

Diseño y construcción de un contador de pulso sanguíneo basado en un principio óptico

Marco Antonio Pacheco Rosales¹, Miguel Yapur Auad²

¹Egresado en Ingeniería en Electricidad, especialización Electrónica y Automatización Industrial 2005.

²Director 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.

RESUMEN

Este trabajo trata sobre la construcción de un dispositivo electrónico que permite visualizar la frecuencia cardiaca de un paciente.

Este dispositivo tiene incorporado un módulo conformado por una pareja transmisora y receptora de luz en el que el individuo interesado en tomarse la medición deberá ingresar su dedo índice. La prueba requiere aproximadamente unos 20 seg. para mostrar el valor de la frecuencia cardiaca.

Para el análisis del diseño del dispositivo, éste ha sido dividido básicamente en dos partes, una etapa analógica y otra digital. Finalmente, se hace un análisis de costos y de las ventajas que presenta el utilizar este dispositivo en lugar del método manual tradicional de los doctores o inclusive de otros dispositivos que realizan esta misma función y que se encuentran en el mercado.

RESUME

This work treats on the construction of an electronic device that it allows to visualize the cardiac frequency of a patient.

This device has built-in a module shaped by a transmitter and a recipient in which the person interested in the measurement taking will have to deposit his forefinger. The test needs approximately 20 seg. to show the value of the cardiac frequency.

For the analysis of the design of the device, this has been divided basically in two parts, an analogical stage and another digital.

Finally, there is done an analysis of costs and of the advantages that it presents to use this device instead of the manual traditional method of the doctors or inclusive of other devices that realize the same function.

INTRODUCCIÓN

La Fotopletismografía nos permite mostrar las pulsaciones sanguíneas que tiene el corazón debido al bombeo de la sangre. Para obtener dicha señal eléctrica es necesario emplear una interfaz óptica, la cual está compuesta por un transmisor de luz y un receptor luminoso.

La señal obtenida debe ser amplificada y filtrada ya que esta señal es bien pequeña. Para elevarla se debe emplear una serie de etapas electrónicas donde lo primordial es que el equipo presente una alta impedancia de entrada, siguiendo luego, un amplificador diferencial para eliminar los voltajes en modo común; además, un filtro pasa banda y un amplificador. Estas características permiten obtener una señal con mayor amplitud y bajo nivel de ruido.

Este método es seguro para el paciente ya que no existe contacto con las señales eléctricas que excitan las células cardiacas y otras interferencias como los potenciales que genera la actividad muscular.

En cuanto a la visualización del valor se utiliza un PIC (microcontrolador), el cual se encarga de obtener la señal analógica y procesarla en el software del PIC para luego visualizarla en el despliegue visual.

FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO.

Este proyecto tiene el objetivo de cuantificar la cantidad de latidos cardiacos de una persona por minuto; para lograr esto, primero debe recoger alguna señal del cuerpo, para lo cual se utilizan dos elementos infrarrojos, uno es el transmisor y otro el receptor, siendo este último el que capta las variaciones en la cantidad de sangre que fluye a través de los capilares con cada latido cardiaco. Esta señal se llama fotopleletismógrafa y será luego procesada y preparada para su posterior análisis.

Podemos decir que el funcionamiento de nuestra máquina se basa en la aplicación de dos criterios. El primero se lo aplica para recoger la señal del cuerpo, mientras el otro es el que aplicamos para una vez obtenida esta señal, analizarla y poder cuantificar la cantidad de latidos por minuto.

El primer criterio al que nos referimos, ya lo hemos indicado anteriormente, se trata de la utilización de dos elementos infrarrojos, uno transmisor y otro receptor, ambos van ubicados en un tubo hueco, donde la persona introducirá su dedo índice en la cavidad; con los sensores, el receptor captará la luz infrarroja emitida por el diodo led.

Esta pequeña cantidad de luz roja que llega al receptor se conduce a través de la piel, músculo, terminales nerviosas, capilares y tejido celular subcutáneo. La mayor parte de estos factores se mantienen constantes y no varían; es la sangre que fluye a través de los capilares y que varía en el tiempo de acuerdo al ritmo cardiaco, la que hace variar la cantidad de luz que percibe el receptor. Una vez captada la señal, ésta es filtrada y amplificada aproximadamente unas 600 veces, luego ingresa a un comparador y la salida de este entra a un transistor conectado como conmutador, de donde obtenemos una señal digital, cuyo valor varía entre 0 y 5 voltios. Esta

señal es un tren de pulsos, donde cada pulso corresponde a un latido y por ende, la frecuencia de estos variarán acorde a la frecuencia cardíaca; así obtenemos una señal digital que responde al ritmo cardíaco de la persona que se tome la medición. En este punto la señal ya está lista para ser ingresada al circuito digital que la analizará y cuantificará.

Ahora nos referiremos al segundo criterio el cual trata del método utilizado para analizar la señal y poder determinar un valor de la cantidad de latidos por minuto a partir de la muestra tomada. El procedimiento se basa en contar la cantidad de pulsos que hay en 20 seg. Cuando hablamos de pulsos nos referimos a un alto y un bajo, es decir un ciclo.

Para esto utilizamos un microcontrolador (PIC); cuando se presiona el botón START , el circuito digital está listo para procesar la señal apenas detecte el primer alto; cuando ocurre esto se inicia la cuenta de un contador que se encuentra en el algoritmo del PIC y se guarda en un registro.

Luego de terminar el ciclo de los 20 seg. el número de pulsos que hay en el registro es multiplicado por tres y restado un error de uno dándole un valor mas preciso; luego se muestra el valor en un despliegue visual.

El dispositivo tiene dos señales de advertencia cuando la cantidad de pulsos viene a ser bradicardia (cuando la cantidad de pulsos es menor a 60) o taquicardia (cuando es mayor a 100) y a su vez se activa una alarma que trabaja para ambos casos como señal de advertencia.

Cada vez que se hace un análisis nuevo se tiene que encerrar todos los registros del pic; para esto aplastamos RESET.

1.3. Diagrama de bloques del circuito.

A continuación se muestra el diagrama de bloques del circuito.

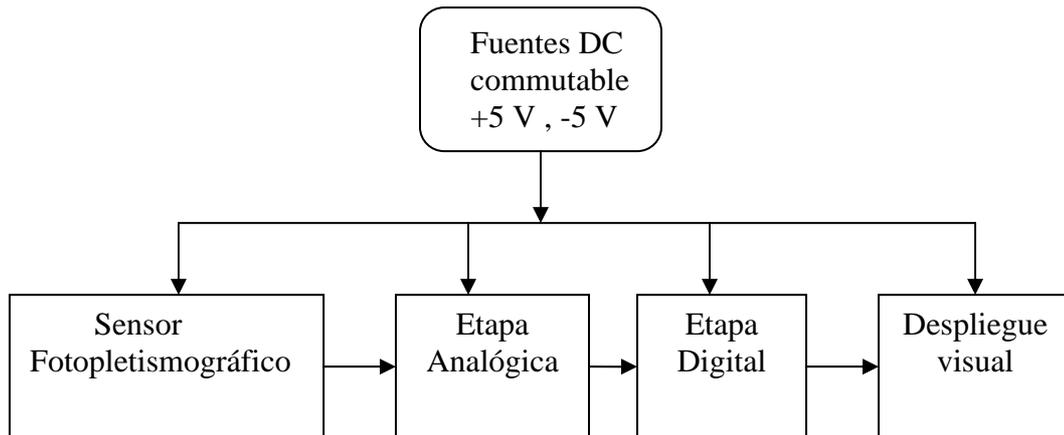


Figura 1.1 Diagrama de bloques del contador de pulso sanguíneo.

Análisis del diseño de la etapa digital.

Como se necesitaba contar el número de pulsos en alto de una señal cuadrada durante el tiempo de 20 seg. se procedió a determinar el tamaño de la muestra a ser cuantificada, para la cual fuera suficiente el análisis y poder obtener un valor con un error despreciable.

Nuestro criterio se basa en obtener una lectura rápida y precisa del número de pulsos. Es por esto que utilizamos un microcontrolador PIC 16F877A que por medio de su algoritmo obtenemos el número de pulsos que tiene la persona en un minuto.

El software controla un teclado compuesto por tres teclas y dos salidas:

- Alarma de Taquicardia
- Alarma de Bradicardia
- Desactivación de alarma sonora activada
- Start
- Reset

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Luego de realizar diferentes tipos de pruebas y mediciones podemos garantizar que nuestro dispositivo arroja valores bastante confiables, donde el mayor porcentaje de error que puede ser introducido, se debe a una mala posición del dedo de la persona que se toma la medición, en especial cuando no lo introduce lo suficiente en el módulo del sensor; o que realiza algún movimiento brusco mientras el dispositivo está muestreando la señal. Debemos decir que el sistema de medición se puede ver afectado por este tipo de alteraciones.
- Con la finalidad de hacer un análisis en lo referente a costos, comparamos nuestro dispositivo con otros que se venden en el mercado y que realizan la misma función; haciendo esto podemos ver una gran diferencia, siendo nuestro dispositivo mucho más barato; si bien esto es algo esperado y comprensible, debemos tomar en cuenta que como todo prototipo el valor de su elaboración es mucho más elevado que cuando se producen en una mayor cantidad; además, es posible abaratar mucho más el costo de producción, así como el consumo de energía y reducción del tamaño del dispositivo, utilizando un microcontrolador 16F84; éste no fue implementado en nuestro contador actual, porque para poder desarrollar y perfeccionar este proyecto nos hubiera tomado mucho más tiempo, por esto, preferimos utilizar principalmente las herramientas y conocimientos que adquirimos durante nuestra vida académica. Además de la investigación, fue necesario consultar trabajos de otros tópicos y temas relacionados con el proyecto que tuvimos que hacer y que nos hace reflexionar de que nuestra vida profesional será una constante investigación y esfuerzo por poner en práctica alguna idea que tenga aplicaciones y que pueda ser aprovechada en beneficio de la comunidad.

- El desarrollo de este dispositivo como finalidad otorgar al Laboratorio de Electrónica Médica un elemento didáctico y de marcada relevancia ya que pone de manifiesto que lo que se estudia en el aula puede ser comprobado en la práctica con montajes reales. A los efectos de la realización de las mediciones se emplearon los instrumentos disponibles en el laboratorio. Por otro lado, se pudo comprobar que utilizando configuraciones sencillas y de bajo costo fue posible obtener características de calidad similares a productos de mayor valor y por lo tanto, más difíciles de adquirir.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sensors and circuits: sensors, transductores and supporting circuits for electronic instrumentation y control by Can Joseph.
2. Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos por Boylestad Nashelsky.
3. Diseño y construcción de un contador de pulso cardiaco. Proyecto de tópico por Camilo Bustamante Torres y Wilmo Jara Alba.
4. Microcontroladores. Diseño práctico y aplicaciones PIC16F84 Primera parte por José Angulo Usategui y Ignacio Angulo Martínez.

