



Fecha de presentación del Informe:

Día

28

Mes

07

Año

2015

Datos generales del Proyecto

Código del proyecto: 9016			
Título del proyecto: Hardware para interfaz cerebro- computador (BCI)			
Facultad o Instituto Académico: Programa Académico de Tecnología en Electrónica- Universidad del Valle Sede Tuluá.			
Departamento o Escuela: Dirección de Regionalización			
Grupo(s) de investigación: Semillero de Investigación de Tecnología Electrónica SITE			
Investigadores	Nombre	Tiempo asignado	Tiempo dedicado
Investigador Principal	Héctor García Arana	15 h/s * 10 meses	15 h/s * 10 meses
Co-investigadores	Paulo Andrés Vélez Ángel	10 h/s * 10 meses	10 h/s * 10 meses
Otros Participantes	Monitores: Jessica Ríos, Andrés Felipe Maya, Mauricio Torres, Juan David Zapata, Mauricio Torres y Cristhian Echeverry		

1. Resumen ejecutivo:

Las interfaces cerebro - computador, aparecieron hace varios años aunque no sean muy populares aún. La principal desventaja que han tenido para ser populares, es el nivel de precisión que requiere la captura de señales electroencefalográficas, que son la materia prima que se utiliza para obtener las órdenes que se quieren convertir en acciones a realizar.

Para el diseño de este equipo, se utilizó como referencia el módulo EKG SHIELD, que es un módulo compatible con la plataforma Arduino y que permite capturar señales electrocardiográficas y de electromiografía. Estas señales son más fáciles de capturar, debido a que su potencial eléctrico es del orden de los milivolts, comparado con las señales del cerebro que son de microvolts.

Los investigadores del Semillero de Investigación de Tecnología Electrónica de la Universidad del Valle Sede Tuluá (SITE), tomaron esta tarjeta y le incorporaron una ganancia de 1000 veces, para permitir amplificar con este mismo equipo, las señales provenientes del cuero cabelludo. Una vez obtenida esta señal, fue aplicada a la tarjeta Arduino UNO, que permitió la capacidad de procesamiento básico de la señal usando el algoritmo de la transformada rápida de Fourier, para obtener los componentes de frecuencia de la señal capturada y finalmente ser enviada a un sistema de cómputo, utilizando el puerto USB. En el computador, se implementó una aplicación que lee, la señal y la puede capturar, para posteriormente ser utilizada como control de algún sistema.

2. Abstract

Brain interfaces - computer appeared several years although not very popular yet. The main disadvantage that have to be popular, is the level of accuracy that requires the capture of electroencephalographic signals, which are the raw material used for the orders that are to be converted into actions to perform.

For the design of this equipment was used as reference SHIELD EKG module, a module compatible with the Arduino platform and to capture electrocardiographic and electromyography signals. These signs are easier to capture because its electrical potential is of the order of millivolts, compared with brain signals that are microvolts.

Researchers hotbed of research of electronic technology Valley College - Tuluá (SITE), made this card and included a gain of 1000, to allow amplified with the same team, the signals from the scalp. Once this signal was applied to the Arduino UNO card, which allowed the ability to basic signal processing using the algorithm of fast Fourier transform to obtain the frequency components of the captured signal and finally be sent

to a computer system using the USB port. In the computer, an application that reads the signal and can capture, later to be used as a control system was implemented.

3. Síntesis del proyecto

3.1 Tema

Las interfaces cerebro computador (BCI), son un nuevo tipo de periféricos, que permiten controlar los equipos de cómputo u otro tipo de equipos electrónicos, utilizando como señal de entrada la actividad eléctrica del cerebro.

Este proyecto pretende diseñar y construir un equipo versátil que pueda ser empleado para desarrollar aplicaciones en este nuevo campo de la tecnología, con materiales nacionales y a precios accesibles, principalmente orientadas al sector Salud (apoyando tratamientos para personas con discapacidad física) y también en beneficio del aspecto pedagógico de los estudiantes de los Programas Académicos de Tecnología en Electrónica, Tecnología en Sistemas e Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Valle sede Tuluá, a través de lo cual se contribuye significativamente al desarrollo socioeconómico regional.

De forma complementaria, es de considerar que si se diseña y construye la interfaz propia, con componentes de relativa facilidad de adquisición en el mercado local, esta tecnología puede ser empleada de una forma didáctica, complementando la estructura curricular de los programas académicos mencionados.

Con base en lo anterior, el desarrollo de esta tecnología y el uso de este equipo, se constituye en una herramienta importante para la estructuración y realización de un curso electivo dirigido a los estudiantes de los programas académicos mencionados anteriormente, que pueda contener además de un componente teórico, un componente práctico, con lo cual los futuros profesionales de la sede Tuluá en estos campos del conocimiento, cuentan con mayores fortalezas para facilitar su inserción en el campo laboral o la creación de nuevas empresas en el área tecnológica.

3.2 Objetivo general

Desarrollar mediante la tecnología interface cerebro-computador, un equipo con capacidad de ser operado mediante el pensamiento, con fines académicos y de apoyo en el área de Salud, empleando materiales de origen nacional y a bajo costo.

3.3 Objetivos específicos

- Desarrollar un sistema de electrodos que permitan la captura de las señales generadas por el individuo a través del contacto con el cuero cabelludo.
- Diseñar un sistema amplificación que permita obtener una ganancia de voltaje lo suficientemente alta como para poder obtener una señal que pueda ser medida.
- Delinear un sistema de filtrado que permita eliminar las frecuencias del ruido.
- Estructurar el sistema de interface que permita conectar todo el sistema con un equipo de cómputo.
- Construir todo el sistema diseñado e integrar su uso en investigaciones en el sector salud, determinando su impacto en pacientes con discapacidad física.
- Estructurar el contenido programático del curso electivo Interfaces Cerebro Computador dirigido a estudiantes de los programas académicos de Tecnología en Electrónica, Tecnología en Sistemas e Ingeniería de Sistemas.

3.4 Metodología

El proyecto constó de dos áreas específicas, el desarrollo de la interfaz de software y la construcción del hardware. Para el primero era necesario seleccionar la herramienta de desarrollo más adecuada.

Para el diseño y desarrollo del proyecto se cuentan con diversos lenguajes de programación. A continuación se describen dos herramientas que son las más opcionadas para lograr el objetivo, complementando el proceso con los conocimientos

básicos de los monitores que apoyan el proceso de investigación y desarrollo del hardware para interfaces cerebro computador.

- Visual Studio.Net
- Java

3.4.1 Selección de herramienta de software

3.4.1.1 Características y ventajas .Net

.Net es una plataforma de ejecución intermedia, ya que las aplicaciones no son ejecutadas directamente por el sistema operativo, como ocurre en el modelo tradicional de desarrollo. En su lugar, las aplicaciones .NET están diseñadas para ser ejecutadas contra un componente de software llamado Entorno de Ejecución (muchas veces también conocido como “Runtime” o “Máquina Virtual”). Este componente es el encargado de manejar el ciclo de vida de cualquier aplicación .NET, iniciándola, deteniéndola, interactuando con el Sistema Operativo y proveyéndole servicios y recursos en tiempo de ejecución.

La plataforma Microsoft .NET está completamente basada en el paradigma de Orientación a Objetos.

3.4.1.2 Herramientas de desarrollo

- Los compiladores Microsoft para .NET son distribuidos gratuitamente en el ambiente de ejecución .NET (.NET Framework). Son compiladores de línea de comandos, depurador en modo texto y gráficos y kit de desarrollo.
- Microsoft Visual Studio .NET simplifica el desarrollo de aplicaciones .NET dramáticamente.
- La suscripción MSDN (Microsoft Developer Network) ofrece todo lo que el desarrollador necesita para crear software. Incluyendo Visual Studio, Visual FoxPro, .NET Servers, Betas, Office, Project, Visio, Windows.

3.4.1.3 Visual Studio .NET

Una de las piezas más importantes en el esquema de Microsoft .NET es el propio Visual Studio .NET. Como se conoce, la máxima de la programación orientada a objetos es la reutilización; es decir, aprovechar el código ya hecho para evitar la duplicación de trabajo, por ende Visual Studio .NET es lo más cercano a la máxima de la programación orientada a objetos.

Además permite que lenguajes distintos puedan funcionar en un mismo entorno, lo cual ofrece un beneficio adicional, ya que puede incluirse un objeto hecho en cualquiera de estos lenguajes en un proyecto generado en otro lenguaje. Por ejemplo, pueden incluirse clases generadas con C# .NET en un proyecto de Visual Basic .NET.

Las clases de C# .NET no tendrán que compilarse para que esto sea posible, dado que el entorno interpretará adecuadamente las instrucciones que tenga para poder aprovechar su funcionalidad sin problemas.

3.4.1.4 Lenguaje C#

La sintaxis de C# cuenta con menos de 90 palabras clave; es sencilla y fácil de aprender. La sintaxis de C# basada en signos de llave podrá ser reconocida inmediatamente por cualquier persona familiarizada con C, C++ o Java. Los desarrolladores que conocen cualquiera de estos lenguajes pueden empezar a trabajar de forma productiva en C# en un plazo muy breve. La sintaxis de C# simplifica muchas de las complejidades de C++ y, a la vez, ofrece funciones eficaces tales como tipos de valores que aceptan valores NULL, enumeraciones, delegados, métodos anónimos y acceso directo a memoria, que no se encuentran en Java. C# también admite métodos y tipos genéricos, que proporcionan mayor rendimiento y seguridad de tipos, e iteradores, que permiten a los implementadores de clases de colección, definir comportamientos de iteración personalizados que el código de cliente puede utilizar fácilmente.

3.4.1.5 Ventajas que ofrece .Net y el lenguaje C#

.Net ofrece simplicidad para manipular los puertos utilizando el framework, además de que se ofrecen funciones y namespaces que proveen acceso a los recursos del sistema sin necesidad de invocar las API, algunos de estos elementos son:

- El namespace My para acceder a la lista de puertos en el computador.
- Se utiliza además System.IO.Ports para crear un objeto que interactúe directamente con los puertos, y se abre el puerto directamente desde los recursos del sistema.
- El siguiente código utiliza la instrucción For Each para obtener la lista de puertos disponibles desde la colección My.Computer.Ports; estos datos son obtenidos en formato string y luego son colocados en una lista desplegable.
- Se puede poblar listas desplegable tscbPorts con los nombres de los puertos, luego determina si se encontró algún puerto y, si esto es así, selecciona por defecto el primero de ellos.

Visual Studio permite utilizar el programa HID wizard. Este programa permite insertar los parámetros de inicialización del puerto USB y los convierte en comandos en el formato usado por Visual Studio. La frase HID viene del inglés “Human Interface Device” y tiene que ver con las rutinas que utiliza el protocolo USB para comunicarse con el teclado de la computadora, el ratón y otros. Periféricos de uso comúnmente humano. El uso del HID wizard simplifica la programación ya que no deben desarrollarse programas conocidos como “drivers” lo cual estaba fuera de los conocimientos del equipo de investigación.

El lenguaje C# soportado por la plataforma .Net, ofrece funciones eficaces tales como tipos de valores que aceptan valores NULL, enumeraciones, delegados, métodos anónimos y acceso directo a memoria, que no se encuentran en Java.

El proceso de generación de C# es simple en comparación con el de C y C++, y es más flexible que en Java. No hay archivos de encabezado independientes, ni se requiere que los métodos y los tipos se declaren en un orden determinado. Un archivo de código fuente de C# puede definir cualquier número de clases, estructuras, interfaces y eventos.

Existen APIs para comunicarse con los drivers, que incluyen funciones para abrir la comunicación y el intercambio de datos; los cuales facilitan el manejo de los puertos.

Además de que existen librerías como Plotlab y Signalab que facilitan el manejo de la información e interpretación de ésta, compatible con la plataforma .NET.

3.4.1.6 Características y ventajas Java:

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos, toma mucha de su sintaxis de C y C++, pero tiene un modelo de objetos más simple y elimina herramientas de bajo nivel, que suelen inducir a muchos errores, como la manipulación directa de punteros o memoria.

Las aplicaciones Java están típicamente compiladas en un bytecode, aunque la compilación en código máquina nativo también es posible. En el tiempo de ejecución, el bytecode es normalmente interpretado o compilado a código nativo para la ejecución. Por ende es independiente de la plataforma, significa que programas escritos en el lenguaje Java pueden ejecutarse igualmente en cualquier tipo de hardware. Es lo que significa ser capaz de escribir un programa una vez y que pueda ejecutarse en cualquier dispositivo, tal como reza el axioma de Java, *'write once, run everywhere'*.

Dinámico al contrario que C++ que exige se compile de nuevo la aplicación al cambiar una clase madre, Java utiliza un sistema de interfaces que permite aligerar esta dependencia. Como resultado, los programas Java pueden permitir nuevos métodos y variables en un objeto de biblioteca sin afectar a los objetos dependientes.

3.4.1.7 Ventajas que ofrece Java

Existen proyectos que tienen como objetivo desarrollar una interfaz USB para la plataforma Java que permita el acceso pleno al sistema USB para cualquier aplicación Java o componentes middleware, algunas son:

- El JSR-80 API ofrece pleno apoyo a la transferencia de los cuatro tipos que se definen por la especificación USB. Aunque la dependencia del sistema operativo de la implementación de la JSR-80 API varía de un sistema operativo a otro, el

programador de Java debe entender el paquete javax.usb para iniciar el desarrollo de aplicaciones.

- JUSB está API proporciona múltiple acceso a múltiples dispositivos físicos USB, y soporta tanto dispositivos propios como dispositivos remotos. Los dispositivos con múltiples interfaces pueden acceder a múltiples aplicaciones al mismo tiempo, con cada aplicación seleccionar una interfaz diferente. La API soporta el control de las transferencias, las grandes transferencias e interrumpir transferencias.

Otra ventaja que ofrece Java es que cuenta con clases que permiten la comunicación USB con PICs, esta clase se llama JPicUSB, que utilizando interfaces nativas, permite a una aplicación Java realizar llamados a una librería dinámica, en este caso (jpibusb.dll). JPicUSB.dll es una librería que implementa todas las funciones de la API USB de Microchip (mpusbapi.dll), con la diferencia de que está especialmente recompilada para permitir a la clase jPicUSB que efectue llamados a sus funciones.

Las ventajas que ofrecen ambas herramientas son evidentes, pero según los conceptos y bases con que cuentan los monitores encargados de la parte electrónica, el lenguaje C# es más flexible y con la plataforma .Net se facilitan muchas labores, siendo ésta la herramienta escogida para la investigación y desarrollo del proyecto hardware para interfaces cerebro computador.

3.4.2 Desarrollo de la aplicación

Para el desarrollo de la aplicación, finalmente se utilizaron la siguiente plataforma y librerías.

Plataforma: .NET

Lenguaje: C#

Librerías: PlotLab y SignalLab de Mitov.

SignalLab: Permite la manipulación de señales complejas rápidas y manejar su visualización. PlotLab: Ayuda a construir un trazado rápido de datos.

Inicialmente se estableció la conexión de captura de la información del puerto USB con el lenguaje y la interfaz de Arduino. A este se le generaron ciertos cambios, pasando los baudios de 9600 a 14400, ya que era más fluida la información.

A partir de esta lectura se captura las señales mandadas por el arduino a través del puerto usb, lo cual se logra analizando si se está abierto o no el puerto serial para realizar la captura y a continuación se visualizará en el código.

En la codificación se realizaron capturas de excepción debido a que al abrir la conexión para el puerto usb, la aplicación se bloquea e impide la visualización y captura de la información, afectando totalmente la funcionalidad de la aplicación, pues se deseaba visualizar en tiempo real la señal capturada.

```
if (!serialPort1.IsOpen)
{
    try
    {
        serialPort1.Open();
    }
    catch (System.Exception ex)
    {
        MessageBox.Show(ex.ToString());
    }
}
```

Después de esto se establece la recepción por disparo del evento 'DataReived'

```
serialPort1.DataReceived += new
```

```
System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventHandler(Recepcion);
```

Se empiezan a recepcionar los datos, los caracteres recibidos se acumulan en un buffer y de nuevo se invoca el proceso actualizar para capturar datos por tramas o líneas completas.

```
private void Recepcion(object sender, System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs e)
```

```
{  
    Recibidos = serialPort1.ReadLine();  
    Recibidos2 = Convert.ToDouble(Recibidos);  
    this.Invoke(new EventHandler(Actualizar));}
```

Se procesan los datos recibidos en el buffer y se extraen las tramas o líneas de información capturadas. La parte documentada es uno de los diversos intentos para aplicar la transformada de Fourier a los datos almacenados en el buffer, el *if* dentro de la actualización tiene como fin que la información capturada en el buffer no se pierda en el instante que este se llene y redimensione el tamaño de este, si no que se copie la información y así se almacenen todos los datos en tiempo real, es decir, actualizar el tamaño del buffer sin afectar la aplicación.

```
int i = 0;  
private void Actualizar(object s, EventArgs e)  
{  
    textBox_visualizar_mensaje.Text = Recibidos;  
    Buffer1[i] = Recibidos2;  
    scope1.Channels[0].Data.SetYData(Buffer1);  
    //Buf[i] = Convert.ToByte(Buffer1[i]);  
    i = i + 1;  
    if(Buffer1.Length == i)  
    {  
        double[] Buffer2 = new double[i + 1000];  
        Buffer1.CopyTo(Buffer2, 0);  
    }  
}
```

```
Buffer1 = Buffer2;
}
Cierre del puerto USB
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
//serialPort1.Close();
if (serialPort1.IsOpen)
{
try
{
}
serialPort1.Close();
catch (System.Exception ex)
{
}
MessageBox.Show(ex.ToString());
}
}
```

3.4.3 Diseño del hardware

Utilizando un método analítico, se encontró que para medir la actividad eléctrica del cerebro, era necesario construir un equipo que capturara la información desde los electrodos de entrada y ésta fuera pasada a un sistema de filtrado que permitiera eliminar los componentes que pueden considerarse como ruido o en la medida de señales electroencefalográficas, son conocidos como artefactos.

En la Figura No 1 se observa el circuito electrónico necesario para capturar a través del electrodo ubicado en la zona frontal, el filtro pasa altos y un filtro pasa bajos que elimina las señales superiores a los 60 Hz.

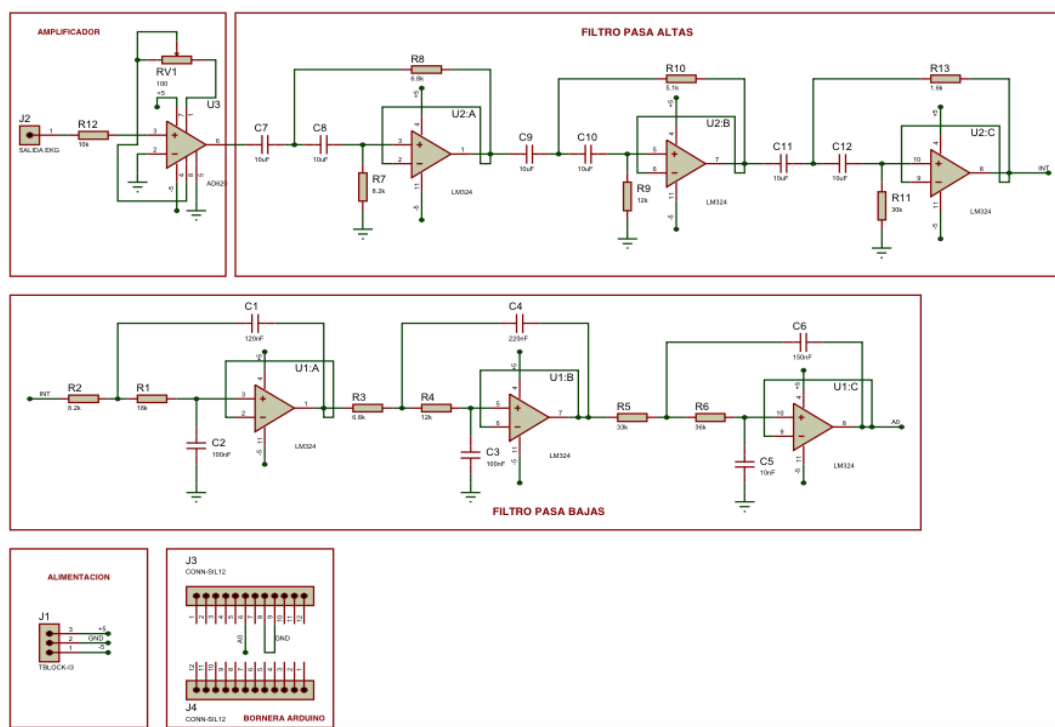


Figura 1. Diagrama esquemático del circuito electrónico construido. Fuente: Los Autores (2014)

El diseño del circuito impreso es observado en la Figura No. 2, presentado en la siguiente página:

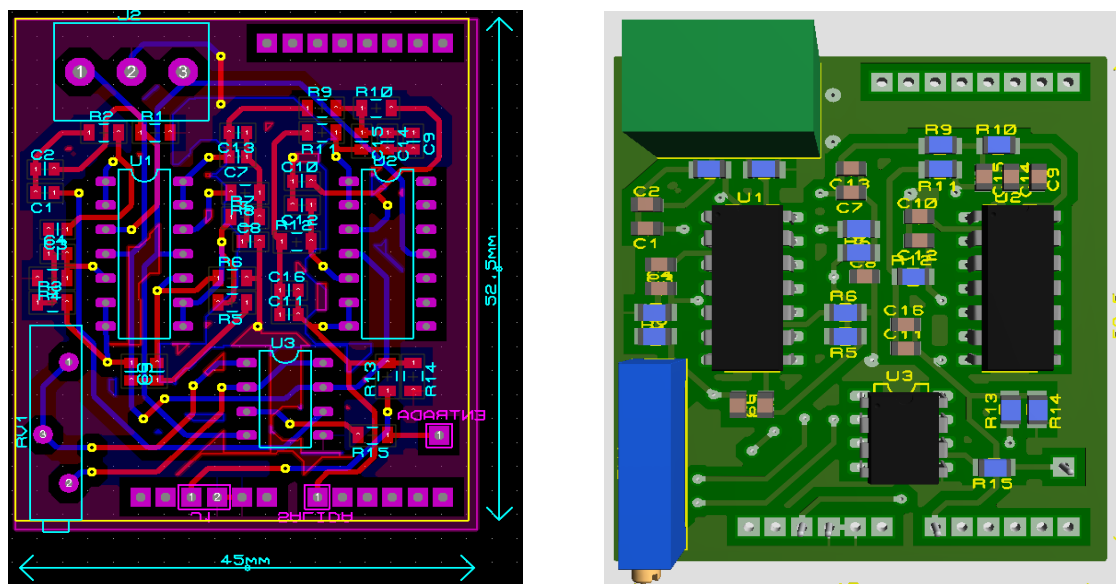


Figura 2. Diseño del circuito impreso. Fuente: Los Autores (2014)

3.5 Resultados obtenidos

3.5.1 Desarrollo de la aplicación de software

Se evaluó la captura de la información en tiempo real, conectando el arduino al circuito para verificar su conectividad y en la Figura No 3 se puede observar la interfaz construida en Visual Studio. El osciloscopio visualizado es un elemento de la librería PlotLab.



Figura 3. Interfaz de software del sistema. Fuente: Los Autores (2014).

3.5.2 Construcción del hardware

El montaje final del sistema, se puede observar en la Figura No 4.

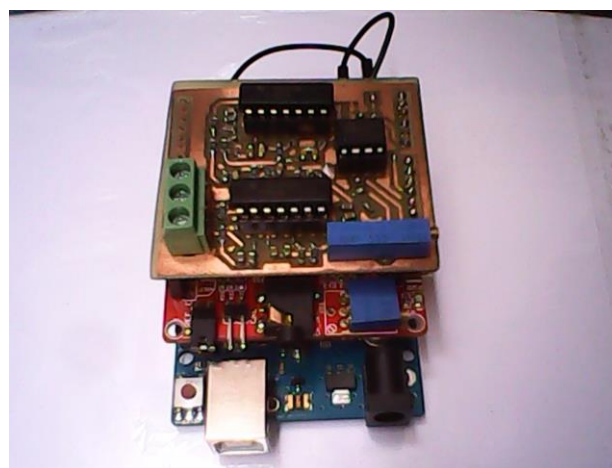
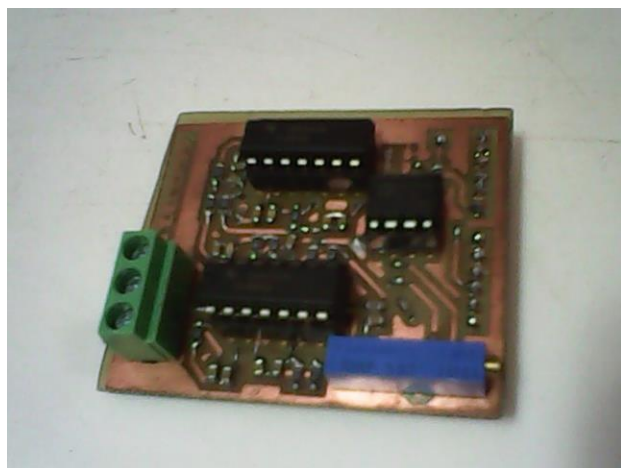


Figura 4. Montaje final del sistema BCI. Fuente: Los Autores (2014).

El equipo final en uso, se puede observar en la Figura No 5.

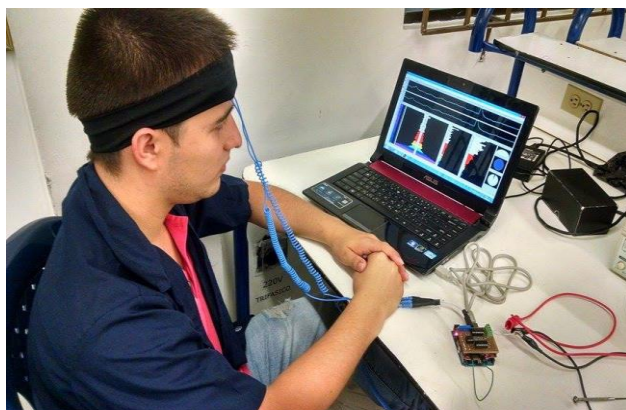


Figura 5. Equipo BCI en uso y equipo de estudiantes del Programa Académico de Tecnología en electrónica de la Sede Tuluá, participantes.

3.6 Conclusiones y observaciones

- Se pudo encontrar una alternativa económica y accesible de incursión en una tecnología emergente, como es la de las interfaces cerebro – computador, la cual puede contribuir significativamente al mejoramiento de la calidad de vida de personas con discapacidad motora.
- A pesar de que las señales capturadas, se reciben con algo de ruido, este no afecta considerablemente la medición y es posible utilizarse en entornos académicos.
- Es posible la operación interdisciplinaria de los estudiantes de programas académicos de tecnología e ingeniería, para desarrollar tecnologías de vanguardia.

4. Productos:

Tabla No. 1. Cantidad y tipo de productos pactados en el *Acta de Trabajo y Compromiso* y productos finalmente presentados

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS	No. de PRODUCTOS PRESENTADOS
Productos de nuevos conocimientos		
Artículo completo publicado en revistas A1 o A2		
Artículo completo publicados en revistas B	1	PENDIENTE (Se anexa evidencia de sometimiento de artículo a Comité Editorial Revista Scientia et Technica, de la Universidad Tecnológica de Pereira, 28 Jul/2015)
Artículo completo publicados en revistas C		



TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS		No. de PRODUCTOS PRESENTADOS	
Libros de autor que publiquen resultados de investigación				
Capítulos en libros que publican resultados de investigación				
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados				
☐ Prototipos y patentes	1		1	
☐ Software				
Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial				
Normas basadas en resultados de investigación				
Formación de recursos humanos	No. de estudiantes vinculados	No. de tesis	No. De estudiantes Vinculados	No. De tesis
Estudiantes de pregrado	3	1	5	Se solicita a la VRIN autorización para la Homologación de producto con un artículo adicional en revista indexada B, ya que no pudo cumplirse la realización del Trabajo de Grado inicialmente propuesto



TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS		No. de PRODUCTOS PRESENTADOS	
Semillero de Investigación	El desarrollo de este proyecto de investigación programó para la realización de las actividades del mismo, la interacción entre estudiantes de los semilleros SITE (Programa Académico en Tecnología en Electrónica) e INGENIUX (Programas Académicos de Ingeniería y Tecnología en Sistemas)		La ejecución del proyecto de investigación demandó la interacción entre estudiantes de los semilleros SITE (Programa Académico en Tecnología en Electrónica) e INGENIUX (Programas Académicos de Ingeniería y Tecnología en Sistemas), fortaleciendo línea de investigación conjunta en BCI.	
Estudiantes de maestría				
Estudiantes de doctorado				
Productos de divulgación				
Publicaciones en revistas no indexadas				
Ponencias presentadas en eventos (congresos, seminarios, coloquios, foros)	No. de ponencias nacionales 1	No. de ponencias internacionales	No. de ponencias nacionales 1	No. de ponencias internacionales
Ponencia de Proyecto Hardware Interface Cerebro Computador, presentada en el II Encuentro Regional de Semilleros de Investigación T&T Valle y Cauca (Abril 11 de 2014), evento programado por ACIET Mesa Sur Pacífico (Asociación Colombiana de Instituciones de Educación Superior con Programas Técnicos y Tecnológicos.	1	0	5	0

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones



TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS		No. de PRODUCTOS PRESENTADOS	
▪ Ponencia de Proyecto Interface Cerebro Computador, presentada en el IV Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación RREDSI (21 de mayo de 2015) en Univalle Zarzal, evento programado y realizado por la Red Regional de Semilleros de Investigación de Valle y Eje Cafetero, clasificando para el V Encuentro Regional de Semilleros de Investigación RREDSI, a realizarse en Caicedonia (conjuntamente entre la sede Univalle en esa localidad y la IE Bolivariano), el 30 de septiembre y 1 de Octubre de 2015 ▪ Ponencia BCI: Controlando la tecnología con la mente, presentada por Ing. Paulo Vélez Ángel en Campus Party 2014, realizado en Cali, Jun 30 a Jul 6 de 2014 (disponible en el enlace: https://www.youtube.com/watch?v=Przdd31cRIQ) ▪ Ponencia "Hardware Interface Cerebro Computador" presentada en XIV Jornada Regional de Electrónica, Universidad del Valle Sede Cartago, Junio 5 y 6 de 2014				

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS		No. de PRODUCTOS PRESENTADOS	
Entrevista Canal Universitario Univalle Stereo, Programa “Conéctate con la U”, Diciembre 2013 (transmitido días sábados 9:00 am)				
Propuesta de investigación				
Propuestas presentadas en convocatorias externas para búsqueda de financiación.				

Tabla No. 2. Detalle de productos

Para cada uno de los productos obtenidos y relacionados en la tabla anterior, indique la información solicitada para cada uno, anexando copia de las respectivas constancias. Como anexo a esta guía encontrará el instructivo para la revisión de informes finales y productos

Tipo de producto:	Artículo científico a publicar en revista indexada
Nombre General:	“Hardware para interfaz cerebro computador” (Brain computer interface hardware), sometido a comité editorial Revista Scientia et Technica, de la Universidad Tecnológica de Pereira (pendiente respuesta sobre aprobación para publicación)
Nombre Particular:	Artículo “Hardware para interfaz cerebro computador” (Brain computer interface hardware)
Ciudad y fechas:	Sometido a Revista Scientia et Technica, con respuesta de confirmación de recibido fechada el 28 de julio de 2015.

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones



Participantes:	MSc. Paulo Andrés Vélez Ángel (paulo.velez@correounivalle.edu.co) PhD. Juan Diego Gómez (juan.gomez@bios.co) Ing. Héctor García Arana (hector.garcia@correounivalle.edu.co)
Sitio de información:	Por definir
Formas organizativas:	Semillero de Investigación SITE (Programa Tecnología en Electrónica, Univalle Tuluá) Semillero de Investigación INGENIUX (Programas Ingeniería y Tecnología en Sistemas, Univalle Tuluá) Centro de Bioinformática y Biología Computacional BIOS (Manizales)

Tipo de producto:	Prototipo Industrial
Nombre General:	Circuito físico
Nombre Particular:	Sistema de electrodos orientado a la captura de señales generadas por un individuo a través del contacto con el cuero cabelludo.
Ciudad y fechas:	El sistema ya se encuentra disponible, se presentará cuando la VRIN lo requiera
Participantes:	MSc. Paulo Andrés Vélez Ángel Ing. Héctor García Arana Estudiantes: Luis Felipe Maya (Tecnología en Electrónica) Cristian Echeverry (Tecnología en Electrónica) Mauricio Torres (Tecnología en Electrónica) David Zapata (Tecnología en Electrónica) Jessica Ríos (Ingeniería de Sistemas)



Sitio de información:	El prototipo estará disponible en el Laboratorio de Tecnología en Electrónica, adscrito al Programa del mismo nombre, en la Universidad del Valle Sede Tuluá (Villacampestre)
Formas organizativas:	Semillero de Investigación SITE (Programa Tecnología en Electrónica, Univalle Tuluá) Semillero de Investigación INGENIUX (Programas Ingeniería y Tecnología en Sistemas, Univalle Tuluá)

5. Impactos actual o potencial:

El equipo construido, proporciona la capacidad de un equipo comercial de BCI. La diferencia es que al ser fabricado con componentes de fácil consecución y bajo costo, se puede replicar en instituciones de educación superior para permitir que los estudiantes de carreras tecnológicas y de ingeniería, tengan acceso a esta nueva herramienta. Asimismo, este equipo puede contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de personas con discapacidad motora, para lo cual lo ideal sería proseguir los estudios con orientación clínica involucrando al sector Salud del municipio.

Con este equipo, también se puede desarrollar el curso electivo sobre BCI, el cual puede ser ofrecido a los estudiantes de las sedes que conforman el sistema de Regionalización, para fortalecer los programas académicos en este aspecto.

La presente versión del informe contiene las observaciones de los evaluadores:

Firma del investigador principal

VoBo. Vicedecano de Investigaciones