

# Amplificador de Biopotenciales BioAmp



## Manual de Usuario

BioAmp v1.0.0

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
1.1. Características	3
<b>2. Funcionamiento y Conexión</b>	<b>3</b>
2.1. Conectores, pulsador y led	4
2.2. Conectores en el frente	4
2.3. Conectores en la parte trasera	4
<b>3. Configuración cascada para 16 canales</b>	<b>5</b>
3.1. Cables de conexión	5
3.2. Diagrama de Conexión	5
<b>4. Generación de BIAS</b>	<b>6</b>
<b>5. Uso del conector de REFERENCIA</b>	<b>6</b>
<b>6. Configuración y Control del <i>Bioamp</i></b>	<b>6</b>
6.1. Conjunto de Comandos	7
6.1.1. Comandos de control	7
6.1.2. Comando de configuración de canales	7
6.1.3. Medición de Impedancia	9
6.1.4. Configuración de frecuencia de muestreo	9
6.2. Comandos Miscelaneos	10
6.3. Conjunto de Comandos para 16 canales	10
<b>7. Software de adquisición</b>	<b>11</b>
7.1. Adquisición de Señales con BrainBay	11
7.2. Adquisición de Señales de ECG	14
<b>8. Medición de Impedancia</b>	<b>15</b>
<b>9. Actualización de firmware</b>	<b>16</b>
<b>10. Instalación de Drivers</b>	<b>17</b>
10.1. Cliente para configuración del BioAmp	19

## 1. Introducción

*BioAmp* es un amplificador de biopotenciales desarrollado en **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)**.

### 1.1. 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 monopoles (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
8	$\pm 0.562V$	67nV
16	$\pm 0.281V$	33.5nV
24	$\pm 0.187V$	22.35nV

## 2. Funcionamiento y Conexión

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.

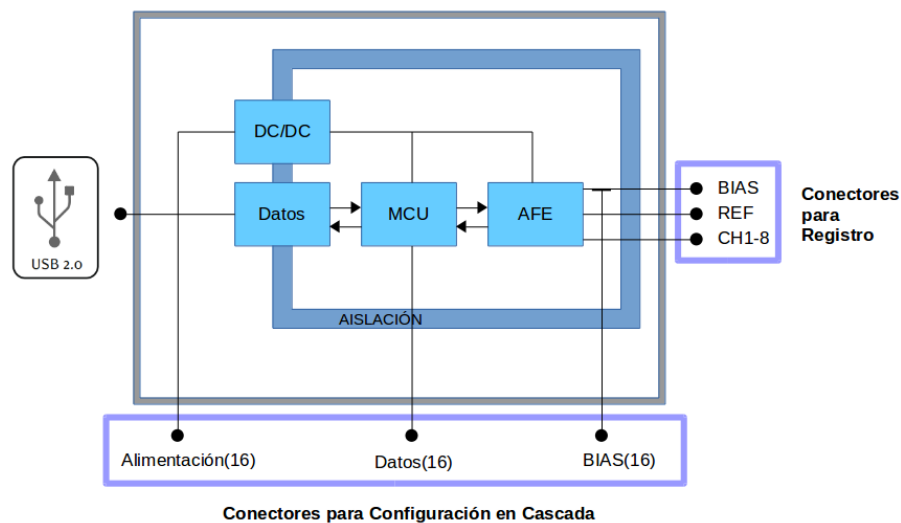


Figura 1: Diagrama en bloques del amplificador *BioAmp*

### 2.1. Conectores, pulsador y led

El dispositivo cuenta con un diodo led bicolor en el frente que comienza a parpadear cuando el amplificador es energizado a través del puerto USB.

### 2.2. Conectores en el frente

El frente del *BioAmp* cuenta con 18 conectores Touchproof, figura 2, de los cuales:

- 16 conectores están destinados a los electrodos, facilitando el registro de 16 señales monopoles u 8 señales diferenciales con conectores rojos para la entradas  $P$ , y conectores verdes para las entradas  $N$  del amplificador.
- 2 conectores para las señales de BIAS y de referencia.

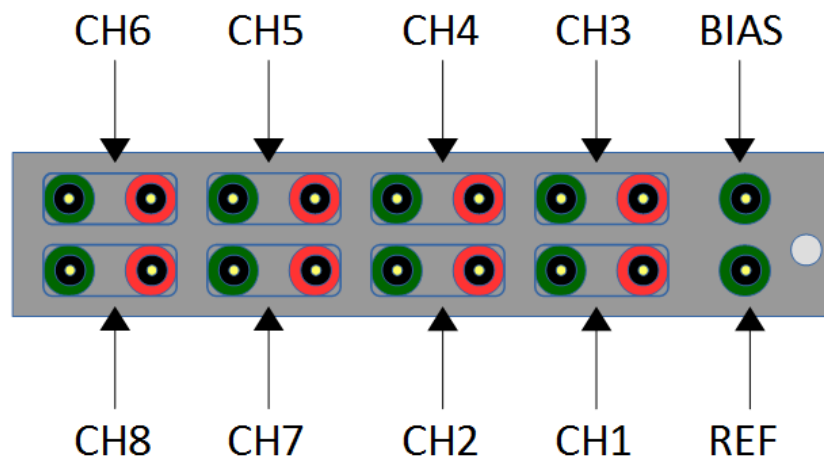


Figura 2: Diagrama de los conectores en el frente del amplificador

### 2.3. Conectores en la parte trasera

La parte trasera del BioAmp 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 BIAS y datos entre dos BioAmp.

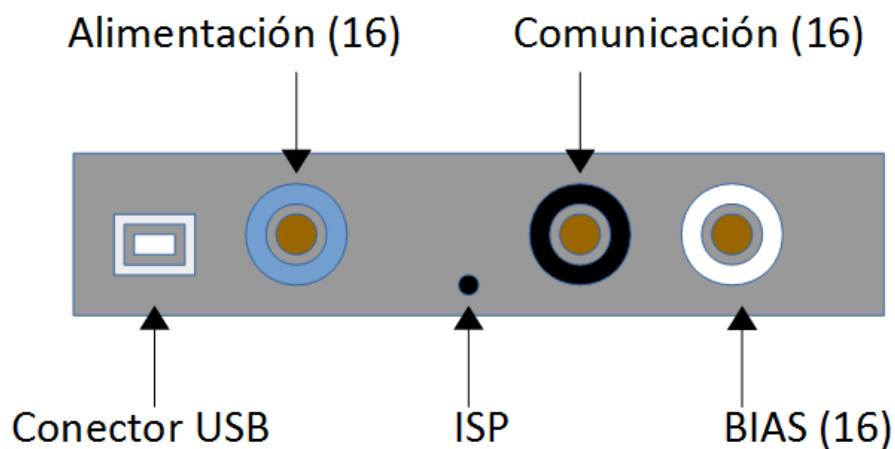


Figura 3: Diagrama de los conectores en la parte trasera del amplificador

### 3. Configuración cascada para 16 canales

*BioAmp* permite interconectar 2 unidades de manera de extender el sistema a 16 canales de adquisición. En esta configuración la frecuencia máxima de muestreo se encuentra limitada a 1000Hz por canal.

En la conexión en cascada, uno de los *BioAmp* trabaja como «maestro», su diodo led parpadea de color verde, mientras que el otro *BioAmp* trabaja en modo «esclavo», y su diodo led parpadeará en color rojo.

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

#### 3.1. Cables de conexionado

Para la conexión entre dos *BioAmp* se emplean 3 cables. El conector ubicado a la derecha del conector USB (identificado en color azul en la figura 3) transmite la alimentación desde el «maestro» al «esclavo». Se utiliza el cable con 2 pines, que cuenta en uno de sus extremos 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 doble propósito de identificar ese extremo y, además, 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 en el extremo derecho transmite la señal de BIAS (identificado en color blanco en la figura 3). Este cable es reversible y se utiliza el que cuenta con cuatro pines.

El conector central (identificado en color negro en la figura 3) 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 a conectar a la unidad «esclavo». Se debe utilizar el cable cuyos conectores cuentan con 10 pines.

#### 3.2. Diagrama de Conexión

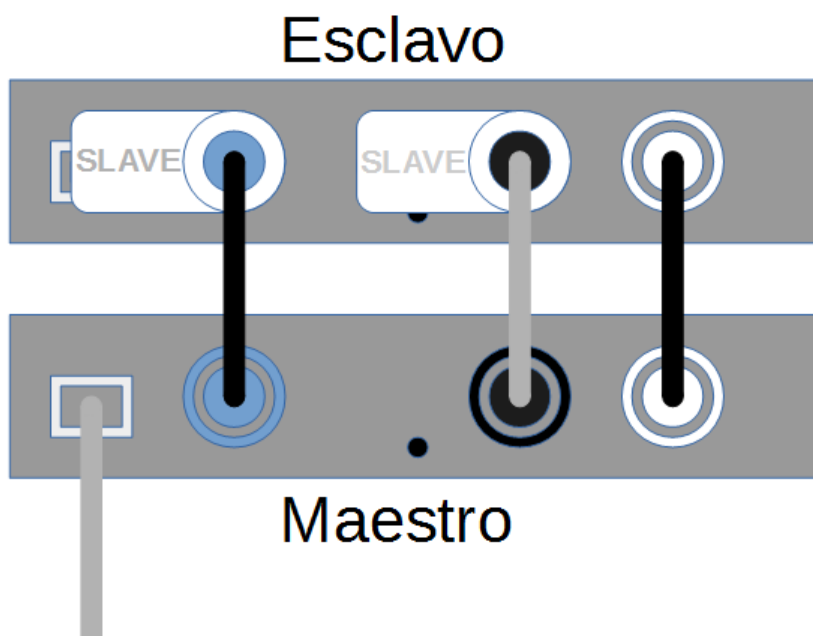


Figura 4: Diagrama de conexión en 16 canales

## 4. Generación de BIAS

El circuito de BIAS se utiliza para contrarrestar la interferencia de modo común en un sistema EEG como resultado de las líneas eléctricas y otras fuentes. El circuito de BIAS 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 del BIAS, pero se puede optar por desconectar cualquiera de ellos (ver 6.1.2).

Un conector en la parte trasera del dispositivo (ver 2.3) permite compartir la señal de BIAS de dos BioAmp en la configuración de 16 canales, con lo que se logra generar la señal de BIAS a partir de cualquiera de los 16 electrodos disponibles.

## 5. Uso del conector de REFERENCIA

EL AFE utilizado en 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 SRB2 (ver 6.1.2), y el mismo es accesible a través del conector de REFERENCIA en la parte frontal del equipo.

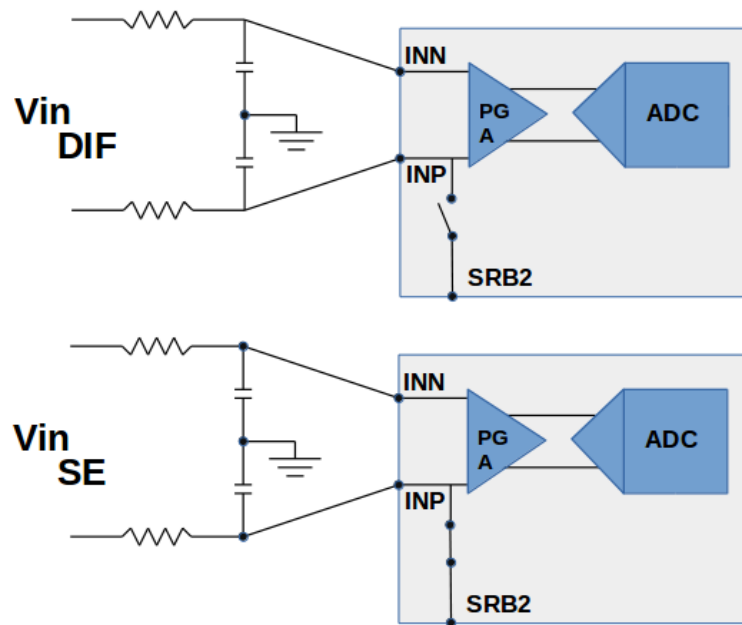


Figura 5: (a) Configuración en modo diferencial; (b) Configuración en modo «single-ended». Por simplicidad se muestra un solo canal.

## 6. Configuración y Control del *Bioamp*

El control y configuración del *BioAmp*, tanto por parte del usuario como de una aplicación dedicada, se realiza mediante comandos definidos como caracteres ASCII y enviados por el puerto USB. Para esto debe conectarse el *BioAmp* a una PC que disponga de algún software de manejo de puerto serie (ver sección 10.1). Al iniciar el *BioAmp* (v1.0.0) mostrará el siguiente mensaje:

```

vBioAmp V1.0.0 8-16 canales
Serial 17-000
ADS1299 en placa maestro ID: 0x3e
Firmware: v1.0.0

-----
Command list:
-----

send 'b' to start data stream
send 's' to stop data stream
use 1,2,3,4,5,6,7,8 to turn OFF channels
use !,@,#,$,%,^,&,* to turn ON channels
in 16chan, use q,w,e,r,t,y,u,i to turn OFF channels
in 16chan, use Q,W,E,R,T,Y,U,I to turn ON channels
send 'd' to set channels to default
send '?' to print all registers
send 'v' to initialize board
send 0,-,=,p,l,l to enable test signals
send 'z' <CHANNEL, PCHAN, NCHAN> 'Z' to start impedance test <see User Manual>
send 'x' <CHANNEL, POWER_DOWN, GAIN_SET, INPUT_TYPE_SET, BIAS_SET, SRB2_SET, SRB1_SET> 'X' for channel setting <see User Manual>
send 'A' for 2kHz sample rate <only in 8chan>
send 'S' for 1kHz sample rate
send 'F' for 500Hz sample rate
send 'G' for 250Hz sample rate
$$$
$$$

```

Figura 6: Mensaje de inicio por terminal. Soft de comunicación serie Realterm.

En el mensaje de bienvenida se observan datos de la unidad, incluyendo el numero de serie, la versión del firmware, y un listado de comandos principales para controlar el amplificador.

## 6.1. Conjunto de Comandos

### 6.1.1. Comandos de control

A continuación se presentan los caracteres ASCII empleados para el control y configuración del *BioAmp*.

#### Apagado de los canales

Secuencia de comandos ASCII: **1 2 3 4 5 6 7 8**

Estos caracteres ASCII apagan los respectivos canales [1-8]. Los canales apagados, se leerán como 0.00 en modo de transmisión.

#### Encendido de los canales

Secuencia de comandos ASCII: **! @ # \$ % ^ & \***

Estos caracteres ASCII encienden los respectivos canales [1-8]. El canal leerá el valor del conversor ADC en modo de transmisión.

#### Señales de testeo

Secuencia de comandos ASCII: **0 - = p [ ]**

Enciende todos los canales disponibles y los conecta a las señales internas de testeo. Éstas son útiles para el testeo de funcionamiento del equipo. Por ejemplo, se puede medir el ruido interno al enviar el comando ASCII **0** que conecta todas las entradas a GND.

### 6.1.2. Comando de configuración de canales

La configuración de los canales requiere de seis parámetros para cada canal del ADC. Para acceder a la configuración de los canales primero debe enviarse 'x'. El amplificador esperará los próximos 7 comandos para la configuración de canales. La secuencia se cierra con el envío del carácter 'X' que establece la configuración enviada. El primer comando de configuración enviado corresponde al número del CANAL. Si se han conectado dos amplificadores en serie se podrán seleccionar hasta 16 canales. Los siguientes seis caracteres ASCII son los

Cuadro 2: Comandos de Testeo

Comando ASCII	Descripción
<b>0</b>	Conecta a GND
<b>-</b>	Conecta a la señal de testeo $\pm 1.875\text{mV}$ , $0.97\text{Hz}$
<b>=</b>	Conecta a la señal de testeo $\pm 1.875\text{mV}$ , $1.95\text{Hz}$
<b>p</b>	Conecta a señal de DC
<b>[</b>	Conecta a la señal de testeo $\pm 3.75\text{mV}$ , $0.97\text{Hz}$
<b>]</b>	Conecta a la señal de testeo $\pm 3.75\text{mV}$ , $1.95\text{Hz}$

parámetros a configurar para cada canal. La estructura una secuencia de configuración se presenta a continuación, la tabla 3 describe los comandos disponibles.

**x** [CANAL, APAGADO, GANANCIA, CONFIGURACION DEL TIPO DE ENTRADA, CONFIGURACION DE BIAS, CONFIGURACION DE SRB1, CONFIGURACION DE SRB] **x**

Cuadro 3: Comandos de Configuración

Función	Comando ASCII	Descripción
CANAL	<b>12345678</b>	Selección de canal con un único amplificador
APAGADO	<b>0</b>	Encendido (por defecto)
	<b>1</b>	Apagado
GANANCIA	<b>0</b>	Ganancia del Canal = 1
	<b>1</b>	Ganancia del Canal = 2
	<b>2</b>	Ganancia del Canal = 4
	<b>3</b>	Ganancia del Canal = 6
	<b>4</b>	Ganancia del Canal = 8
	<b>5</b>	Ganancia del Canal = 16
	<b>6</b>	Ganancia del Canal = 24 (por defecto)
ENTRADA	<b>0</b>	Conexión a entrada de electrodo (por defecto)
	<b>1</b>	Entrada cortocircuitada (para medición de ruido u offset)
	<b>2</b>	Conexión para medición de BIAS
	<b>3</b>	Conexión para medición de la fuente de alimentación MVDD
	<b>4</b>	Conexión al sensor de temperatura
	<b>5</b>	Conexión a la señal de testeo
	<b>6</b>	BIAS_DRP (el electrodo positivo es el driver)
	<b>7</b>	BIAS_DRN (el electrodo negativo es el driver)
BIAS	<b>0</b>	Desconexión de BIAS del canal
	<b>1</b>	Incluye BIAS (por defecto)
SRB2	<b>0</b>	Desconecta la entrada de SRB2
	<b>1</b>	Conecta las entradas a SRB2 (por defecto)
SRB1 <sup>1</sup>	<b>0</b>	Desconecta todas las entradas de SRB1 (por defecto)
	<b>1</b>	Conecta todas las entradas N a SRB1

<sup>1</sup>La conexión de SRB1 no está soportada en la versión de hardware v1.1.0. No obstante esto su comando de configuración debe enviarse para completar la trama de comandos de configuración



### Ejemplo de Configuración sobre el canal 3.

Secuencia de comandos ASCII: **x3020000X**

'x' ingresa en modo Configuración de canal. El canal 3 se configura como encendido, con ganancia de 4, entrada normal, se remueve de la generación de BIAS, se desconecta de SRB2 y SRB1. La 'X' final establecerá la configuración enviada como la configuración actual del AFE. Es necesario un delay ( $\leq 10\text{mSeg}$ ) cuando se envían múltiples canales.

La figura 7 muestra la respuesta obtenida a través del terminal serie al enviar la configuración del canal 3.

```
xReady to accept new channel settings\r\nLoad settings of channel: 3\r\nXUpdating channel settings\r\n
```

Figura 7: Mensaje presentado por el BioAmp durante la configuración de un canal. Ejemplo canal 3.

### 6.1.3. Medición de Impedancia

La medición de impedancia de electrodo requiere de una configuración similar a la de registro (6.1.2).

Para medición de impedancia se emplean dos parametros por canal. La medición se realiza aplicando una corriente sinusoidal de  $6\text{ nA}$  -  $31.2\text{Hz}$  al canal.

Cuadro 4: Medición de impedancia

Comando ASCII	Descripción
0	Señal de medición no aplicada (por defecto)
1	Señal de medición aplicada

### Ejemplo de Configuración para medición de impedancia.

Secuencia de comandos ASCII: **z410Z**

'z' ingresa en modo configuración de impedancia. El canal 4 se configura para medir la impedancia en la entrada P. La 'Z' final establece la configuración en los registros del AFE.

### 6.1.4. Configuración de frecuencia de muestreo

Permite cambiar la frecuencia de muestreo cuando se trabaja en 8 o 16 canales:

Cuadro 5: Configuración de la frecuencia de muestreo

Comando ASCII	Descripción
A	2kHz (sólo en 8 canales)
S	1 kHz
F	500 Hz
G	250 Hz

## Updating channels sampling rate to 2kHz

Figura 8: Mensaje presentado por el BioAmp luego de cambiar la frecuencia de muestreo

## 6.2. Comandos Miscelaneos

La tabla 6 presenta comandos empleados para configuraciones y control extra del dispositivo.

Cuadro 6: Comandos Miscelaneos

Comando ASCII	Descripción
<b>b</b>	Inicia el envío de datos
<b>s</b>	Detiene el envío de datos
<b>?</b>	Lee y reporta la configuración de los registros del AFE. Fig. 9
<b>G</b>	250 Hz
<b>d</b>	Configuración de todos los canales por defecto.
<b>D</b>	Reporte de la configuración por defecto enviada.
<b>v</b>	Reset del amplificador. (Puerto de comunicación y AFE)
<b>M</b>	Lista los comandos principales. Fig. 10.

```
?
Board ADS Registers
ADS_ID: 0x3e ,CONFIG1: 0x93 ,CONFIG2: 0xd0 ,CONFIG3: 0xec ,LOFF: 0x2 ,H1SET:
0x61 ,CH2SET: 0x61 ,CH3SET: 0x20 ,CH4SET: 0x61 ,CH5SET: 0x61 ,CH6SET: 0x61 ,
CH7SET: 0x61 ,CH8SET: 0x61 ,BIAS_SENTP: 0xfb ,BIAS_SENSN: 0xfb ,LOFF_SENTP: 0x0
,LOFF_SENSN: 0x0 ,LOFF_FLIP: 0x0 ,LOFF_STAP: 0x0 ,LOFF_STAIN: 0x0 ,GPIO
: 0xff ,MISC1: 0x0 ,MISC2: 0x0 ,CONFIG4: 0x0 $$$
```

Figura 9: Respuesta delBioAmp al comando ?

## 6.3. Conjunto de Comandos para 16 canales

El módulo esclavo agrega 8 canales más para un total de 16. A continuación se muestran los comandos específicos para el control del módulo esclavo.

### Apagado de los canales

Secuencia de comandos ASCII: **q w e r t y u i**

Apaga los canales [9-16]. El canal se leerá como 0.00 cuando esté apagado y en modo de transmisión.

### Encendido de los canales

Secuencia de comandos ASCII: **Q W E R T Y U I**

Enciende los respectivos canales [9-16]. El canal leerá el valor del conversor ADC en modo de transmisión.

### Seleccionar cantidad máxima de canales

Comando ASCII: **c**

Usar sólo 8 canales. Si se está utilizando la configuración en 16 canales, el módulo «esclavo» será desconectado y sólo se podrá acceder a los canales 1-8.

Comando ASCII: **C**

Usar 16 canales.

**Nota:** Al resetearse, el BioAmp tratará de detectar si hay otro amplificador conectado. Si se encuentra y, si está presente, se configurará en modo 16 canales por defecto.

```

CRLF
-----CRLF
Command list: CRLF
-----CRLF

send 'b' to start data streamCRLF
send 's' to stop data streamCRLF
use 1,2,3,4,5,6,7,8 to turn OFF channelsCRLF
use !,@,#,$,%,^,&,* to turn ON channelsCRLF
in 16chan, use q,w,e,r,t,y,u,i to turn OFF channelsCRLF
in 16chan, use Q,W,E,R,T,Y,U,I to turn ON channelsCRLF
send 'd' to set channels to defaultCRLF
send '?' to print all registersCRLF
send 'v' to initialize boardCRLF
send 0,-,=,p,l,l to enable test signalsCRLF
send 'z <CHANNEL, PCHAN, NCHAN> Z' to start impedance test <see User Manual>CRLF
send 'x <CHANNEL, POWER_DOWN, GAIN_SET, INPUT_TYPE_SET, BIAS_SET, SRB2_SET, SRB1_SE
T> X' for channel setting <see User Manual>CRLF
send 'A' for 2kHz sample rate <only in 8chan>CRLF
send 'S' for 1kHz sample rateCRLF
send 'F' for 500Hz sample rateCRLF
send 'G' for 250Hz sample rateCRLF

```

Figura 10: Listado de los comandos principales

## 7. Software de adquisición

El diseño del firmware 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.

### 7.1. Adquisición de Señales con BrainBay

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.

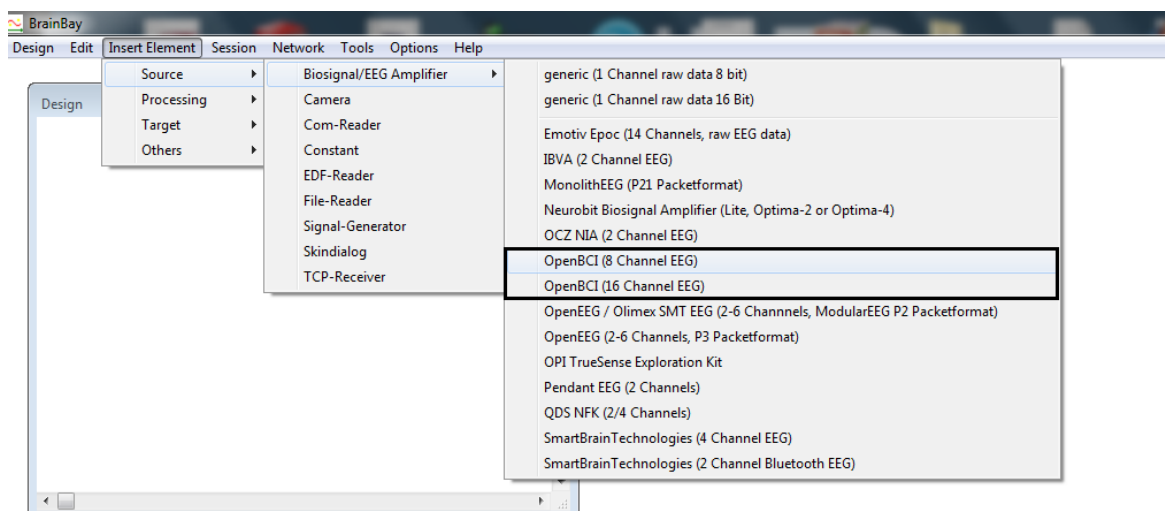


Figura 11

Haciendo click 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 12 . En esta ventana se debe colocar la frecuencia de muestreo que se va a utilizar y luego presionar el botón *Apply*.

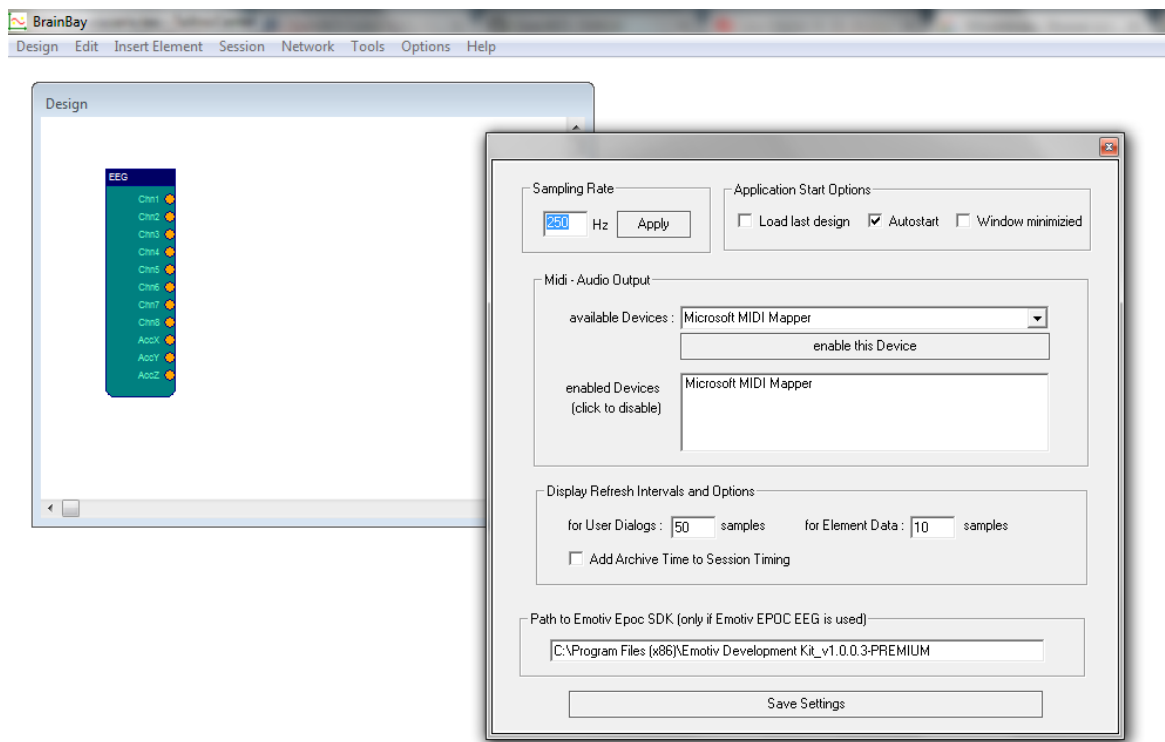


Figura 12

A través del menú *Insert Element* → *Target* → *Oscilloscope* 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.

A través del menú *Insert Element* → *Target* → *COM-Writer* coloque el elemento COM-Writer que permite enviar comandos simples al amplificador. Haciendo clic derecho encima del elemento se abre la ventana que se ve en la figura 14. En el cuadro Command coloque el numero 45, el cual corresponde al valor para el caracter ASCII '-', y luego presione *Send Command*. Dicho comando conecta la señal de testeo interna con una amplitud de  $\pm 1.875\text{mV}$  y una frecuencia de 0.95Hz.

Los canales del osciloscopio están configurados por defecto para mostrar una excursión máxima de  $\pm 500\text{uV}$ , lo que no permite ver la señal completa. Haciendo clic derecho sobre cada canal se accede a la ventana de configuración de ese canal (ver figura 13) donde se puede cambiar el rango de entrada a, por ejemplo,  $\pm 5000\text{uV}$ .

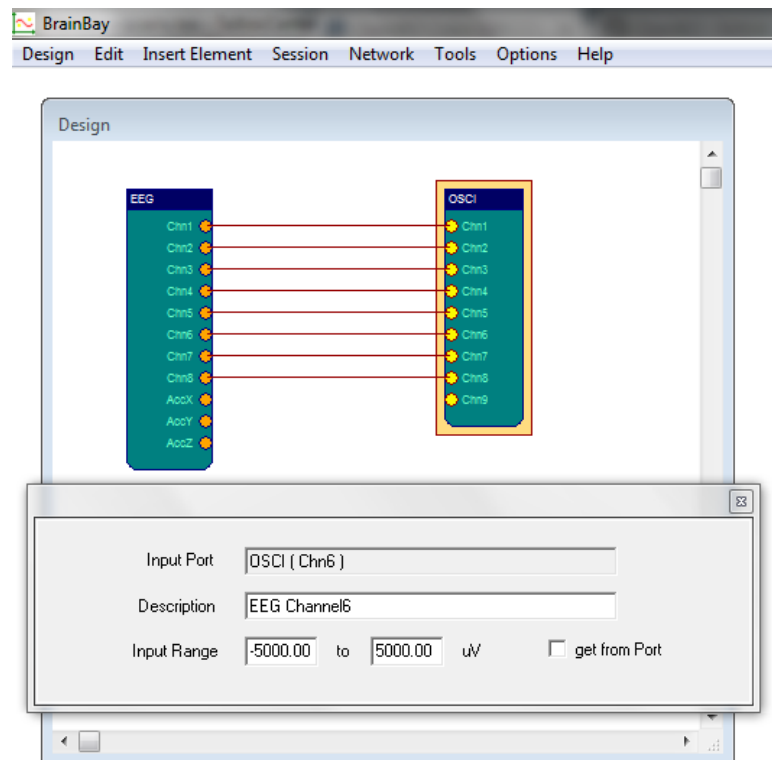


Figura 13

Presionando el botón *Play* en la parte inferior del software se comenzará a ver la señal cuadrada, tal y como se vé en la figura 14.

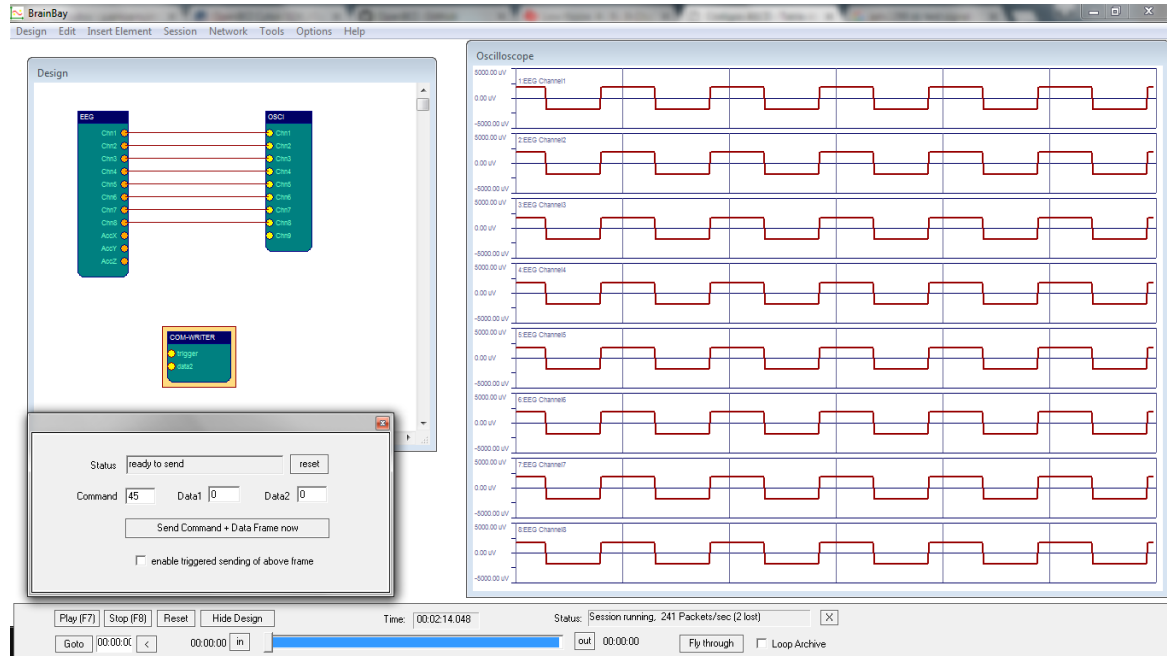


Figura 14

## 7.2. Adquisición de Señales de ECG

A continuación se muestra, a modo de ejemplo, la captura de una señal de ECG. En la figura 15 se puede ver la disposición de electrodos y los lugares de conexión. Se utilizó el canal 1 del amplificador, configurado en modo diferencial utilizando los siguientes comandos:

Secuencia ASCII: **x1060100X**; Canal 1 activado, ganancia 24, conexión a BIAS  
Secuencia ASCII: **2345678**; Apagado del resto de canales

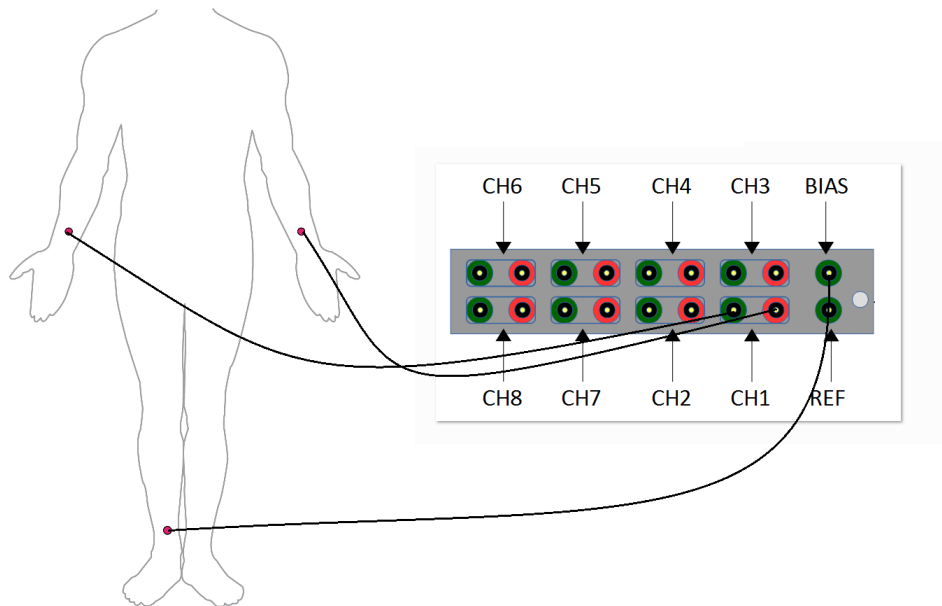


Figura 15: Esquema de conexión; electrodo negativo del canal 1 a la mano derecha, electrodo positivo del canal 1 a la mano izquierda y electrodo de BIAS al pie derecho.

En BrainBay se colocó el amplificador, un filtro pasabanda de 1 a 40 Hz y el osciloscopio. En la figura 16 se muestra la señal obtenida.

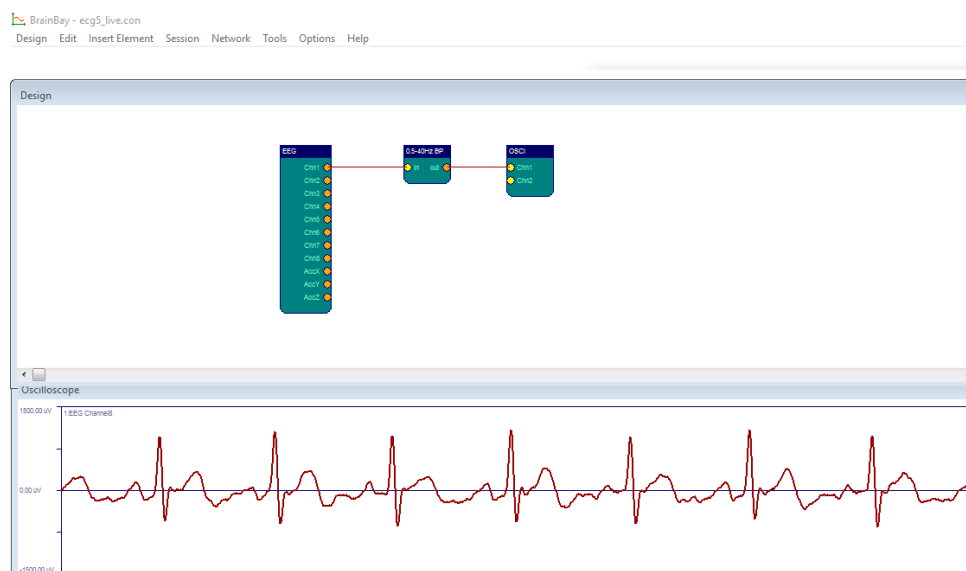


Figura 16

## 8. Medición de Impedancia

El BioAmp permite medir la impedancia de los electrodos para determinar el estado de la conexión a la piel. A continuación se muestra el proceso de medición utilizando BrainBay y se mide la impedancia en el canal 5.

Para este ensayo no se utilizaron electrodos, sino que se cortocircuitaron las entradas del canal con lo que se debería medir la impedancia de entrada. Esta viene dada por la resistencia de 2.2k ohm del filtro de entrada. Además se conectaron las entradas del canal 5 a la entrada de BIAS que trabaja como «sumidero» de corriente.

Se configuró el BioAmp a través de una aplicación Terminal Serie utilizando los siguientes comandos:

**1234678** : Apaga el resto de canales

**x5060100X** : Enciende el canal 5 con ganancia 24.

**z510Z** : Conecta la señal de excitación al terminal **P**

En BrainBay se configura con el setup que se muestra en la figura 17. Se puede ver en la ventana de FFT el pico en 32.1Hz de la señal de excitación que utiliza el AFE para la medición. En este ejemplo, la señal es procesada por un filtro digital pasabanda de 0.5-35 Hz. La magnitud de señal registrada es de 13.38uV.

La señal de excitación tiene una amplitud máxima de 6nA, con lo que se puede calcular la impedancia como:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{13,38\mu V}{6nA} = 2230\Omega \quad (1)$$

El resultado obtenido corresponde al de la resistencia utilizada en la entrada del amplificador. Para esta medición se debe considerar que la corriente de excitación puede tener una variación de  $\pm 20\%$ .

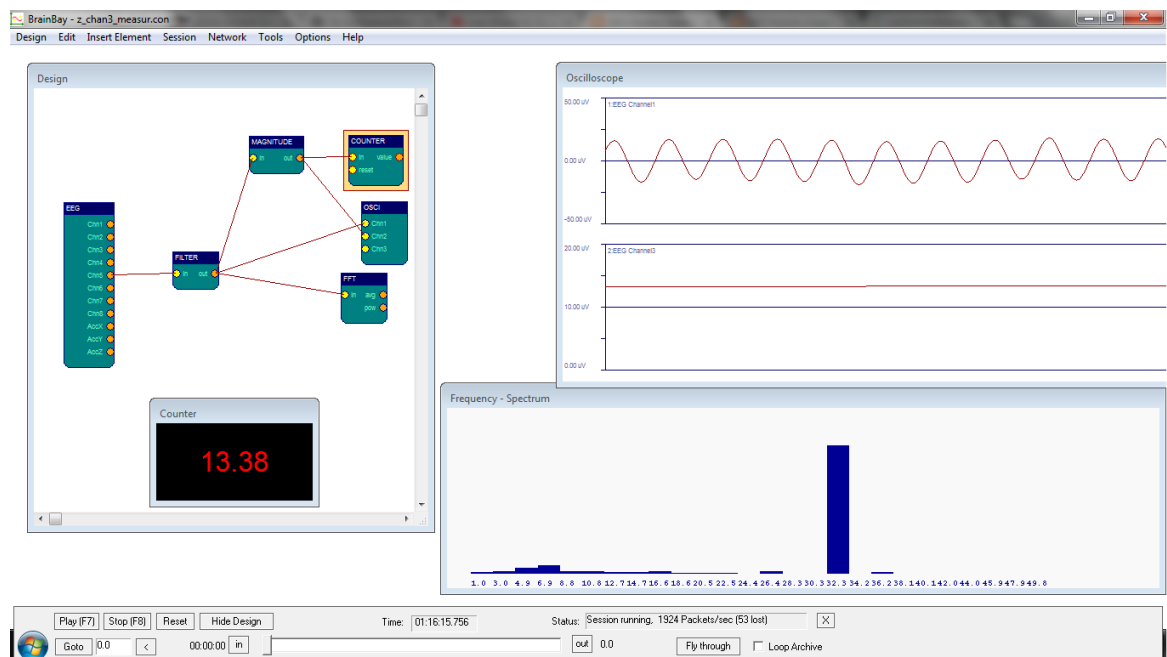


Figura 17

## 9. Actualización de firmware

La parte trasera del amplificador cuenta con una pequeña abertura («ISP» figura 3) que permite acceder a un pulsador interno. 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. El led del frente debe permanecer encendido de forma tenue y constante. Si el led parpadea es porque no entró en modo programación y se debe repetir el procedimiento.

Para descargar el nuevo firmware al amplificador es necesario utilizar el software **FlashMagic**.

Una vez abierto el Flash Magic configurarlo como se muestra en la figura 18. Se debe seleccionar el puerto COM que le haya asignado la PC al amplificador durante la instalación del driver USB. El puerto COM se puede consultar en el Administrador de Dispositivos. Con el botón *Browse* busque la ubicación del archivo *.hex* con el nuevo firmware. A continuación presione el botón *Start* para comenzar la programación. Una vez descargado el nuevo firmware el software presentará la pantalla 19 indicando que se completo con éxito la operación.

Luego de descargar el nuevo firmware, el amplificador continuará en estado de programación por lo que es necesario resetearlo. Para ello desconecte y vuelva a conectar el cable USB. Al reconectarlo el BioAmp comenzará a ejecutar el nuevo firmware.

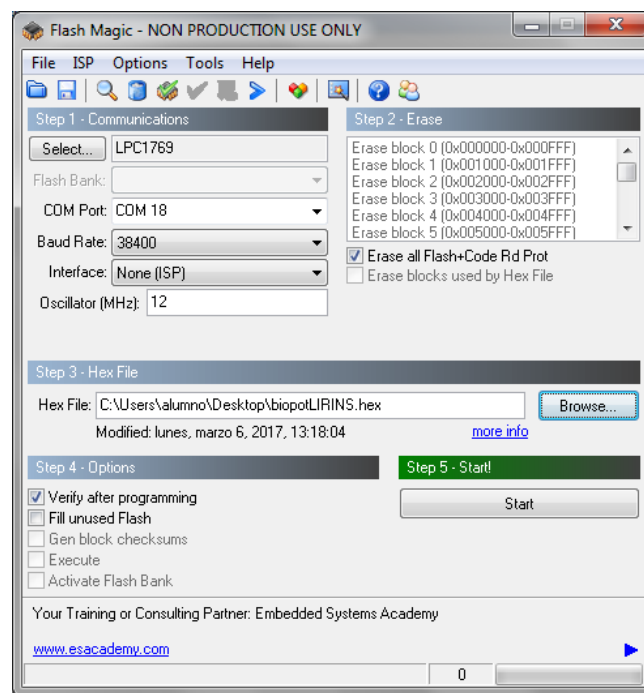


Figura 18



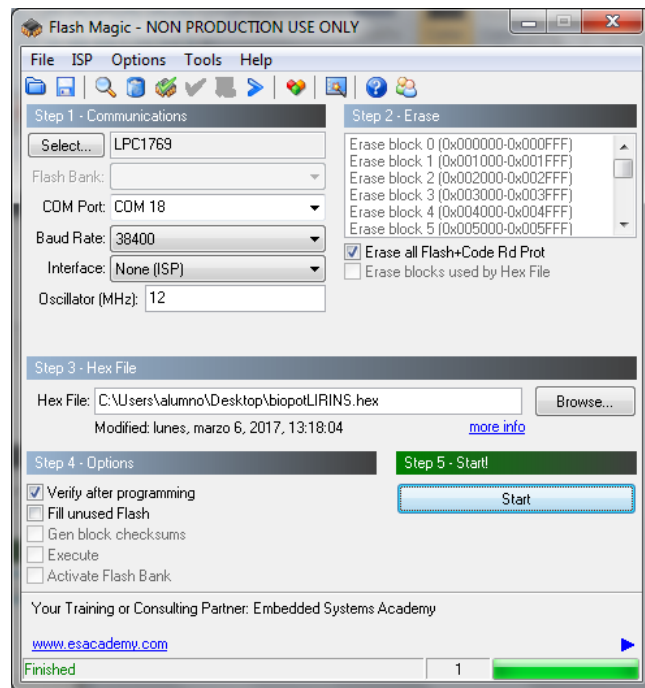


Figura 19

## 10. Instalación de Drivers

A continuación se detallan los pasos necesario para la instalación de los driver de comunicación requerido por el amplificador.

1. Descargue el driver usb de la empresa FTDI:

**Virtual COM Port Drivers.**

**Windows 7**

- a) Descomprima el archivo *CDM v2.12.24 WHQL Certified.zip*.
- b) Conecte el Amplificador a un puerto USB de la PC. Deberá comenzar a parpadear el led en color verde.

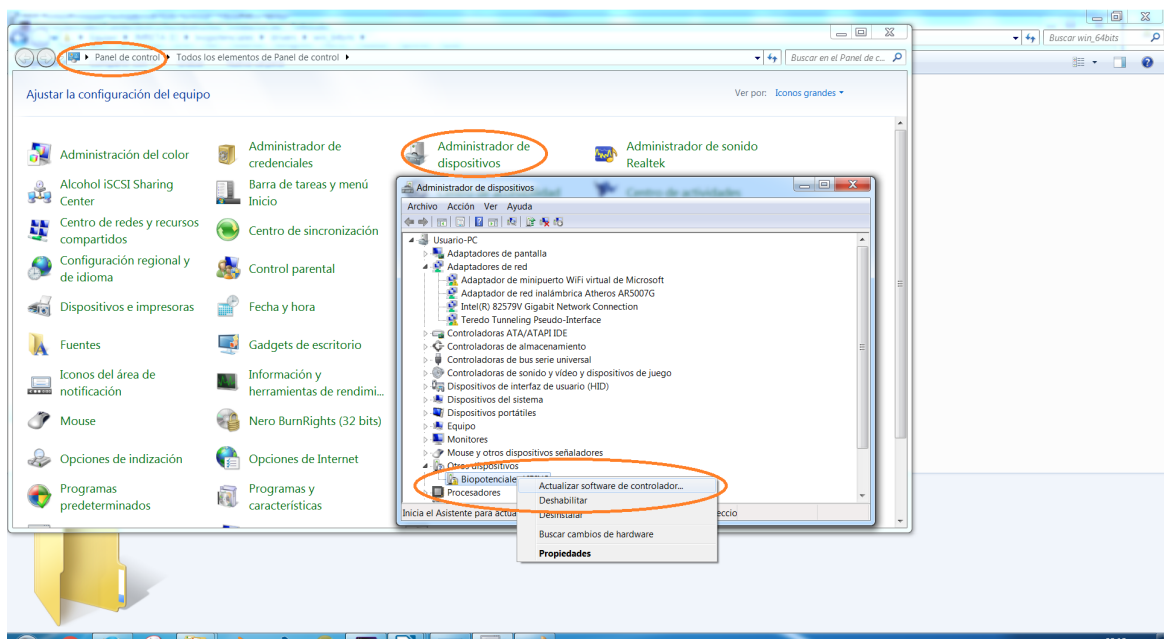


Figura 20: Abra la ventana de diálogo correspondiente al *Administrador de Dispositivos*. Identifique en la misma el dispositivo *BioAmp YY-xxx* y elija la opción *Actualizar Software del Controlador*, disponible haciendo doble clic o un solo clic con el botón derecho.

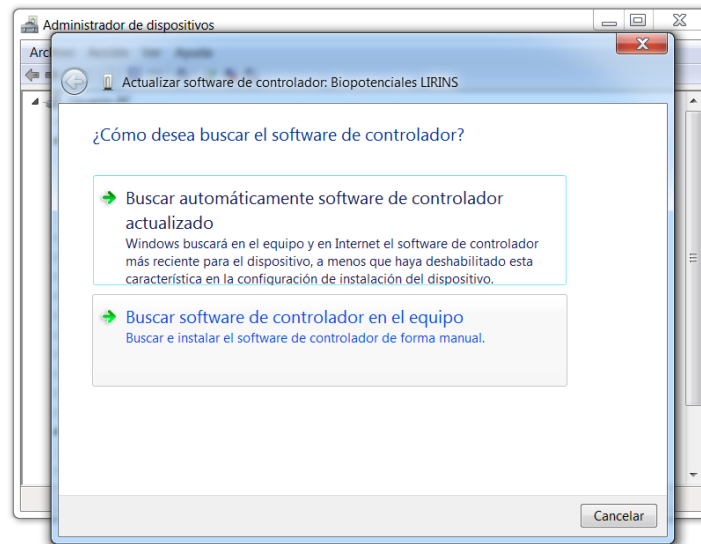


Figura 21: Seleccione la opción: *Buscar Software de Controlador en el Equipo* y elija la carpeta donde descomprimió el driver del paso a.

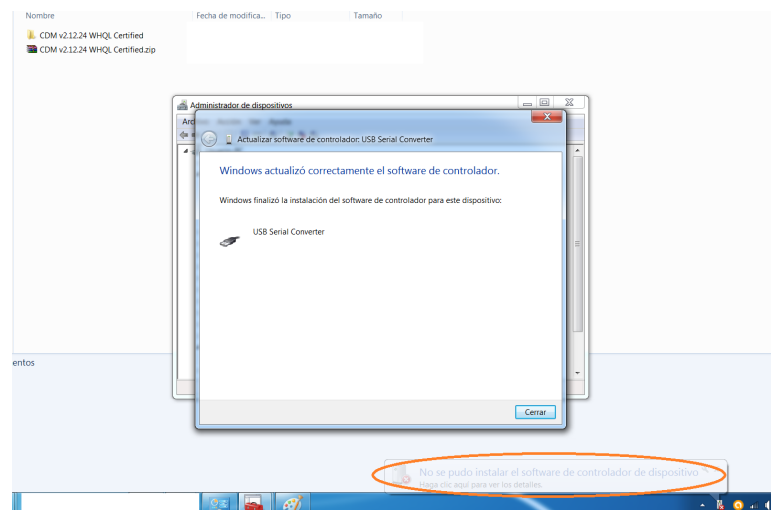


Figura 22: Luego de finalizada la instalación del driver el sistema generará un nuevo puerto en el sistema y se mostrará un mensaje de error: *No se pudo instalar el software de controlador del dispositivo*. Haciendo doble clic sobre el nuevo puerto (en conflicto) repetir la acción de instalación seleccionando la misma carpeta del driver.

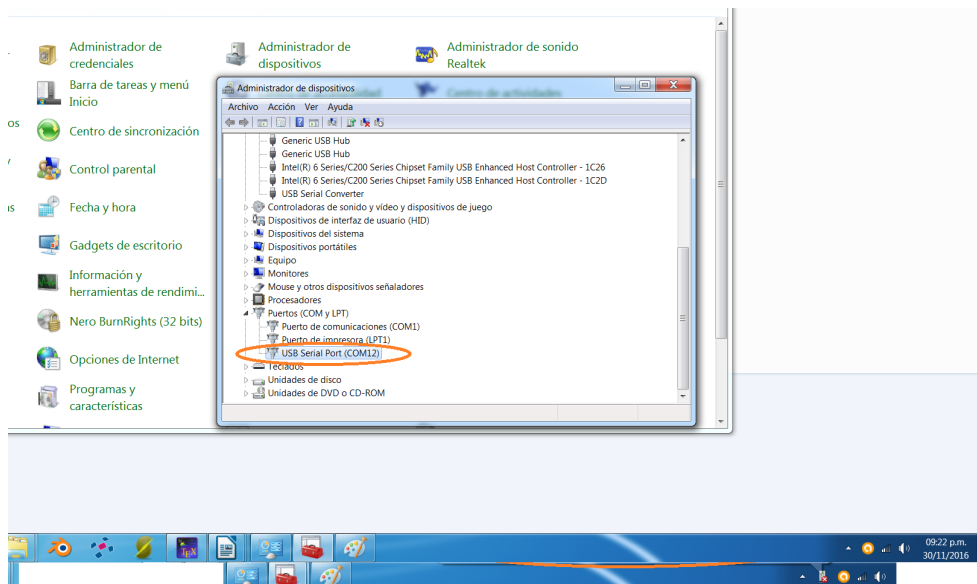


Figura 23: Luego de finalizado el segundo proceso de instalación el sistema mostrará un mensaje de instalación finalizada y podrá visualizarse un nuevo puerto COM virtual con una numeración asignada por el sistema operativo. En el caso de la figura COM12. Este número variará de PC en PC.

### 10.1. Cliente para configuración del BioAmp

A continuación se detallan los pasos necesario para la configuración del amplificador utilizando un archivos de configuración.

1. Instale el software Realterm o cualquier software de comunicación serie.

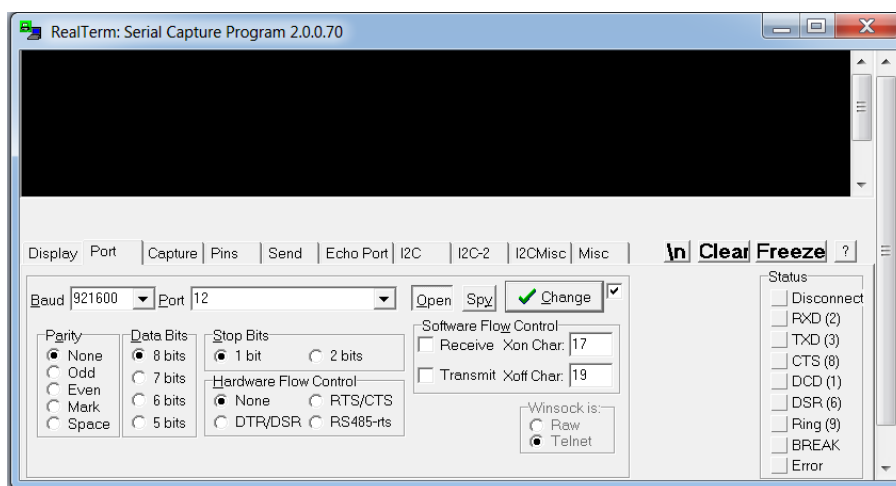


Figura 24: En la pestaña Port configure el puerto de comunicación: Puerto COMx (según corresponda), Velocidad 921600

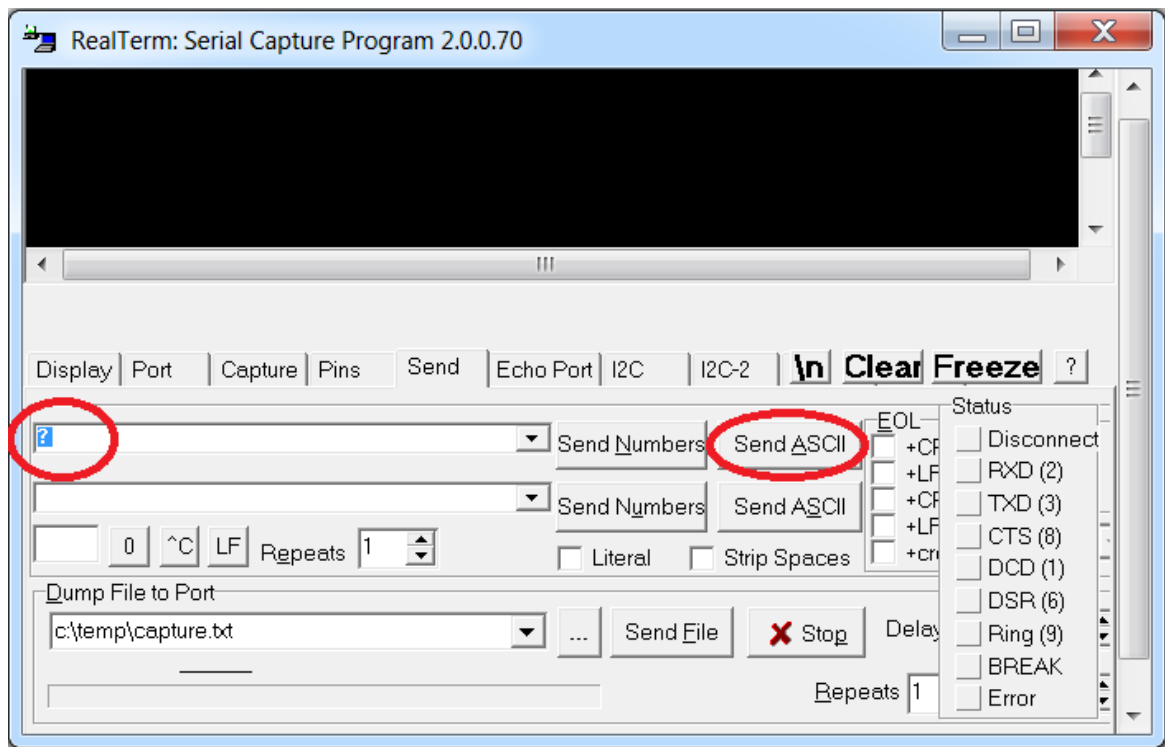


Figura 25: En la pestaña Send, coloque el caracter ? y envíelo al Amplificador presionado el botón Send ASCII.

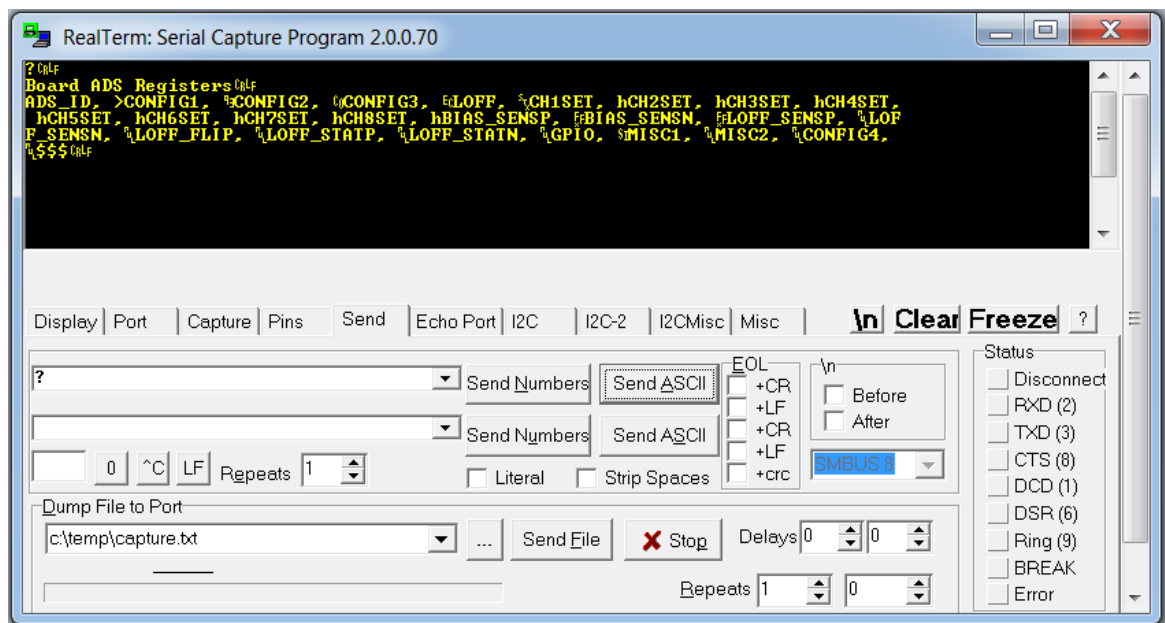


Figura 26: El Amplificador responderá con el detalle mostrado, confirmando que la conexión ha sido establecida sin problemas.

2. Para configurar el modo de trabajo del amplificador se debe transmitir el archivo de configuración *config.txt* empleando el Realterm a través del botón Send File de la solapa Send.

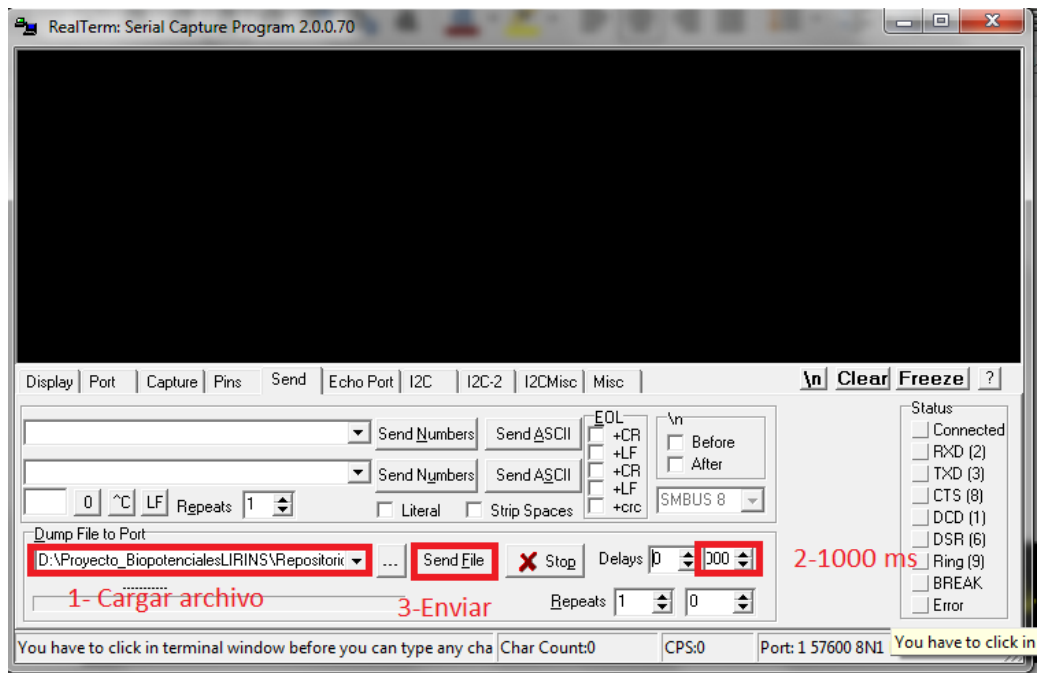


Figura 27: Seleccione el archivo de configuración, configure el retardo entre cada envío de datos en 1000ms y presione Send File.

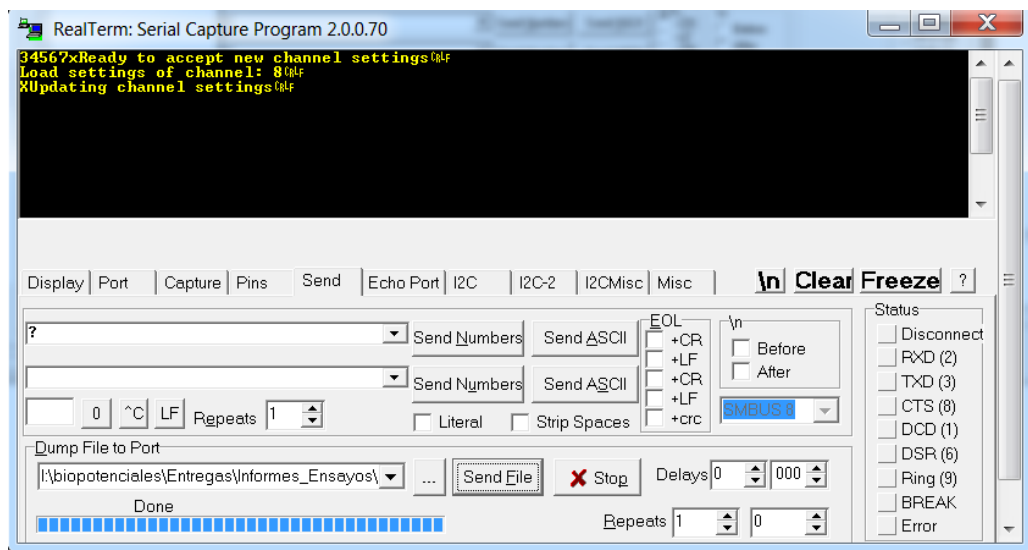


Figura 28: Al finalizar el proceso el amplificador deberá devolver el estado de la configuración cargada. Esta acción debe repetirse cada vez que se conecta el sistema a la PC.

3. Al finalizar cierre el puerto de comunicación serie presionando el botón *Open* de la pestaña *Port*.

## Historial de Revisión

Revisión	Fecha	Descripción
v0.0.1	15/03/17	Revisión Manual de Usuario de BioAmp v1.0.0
v0.0.2	23/03/17	Reestructuración de secciones y redacción - Manual BioAmp v1.0.0

**Autores:** Juan Ignacio Cerrudo (pcb@bioingenieria.edu.ar) - Juan Manuel Reta (jmreta@ingenieria.uner.edu.ar)

**Revisión:** Christian Mista (cmista@bioingenieria.edu.ar)