

## MONITOR SIMULADOR DE ECG PARA ENSEÑANZA

Tovar O. Adolfo                      Kabela E.  
Valenzuela F.                        Rodríguez G.

Departamento de Fisiología  
Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez"

## RESUMEN-----

Se presenta un simulador de ECG que despliega las señales en un monitor de TV convencional modificado. El sistema está basado en una microcomputadora (MC) de control previamente diseñada a la que se le grabaron bloques de datos de complejos electrocardiográficos en memoria permanente, que pueden ser arreglados en alguna secuencia requerida como método de visualización de arritmias o ECG normal.

La graficación es realizada en forma vectorial X-Y, transmitiendo desde la MC la información a un convertidor D/A y amplificador de potencia a la bobina de deflexión Horizontal. El barrido Vertical es constante y controlado por el propio televisor, quedando a la MC sincronizar este barrido y extinguir el haz en los puntos convenientes.

## INTRODUCCION

La visualización de señales lentas como las de electrocardiografía por medio de monitores, osciloscopios con memoria o polígrafos es un método eficaz pero sumamente costoso. El uso extendido de las microcomputadoras permite elaborar un sin número de sistemas que pueden ser enfocados a producir instrumentos superiores a menor precio.

En forma similar a como se hace la impresión de señales en un osciloscopio, teniendo control sobre placas deflectoras X-Y, es posible dibujar en un tubo de rayos catódicos (TRC) de televisión señales de ECG, controlando bobinas deflectoras X-Y, además que con ayuda de la gran rapidez de procesamiento de datos de la MC se puede generar la velocidad suficiente para hacer el refresco necesario del haz en el TRC que por sus características de

fosforescencia no permite mantener el rayo luminoso persistente por mas de 5 milisegundos. Con estos antecedentes se diseño un monitor que pudiera ser elaborado con elementos de fácil adquisición y uso comercial. Este monitor usa un TRC de TV, que manejado con un microprocesador funciona de manera similar a los monitores usuales de ECG u osciloscopios, y por su menor costo permite nuevas posibilidades en la enseñanza de electrocardiografía.

### DESCRIPCION GENERAL

Un monitor de TV convencional utiliza dos devanados en el cinescopio para barrer electromagnéticamente el haz luminoso por toda el area de la pantalla. El devanado horizontal con una frecuencia de barrido de 15750 Hz y periodo de 64 microsegundos, y el vertical de 60 Hz y 16.6 milisegundos de periodo.

Se decidió dejar el barrido vertical (262 veces más lento que el horizontal) como barrido constante del eje X, tomando el control total del devanado de barrido horizontal para desplazamiento en el eje Y. Una señal de video de aproximadamente 2Vpp es aplicada al preamplificador de video para proporcionar el borrado del haz así como los pulsos de sincronía.

El circuito está dividido en cinco partes principales: La MC de control, lógica de video, convertidor D/A, amplificador de potencia y fuente de poder.

La MC de control es de una sola tableta, donde se encuentra el programa de control que produce las secuencias necesarias de información a las interfaces de potencia y video. El control del funcionamiento de la MC es hecho por medio de un teclado de membrana y despliegue pseudoalfanumérico, incluidos en la misma tarjeta que permite al usuario mediante mensajes sencillos modificar algunos parámetros como son, secuencias de despliegue, velocidad de barrido, etc.

La lógica de video produce el ancho de los pulsos de sincronía para el inicio de barrido "X" así como la mezcla sincronía-video con sus respectivos niveles para el borrado del haz.

El convertidor D/A utilizado es de 8 bits tecnología MOS con salida de corriente, capaz de proporcionar con la resistencia de carga adecuada hasta 5V de salida máxima.

El amplificador de potencia fue elaborado con amplificador operacional de entrada y transistores Darlington para la excitación de la bobina de deflexión "Y".

La fuente de poder y reguladores es de +5V para la MC y circuitos TTL y +15 -15V para el amplificador de potencia, operacionales y convertidor D/A.

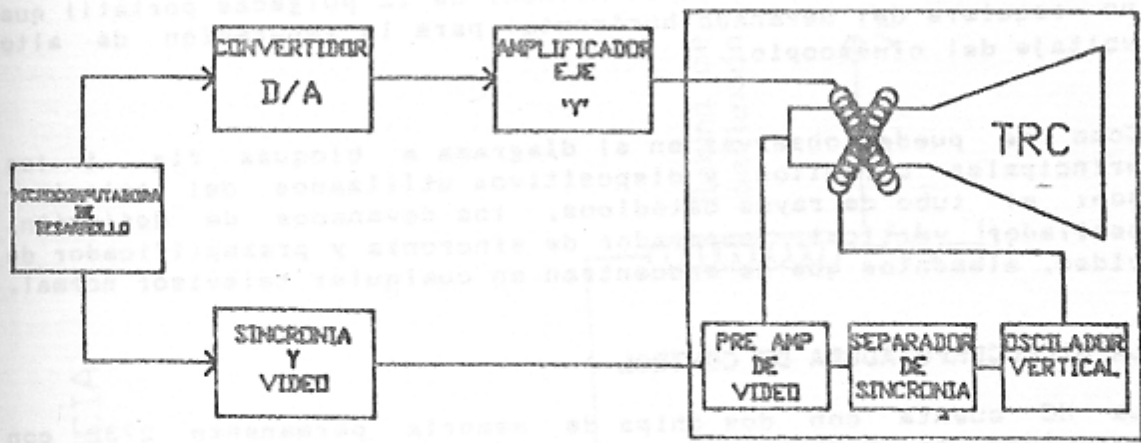


Fig. 1

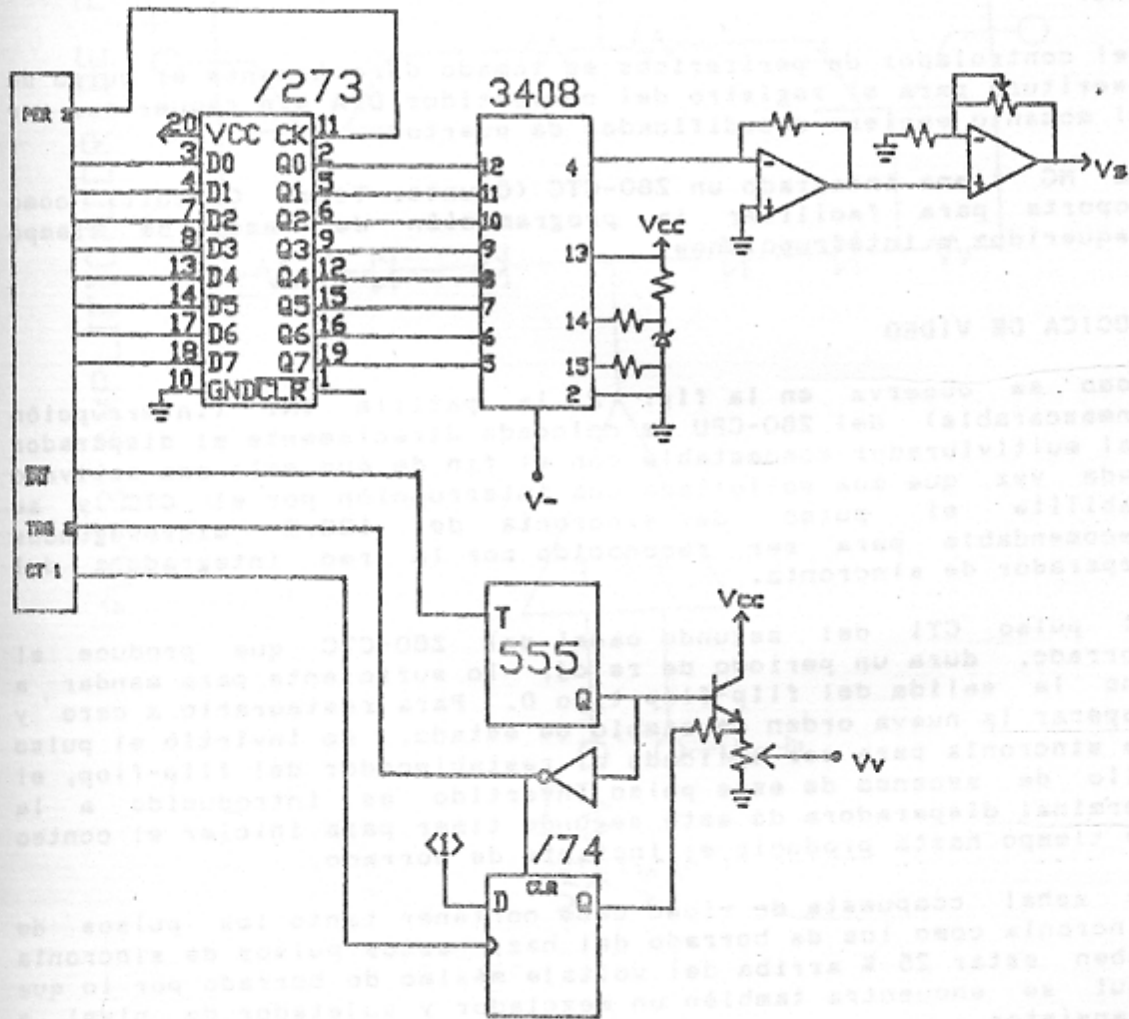


Fig. 2

El televisor utilizado es un HITACHI de 12 pulgadas portátil que no requiere del devanado horizontal para la generación de alto voltaje del cinescopio.

Como se puede observar en el diagrama a bloques fig. 1 los principales circuitos y dispositivos utilizados del televisor son: el tubo de rayos catódicos, los devanados de deflexión, oscilador vertical, separador de sincronía y preamplificador de video, elementos que se encuentran en cualquier televisor normal.

#### LA MICROCOMPUTADORA DE CONTROL

La MC cuenta con dos chips de memoria permanente 2732 con capacidad de 8 Kbytes, y es posible la expansión a 16 Kbytes cambiando las memorias por 2764. En estas están almacenados tanto el programa de control como los bloques de datos digitalizados de los complejos electrocardiográficos que constan de 128 bytes cada uno.

Del controlador de periféricos es tomado directamente el pulso de escritura para el registro del convertidor D/A sin requerirse por el momento emplear decodificador de puertos.

La MC tiene integrado un Z80-CTC (Counter Timer Circuit) como soporte para facilitar la programación de lazos de tiempo requeridos e interrupciones.

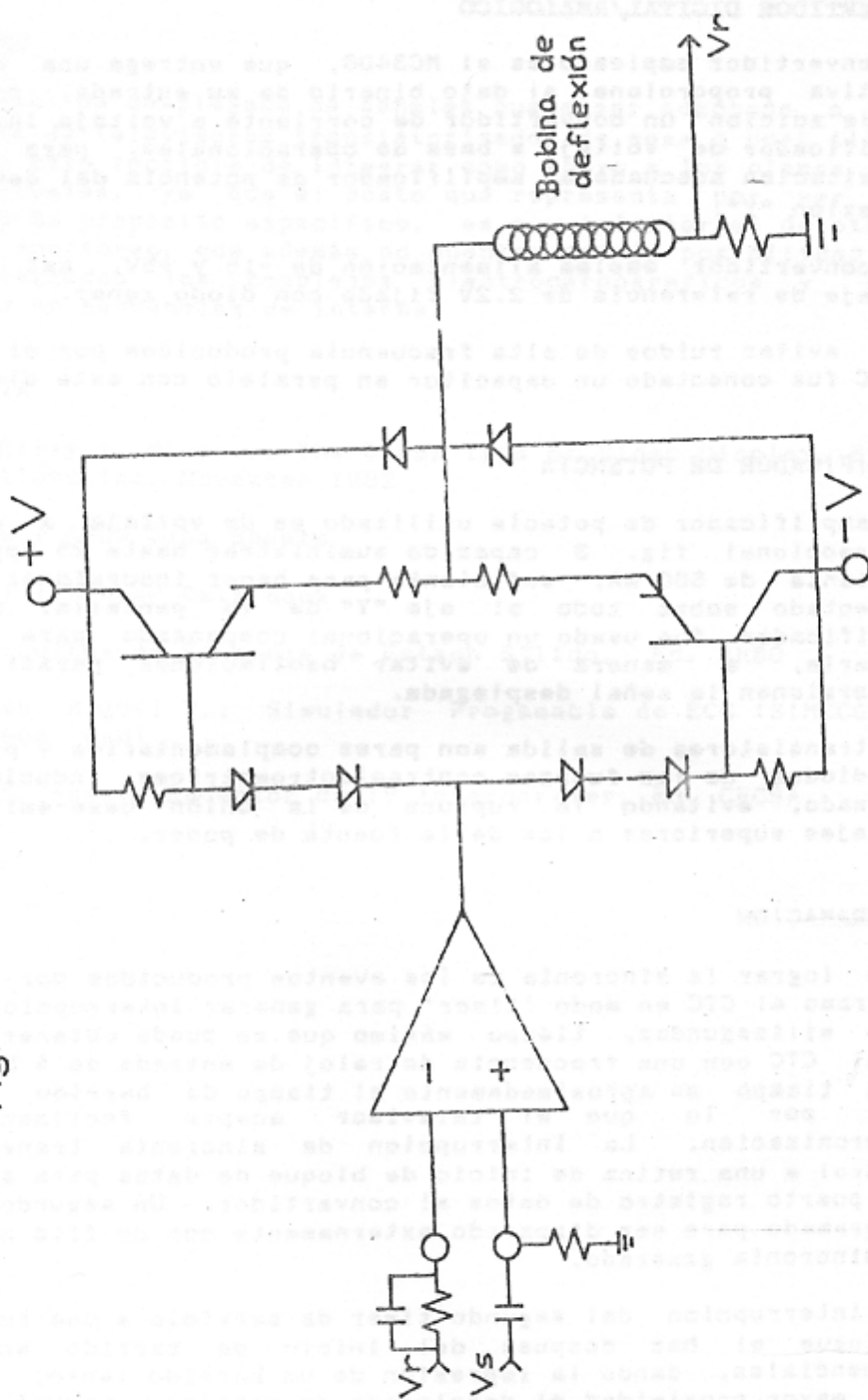
#### LOGICA DE VIDEO

Como se observa en la fig. 2 la patilla INT (interrupción enmascarable) del Z80-CPU es colocada directamente al disparador del multivibrador monoestable con el fin de que este sea activado cada vez que sea solicitada una interrupción por el CTC y se habilite el pulso de sincronía de 190.5 microsegundos recomendable para ser reconocido por la red integradora del separador de sincronía.

El pulso CT1 del segundo canal del Z80-CTC que produce el borrado, dura un periodo de reloj, lo suficiente para mandar a uno la salida del flip-flop tipo D. Para restaurarlo a cero y esperar la nueva orden de cambio de estado, se invirtió el pulso de sincronía para ser aplicado al restablecedor del flip-flop, el filo de ascenso de este pulso invertido es introducido a la terminal disparadora de este segundo timer para iniciar el conteo de tiempo hasta producir el instante de borrado.

La señal compuesta de video debe contener tanto los pulsos de sincronía como los de borrado del haz, estos pulsos de sincronía deben estar 25 % arriba del voltaje máximo de borrado por lo que aquí se encuentra también un mezclador y sujetador de nivel a transistor.

FIG. 3 AMPLIFICADOR DE POTENCIA



### CONVERTIDOR DIGITAL/ANALOGICO

El convertidor empleado es el MC3408, que entrega una corriente negativa proporcional al dato binario de su entrada, por lo que se le adiciona un convertidor de corriente a voltaje inversor y amplificador de voltaje a base de operacionales, para entregar la excitación adecuada al amplificador de potencia del devanado de deflexión "Y".

El convertidor emplea alimentación de -15 y +5V, así como un voltaje de referencia de 2.2V fijado con diodo zener.

Para evitar ruidos de alta frecuencia producidos por el reloj de la MC fue conectado un capacitor en paralelo con este diodo.

### AMPLIFICADOR DE POTENCIA

El amplificador de potencia utilizado es de voltaje a corriente bidireccional fig. 3 capaz de suministrar hasta 25 Vpp y una corriente de 500 mA, suficiente para hacer incursionar al rayo deflectado sobre todo el eje "Y" de la pantalla. Como pre amplificador fue usado un operacional compensado para ganancia unitaria, a manera de evitar oscilaciones parásitas que distorsionen la señal desplegada.

Los transistores de salida son pares complementarios y protegidos con diodos de las fuerzas contraelectromotrices, inducidas en el devanado, evitando la ruptura de la unión base-emisor, por voltajes superiores a los de la fuente de poder.

### PROGRAMACION

Para lograr la sincronía de los eventos producidos por la MC se programo el CTC en modo 'timer' para generar interrupciones cada 18.4 milisegundos, tiempo máximo que se puede obtener de un canal CTC con una frecuencia de reloj de entrada de 4 Megahertz. Este tiempo es aproximadamente al tiempo de barrido constante "X", por lo que el televisor acepta fácilmente esta sincronización. La interrupción de sincronía transfiere al control a una rutina de inicio de bloque de datos para salida por el puerto registro de datos al convertidor. Un segundo canal es programado para ser disparado externamente con un filo del pulso de sincronía generado.

La interrupción del segundo timer da servicio a una rutina que extingue el haz despues del inicio de barrido en puntos secuenciales, dando la impresión de un barrido lento, y semejar con mayor proximidad el desplegado de señales. La velocidad con que se percibe este barrido depende de la rapidez de cambio de la palabra, constante de tiempo de este canal, que es programada por el usuario.

CONCLUSIONES

Este sistema de despliegado de senales puede ser adaptado a la gran mayoria de televisores transistorizados de mesa o port tiles siendo por esto factible de integrar como apoyo a los planes de estudio actuales, ya que el costo que representa por ser un instrumento de proposito especifico, es muy inferior al de otros equipos de monitoreo, que ademàs no cuentan con la posibilidad de tener integrados los complejos electrocardiograficos y ser programados en secuencias de interès.

BIBLIOGRAFIA

1. Garret Billy : Microvec The Other Type of Video Display, Byt Publications Inc. November 1982
2. Motorola : CMOS Data Sheets
3. National : Linear Data Book
4. RCA :Circuitos de Potencia de Estado Sólido, Ed. ARBO
5. Rodriguez Miguel T.: Simulador Progamable de ECG (SIMECG): Tesis 1984 UAMI
6. Zetina M. Angel: Receptor de TV Intercarrier, Ed. CECSA

INTRODUCCION

Una de las modalidades actuales en las unidades de cuidados intensivos y en las salas de cirugía es la vigilancia continua del ritmo cardíaco del paciente, lo cual se realiza tradicionalmente através de la monitorización del electrocardiograma y de la frecuencia cardíaca. Para esto existen diversos sistemas con posibilidades y precios variables.

En este trabajo se presenta un sistema para la monitorización del electrocardiograma y de la frecuencia cardíaca basado en una microcomputadora tipo PC que incluye las características de los sistemas convencionales. Además de algunas otras que se discuten en el apartado correspondiente, y que incrementa las posibilidades en el trabajo clínico como en el de investigación científica.

DESCRIPCION DEL SISTEMA MUESTRA

Para la obtención de la señal del electrocardiograma (ECG), el sistema requiere de cables convencionales para electrocardiograma, los cuales se conectan a la entrada de un sistema de amplificación de diodos puente III, cuyas salidas actúan como entradas a un circuito convertidor de analógico a