



Primer Encuentro de Investigadores de la RADU  
Mendoza – Junio de 2011

### Electroencefalografía Inalámbrica de Múltiples Aplicaciones

M. A. Gantuz – D. J. Puertas

DICYTyV – Facultad de Ingeniería – Universidad de Mendoza

**Resumen:** En el presente trabajo se muestra el diseño y construcción de un sistema registrador de señales eléctricas cerebrales detectadas sobre el cuero cabelludo. El Registrador puede trabajar en forma remota, portátil y sin cables utilizando tecnología Bluetooth. El hardware está conformado por integrados de instrumentación, y el software realiza el procesamiento y la visualización en tiempo real de las señales electroencefálicas.

**Introducción:** Las células nerviosas se estiman en más de 100.000 millones de neuronas y varias veces más cuando se habla de las células de sostén. La propagación de las señales eléctricas por las neuronas provoca corrientes eléctricas (iónicas) en el medio extracelular y los potenciales extracelulares dan lugar al Electroencefalograma o EEG. En los estudios de encefalografía se utilizan electrodos colocados en diferentes partes en el cuero cabelludo, localizados según la norma 10-20. Los electrodos aquí mencionados cumplen con la función de recoger pasivamente potenciales eléctricos que provienen de conjuntos de neuronas ubicadas principalmente en la corteza cerebral. El nivel de las señales capturadas es del orden de micro voltios.

**Diseño:** En una primera instancia se diseñó un instrumento registrador de cuatro canales inalámbrico. Este instrumento envía las cuatro señales cerebrales a una PC o Notebook en donde se analizan y grafican en tiempo real. El sistema se compone de amplificadores especiales, filtros específicos, microprocesador, circuitos receptor y transmisor Bluetooth y un software de registración y análisis. La relación señal / ruido se mantuvo lo más alta posible. También se diseñó un gorro elástico, que funciona como un “multisensor” cerebral, en donde se colocaron los electrodos de acero inoxidable, utilizados comúnmente en prendas de vestir. Las ventajas de este sistema de gorro son los buenos resultados en la recolección de la información. Es económico, higiénico (se puede esterilizar) y práctico en cuanto a su montaje y la aplicación del tradicional gel conductor.

Los operacionales INA 131, en configuración “amplificador de instrumentación”, un filtro ranura para rechazar el ruido producido por la contaminación electromagnética de 50 Hz. (en Argentina) de la red eléctrica, comúnmente los tubos lumínicos fluorescentes. Si bien el ruido ya ha sido atenuado con el rechazo a modo común CMRR del propio amplificador detector) se debe atenuar aun más esta señal por medio de este filtro. Se ha incluido además un amplificador de ganancia programable que puede ajustar la ganancia por software.

Para controlar toda la electrónica y vincularla con una PC o Notebook se recurrió a un microcontrolador PIC 18f452, que contiene en su estructura cuatro conversores análogo-digitales A/D de 10 bits. También posee la capacidad de configurar la comunicación tipo serie RS-232 con protocolo SPP (Serial Port Profile). Esta última característica lo hace apto para la conexión al circuito integrado final Bluetooth. Para este tipo de equipamiento la conversión de 10 bits es suficiente

El software fue desarrollado en Visual Basic y el almacenamiento de datos el formato EDF+ (European Data Format), compatible internacionalmente.

**Conclusiones:** 1). El costo de ingeniería asociado se calcula que ronda los USD 12.500, pero el costo de fabricación en serie se estima en los . 2). El sistema se encuentra con la dificultad de la obtención de los componentes electrónicos INA131, PGA207 y BR-SC30A. 3). Se ha superado todo tipo de expectativas, logrando ampliamente las metas al obtener un sistema confiable, de precisión, original y considerablemente versátil para todo tipo de señales biológicas. 4). En cuanto al software se destaca el formato normalizado EDF+ que se puede procesar posteriormente con herramientas matemáticas como Matlab, Excel, etc.,

**Ventajas:** El equipo robusto, versátil, práctico y de última tecnología, aprovecha el máximo nivel del rango dinámico de digitalización del circuito integrado amplificador programable digitalmente. Al ser inalámbrico es un equipamiento portátil. Posee un novedoso sistema en la colocación de electrodos. En espacios abiertos se logró una comunicación sin problemas a una distancia de más de 80 metros en zona céntrica.

**Desventaja:** Dificultad en la obtención de algunos de los componentes electrónicos de primer nivel asociados,

**Logros y publicaciones:** Este proyecto ha sido seleccionado por comité evaluador, presentado y expuesto en: “II Congreso Internacional de Acústica”. Universidad de Tres de Febrero. Bs. As. Argentina. 8 al 10 de septiembre de 2010. y en el “X Encuentro Nacional de Audio AES Argentina”. Universidad de Mendoza. 16 y 17 de diciembre de 2010.

