

## ELECTROCARDIOGRAFO DE TRES CANALES

Gutiérrez H., Hernández T.

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente  
Escuela de Ingeniería Electrónica

### RESUMEN

Se presenta un sistema básico de adquisición de señales electrocardiográficas de tres canales basado en una computadora PC XT.

### INTRODUCCION

Como miembros de la primera generación de graduados de la Licenciatura de Ingeniería Electrónica en el área de Ingeniería Biomédica, desarrollamos un sistema de adquisición de señales electrocardiográficas de tres canales básico (derivaciones de Einthoven). El objetivo de dicho proyecto fue, por un lado, reforzar los conocimientos teóricos de nuestros cursos de Ingeniería Biomédica a nivel de práctica de laboratorio, así como ponerlo a disposición de los cursos subsecuentes, y por el otro, servir como equipo base para la implementación y prueba de algoritmos del procesamiento digital de señales fisiológicas.

### DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

En la figura 1 se muestra el diagrama de bloques del sistema implementado.

El equipo está conformado de 2 partes: la etapa de amplificación y acondicionamiento analógico de la señal, y la de adquisición de datos.

### DESCRIPCION DEL SISTEMA

La primera parte, en su etapa de entrada, consta de amplificadores en configuración de instrumentación, filtros pasa-banda de primer orden (frecuencias de corte de 0.05 Hz y 150 Hz) y circuitería adicional para el manejo de los optoacopladores. Los tres canales tienen idénticas características y son alimentados mediante pilas. La razón de esto es evitar la inducción del ruido de la línea de alimentación de 60 Hz y aislar eléctricamente al paciente de la computadora.

Los transistores de salida de los optoacopladores se usan en configuración de emisor común. Cuenta con filtros pasa-altas adicionales para cada derivación (no mostrados en la figura 1)

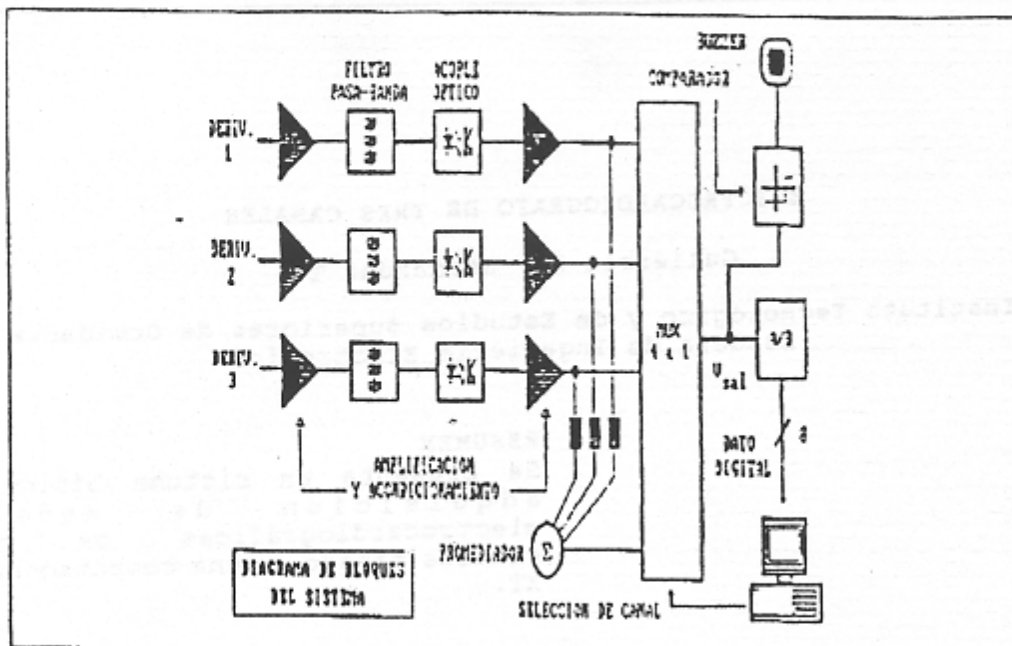


Figura 1

con el fin de evitar el efecto de modulación producido por la respiración del paciente. Cada canal cuenta con un amplificador de ganancia ajustable externamente.

Una cuarta señal se obtiene promediando analógicamente las tres derivaciones, para así obtener la derivación central de Wilson. Las 4 señales se acoplan mediante seguidores de voltaje al multiplexor que es gobernado por la computadora.

La etapa de conversión A/D y adquisición de datos está basado en el uso de un circuito programable de interfase con periféricos: 8255. El convertidor A/D utilizado es de alta velocidad (tiempo de conversión de 2.5  $\mu$ s máx.) y cuenta con una resolución de 8 bits.

#### DESCRIPCION DEL PROGRAMA

El programa básico para la adquisición y despliegue de los datos cuenta con las siguientes características:

1. Despliegue en tiempo real de las derivaciones 1, 2, 3 y derivación central de Wilson en forma independiente (frecuencia de muestreo de 373 Hz).
2. Despliegue en tiempo real de las tres derivaciones del triángulo de Einthoven (frecuencia de muestreo de 142 Hz).
3. Muestreo de las derivaciones 1, 2 y 3 con opción para

almacenar la información en disco y su despliegado en el monitor (tiempo total de muestreo de 54 segundos, frecuencia de muestreo de 520 Hz/3 por señal).

El programa esta escrito en Turbo Pascal versión 5.0, con algunas rutinas en lenguaje ensamblador.

### RESULTADOS OBTENIDOS

En la siguiente gráfica se muestra un registro típico obtenido mediante este sistema.

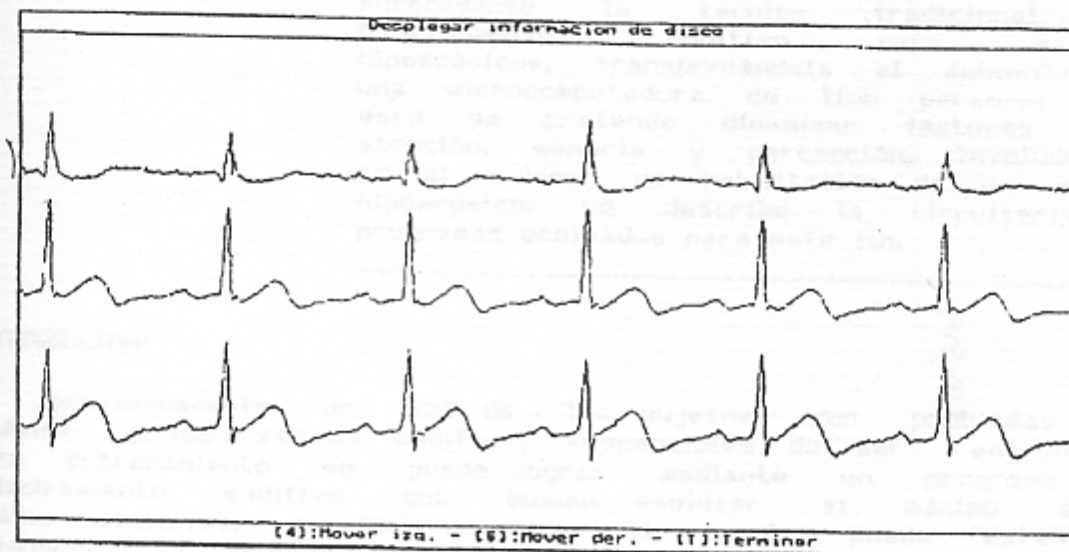


Figura 2

Los registros obtenidos cuentan con un bajo nivel de ruido de alta frecuencia, sin embargo, el registro obtenido de uno de los canales se encontró un poco distorsionada (parte superior de la figura 2). Debe hacerse notar que a los datos obtenidos no se les hizo ningún tipo de procesamiento digital (suavizado o filtrado).

### CONCLUSIONES

El sistema cumple con los requerimientos educativos planteados, pues aporta un equipo básico de registro de biopotenciales para futuras prácticas y/o proyectos ligados a los cursos de Ingeniería Biomédica.

El diseño presentado está sujeto a las siguientes mejoras: 1) utilización de amplificadores operacionales de instrumentación, 2) mejoramiento de la selectividad de los filtros activos, 3) implementación de escalamiento y señal de calibración sobre el monitor de la PC, 4) procesamiento digital de las señales con fines específicos (extracción de características de la señal de ECG), entre otros.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] J. G. Webster, Medical Instrumentation, Houghton Mifflin, U.S.A., 1978.
- [2] W. F. Ganong, Fisiología Médica, Ed. El Manual Moderno, México, 1988.
- [3] W. J. Tompkins, J. G. Webster, Interfacing Sensor to the IBM PC, Prentice Hall, U.S.A., 1988.
- [4] B. K. O'Brien, Turbo Pascal 5.5: The complete reference, McGraw-Hill, U.S.A., 1989.
- [5] National Semiconductor Corporation, Linear Databook, vol. 1 y 2, U.S.A., 1988.