

Adecuación ECG

Sebastian Caceres – 1803245
Andres Steven Jerez -1803169
Juan David Laiton Cabrejo - 1803170
Daniel Gomez - 1803231

Docente: Juan Ricardo Clavijo Mendoza

RESUMEN: El taller consiste en implementar sistemas electrónicos con el menor número de elementos comerciales posibles que permita la adecuación, filtrado y visualización de una señal de electrocardiografía ECG, esto por medio de simulaciones realizadas en proteus. Se Diseñó un sistema electrónico para la filtración y visualización de la señal ECG a su vez se determinó la frecuencia cardiaca en BPM..

Palabras clave— Amplificadores, Electrocardiografía, Graficadora, filtros.

OBJETIVOS

- Diseñar un circuito que permita medir las señales eléctricas del corazón.
- Aplicar una etapa de filtrado, ya sea analogico y/o digital para adecuar de la mejor manera las señales del corazón.
- Analizar el comportamiento de las ondas del corazón e identificar las partes que componen la señal.
- Visualizar las señales del corazón en una LCD grafica asi como cada una de sus partes que la componen.
- Crear un circuito que cumpla con el propósito del proyecto, utilizando todo el conocimiento obtenido en la parte teórica.

Introducción

Desarrollar un prototipo de acondicionador de señales eléctricas con posibilidad de realizar el análisis y procesamiento de las mismas, utilizando todo el conocimiento adquirido a lo largo del curso de sensores, obteniendo la mejor solución al problema, dando inicio a proyectos o conceptos para crear electromiografos o equipos de análisis del corazon, capaz de contribuir a la sociedad.

La electrocardiografía consiste en el registro gráfico de la actividad eléctrica que se genera en el corazón. Su análisis proporciona importante información que debe complementar siempre a una anamnesis y exploración física detalladas. Aporta datos sobre función cardiaca,

trastornos del ritmo y de la conducción, hipertrofia de cavidades y ayuda al diagnóstico de cardiopatías congénitas o adquiridas de tipo infeccioso, inflamatorio, metabólico o isquémico. Su normalidad no siempre descarta afectación cardiaca.

MARCO TEÓRICO

AMPLIFICADOR INVERSOR

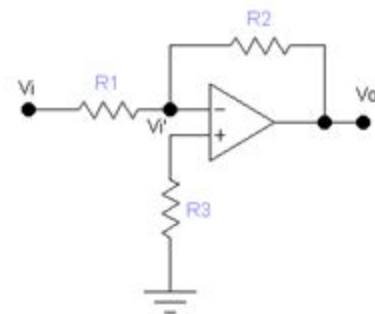


Figura 1: Representación gráfica de un amplificador inversor.

En este circuito, la entrada no inversora se conecta a tierra, vi se conecta a la entrada inversora a través de R1 y el resistor de retroalimentación Rf se conecta entre la entrada inversora y la salida. El objetivo es obtener la relación entre la tensión de entrada vi y la tensión de salida vo. Al aplicar la LCK en el nodo 1,

$$i_1 = i_2 \Rightarrow \frac{v_i - v_1}{R_1} = \frac{v_1 - v_o}{R_f}$$

Pero $v_1 = 0$ para un amplificador operacional ideal, ya que la terminal no inversora se conecta a tierra. Por lo tanto,

$$\frac{v_i}{R_1} = -\frac{v_o}{R_f}$$

$$v_o = -\frac{R_f}{R_1} v_i$$

Obsérvese que la ganancia es la resistencia de retroalimentación dividida entre la resistencia de entrada, lo que significa que la ganancia depende únicamente de los elementos externos conectados al amplificador operacional

En ocasiones los circuitos electrónicos, pareciera que requieren más de una simple fuente de voltaje con dos terminales, ya sea por la cantidad de elementos ubicados en el circuito o por los diferentes valores de voltaje que se requieren aplicar en zonas específicas del montaje, sin embargo implementar dos o más fuentes de voltajes no es práctico y por ello, se recurre a la implementación de divisores de tensión, cuyo rol es repartir la tensión y una fuente entre una o más impedancias conectadas.[1]

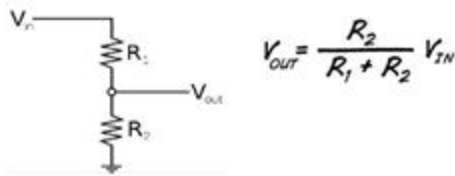


Figura 2: Divisor de tensión y la fórmula matemática para la obtención de la fracción de voltaje.

La fórmula de los divisores de tensiones nos permite calcular que tanto se reparte el voltaje de entrada en el espacio intermedio que hay entre ellas. De esta forma, un voltaje de entrada de 10V fácilmente con un arreglo de resistencias específico, puede quedar reducido a 2V en la salida.

Display Gráfico:

La pantalla gráfica de cristal líquido (GLCD) es una pantalla plana formada por una matriz de píxeles monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora, tiene la clara ventaja de tener un requerimiento de potencia más bajo que el de los LED, por lo general del orden de microwatts para la pantalla, comparado con el de miliwatts para los LED. Dispone de una memoria RAM interna del mismo tamaño de la capacidad que dispone la pantalla, por ejemplo si una pantalla tiene un tamaño de 128 píxeles de largo por 64 píxeles de alto (128x64) tiene una memoria RAM interna de la misma capacidad (128x64).[2]



Figura 3: Display Graficador

Microcontroladores

Son circuitos integrados que en su interior contienen una unidad central de procesamiento (CPU), unidades de memoria (RAM y ROM), puertos de entrada y salida y periféricos. Estas partes están interconectadas dentro del microcontrolador, y en conjunto forman lo que se le conoce como microcomputadora.[3]



Figura 4: Integrado microcontrolador PIC19F8720

Electrocardiografía

La electrocardiografía consiste en el registro gráfico de la actividad eléctrica que se genera en el corazón. Su análisis proporciona importante información que debe complementar siempre a una anamnesis y exploración física detalladas. Aporta datos sobre función cardíaca, trastornos del ritmo y de la conducción, hipertrofia de cavidades y ayuda al diagnóstico de cardiopatías congénitas o adquiridas de tipo infeccioso, inflamatorio, metabólico o isquémico. Su normalidad no siempre descarta afectación cardíaca.[4]

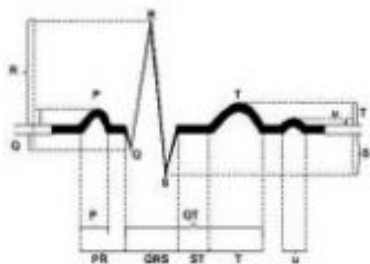


Figura 5. Ondas, intervalos y segmentos

Filtros

Como un dispositivo selectivo de frecuencia, es posible utilizar un filtro para limitar el espectro de frecuencias de una señal en cierta banda de frecuencias específica. Los filtros son los circuitos que se utilizan en los receptores de radio y de televisión que permiten sintonizar una señal deseada entre una multitud de señales de transmisión en el entorno. Un filtro es pasivo si consiste sólo de elementos pasivos R, L y C. Se afirma que es un filtro activo si lo componen elementos activos (tales como transistores y amplificadores operacionales) además de los elementos pasivos R, L y C..[5]

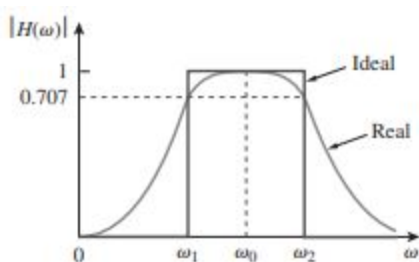


Figura 6. Respuesta en frecuencia ideal y real de un filtro pasabanda

PROCEDIMIENTO

Dada la señal suministrada de ECG, primero se implementaron filtros analógicos para deshacerse del ruido con el que contaba la señal. Se adecuó la misma utilizando filtros salientes de 0.5 Hz, pasa-bajas de 20Hz, un rechaza-bandas de 60Hz y un pasa-bandas entre 10Hz y 15 Hz. A su vez la señal filtrada obtenida en el paso anterior es adecuada para que esté en un rango entre 0v y 4.9v debido a que el arduino no trabaja con voltajes negativos, esto se hizo mediante un arreglo de amplificadores operacionales y finalmente la señal tratada es enviada al ATMEGA328P. El circuito implementado se encuentra alimentado por 10 Vcc.

Para el filtro pasa-altas se utilizó $R1=R2=320k\Omega$ y $C9=C10=1\mu F$

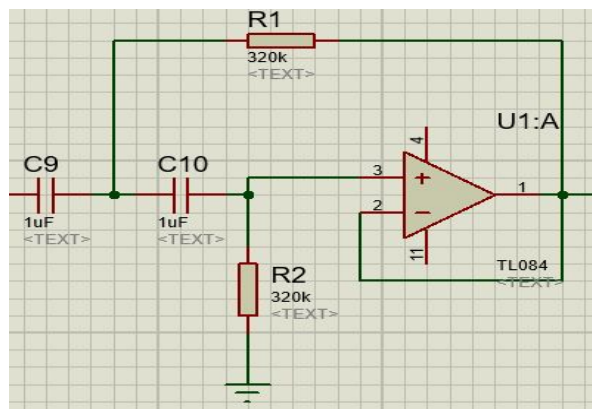


Figura 7. Filtro pasa-altas

Para el filtro pasa-bajas se utilizó $R3=R4=180k\Omega$ y $C11=C12=22nF$

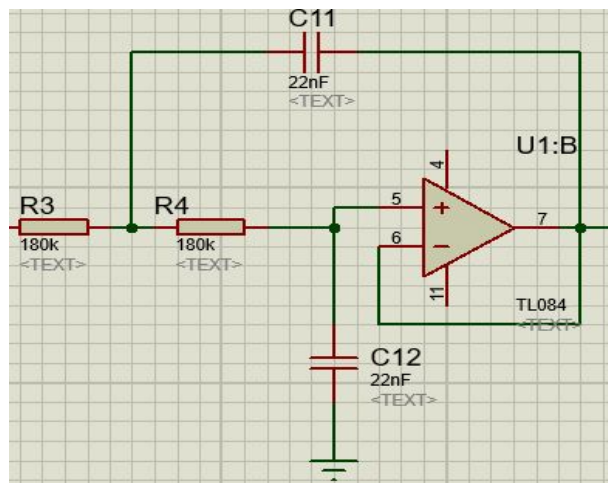


Figura 8. Filtro pasa-bajas

Para el filtro Rechaza-Banda se utilizó $R14=75k\Omega$, $R16=R15=120k\Omega$ y $C7=C8=5nF$

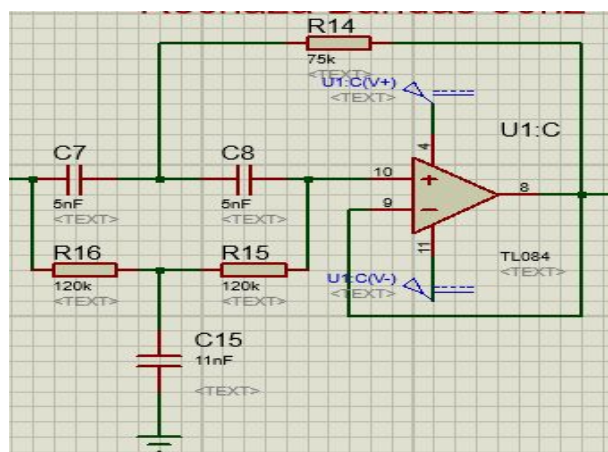


Figura 9. Filtro rechaza-banda

Para el filtro Pasa-Banda se utilizó $R13=1.1k\Omega$, $R7=R8=1k\Omega$ y $C1=C14=37\mu F$

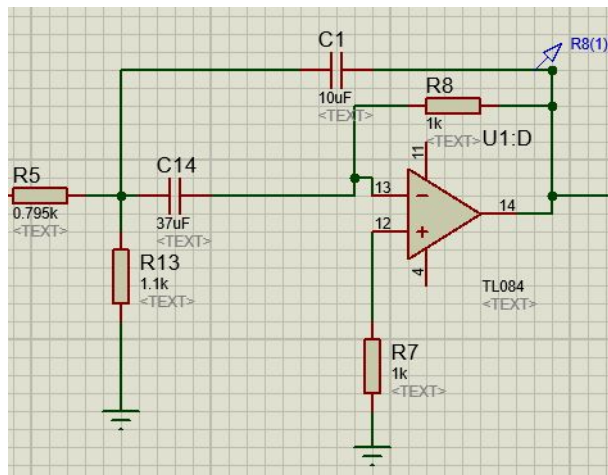


Figura 10. Filtro-pasabanda

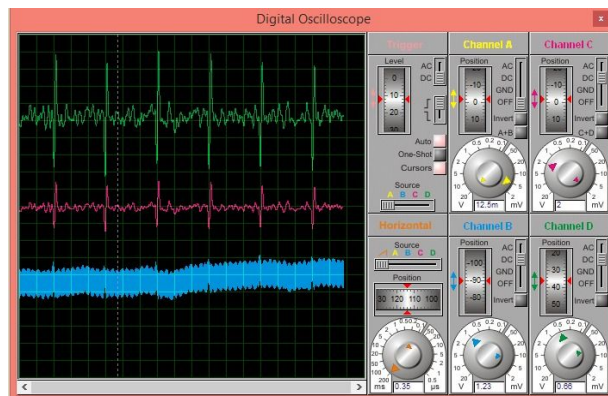


Figura 11. Etapas señal ECG

Al realizar el circuito de acondicionamiento se utilizó la ecuación de la recta dado que es una variación lineal, donde fue reemplazado los respectivos valores del voltaje adecuado y por medio de un sistema de ecuaciones lineales se hallaron las incógnitas (m y b) y se obtuvo la ecuación general del sistema(1). donde en un principio se tenía como voltaje mínimo $-2.7V$ y un máximo de $3.3V$ y el objetivo era llevar la señal a un rango que se encuentre entre 0 y $4.9v$ para que fuera posible trabajar con arduino.

$$Y = 0,816 v + 2,205 \quad (1)$$

El circuito implementado consta de cuatro amplificadores operacionales en configuración inversor y sumador inversor donde mediante el inversor se obtiene $0,816$ de ganancia y mediante el sumador, se le suman $2,205$ de acuerdo a la ecuación (1) y adicionalmente se agrega otro amplificador inversor de ganancia unitaria, para invertir la señal como se muestra en las figuras .

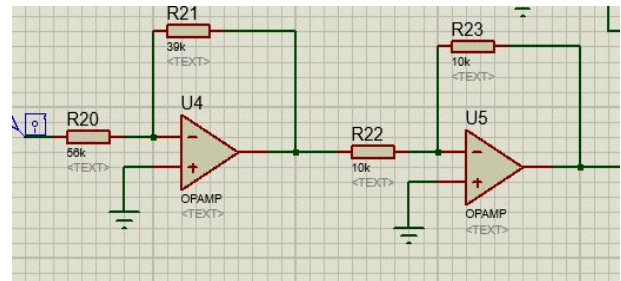


Figura 12. Amplificador inversor e inversor de ganancia unitaria

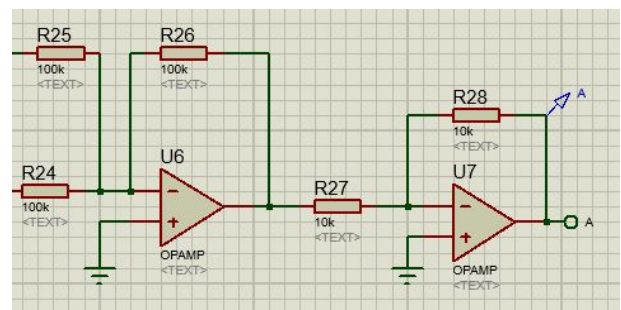


Figura 13. Amplificador sumador inversor e inversor de ganancia unitaria

Finalmente mediante un microcontrolador ATMEGA328P que recibe la señal filtrada, se programa para visualizar la señal del ECG además de la respectiva medición de BPM en una LCD gráfica ILI9341, como se muestra en la figura 14 y 15.

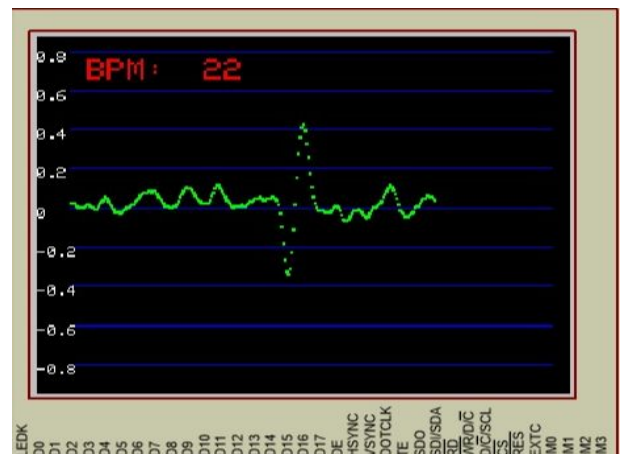


Figura 14. Visualización señal ECG en LCD

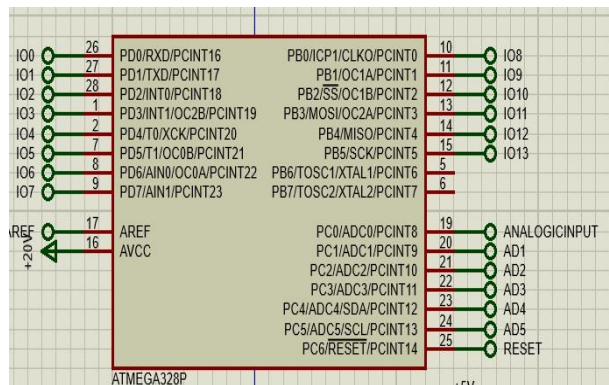


Figura 15. ATMEGA328P

CONCLUSIONES

- Para obtener una señal eléctrica del corazón se debe implementar diferentes conceptos y medios como hardware (filtros analógicos) y software (filtros digitales y adecuación de la señal para graficar).
- La programación de los microcontroladores, permite entender el comportamiento de los datos y adecuarlos de la mejor manera, sin embargo la sensibilidad de algunos PIC para medir voltajes o señales de entrada, puede ser reducida.
- Para obtener la señal eléctrica del corazón debe pasar por una etapa de amplificación, etapa de filtrado (analógica y digital) y una etapa de graficación mediante un microcontrolador.
- Al realizar la implementación del circuito electrónico, podemos decir que el orden de los filtros es importante para obtener una mejor visualización de las señales eléctricas del corazón, debido a que la respuesta de estos es más efectiva. Por otro lado, se obtuvo los diferentes componentes de la señal eléctrica.
- Los electrocardiogramas son aparatos capaz de medir la frecuencia cardíaca del corazón y mostrarla de forma gráfica para el análisis de su comportamiento, como todas sus ondas que componen la señal eléctrica del corazón.

REFERENCIAS

- [1]C. Alexander, *Fundamentos de circuitos eléctricos (5a. ed.)*. [Place of publication not identified]: McGraw-Hill Interamerican, 2013.
- [2]R. BOYLESTAD, *ELECTRÓNICA*. [Place of publication not identified]: PEARSON, 2009.
- [3]M. Talavera, "PICmicro® MCU Estudio - ¿qué es un microcontrolador?", *Electrónica Estudio*, 2019. [Online]. Available: <https://www.electronicaestudio.com/que-es-un-microcontrolador/>. [Accessed: 12- Oct- 2019].
- [4]Myung K. Park. *Capítulo 3, Electrocardiografía. En Cardiología Pediátrica. 5ª edición. Barcelona, Elsevier 2008*
- [5]C. Alexander, *Fundamentos de circuitos eléctricos (5a. ed.)*. [Place of publication not identified]: McGraw-Hill Interamerican, 2013.
- [6] *Diseño e implantación de un circuito electrónico para la adquisición de señales de electromiografía superficial en músculos de miembros superiores (2019)* [En línea]. Disponible:<http://conferencias.unimilitar.edu.co/index.php/ei/2016/paper/viewFile/55/22>