



ELECTROCARDIOGRAMA DIGITAL PORTÁTIL

López-Domínguez, José Antonio, Villaseñor-Chávez, Daniel, Enríquez-Miranda, Miguel Ángel, Urriolagoitia-Sosa, Guillermo, Urriolagoitia-Calderón, Guillermo

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Profesional Adolfo López Mateos "Zacatenco", Edificio 5, 2do. Piso, Col. Lindavista, C.P. 07300, México D. F.



INTRODUCCIÓN

El electrocardiograma (ECG), es un método tradicional establecido de manera definitiva en la electrocardiografía actual como un método de diagnóstico muy valioso. El ECG es una representación gráfica de los impulsos eléctricos que genera el corazón (Figura 1). Cada uno de estos impulsos muestran si la señal del corazón posee algún tipo de enfermedad o se encuentre sano [1].



Figura 1.- Señal ECG.

En la actualidad, para los pacientes con enfermedades cardiovasculares, es muy difícil contar con un ECG en casa. Esto es muy común debido al alto costo de un equipo de buena calidad. A pesar del costo existen diferentes opciones en el mercado para elegir un ECG de una calidad aceptable a un precio accesible. Una de ellas, es el ECG portátil. El cual consta de una tarjeta de adquisición de datos y una interfaz virtual en una pantalla de 2.7". Permitiendo una gran versatilidad al ser implementado como un dispositivo portátil. Además de que no requiere de ningún intermediario médico.

METODOLOGÍA

Se desarrolló el dispositivo en dos partes, la primera parte es el diseño de un circuito de medición de señales biomédicas, donde se plantearon varios puntos:

- El dispositivo sea compacto para su fácil manejo y traslado.
- La fuente de alimentación sea externa al circuito para poder asegurar un fácil mantenimiento pudiendo cambiar la fuente en caso de daño y proteger al dispositivo, usando una batería de iones de Litio (Figura 2), debido a la ligereza de sus componentes, su elevada capacidad energética, a su pequeño tamaño y resistencia a la descarga.



Figura 2.- Batería de iones de Litio.

- Seguir la teoría de procesamiento analógico de señales para la implementación de filtros Butterworth para acondicionar la señal [2], con la topología Sallen-key, utilizando 3 tipos de filtros, 1 filtro pasa bajas a 400 Hz. De cuarto orden (Figura 3a), 1 filtro pasa altas a 20 Hz. De cuarto orden (Figura 3b), y un rechaza banda de 60 Hz. (Figura 3c) Para evitar la interferencia de la toma corriente domestica.
- Implementar un ECG con derivaciones estándares específicamente derivación I [2] sin descuidar los requisitos de seguridad eléctrica [1], usando un circuito de protección y acople de impedancia.
- Que el paciente pudiera utilizar el equipo sin mucha dificultad.

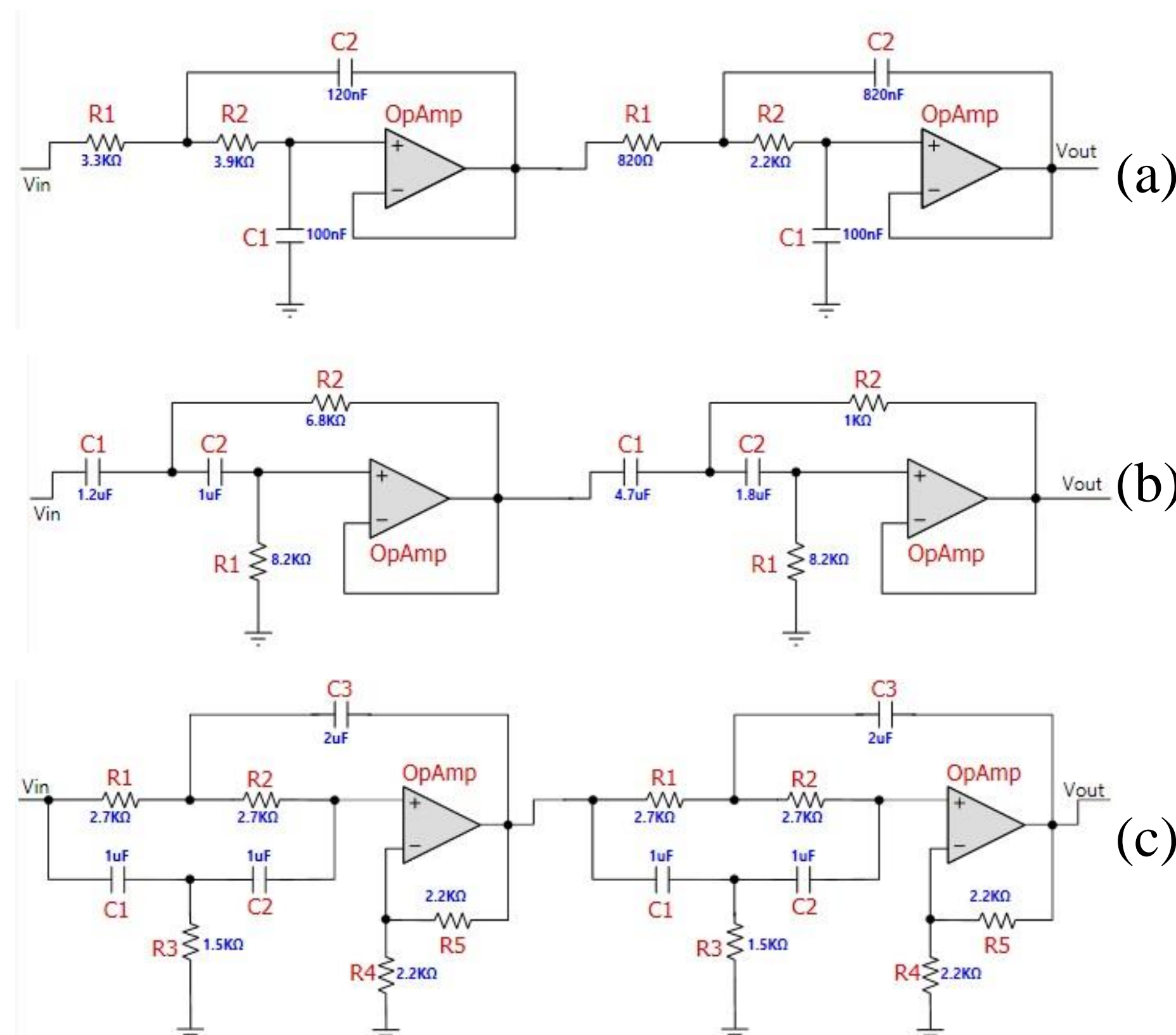


Figura 3.- Filtros generales: (a) Filtro pasa bajas, (b) Filtro pasa altas, (c) Filtro rechaza banda.

- Considerar el ruido blanco, usando un amplificado de instrumentación INA326 (Figura 4) de bajo voltaje.

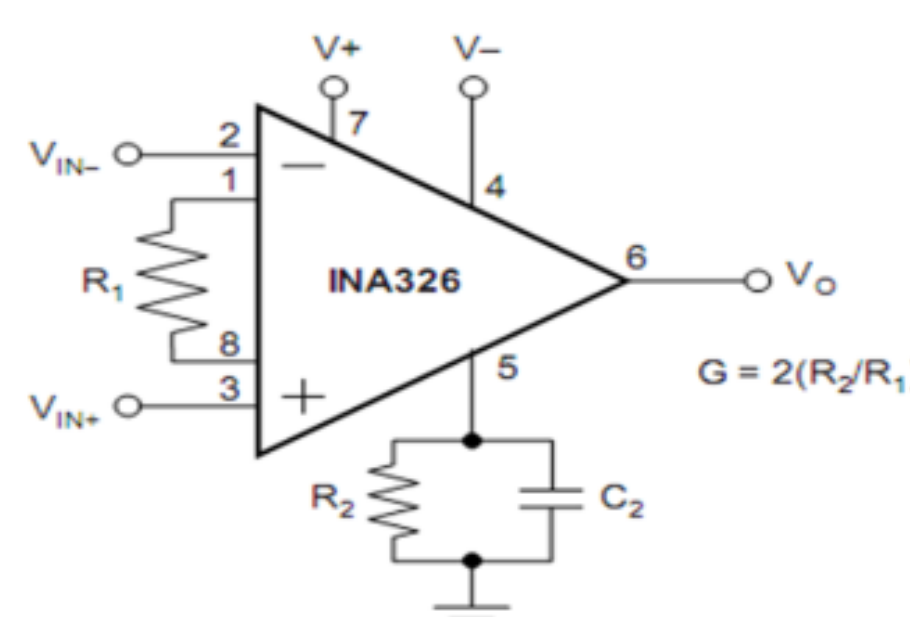


Figura 4.- Amplificador de instrumentación INA326.

La segunda parte es el diseño de la interfaz virtual usando una pantalla TFT (Thin-film transistor) de 2.7" con panel táctil, tomando en cuenta las siguientes consideraciones para realizar el diseño:

- El sistema puede ser cargado por medio de un conector USB.
- Usar un microcontrolador dsPIC33E, de Microchip, brindando una gran flexibilidad debido a sus altas velocidades, velocidades de conversión.

- Digitalizar la señal analógica y desplegar la información en la pantalla TFT permitiendo la visualización de la actividad eléctrica del corazón del paciente en tiempo real.
- El sistema cuenta con una fuente de carga para la batería de Litio, esto a través de un pequeño controlador de gestión de carga MCP73832 con una corriente de carga de aproximadamente 250 mA .

RESULTADOS

La unión de las diferentes etapas del circuito han sido implementadas en un solo circuito impreso (PCB), haciendo el dispositivo lo más compacto posible y con una interfaz sencilla (Figura 5). Cuando se mide la señal ECG es recomendable que el paciente se encuentre en estado de reposo para que no introduzca ruido a la señal, o altere los electrodos conectados al cuerpo.

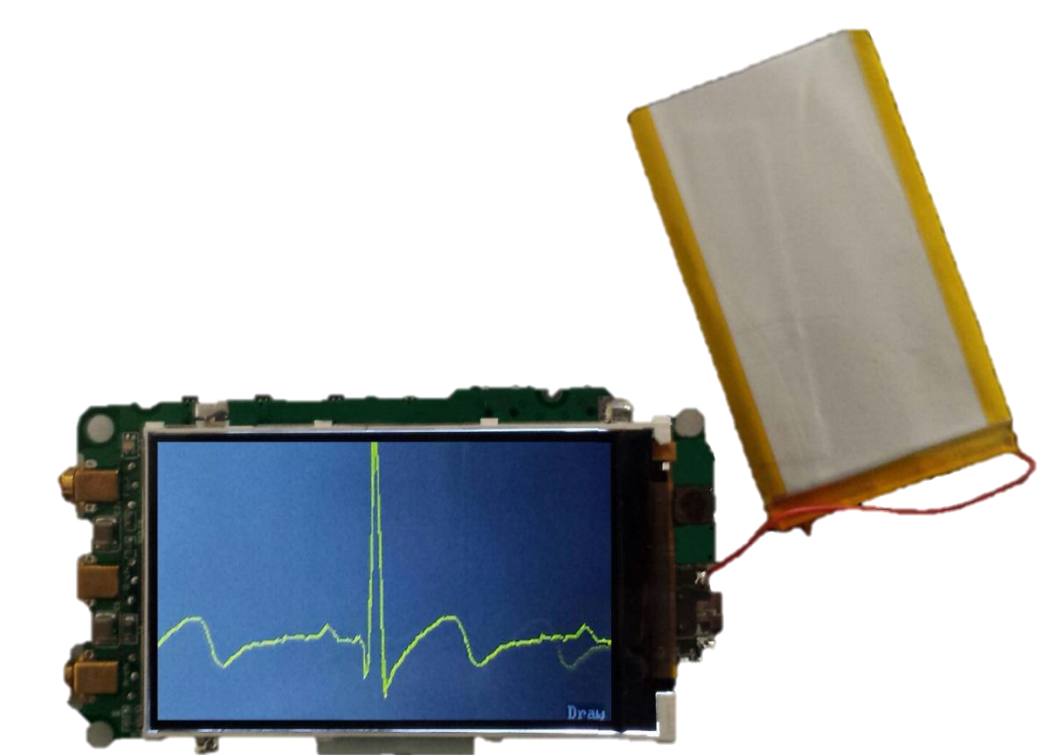


Figura 5.- ECG portátil.

CONCLUSIONES

La tendencia en el diseño de sistemas electrónicos hoy en día, induce a realizar diseños compactos y portátiles, que cumplan con las características de seguridad necesarias para garantizar un buen desempeño al momento de usarlos. El diseño del ECG demuestra que es posible poder llevar acabo esta evolución natural en la tecnología, pudiendo realizar un sistema de bajo costo, buen desempeño comparado con el instrumental medico de hoy en día, capaz de poder realizar mediciones bioeléctricas del corazón.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Politécnico Nacional y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo brindado, en la elaboración de este trabajo.

REFERENCIAS

- 1.- Coughling, R. y Driscoll, F., *Filtros Activos en Amplificadores Operacionales y Circuitos Integradores Lineales*, Ed. Prentice-Hall Hispanoamericano, pp 297-330, 1993.
- 2.- Pasquali, G., *Parámetros Básicos en Electrocardiografía Razonada Teoría y Práctica*, Ed. El Manual Moderno, pp 10-30 1995.