

SIMULADOR ELECTROCARDIOGRAFICO PARA CONTROL DE CALIDAD

Escandón Martínez A. B.

Pazarán García P. E.

Brust Carmona H.

Depto. de Señales Biológicas - Dir. Sistemas y Proc. Medicos de Apoyo
Dir. Gral. de Investigación y Desarrollo Tecnológico- SSA.

RESUMEN.

Se presenta un programa que, utilizando un convertidor digital/analógico de 12 bits de resolución, genera las señales electrocardiográficas siguiendo las recomendaciones de la "Association for the Advancement of Medical Instrumentation". Tales señales son aplicadas con el proposito de verificar que los monitores cardiacos y cardiotacómetros satisfagan los requisitos mínimos de seguridad y funcionamiento. Las señales se encuentran almacenadas en archivos generados en LOTUS.

INTRODUCCION.

El desarrollo tecnológico de integración nacional es una necesidad actual que pretende basicamente disminuir la dependencia tecnológica del extranjero, reducir la fuga de divisas, mejorar la calidad de los servicios prestados y desarrollar la inventiva nacional. Con esta mentalidad, diversos organismos del sector publico y privado ya han producido equipo médico variado [1,2,3,4]; pero esto ha generado la necesidad de establecer un programa de control de calidad estricto que haga a los productos terminados comparables con los extranjeros.

Actualmente, el Centro de Desarrollo de Aplicaciones Tecnológicas (CEDAT) se encuentra realizando un electrocardiotacómetro [5] y un monitor cardiaco. Estos equipos deben satisfacer los requisitos mínimos de seguridad y funcionamiento, para lo cual, es necesario someterlos a las pruebas de validación aceptadas internacionalmente. Las normas para el desarrollo de equipo biomédico han sido establecidas por varios países [6,7], entre las que se encuentran las de la "American National Standard for Cardiac Monitors, Heart Rate Meters and Alarms" que describen ampliamente las características de las señales de prueba. Tomando en cuenta la gran relación comercial existente entre EUA y México se optó por seguir las establecidas por la AAMI.

OBJETIVO:

El desarrollo de un sistema para la generación y presentación de señales electrocardiográficas de acuerdo a las características establecidas por las normas americanas: señal normal a 80 latidos por minuto (lpm) con onda T variable, bigemino ventricular a 80 lpm, bigemino ventricular alternante a 60 y 120 lpm, sístoles bidireccionales a 90 lpm, taquicardia ventricular a 195 y 206 lpm, señal normal con marcapazo sincronizado a 80 lpm.

DESARROLLO:

El sistema se desarrolló en una microcomputadora compatible con IBM/PC y comprende los siguientes elementos:

-Generación de señales electrocardiográficas. Conformar un conjunto de señales según lo establecido por las normas americanas, para lo cual, las señales se reprodujeron inicialmente en papel milimétrico, se fraccionaron en segmentos simples (rectas y secciones senoidales) y se generó en LOTUS 1-2-3 las ecuaciones descriptivas de cada segmento. Posteriormente las señales se grafican en el monitor de la computadora para la adecuación continua de los puntos que conforman cada señal electrocardiográfica. Actualmente se tiene, como resultado de este proceso almacenadas en una base de datos el siguiente conjunto de señales:

- ECG normal real a 80 lpm.
- ECG normal de prueba a 80 lpm.
- ECG normal de prueba con onda T variable en pasos de 0.2 mv desde 0.0 a 1.2 mv.
- ECG normal con marcapazo sincronizado a 80 lpm.

- Bigemino ventricular a 80 lpm.
- Bigemino ventricular alternante lento a 60 lpm.
- Bigemino ventricular alternante rápido a 120 lpm.
- Sístoles bidireccionales a 90 lpm.
- Taquicardia ventricular a 206 lpm.
- Taquicardia ventricular a 195 lpm.

-Presentación de señales mediante el convertidor digital/analógico. Las señales electrocardiográficas se envían repetitivamente punto a punto cada dos milisegundos, mediante el convertidor D/A al equipo que se quiere probar. Esto permite realizar las mediciones propuestas por la norma americana y verificar su funcionamiento en los límites permisibles. Esta parte está totalmente desarrollada en el lenguaje de programación PASCAL y se utiliza un convertidor digital/analógico de 12 bits de resolución.

El diagrama de flujo de este sistema se presenta en la fig. 1

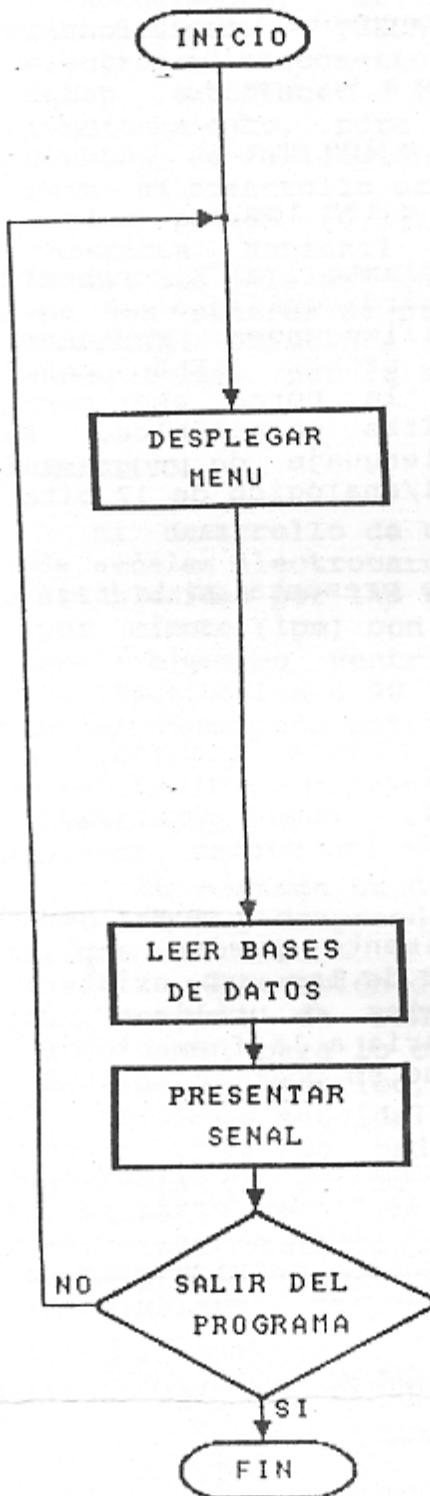
CONCLUSIONES Y RESULTADOS

Utilizando el programa presentado en este trabajo, toda institución que desarrolla monitores cardiacos o cardiotaquímetros, en nuestro caso particular el CEDAT, puede analizar el funcionamiento de sus productos a partir de las normas americanas propuestas por la AAMI.

Las bases de datos utilizadas actualmente pueden ampliarse ilimitadamente: aumentar la complejidad de las ya existentes, generar en base a LOTUS nuevas señales ó utilizar datos digitalizados de un ECG. Todo esto llevaría a la formación de un banco de señales electrocardiográficas que se podrían aplicar en cualquier momento.

Además de su aplicación inmediata en control de calidad dentro del campo electrocardiográfico, el programa puede servir de base para el desarrollo de sistemas similares en otras áreas, es decir, un equipo que como entrada utilice una señal eléctrica menor a un volt puede ser probado mediante el cambio de las bases de datos y la frecuencia de conversión.

En las figuras 2 a 7 se presentan algunas de las gráficas generadas en LOTUS.



:Presentacion de las senales electrocardiograficas:

- ECG normal real 80 lpm.
- ECG normal de prueba 80 lpm.
- ECG normal de prueba con onda T variable.
- ECG normal con marcapazo sincronizado a 80 lpm.
- Bigemino ventricular 80 lpm.
- Bigemino ventricular alter-nante lento 60 lpm.
- Bigemino ventricular alter-nante rapido 120 lpm.
- Sistoles bidireccionales 90 lpm.
- Taquicardia ventricular 206 lpm.
- Taquicardia ventricular 195 lpm.

:Se leeran los archivos ge-nerados en formato LOTUS.

:A traves de un convertidor analogico a digital presen-ta la senal seleccionada.

FIG.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA PRINCIPAL.

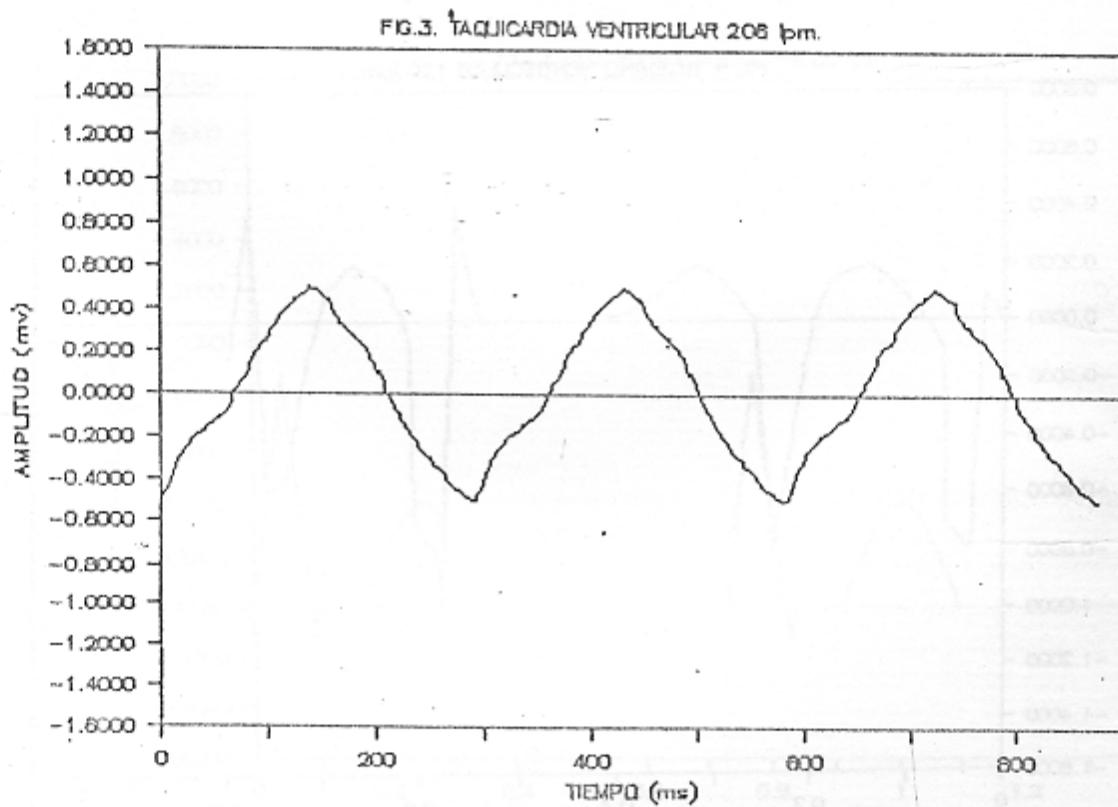
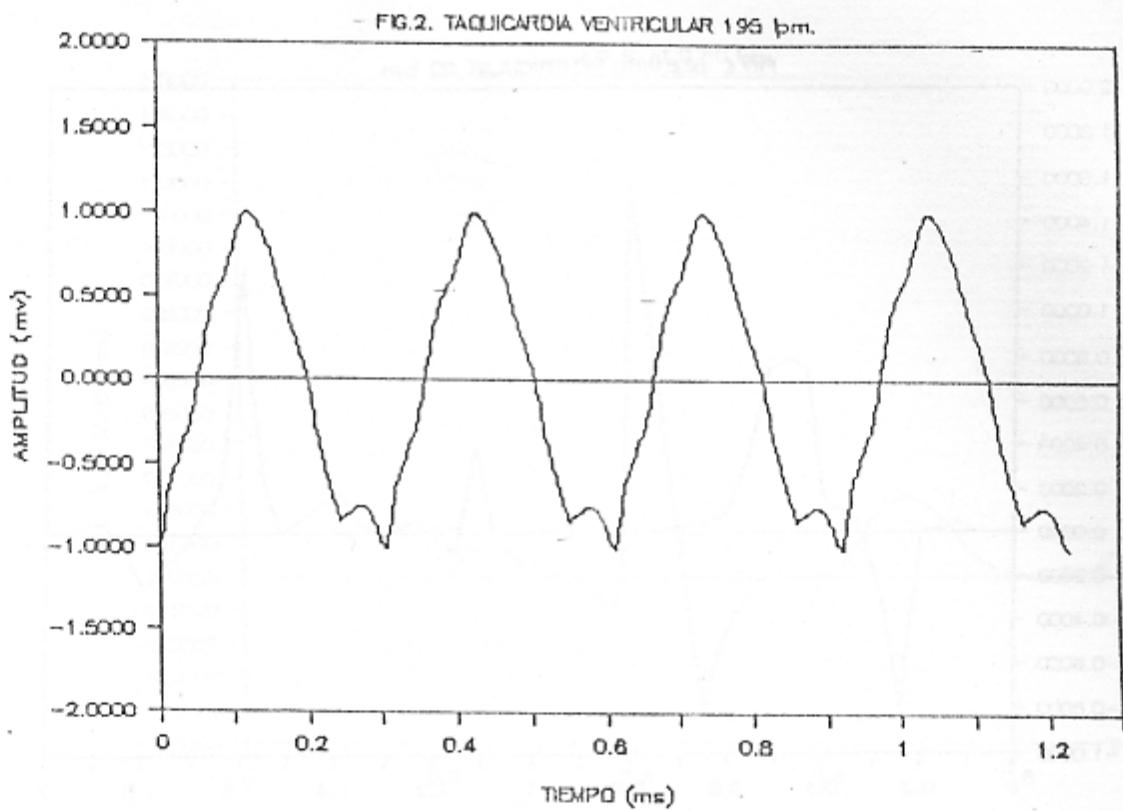


FIG.4. BIGEMINO VENTRICULAR 80 bpm.

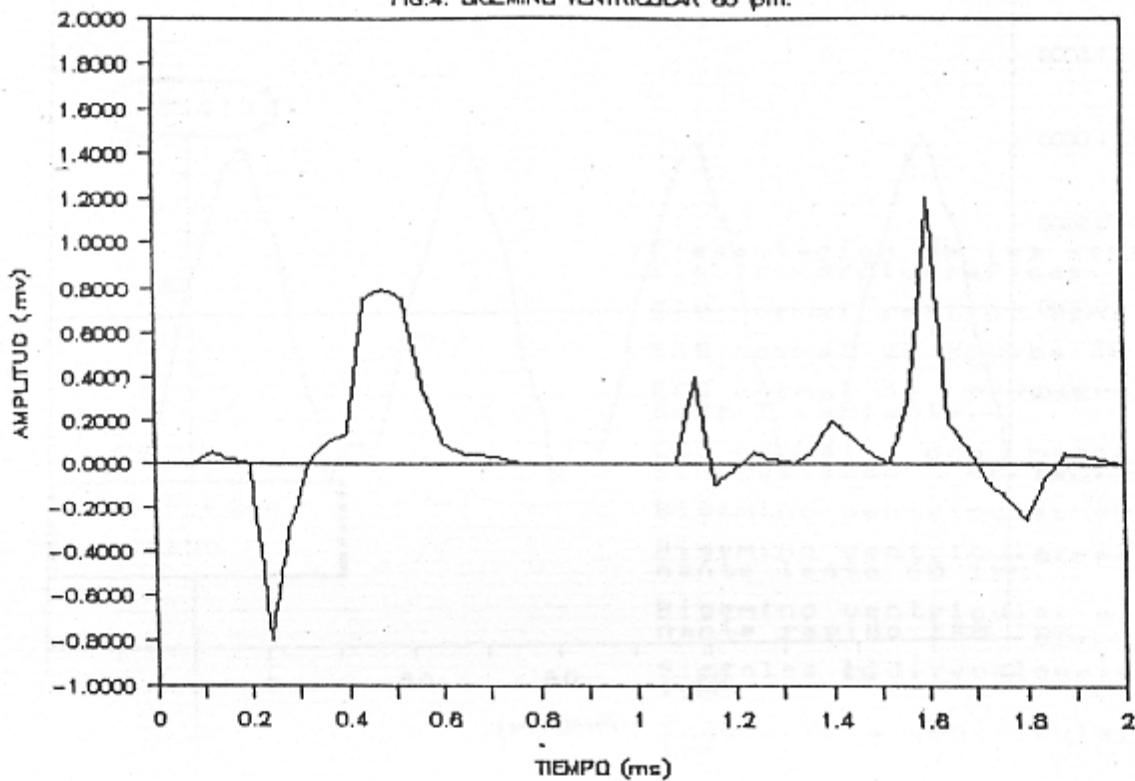


FIG.5. BIGEMINO VENTRICULAR 120 bpm.

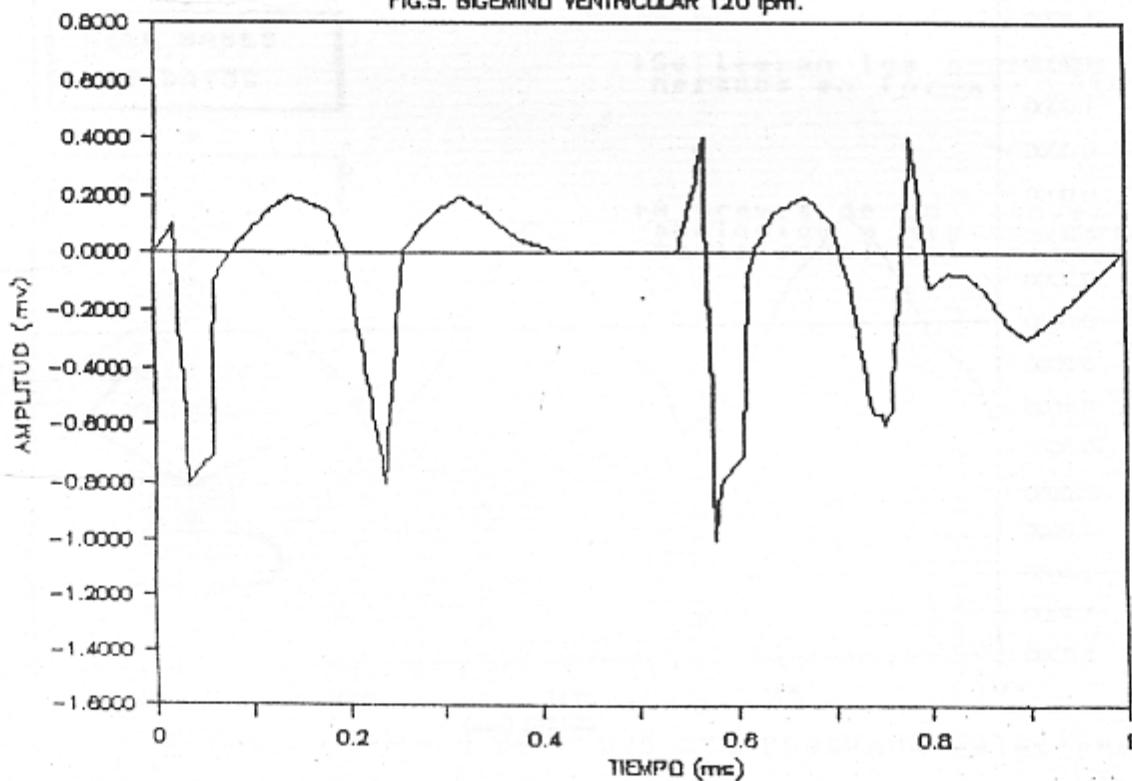


FIG 6. ECG 80 lpm

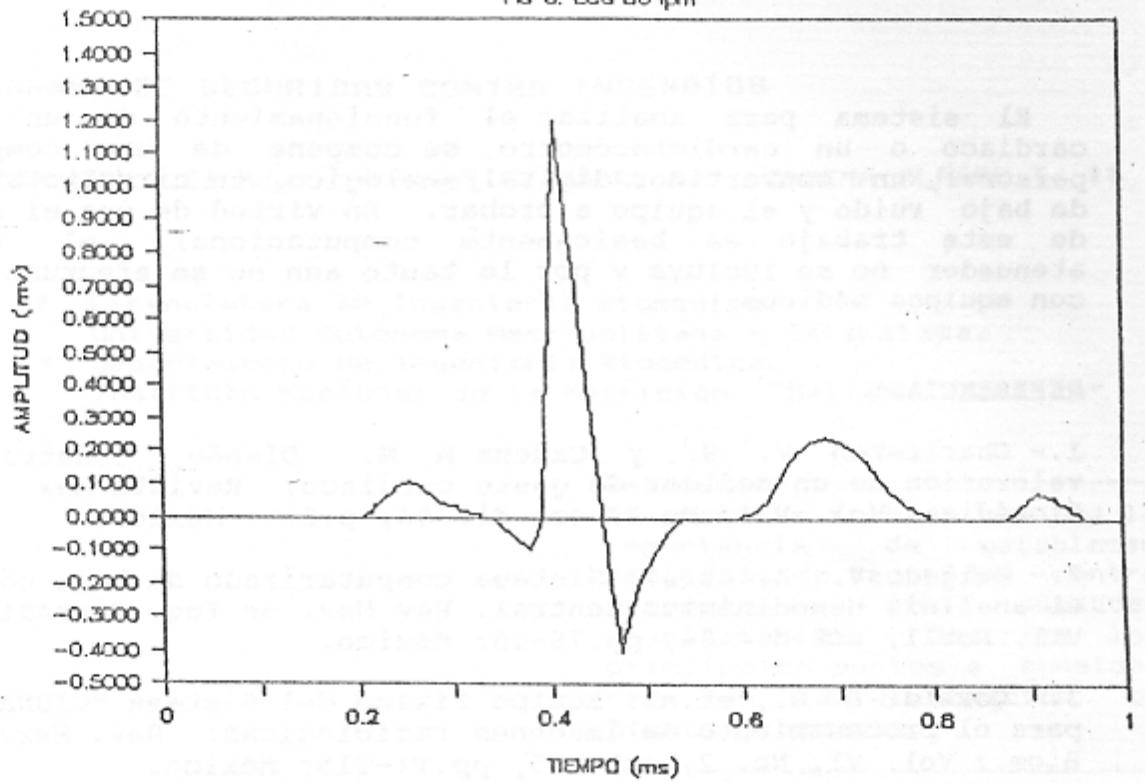
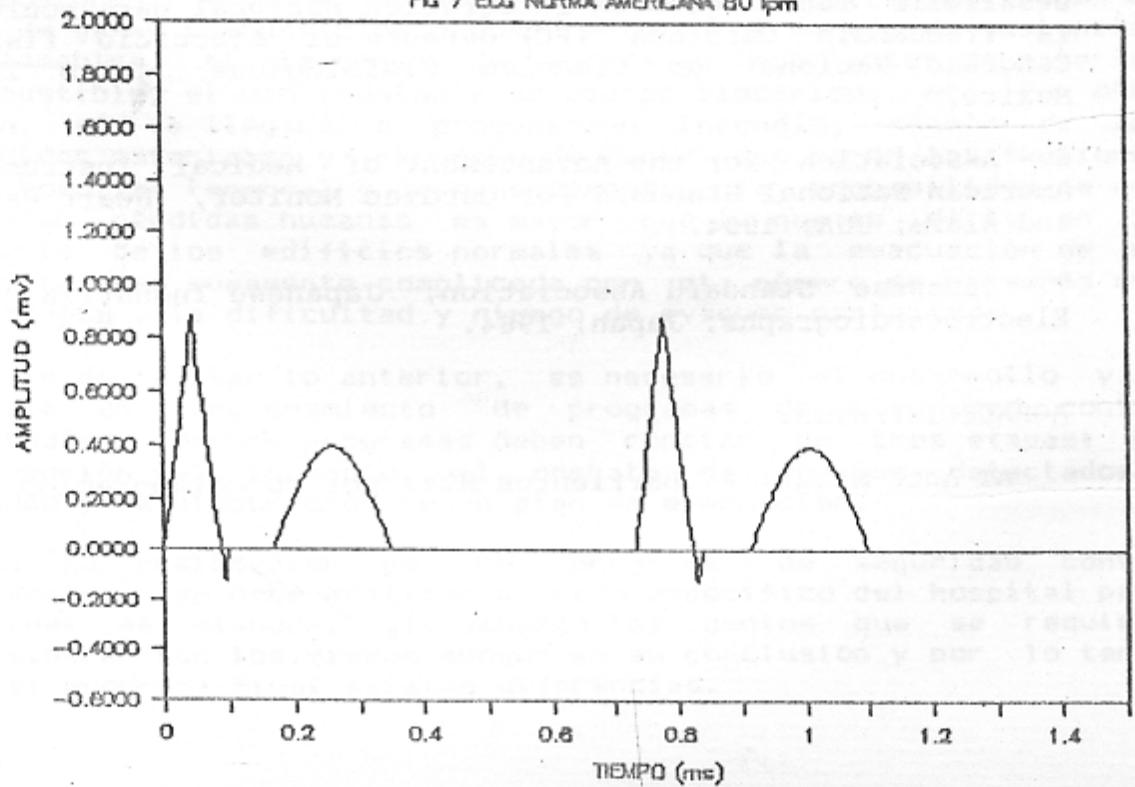


FIG 7 ECG NORMA AMERICANA 80 lpm



El sistema para analizar el funcionamiento de un monitor cardiaco o un cardiotacómetro se compone de una computadora personal, un convertidor digital/analógico, un circuito atenuador de bajo ruido y el equipo a probar. En virtud de que el objetivo de este trabajo es basicamente computacional, el circuito atenuador no se incluye y por lo tanto aun no se efectuan pruebas con equipos médicos.

REFERENCIAS:

- 1.- Charleston V. S. y Cadena M M. Diseño, construcción y valoración de un medidor de gasto cardiaco; Revista Mex. de Ing. Biomédica; Vol. VII, No 1; oct-dic 86; p.213; México.
- 2.- Delgado V. A, et.al; Sistema computarizado de bajo costo para el analisis Hemodinámico Central. Rev Mex. de Ing. Biomédica; Vol. VII, No. 1, oct-dic 86, pp.75-85; México.
- 3.- Corkidi B. G., et.al; Equipo físico del Sistema "CIUNAM - INC" para el procesamiento de imagenes radiologicas; Rev. Mex. de Ing. Biom.; Vol. VI, No. 2, oct. 85, pp.T1-T15; México.
- 4.- García M. J. ; Electrocardiógrafo multicanal de tiempo real "PC " - compatible; Rev. Mex. de Ing. Biom., Vol. VI, No. 2, oct. 85, p. 6; México.
- 5.- Calderón J. A., et al ; El Electrocardiotacómetro (EKT): Desarrollo Tecnológico de Integración Nacional para monitoreo de la frecuencia cardiaca (FC) durante el ejercicio físico; XXX Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas; julio 1987; C6; México.
- 6.- Association for the Advancement of Medical Instrumentation; American National Standard for Cardiac Monitor, Heart Rate Meters and Alarms; USA; 1984.
- 7.- Japanese Standard Association; Japanese Industrial Standard Electrocardiographs; Japan; 1984.

AGRADECIMIENTOS:

Al Act. Miguel A. Barrientos Mtz. por su colaboración.