

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN EKG CON SALIDA A PANTALLA DE TELEVISOR

Paul James Vela Burga¹, Mario De Jesús Maldonado Pilaló², Miguel Yapur Auad³

¹Egresado en Ingeniería en Electricidad, especialización Electrónica Industrial 2003, p_james78@hotmail.com

²Egresado en Ingeniería en Electricidad, especialización Electrónica Industrial 2003, camirish@hotmail.com

³Director del Tópico de Graduación en Electrónica Médica. Ingeniero en Electricidad, especialización Electrónica, ESPOL, 1983. M.Sc. en Ingeniería Biomédica. University of Texas, 1986. Profesor de la ESPOL desde 1987, myapur@espol.edu.ec

RESUMEN:

El presente proyecto de Tópico trata sobre un dispositivo portátil para monitorear señales cardíacas. El sistema está compuesto básicamente de una etapa analógica que se encarga de acondicionar la señal proveniente del paciente, una etapa digital y un PIC (Circuito Integrado Programable), del cual nos serviremos para calcular y mostrar la frecuencia cardíaca. El sistema tiene todos los filtros necesarios para evitar posibles interferencias así como protecciones, tal como es la fuente de voltaje aislada, la cual evita posibles descargas al paciente. Finalmente la salida la hacemos hacia una pantalla de televisor de 5.5 pulgadas, para lo cual modificamos directamente sus circuitos de barrido.

RESUME:

This project is about a portable device, used to show electrical cardiac signals. This equipment is basically divided into three parts:

- 1) An analogical part, which receives and processes the cardiac signal sent from a patient.
- 2) A digital part, based on a PIC and others integrated circuits to drive and display the cardiac frequency.

3) The output of this equipment is a TV of 5.5 inches converted into an oscilloscope, so we drive directly the sweeping circuits.

There is one section formed by filters to avoid possible interferences and another one, which is an isolated source to avoid possible electrical discharges to a patient.

INTRODUCCIÓN:

La Electrocardiografía permite visualizar la actividad eléctrica del corazón, la cual entrega información vital al momento de conocer el estado del músculo cardíaco. Para obtener dicha señal eléctrica es necesario emplear una interfaz física, la cual está compuesta por electrodos metálicos de Ag / AgCl (plata / cloruro de plata), los cuales se acoplan a la piel.

El trabajo que se presenta trata sobre el diseño y construcción de un procesador de ondas cardíacas (EKG) que se ha acoplado a una pantalla de televisor de 5.5 pulgadas.

En este equipo estamos incorporando todas las especificaciones descritas en el párrafo anterior, el cual además nos permite visualizar la frecuencia cardíaca. En esta etapa se utiliza un PIC (Circuito Integrado Programable) y finalmente se muestra la frecuencia a través de tres despliegues visuales.

El sistema tiene todos los filtros necesarios para evitar posibles interferencias así como protecciones, tal como es la fuente aislada, la cual evita posibles descargas al paciente.

CONTENIDO:

La generación del impulso eléctrico que gobierna el funcionamiento del corazón como bomba mecánica ocurre en el nódulo sinoatrial, el cual produce la señal eléctrica periódica de 70 ciclos por minuto aproximadamente.

Representación de la onda cardiaca:

El electrocardiograma muestra las ondas P, Q, R, S y T (figura 1). Se tratan de voltajes eléctricos generados por el corazón y registrados por el electrocardiógrafo en la superficie corporal.

Onda P: representa la despolarización de las aurículas

Complejo QRS: representa la despolarización de los ventrículos.

Onda T: representa la repolarización del miocardio.

Onda U: representa la repolarización lenta o etapa de reposo.

Zona J: considerada zona crítica y peligrosa.

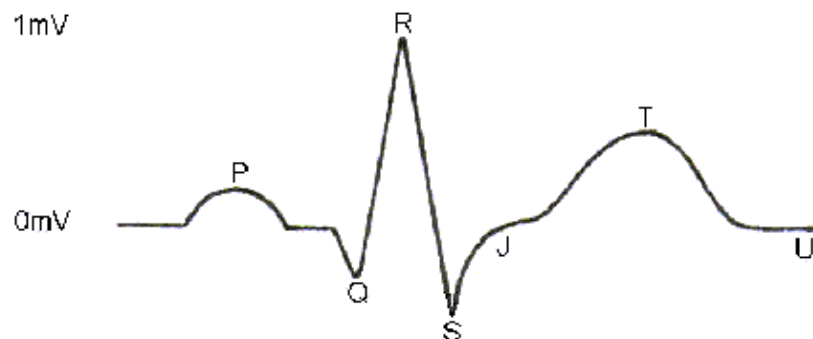


Figura 1.- Onda cardiaca (eléctrica).

Todas estas ondas en conjunto forman la onda cardiaca; ya que éstas son típicas, se pueden comparar entre pacientes para ver posibles anomalías en el aparato circulatorio; esto se lo hace mediante un análisis en cuanto a la forma de la onda, amplitud y períodos de la misma.

Para el registro de estas ondas se utiliza el electrocardiógrafo (EKG), el cual puede ser diseñado en base a registros en papel térmico, o también presentando la onda cardiaca en pantallas de tubos de rayos catódicos o en paneles de cristal líquido. En nuestro caso utilizamos una pantalla de tubo de rayos catódicos como dispositivo de salida del EKG presentado.

Este tipo de EKG es barato, versátil, y se lo podría usar en sitios donde no haya presupuesto para electrocardiógrafos más complejos; así, con este equipo se podrá observar anomalías en el corazón como bradicardia, taquicardia o arritmia en un periodo de tiempo largo, sin el

inconveniente de consumo de papel. El diagrama de bloques general del equipo lo podemos observar en la figura 6.

Como consideraciones técnicas, el EKG presentado cumple con los siguientes parámetros:

- Toda la parte del EKG que está conectada al paciente está flotante respecto de la tierra.
- El rango de frecuencias visibles en este EKG es de 0.05 – 105 [Hz].
- Utiliza un filtro rechaza-banda de 60 Hz., para así evitar posibles ruidos externos.
- Consta de un opto-aislador, el cual separa o aísla la circuitería del EKG del dispositivo de salida.
- Posee un selector para ver la derivación deseada.

La etapa de adquisición de la señal del paciente se la realiza con la ayuda de un amplificador de instrumentación, figura 2. Con este arreglo se eleva el modo de rechazo común y se obtiene la forma de onda de una señal cardíaca. RA, LA, RL son los electrodos que van conectados tanto al brazo derecho, brazo izquierdo y pierna derecha del paciente en cuestión.

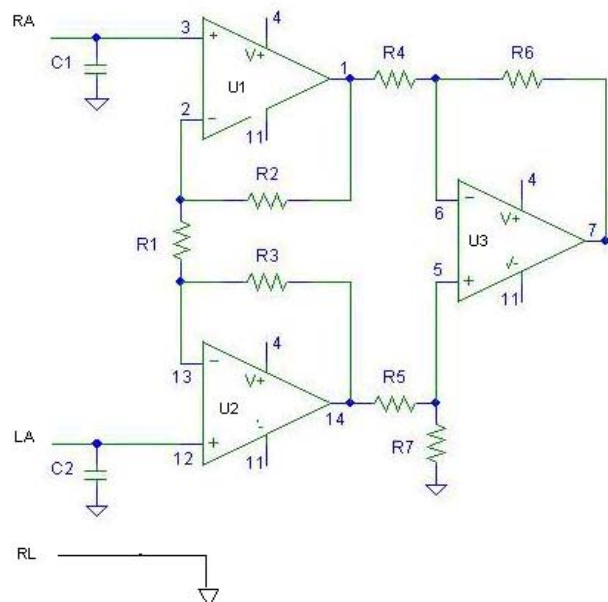


Figura 2.- Amplificador de instrumentación.

Para la parte de la visualización de la frecuencia cardiaca, se usa un juego de circuitos que acondicionan la señal cardiaca y la pasan a un detector de picos, el cual la compara con una señal de umbral, obtenida de una porción misma del pico de la onda R de la señal cardiaca; así, cuando la señal cardiaca entrante presenta un voltaje mayor al de umbral, se genera un pulso de +12 [V]. Este procedimiento lo podemos observar en la figura 3.

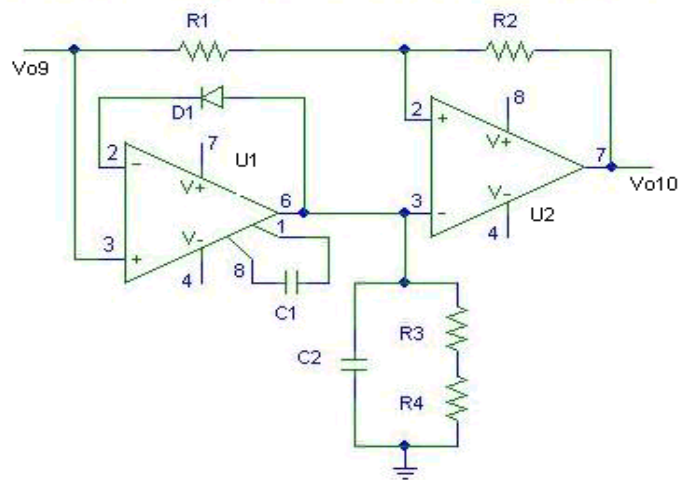


Figura 3.- Detector y comparador.

Una vez pasada la onda cardiaca por las etapas del detector de picos, se los envía al PIC, el cual mediante un programa interno, acciona tanto el dispositivo sonoro como los controladores de los despliegues visuales, obteniéndose así la frecuencia cardiaca.

Conversión de una pantalla de televisor de 5.5'' a osciloscopio.

Para convertir la pantalla de televisor de nuestro proyecto en osciloscopio, tuvimos que intervenir directamente con la electrónica del televisor, para lo cual construimos circuitos acondicionadores para los barridos vertical y horizontal.

El circuito de barrido horizontal (figura 4), consta de las siguientes partes:

- Un circuito oscilador generador de señal Diente de Sierra.
- Un circuito Buffer (acoplador de impedancias).

- Una pareja de transistores en configuración push-pull (se usa esta configuración ya que se manejan transistores de potencia por la corriente que demandan los yugos del televisor).

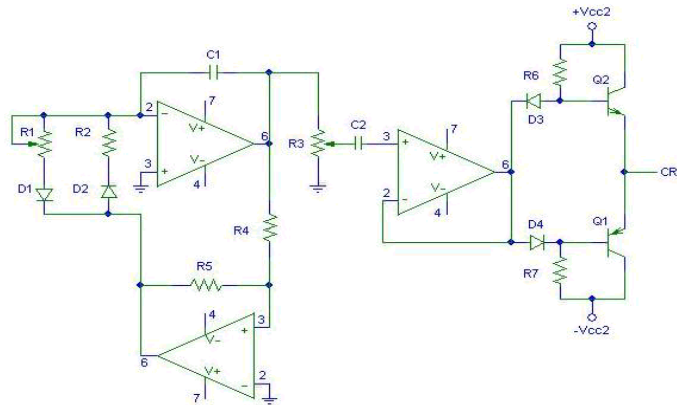


Figura 4.- Generador de Barrido horizontal (señal Diente de Sierra).

Barrido vertical.

La señal cardíaca ingresa al circuito a través de R1 (figura 5); en esta primera parte tenemos un opamp inversor atenuador, es decir, con ganancia menor a 1, ya que debido a la amplificación proveniente de etapas anteriores, se podrían saturar la pareja de transistores o la onda saldría muy grande en la pantalla. El circuito continúa con un buffer para acoplar impedancias y por último la pareja de transistores en configuración clase B o push-pull, los cuales van a las bobinas del yugo vertical.

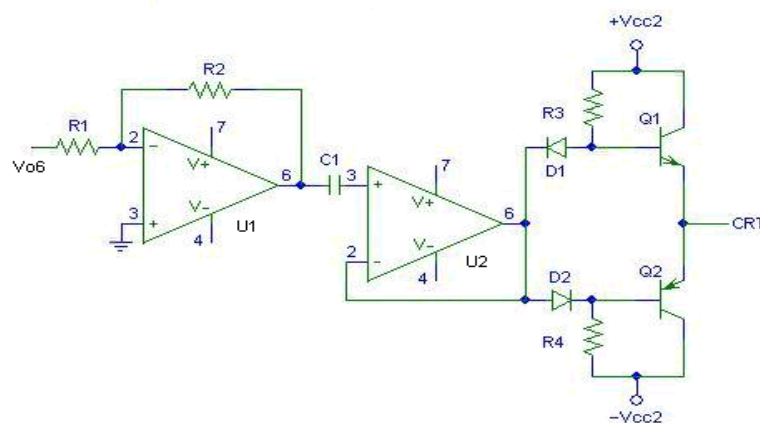


Figura 5.- Barrido vertical.

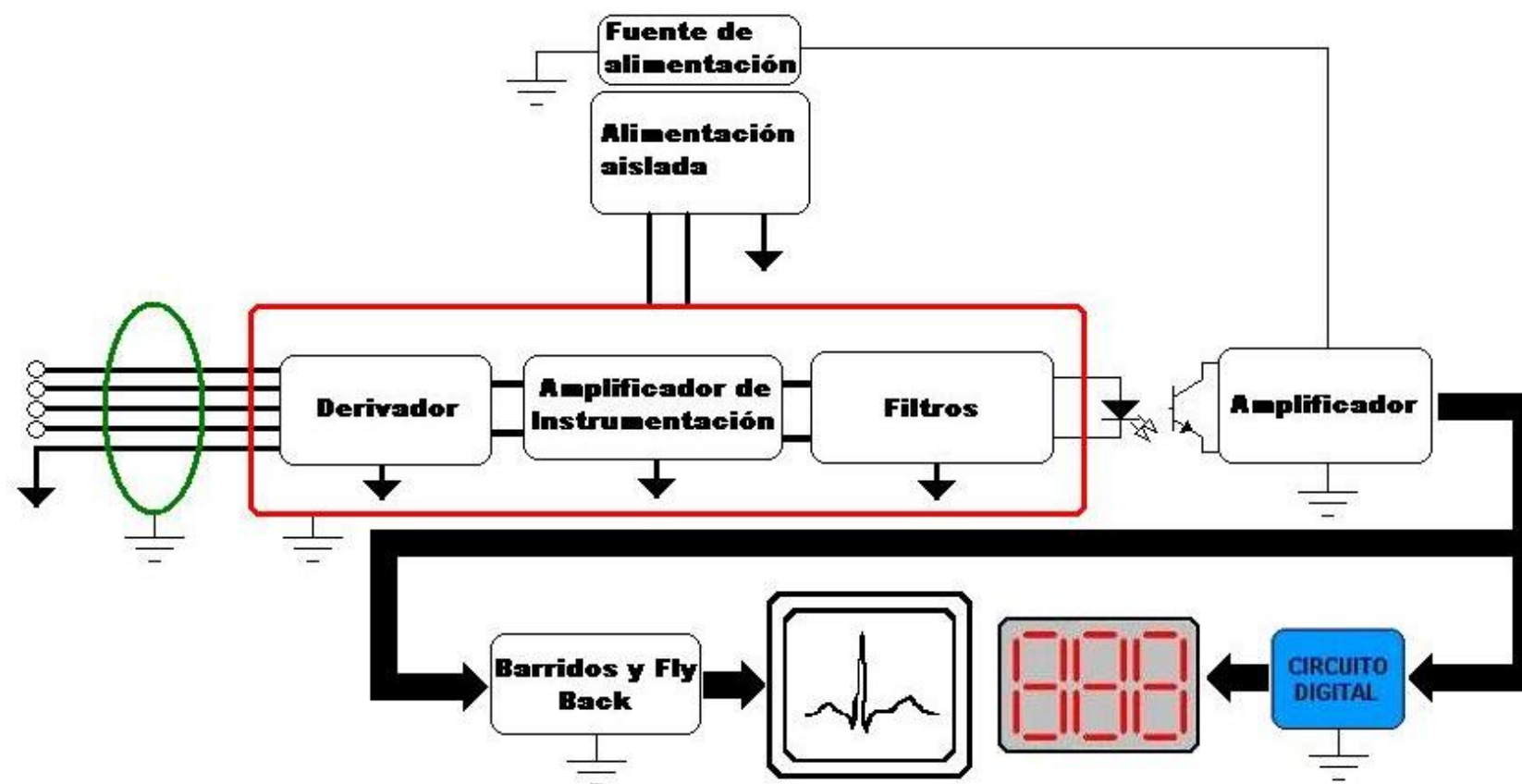


Figura 6.- Diagrama de bloques general.

CONCLUSIONES:

El desarrollo de este dispositivo tiene como finalidad otorgar al Laboratorio de Electrónica Médica un equipo didáctico; esto es un hecho de marcada relevancia ya que pone de manifiesto lo que se estudia en los diferentes cursos de nuestra carrera.

Para efectos de la realización de las mediciones se emplearon los instrumentos disponibles en el laboratorio. Por otro lado, se comprueba que utilizando configuraciones sencillas y de bajo costo económico, por ejemplo, el amplificador de instrumentación compuesto por tres amplificadores individuales, es posible obtener características de calidad similares a productos de mayor valor y, por lo tanto, complejidad.

Con la finalización del proyecto, se dota a la cátedra de Electrónica Médica de una herramienta más para remarcar que en nuestro medio sí podemos diseñar e implementar equipos útiles y a bajo costo que ayudan a la formación académica de los estudiantes del último año reforzando sus conocimientos teóricos.

Este proyecto cubre todas las áreas de la Electrónica, ya que abarca las partes analógica, digital, potencia y diseños con PIC.

En algunas etapas de la implementación sobre todo en la de filtros y osciladores se debe asegurar que los valores teóricos que obtiene en los cálculos de diseño deben colocarse en la placa, so pena de obtener malos resultados de funcionamiento al final cuando se prueba el circuito.

Debido a la interferencia que generan las bobinas de los yugos y el fly back, se recomienda poner un circuito aislador (buffer), para que las corrientes que circulan en las bobinas o en el fly back no afecten al resto del equipo.

Cabe anotar que todos los cálculos y calibraciones de ganancia de los circuitos respectivos fueron hechos basados en las ondas cardiacas de los estudiantes autores del presente proyecto, cuyas ondas son grandes en comparación con las que pudieran tener otros pacientes, por lo tanto para otras personas cuyas ondas sean más pequeñas habrá que buscar la derivación mas grande y a esa darle la respectiva ganancia para poder obtener la frecuencia cardiaca correcta.

BIBLIOGRAFÍA:

1. ECG (Master Replacement Guide)
2. Introduction to Solid State Television Systems by Hansen
Herald
3. Analog Integrated Circuit Applications / Jacob Michael)
4. Operational Amplifiers & Linear Integrated Circuits Coughlin Robert
F. / Driscoll Frederick F.
5. Sensors and circuits: Sensors, transducers and supporting circuits
for electronic instrumentation, measurement and control by Carr
Joseph.
6. Electrónica y Teoría de Circuitos por Boylestad R. y Nashelsky.