

Prólogo:

→ Biblioteca

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de este proyecto. En especial, queremos agradecer al NIB

(Núcleo de Ingeniería Biomédica) por brindarnos la oportunidad de realizar esta carrera realizando un interesante proyecto, y al Departamento

de Electrónica del Hospital de Clínicas Dr. Manuel Quiroga, por todo el apoyo brindado.

ESPECAR

1999

Grupo del ESPECAR.

(Diciembre 1999)

c/ disquete

Universidad de la República Oriental del Uruguay
NUCLEO DE INGENIERIA BIOMEDICA
de las Facultades de Medicina e Ingeniería
Hospital de Clínicas, piso 15
11600 Montevideo - Tel.: +598 2 487 1515 Int. 2335
info@nib.hc.edu.uy
URUGUAY

Estudiantes: Ricardo Clavijo, Pablo Galmarini, Martín Pomar.

Núcleo de Ingeniería Biomédica (NIB).

Prólogo:

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de este proyecto. En especial queremos agradecer al NIB (Núcleo de Ingeniería Biomédica) por brindarnos la oportunidad de poder finalizar nuestra carrera realizando tan interesante proyecto, y al Departamento de Electrónica del Hospital de Clínicas Dr. Manuel Quintela, por todo el apoyo brindado.

**Grupo del ESPECAR.
(Diciembre 1999)**

- Capítulo 7. Implementación de la Comunicación y Puerto Serie
- Capítulo 8. Programa de Adquisición y Análisis Espectral de ECG
- Capítulo 9. Aspectos Administrativos
- Capítulo 10. Apéndices
- Capítulo 11. Manual de Usuario

Contenido:

- **Capítulo 1. Descripción General del Proyecto**
- **Capítulo 2. Conceptos Básicos de Electrocardiología**
- **Capítulo 3. Procesamiento de Señales Electrocardíacas: Opciones de Proyecto**
- **Capítulo 4. Etapa de Adquisición de Datos**
- **Capítulo 5. La Interface USB (Universal Serial Bus)**
- **Capítulo 6. El Firmware del Dispositivo y los Drivers del Host USB**
- **Capítulo 7. Implementación de la Comunicación por Puerto Serie**
- **Capítulo 8. Programa de Adquisición y Análisis Espectral de ECG**
- **Capítulo 9. Aspectos Administrativos**
- **Capítulo 10. Apéndices**
- **Capítulo 11. Manual de Usuario**

1.2.1 Hardware

- Adquirir tres cables de tres derivaciones del ECG
- El valor total del proyecto no debe superar los US\$ 1500, sin incluir el computador, el cual se conecta a los computadores.
- Peso total menor a 1 Kg
- Compatible con normas de seguridad del paciente (IEC 601)
- Portabilidad total, y facilidad de uso.

La parte de Hardware es la que adquiere la señal de ECG, la cual es diseñada pensando en ser utilizada con una Notebook, aunque también puede ser usada en un PC común.

Capítulo

1

Descripción General del Proyecto**1.1 Introducción**

El estudio de la variabilidad de la frecuencia cardíaca permite obtener información indirecta sobre la actividad simpática y parasimpática de pacientes observados en el ámbito de diversas especialidades como la Medicina Interna, la Neurología, la Endocrinología y la Cardiología. La disponibilidad de herramientas de cálculo de gran potencia y de bajo costo, permite encarar el traslado de la experiencia adquirida en investigación a la actividad clínica. Esta es la motivación del proyecto, que tiene como fin la realización de un prototipo de ESPECAR (Sistema de adquisición de ECG y análisis del ritmo cardíaco).

1.2 Especificaciones generales

Se encaró el proyecto y la realización de un prototipo (ESPECAR) que permita adquirir la señal de ECG, detectar el ritmo cardíaco y estudiar su variabilidad, tanto en el dominio del tiempo (cálculo de media y desviación estándar del ritmo cardíaco), como en el dominio de la frecuencia, en este caso se evaluarán el análisis de Fourier y el análisis de Regresión en función de la correlación con las patologías a estudiar.

El proyecto consta de una parte de Hardware y otra de Software.

1.2.1 Hardware

- Adquisición simultánea de tres derivaciones del ECG.
- El valor total del proyecto no debe superar los US\$ 1500, sin incluir el computador al cual se conecta, ni los compiladores.
- Peso total menor de 3 Kg.
- Compatible con normas de seguridad del paciente (IEC 601).
- Portabilidad total, y facilidad de uso.

La parte de Hardware es la que adquiere la señal de ECG, la cual fue diseñada pensando en ser utilizada con una Notebook, aunque también puede ser usada en un PC común.

Como interface hacia la computadora se estudiaron las siguientes posibles soluciones:

- PCMCIA.
- Puerto paralelo.
- Puerto serie.
- USB.

En la parte de adquisición de datos, se consideró:

- El uso de microcontroladores PIC.
- El uso de microcontroladores con interface USB.
- Diferentes formas de amplificación y filtrado de una señal.
- Frecuencia de muestreo y número de bits de la señal muestreada.
- Tecnologías de aislación para cumplir con las normas de seguridad del paciente (IEC 601).

Esto implicó el estudio de los estándares PCMCIA, puerto paralelo, puerto serie, y USB, en lo que se refiere a la comunicación con el Hardware externo; elección del microcontrolador con interface USB y estudio de su programación (Assembler del 80930AD – microcontrolador de Intel) así como el uso del Hardware necesario para tal efecto; elección de los criterios de seguridad del paciente a utilizar: aislamiento óptico, o amplificadores de aislación.

1.2.2 Software

- Interfaz de usuario amigable.
- Compatible con los estándares de gran difusión en informática.
- Compatible con norma NAS-Montevideo de almacenamiento de señales.
- Generación de informe impreso con gráficas y texto.

En esta parte se estudiaron como posibles herramientas:

- Compilador de lenguaje C/C++.
- Compilador de lenguaje Visual Basic.
- LabView.
- LabWindows.
- Matlab.

Esto implicó el estudio de un compilador en ambiente gráfico (Ej.: Windows 98), así como la programación en dicho ambiente, el lenguaje de programación gráfica LabView y su interface con un lenguaje de programación como C/C++; LabWindows, librerías de Matlab y su uso conjuntamente con el lenguaje C/C++.

Para detectar el ritmo cardiaco y estudiar su variabilidad tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia, se deberán detectar los picos de la señal cardíaca, y para ello se evaluarán distintos métodos (algoritmos) de detección posibles.

Se tomó en cuenta para la elección del algoritmo, su sensibilidad a los distintos ruidos que pueden afectar a una señal de ECG (Por ej.: interferencia a 50 Hz, ruido de contacto de los electrodos, contracciones musculares EMG, modulación de la amplitud de la señal ECG con la respiración, etc.).

1.3 Financiación

La financiación de este proyecto, estuvo contemplada en el Proyecto '98 del CONICYT. "Desarrollo de la Ingeniería Biomédica".

1.4 Participantes

- Ricardo Clavijo¹, Pablo Galmarini¹, Martín Pomar¹.
- Fernando Nieto², Franco Simini².
- Rafael Sanguinetti³, Martín Vallarino³.
- Daniel Bulla⁴.
- Oscar Zuluaga⁵.

¹ Estudiante que realiza la asignatura "Proyecto". Teléfonos: Pomar 409 3753, Galmarini 619 8480, Clavijo 400 31 48. Núcleo de Ingeniería Biomédica.

² Profesor agregado, Núcleo de Ingeniería Biomédica, tel. 487 1515 interno 2335.

³ Asistente de Ingeniería Biomédica, Sanguinetti (099) 612604, Vallarino 619 3117.

⁴ Profesor Adjunto Emergencias. Teléfono: (09) 43 62 33.

⁵ Técnico en electrónica, CLAP (OPS/OMS).

Figura 1. El corazón y sus cavidades.

En estado de reposo las células del corazón están polarizadas, el interior de la célula de las cavidades cargada negativamente. Cuando la célula recibe un estímulo para contractarse su interior se vuelve positivo. La estimulación eléctrica de estas células musculares especializadas se llama despolarización y hace que se contraigan. Esta despolarización se puede considerar como una onda progresiva de carga positiva dentro de las células. Durante la repolarización, las células del miocardio vuelven su carga negativa. (Este fenómeno es estrictamente eléctrico).

Cuando una onda de carga positiva se aproxima a un electrodo positivo sobre la piel se observa una deflexión simultánea hacia arriba en el ECG.

El nodo sinusal S.A. inicia el impulso eléctrico para la estimulación del corazón. Este nodo de despolarización estimula a las aurículas.

Cuando el nodo de despolarización recorre las aurículas, produce una onda sinusoidal de carga sinusoidal. El estímulo eléctrico que se da en el nodo S.A. se va a la