

ELECTROCARDIÓGRAFO EDUCATIVO E.C.G. 2003

José Luis Gutiérrez Temiño, Eugenio Martín Cuenca, José M^a Angulo Usategui, Iván Trueba Parra, M^a José Gil Larrea y Javier García Zubía

Facultad de Ingeniería. Universidad de Deusto

jguti@eside.deusto.es

Departamento de Biología Animal y Ecología. Universidad de Granada

emartin@ugr.es

RESUMEN

Un equipo de investigadores de las Universidades de Deusto y Granada presentan en este trabajo un extraordinario material educativo y profesional basado en Microelectrónica programable sobre plataforma Windows que posibilitará a los departamentos integrados en Medicina, Ciencias Biológicas, Enfermería, Ciencias de la Salud, Educación Física, Deportes, etc., el desarrollo de prácticas reales de alto valor experimental y formativo.

1. INTRODUCCIÓN

El avance tecnológico permite el empleo de modernos sistemas computerizados utilizados para la enseñanza eficaz de ciencias como la medicina, la biología etcétera, particularmente en su apartado práctico. A lo largo de los años de docencia en varias asignaturas de estas ramas nos hemos encontrado con el problema de la escasez de instrumental de laboratorio, dado el alto costo del material necesario para la realización de prácticas. A lo anterior se suma el alto número de alumnos que se incluyen en cada grupo de prácticas, lo que implica la necesidad de una mayor cantidad de material. Ambos hechos, hacen imposible económicamente disponer del material suficiente, adecuado y moderno para la realización de las mismas

Fruto de la cooperación del Departamento de Biología Animal y Ecología de la Universidad de Granada y el Departamento de Arquitectura de Computadores y Electrónica Básica de la Universidad de Deusto de Bilbao, nació la idea de diseñar un sistema de electrocardiógrafo didáctico asequible en precio y con unas prestaciones que se ajustasen perfectamente a las necesidades de las clases de prácticas que requieren dicho tipo instrumental.

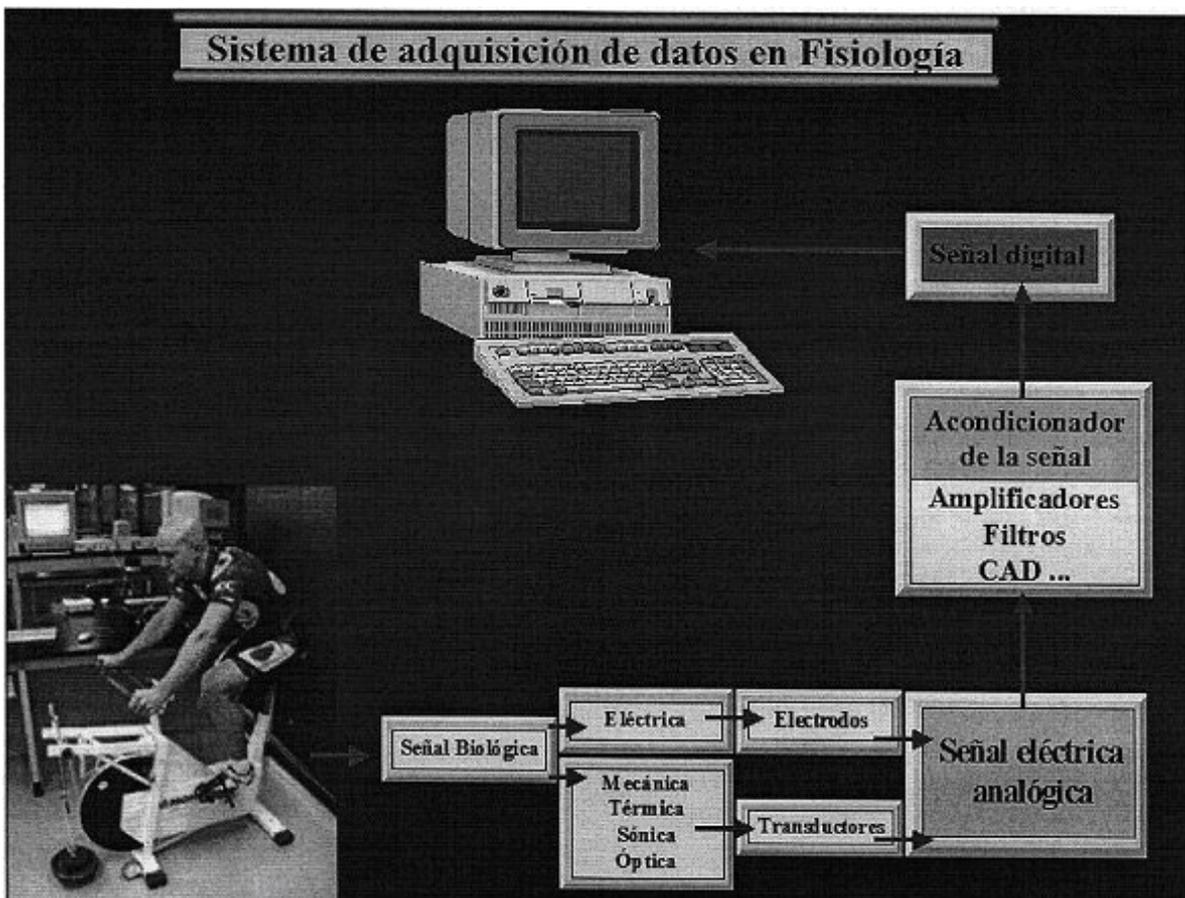


Figura 1.- Esquema gráfico del sistema de recogida de datos en las prácticas de Fisiología.:

2. ARQUITECTURA GENERAL

El desarrollo del proyecto involucra a las áreas de biología, electrónica e informática. Los responsables del área biológica establecieron las características niveles y prestaciones requeridos para su correcto funcionamiento, los responsables de los aspectos relacionados con la electrónica han tenido como misión el diseño de los circuitos de amplificación y filtro que se requieren para manejar señales tan débiles manteniendo una relación señal/ ruido admisible que evite la contaminación de las lecturas, finalmente el equipo informático desarrollo dos programas uno de bajo nivel para el control del microcontrolador encargado de la adquisición de las señales provenientes de las sondas, y otro programa sobre plataforma Windows encargado de la visualización en un ordenador anfitrión de las señales capturadas

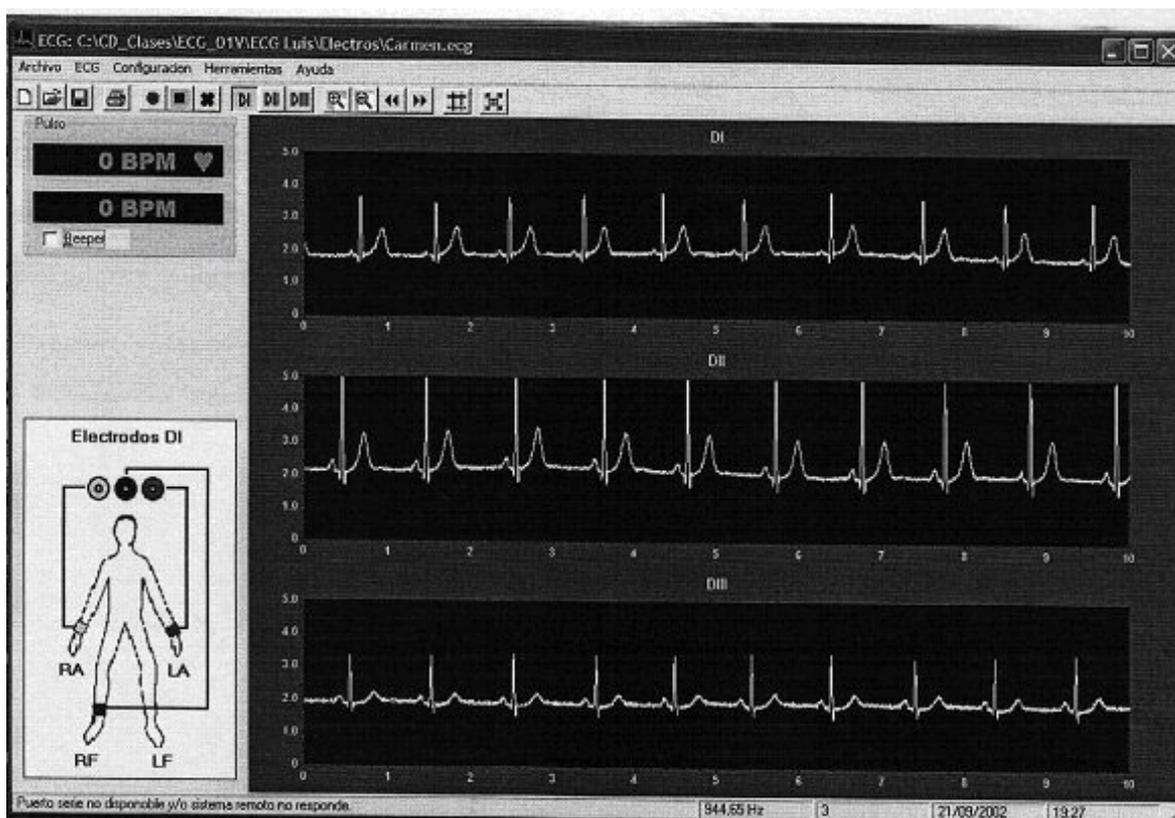


Figura 2.- Visualización de señales obtenidas en el electrocardiógrafo.

3. DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE

Del estudio realizado se obtiene como primera conclusión que existen dos tipos de electrocardiógrafos. por un lado los analógicos, estos consisten en un sistema amplificador de calidad y un mecanismo de filtros, las señales procedentes de los sensores convenientemente amplificadas se presentan normalmente en un polígrafo o pantalla de rayos catódicos. por otro lado están los digitales, estos presentan unas mayores prestaciones como por ejemplo poder almacenar fácilmente las medidas para posteriormente contrastarlas además se pueden incorporar filtros DPS y una mayor flexibilidad en la conexión (enviar la señal a distancia y visualizarla en elementos estándar, ordenadores, pantallas etc.) estas características mejoran notablemente la calidad. Por contra su complejidad y coste es mayor.

La elección nuestra fue claramente hacia la tecnología digital ya que actualmente ofrece componentes de un coste reducido y con unas altas prestaciones además en nuestro afán de mejorar, la tecnología digital deja un camino abierto muy interesante

Todos los electrocardiógrafos digitales están compuestos por cinco etapas, a saber:

- **Amplificador**
- **Filtro/s**
- **Convertor analógico/digital**
- **Sistema de control para el muestreo y la gestión de la visualización**
- **Mecanismo de visualización**

El amplificador: Es en encargado de amplificar las señales hasta unos valores manejables. Se ha optado por un amplificador bipotencial integrado de 100 db de ganancia tipo CMRR, ya que presentaba unas inmejorables características de linealidad y estabilidad y que no presenta necesidad de calibraciones como ocurre en algunos ECG comerciales.

El filtro: Se han incorporado tres filtros una pasa bajos de segundo orden tipo Butterworth que presenta un nivel de rechazo suficiente para las prestaciones exigidas sin incorporar un nivel de ruido excesivo. Un filtro pasa altos con la misma tecnología y características similares. Ambos son ajustables de forma externa, lo que permite definir la banda pasante permitida de forma dinámica, esto no es siempre posible en los comerciales. Finalmente se incorpora un filtro NOCHT de rechazo de banda con ganancia variable. El objetivo de este es evitar la contaminación de las señales de entrada debidas a las perturbaciones generadas por la red eléctrica y los aparatos conectados a ella. (este filtro es para Europa). Tanto el amplificador como los filtros crean la sección frontal que es la parte mas delicada del hardware por ello esta parte esta blindada y en montaje SMD, con alimentación independiente de la red (como exigen las normas de seguridad) Se ha realizado una selección minuciosa de los componentes de esta sección.

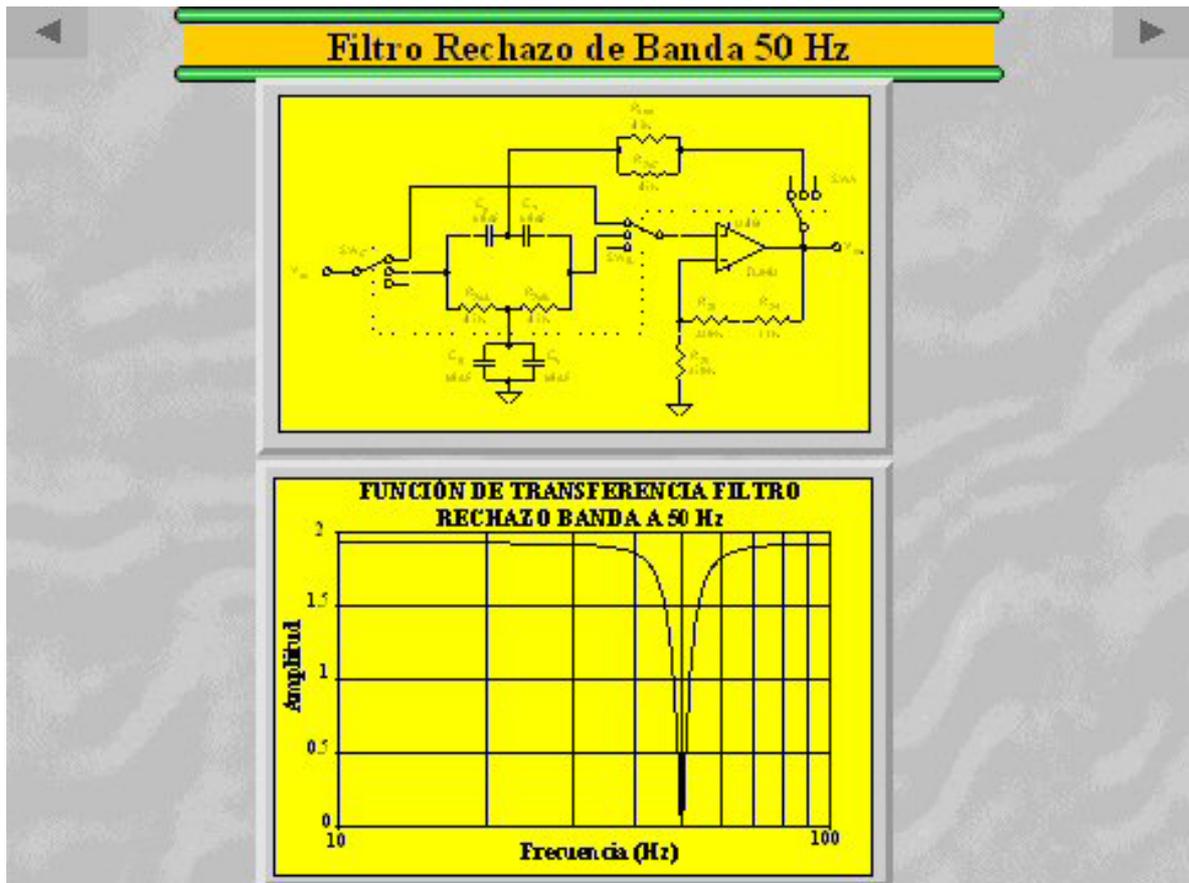


Figura 3.- Esquema del filtro NOCHT para evitar las interferencias de la red eléctrica

El convertor AD.: Las características exigidas a este elemento cuya finalidad es el paso de las señales analógicas a digitales son la velocidad (tiempo real) la precisión y la estabilidad. Todos estos requisitos se encontraron en el convertor del microcontrolador PIC 16F876 de la casa Microchip. Este dispositivo nos resuelve tres problemas 1ª la conversión 2ª el control del muestreo y 3ª la gestión de la comunicación RS 232 para la transferencia. Además ofrece la posibilidad de incorporar filtros software adicionales y un mecanismo sencillo y eficaz de almacenamiento primario. Cabe destacar que muchos ECG comerciales carecen de un microcontrolador integrado y por consiguiente de sus ventajas.

Mecanismo de visualización: Los ECG comerciales poseen un mecanismo de visualización de tipo polígrafo (varias agujas sobre una tira de papel, o una pantalla de rayos catódicos). Esto les da una cierta rigidez y dependencia. En nuestro caso la información se transmite al exterior mediante un canal serie RS 232 con un formato estándar, esta información es recogida por un ordenador personal que visualiza el resultado en un entorno amigable, pero que podría utilizarse una impresora, un PDA o cualquier otro dispositivo con capacidad para visualizar o imprimir graficas. Esto permite abaratar costes y/o llevar el resultado de un análisis para estudiarlo mas tarde (PDA, PC portátil,) o transmitirlo vía GSM, Internet, etc...

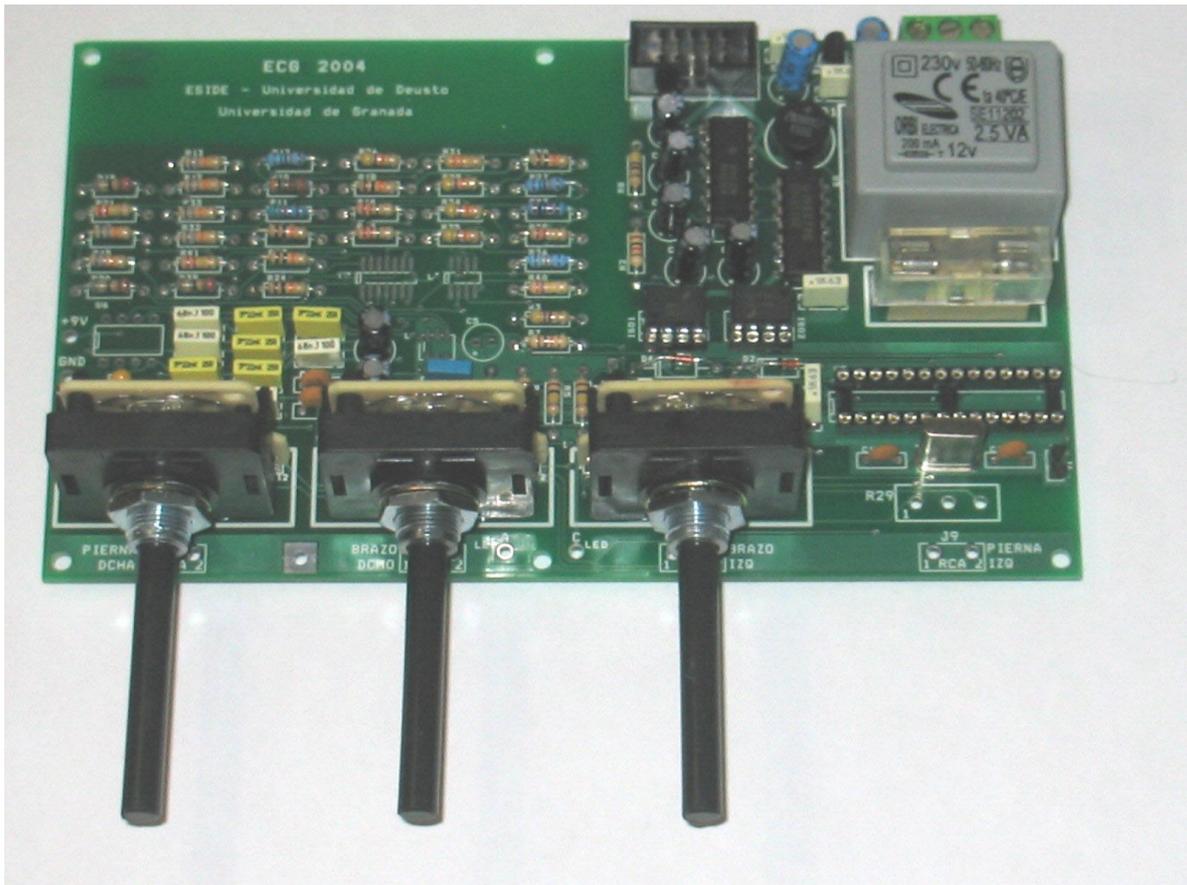


Figura 4.- Fotografía de la tarjeta del prototipo desarrollada en los laboratorios de la Universidad de Deusto

4. RESULTADOS OBTENIDOS

El resultado de todo esto da un equipo con unas prestaciones que cumplen los estándares de calidad fiabilidad y seguridad exigidos en este tipo de mediciones, con un sistema compacto y sencillo de manejar gracias a la eliminación de calibraciones, con un entorno amigable (posibilidad de control desde un computador), con un coste muy inferior a los ECG comerciales ya que se aprovechan dispositivos que por su masiva distribución (microcontroladores, PC, impresoras.....) tienen un coste relativamente bajo, además utiliza tecnología propia y por consiguiente patentable. Permitiendo en el futuro fácilmente mejoras y actualizaciones gracias al empleo de sistemas programados (microcontroladores) y estándar en las comunicaciones. Aunque en un segundo termino es importante destacar la posibilidad de usar el idioma deseado tanto en el software de manejo como en los manuales del electrocardiógrafo lo que debido a las series cortas de fabricación de las equipos comerciales no suele ocurrir en estos.

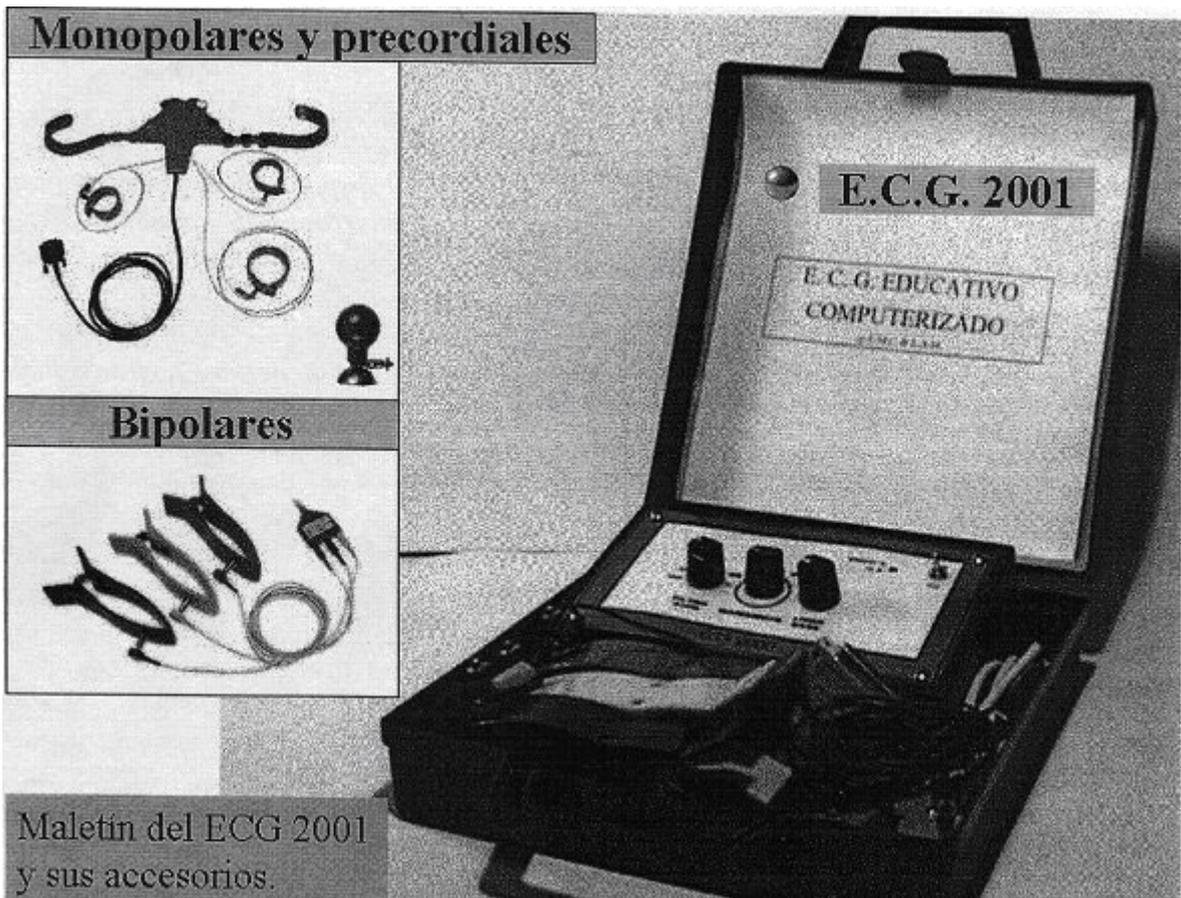


Figura 5.- Fotografía de un maletín con uno de los primeros electrocardiógrafos desarrollados.

5. COCLUSIONES Y POSIBILIDADES

Las pruebas realizadas en laboratorio, contrastando nuestro equipo con otros electrocardiógrafos comerciales con un precio mucho más elevado han dado como resultado unas prestaciones similares cuando no iguales. Por otro lado su utilización de la enseñanza de aspectos relativos al corazón en la rama de biología, así como el análisis de un ejemplo real en las ramas de electrónica e informática han sido un aliciente para seguir en esta línea de colaboración en el diseño de equipos de medida de laboratorio a los cuales y debido a su alto costo nuestros alumnos tienen un acceso limitado. Actualmente este proyecto está subvencionado por el Gobierno Vasco con el objetivo de introducirlo como herramienta didáctica en las clases practicas de biología y módulos de nivel medio en asistencias medicas auxiliares

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Angulo, J.M.; Gutiérrez Temiño, J.L. y Angulo, I, *Arquitectura de microprocesadores. Los Pentium a fondo*, Editorial Thomson Paraninfo, 2004.
- [2] Eugenio Martín Cuenca y José María Moreno Balboa , *Electrocardiógrafo Educativo Microcontrolado*, 2002
- [3] Angulo, J.M.; y Angulo, I, *Microcontroladores PIC: Diseño Práctico de Aplicaciones.*, Editorial Mc Graw Hill, 2003.
- [4] Proyecto Electrocardiógrafo Educativo Computerizado, SAIOTEK, 2003.