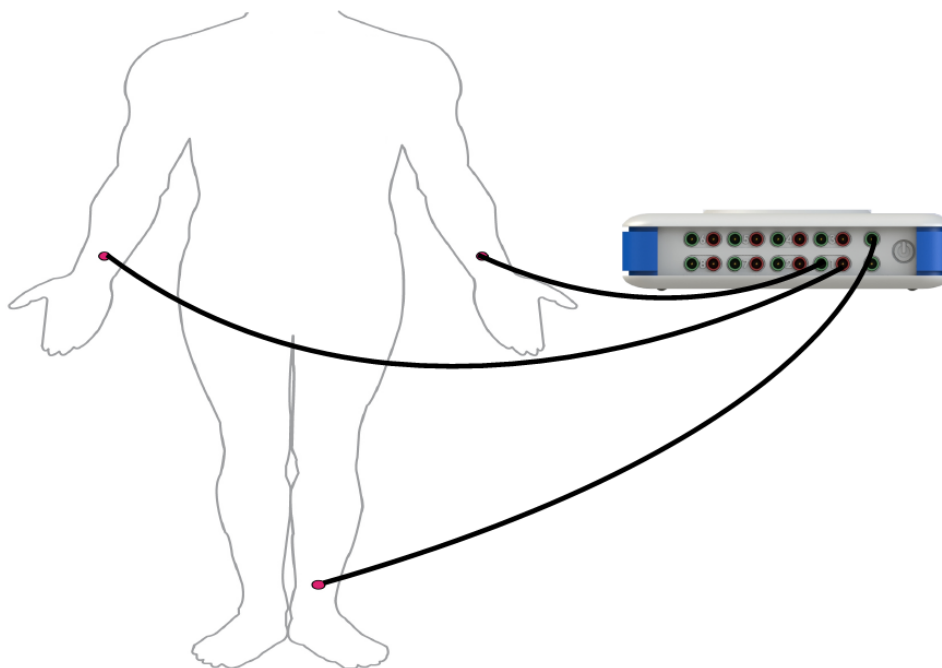


Figura 22

En la Figura 23 se muestra, a modo de ejemplo, la captura de una señal de ECG. En la figura 22 se puede ver la disposición de electrodos y los lugares de conexión.

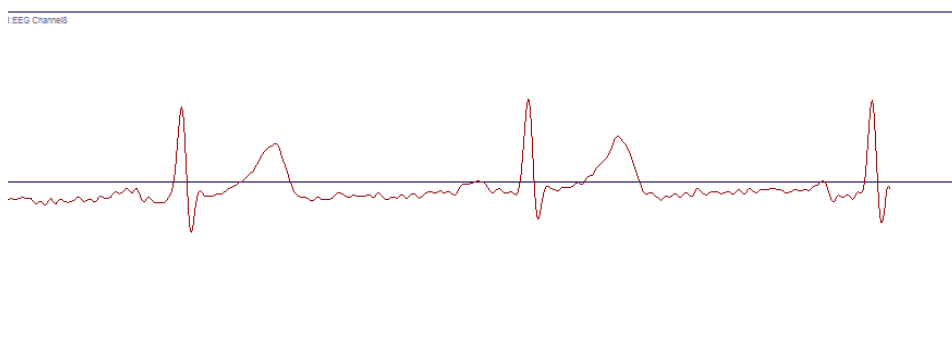


Figura 23

Si se desea realizar la captura de la señal a un archivo es necesario configurar el bloque de *FILEWRITE*. Para ello se debe hacer clic derecho sobre el bloque para abrir el diálogo de configuración Figura 24.

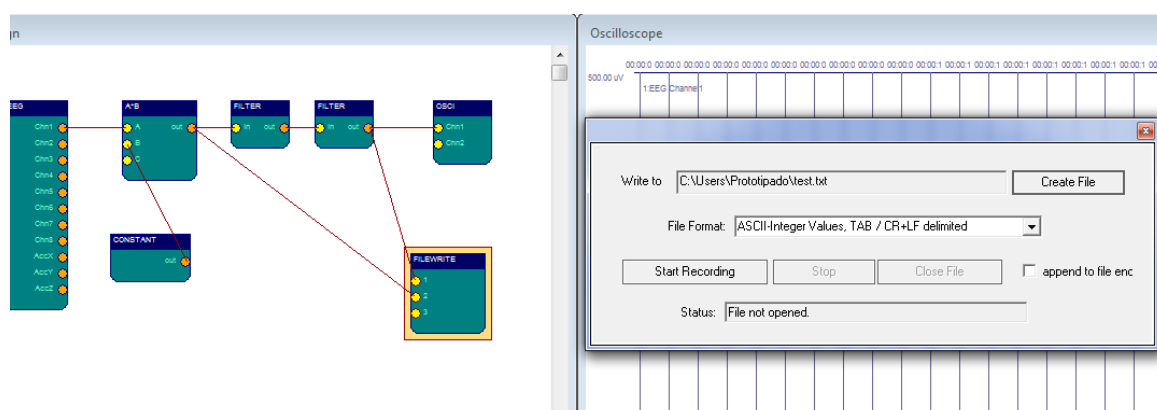


Figura 24

Allí se debe elegir la forma en la que se guardarán los datos (*File Format*) y crear el archivo haciendo clic en

Create file. Cuando se quiera dar inicio a la captura de datos se debe presionar **Start Recording** Figura 25.

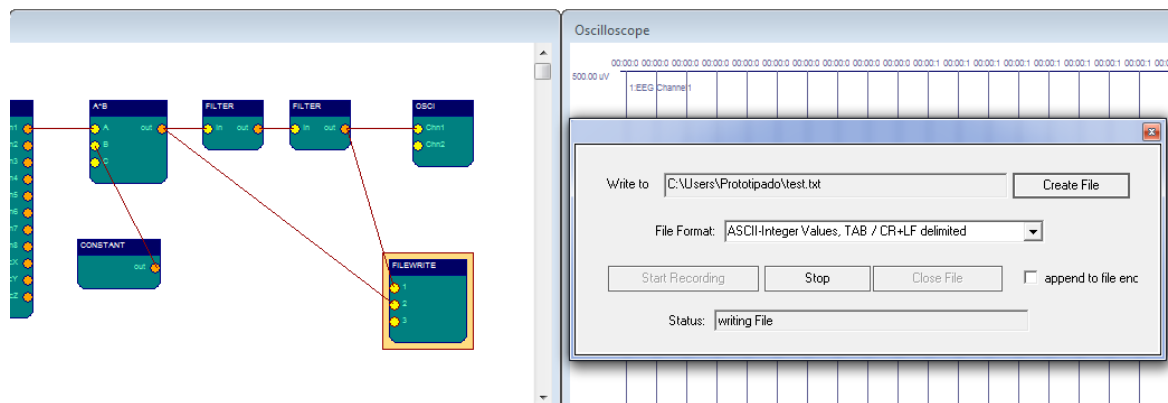


Figura 25

Para finalizar la captura de datos a archivo se presiona primero **Stop** y luego **Close File** Figura 27.

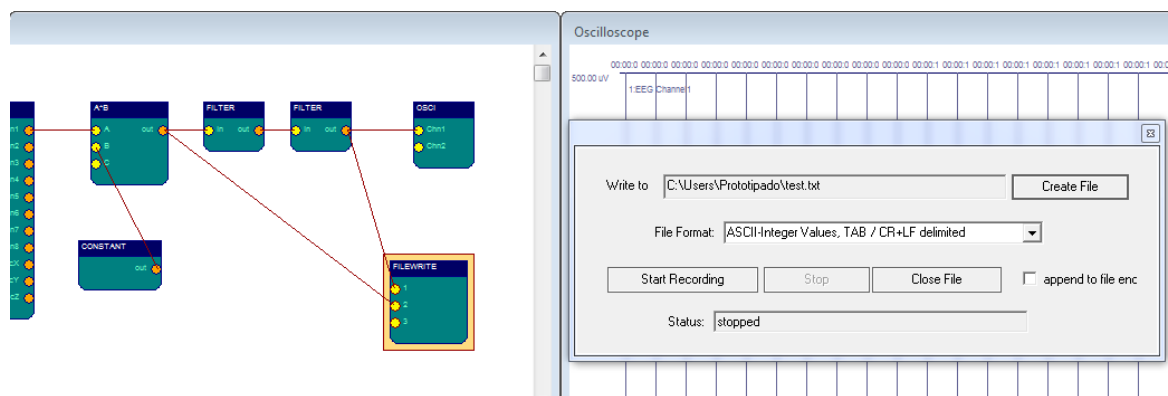


Figura 26

9. Cambio de ganancia

BrainBay cuenta con drivers para trabajar con varios amplificadores de biopotenciales, uno de ellos es el dispositivo OpenBCI. El BioAmp *simula* ser un amplificador OpenBCI para poder comunicarse con BrainBay.

El proyecto OpenBCI trabaja con una ganancia fija de 24, por lo que el BrainBay calcula los valores de voltaje recibidos teniendo en cuenta ese factor. Si se utiliza la ganancia de 24 en el BioAmp (como en el ejemplo del ECG) no es necesario realizar ningún cambio.

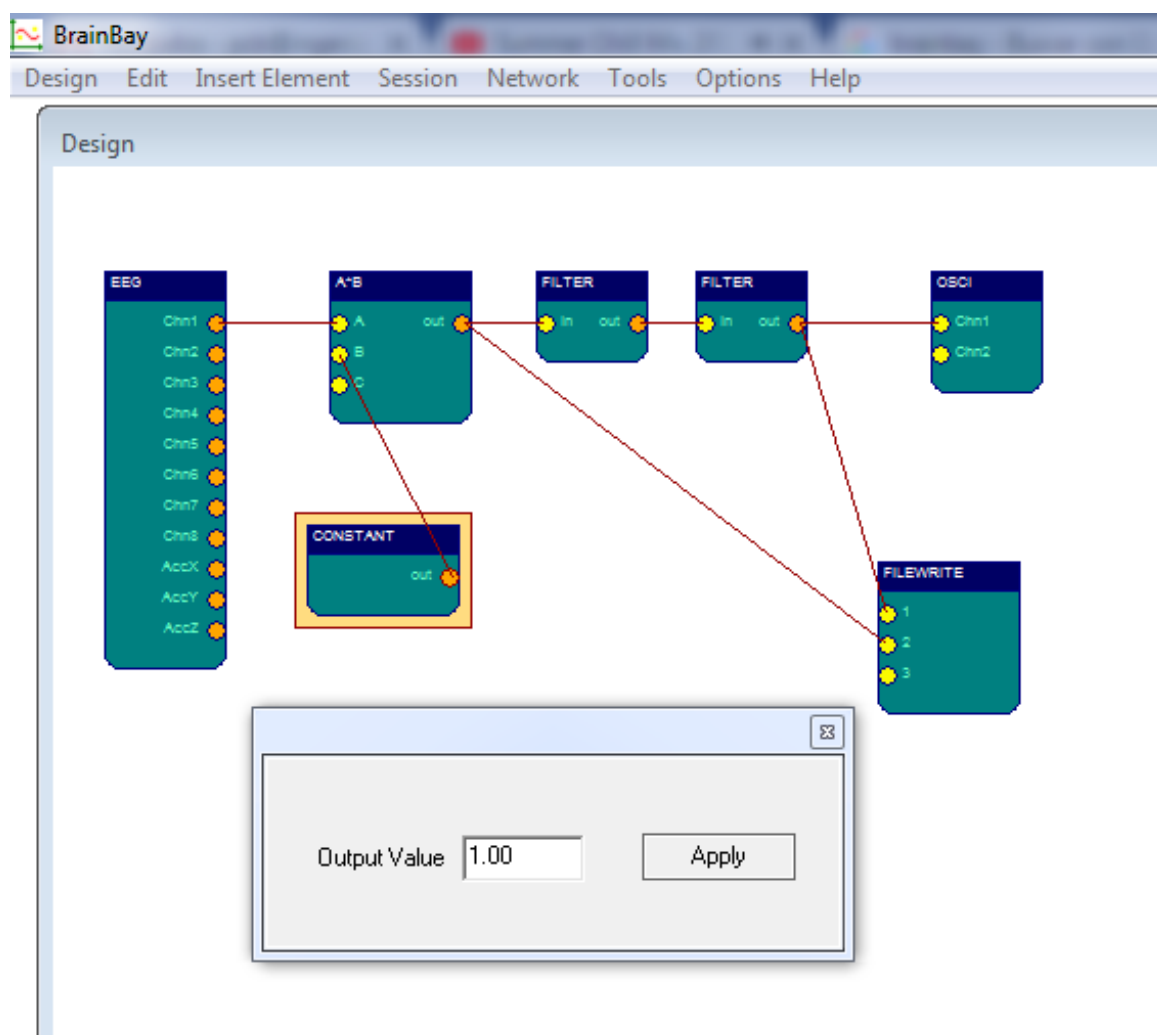


Figura 27

Si se utiliza, sin embargo, una ganancia distinta será necesario modificar los datos recibidos. La manera más sencilla es modificar el valor en el bloque **CONSTANT** según la tabla.

Ganancia del BioAmp	Constante
1	24
2	12
4	6
6	4
8	3
12	2
24	1

10. Configuración del BioAmp