

# MONITOR DE LA ACTIVIDAD CARDIACA CON TUBO DE RAYOS CATODICOS

---

ZARCO J.  
MENESES I.

CALDERON J.  
BRUST H.

Centro para la Productividad de los Recursos Biomédicos.  
Oficialia Mayor.  
SECRETARIA DE SALUD.

## RESUMEN

Se presenta un monitor de la frecuencia cardíaca (FC) y del electrocardiograma (ECG) representados en un tubo de TV. El aparato permite detectar ECG en las derivaciones usuales. Utiliza amplificadores diferenciales con impedancia de entrada mayor de 2.4 MOhms y rechazo de modo común mayor de 80 dB. Su ancho de banda es de 0.05 a 100 Hz. El ECG es digitalizado y guardado en memoria para su representación en dos haces con barrido de 25 ó 50 mm/s. Uno de estos trazos se puede congelar para el análisis continuo. El QRS se utiliza para calcular la FC latido a latido, el resultado lo muestra en la pantalla junto con los números representan la FC mínima y máxima para activar la alarma sonora. Todo esta controlado por un microprocesador.

## PRINCIPIO DE OPERACION DEL MONITOR.

Este aparato muestra en forma analógica la actividad eléctrica y en digitos la frecuencia cardíaca, conforme a las especificaciones descritas en las normas de fabricación de monitores electrocardiográficos, utilizando cualquiera de las derivaciones (I, II, III, aVR, aVL, aVF y V) (ver Bibliografía).

El monitor opera en cuatro etapas:

TRANSDUCTOR--> ETAPA ANALOGICA--> ETAPA DIGITAL--> REPRESENTACION

### Transductor

Para detectar la señal electrocardiográfica se emplean como transductor cinco electrodos de plata-cloruro de plata colocados cuatro en las extremidades y uno movable en el tórax.

### Etapa Analógica

La señal eléctrica (ECG) es recibida por cuatro amplificadores con ganancia unitaria los que están protegidos contra descargas de desfibrilador. De estos pasa a un selector de derivaciones con los resistores que integran la red de Wilson.

Después entra a un amplificador diferencial con un rechazo en modo común mayor a 80 dB. Las señales indeseables son eliminadas con un filtro paso altas de 0.05 Hz. y un filtro paso bajas que se puede seleccionar a 40 ó a 100 Hz. Por último la señal entra a un amplificador donde se pueden seleccionar tres ganancias y alimenta a un optoacoplador para obtener una señal de ECG. La señal de ECG pasa a un detector de QRS de donde se calcula la frecuencia cardíaca.

### Etapa Digital

La señal de ECG obtenida en la etapa analógica es convertida a digital y almacenada en un banco de memoria.

El microprocesador Z80 controla cuatro puertos:

- Puerto de entrada de la señal ECG, la señal digitalizada del ECG es almacenada en el banco de memoria por medio de este puerto, a través de este se controla el convertidor analógico a digital.
- Puerto de entrada de señales de control, a través de este el microprocesador recibe los comandos dados por el usuario como son la velocidad de barrido, congelamiento de imagen, etc.).
- Puerto de salida del barrido vertical, la señal de ECG almacenada en memoria es desplegada en la pantalla (representación analógica).
- Puerto de salida del barrido horizontal y señales de sincronía, A través de este el microprocesador manda señales para controlar el barrido horizontal y el video del tubo de rayos catódicos.

### Representación

Las señales de los puertos de salida horizontal y vertical son convertidas a señales analógicas y amplificadas para ser desplegadas en la pantalla de un tubo de rayos catódicos tipo televisión. Para que estas señales sean desplegadas en la pantalla es necesario generar una alta tensión en el ánodo y controlar la emisión del tubo con una señal de video.

El diagrama en forma de bloques del monitor se muestra en la figura 1.

El programa que ejecuta el microprocesador para realizar las funciones descritas anteriormente se encuentra grabado en una memoria EPROM y consiste de cuatro rutinas, una que controla el convertidor analógico-digital y almacena la información en

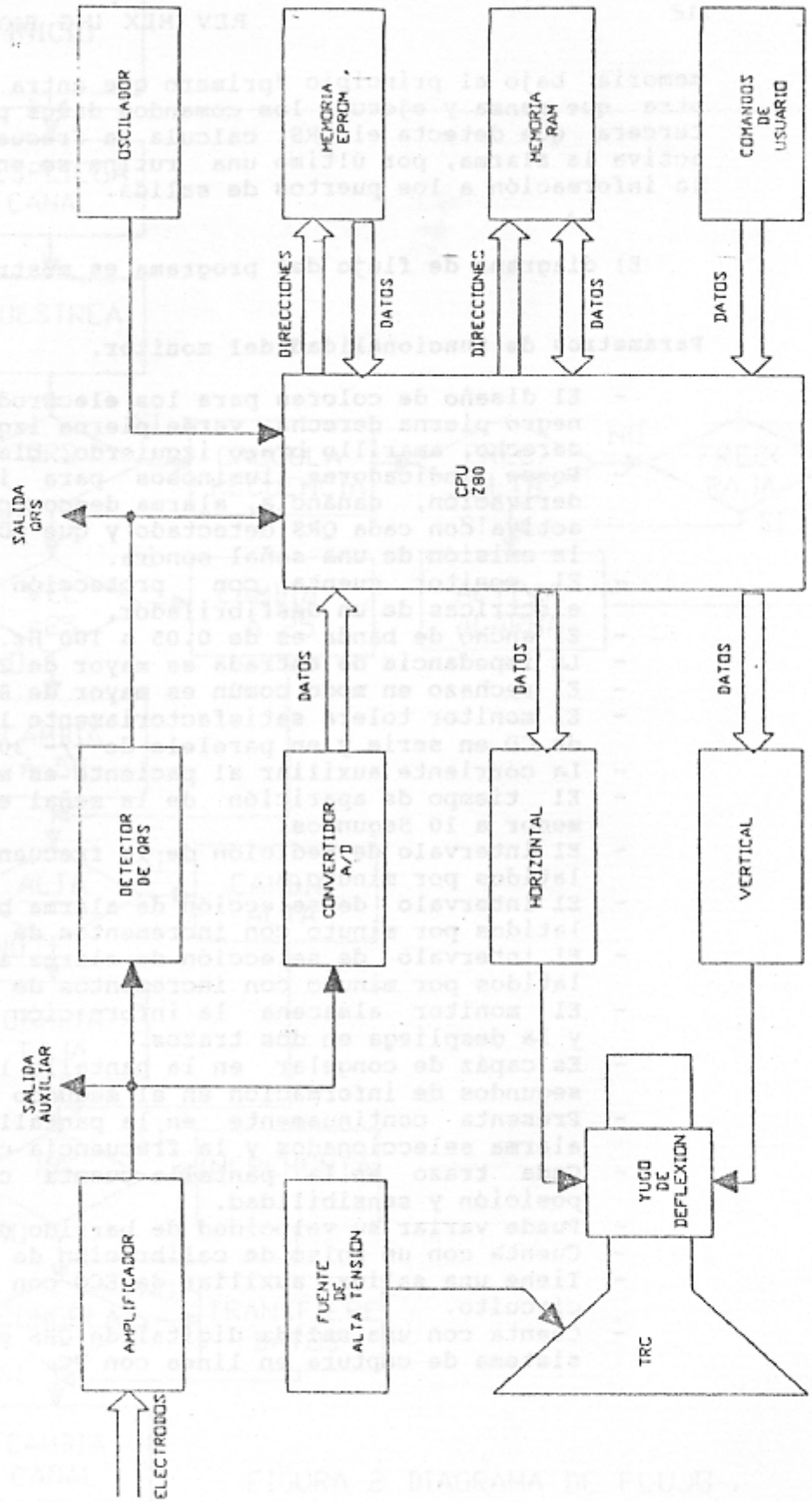


FIGURA 1  
DIAGRAMA A BLOQUES DEL MONITOR.

memoria bajo el principio "primero que entra primero que sale", otra que sensa y ejecuta los comandos dados por el usuario, una tercera que detecta el QRS, calcula la frecuencia y en su caso activa la alarma, por último una rutina se encarga de transferir la información a los puertos de salida.

El diagrama de flujo del programa es mostrado en la figura 2.

#### Parámetros de funcionalidad del monitor.

- El diseño de colores para los electrodos es como sigue: negro pierna derecha, verde pierna izquierda, rojo brazo derecho, amarillo brazo izquierdo, blanco tórax.
- Posee indicadores luminosos para indicar: encendido, derivación, ganancia, alarma desconectada y uno que se activa con cada QRS detectado y que puede sustituirse por la emisión de una señal sonora.
- El monitor cuenta con protección contra descargas eléctricas de un desfibrilador.
- El ancho de banda es de 0.05 a 100 Hz.
- La impedancia de entrada es mayor de 2.4 MOhms.
- El rechazo en modo común es mayor de 80 dB.
- El monitor tolera satisfactoriamente la prueba de tensión de CD en serie y en paralelo de +/- 300 mV.
- La corriente auxiliar al paciente es menor de 0.1 microA.
- El tiempo de aparición de la señal en la pantalla es menor a 10 Segundos.
- El intervalo de medición de la frecuencia es de 30 a 300 latidos por minuto.
- El intervalo de selección de alarma baja es de 30 a 265 latidos por minuto con incrementos de cinco en cinco.
- El intervalo de selección de alarma alta es de 60 a 300 latidos por minuto con incrementos de cinco en cinco.
- El monitor almacena la información de ocho segundos y la despliega en dos trazos.
- Es capaz de congelar en la pantalla los últimos cuatro segundos de información en el segundo trazo.
- Presenta continuamente en la pantalla los límites de alarma seleccionados y la frecuencia cardíaca medida.
- Cada trazo en la pantalla cuenta con un control de posición y sensibilidad.
- Puede variar su velocidad de barrido de 25 a 50 mm/Seg.
- Cuenta con un pulso de calibración de 1 mV.
- Tiene una salida auxiliar de ECG con protección a corto circuito.
- Cuenta con una salida digital de QRS para conectarse a un sistema de captura en línea con PC.

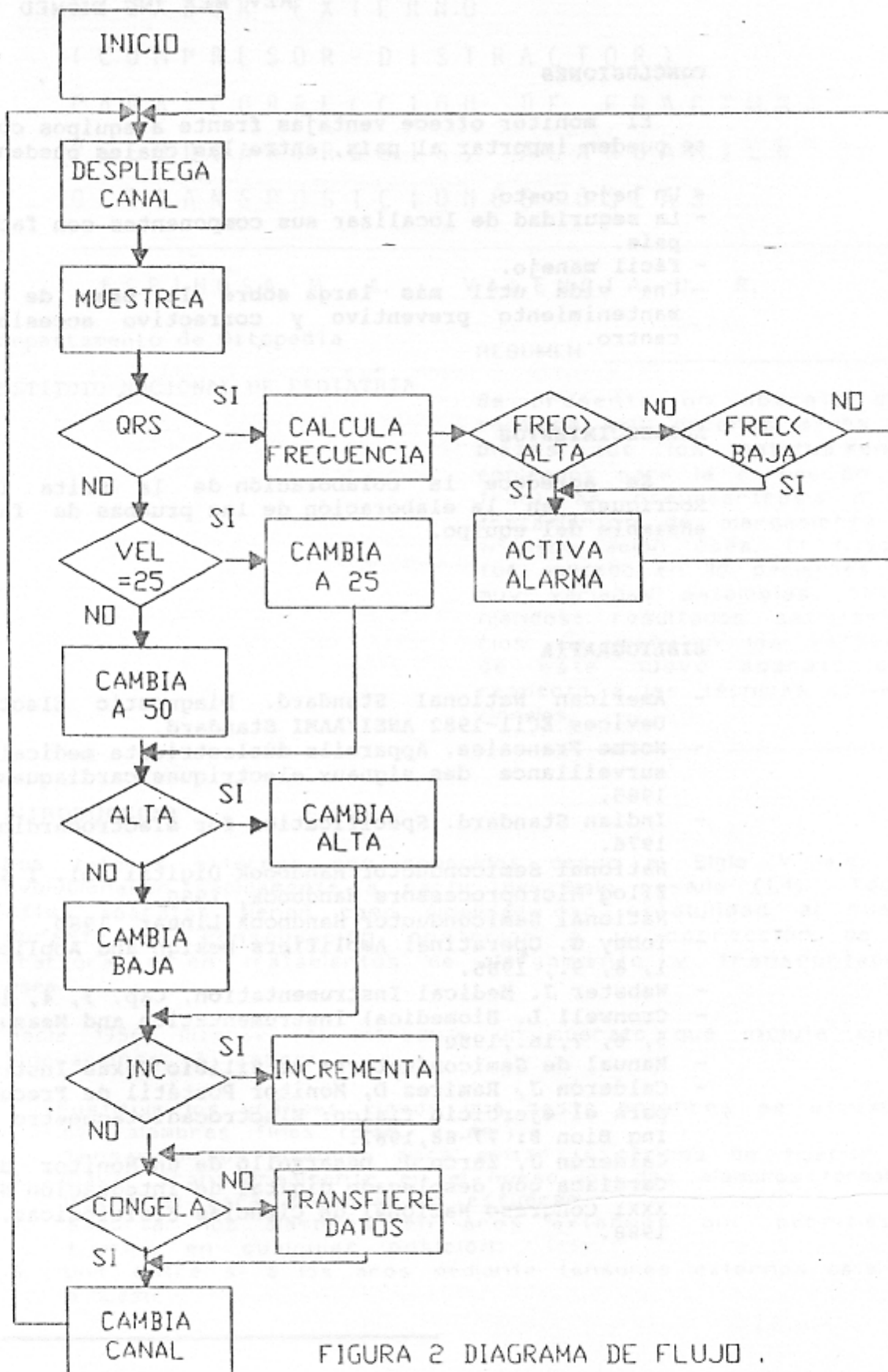


FIGURA 2 DIAGRAMA DE FLUJO .

### CONCLUSIONES

El monitor ofrece ventajas frente a equipos comerciales que se pueden importar al país, entre las cuales pueden incluirse:

- Un bajo costo.
- La seguridad de localizar sus componentes con facilidad en el país.
- Fácil manejo.
- Una vida útil más larga sobre la base de servicios de mantenimiento preventivo y correctivo accesibles en este centro.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de la Srita Isabel Meneses Rodríguez en la elaboración de las pruebas de funcionalidad y ensamble del equipo.

### BIBLIOGRAFIA

- American National Standard. Diagnostic Electrocardiographic Devices EC11-1982 ANSI/AAMI Standard.
  - Norme Francaise. Appareils d'electricite medicale. Elements de surveillance des signaux electriques cardiaques. NF C74 361, 1985.
  - Indian Standard. Specification for electrocardiograph. 8048, 1976.
  - National Semiconductor Handbook Digital Vol. I & II, 1985.
  - Zilog Microprocessors Handbook, 1980.
  - National Semiconductor Handbook Linear, 1980.
  - Tobey G. Operatinal Amplifiers Design and Applications, Cap. 1, 8, 9., 1985.
  - Webster J. Medical Instrumentation, Cap. 3, 4, 13., 1978.
  - Cronwell L. Biomedical Instrumentation and Measurements, Cap. 5, 6, 7, 16., 1980.
  - Manual de Semiconductores de Silicio Texas Instruments, 1983.
  - Calderón J, Ramírez D, Monitor Portátil de Frecuencia Cardíaca para el ejercicio físico: Electrocardiotacometro (EKT). Rev Mex Ing Bion 8: 77-88, 1987.
  - Calderón J, Zarco J, Desarrollo de un Monitor de Frecuencia Cardíaca con despliegado digital de integración Nacional CEDAT. XXXI Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas. Querétaro, Qro. 1988.
-