



Universidad Cooperativa
de Colombia

Universidad Cooperativa de Colombia

Filtros y Acondicionadores de señal

Proyecto final: Holter EKG

Camila Andrea Gonzalez Tapias

Félix David Henríquez Córdoba

Ing.: Diego Andrés Restrepo Leal

Santa Marta D.T.C.H.

2024

Introducción

La tecnología médica juega un papel esencial en el diagnóstico y seguimiento de las afecciones cardíacas. Este informe se centra en un enfoque innovador: el desarrollo de un Holter, un dispositivo de monitoreo constante de electrocardiograma (ECG), que se diseñó para capturar la actividad eléctrica del corazón durante un periodo de tiempo extendido.

En este proyecto, nos enfocaremos en un dispositivo que registra continuamente los ritmos cardíacos, conocido como Holter. Este se usa durante 24 a 48 horas en condiciones normales para capturar las pulsaciones del corazón que se miden mediante electrodos. Para su construcción, se requirieron varios componentes como el Opamp TI084CN, resistencias de 10k, resistencias de 390k, borneras de dos pines, y el INA128P, que se encarga de amplificar las pequeñas señales emitidas por el corazón.

Explicación del proceso de construcción y funcionamiento del circuito

El Holter que se realizó fue diseñado por medio de una esp-32, un lector de micro SD y un display OLED. Para la fabricación de este circuito se requirió de un conocimiento básico en cuestión al campo de la medicina, también se aplicó las bases vistas en clase para su preparación. El circuito mencionado, fue hecho gracias a una variedad de softwares implementados los cuales son: Fritzing.

El holter es un medidor que recibe pulsaciones a través del ritmo cardíaco, éste se utiliza mucho con personas que padecen de una enfermedad que afecta de manera drástica al sistema cardíaco y/o al funcionamiento de este último.

● Fase 1 adquisición de las señales

Las señales de ECG requieren de equipos adecuados para su lectura, como lo son los electrodos y los filtros para capturar las señales específicas a estudiar, se utilizaron electrodos para esta práctica médica, estos cuentan con Adhesivo que deben ir en las derivaciones necesarias del corazón, luego para transmitir esta señal se necesita de un cable blindado con el fin de evitar el ruido del ambiente o interferencias electromagnéticas externas, ya que la señal de ECG es muy débil al momento de captarla con lo cual se utilizan amplificadores operacionales también conocidos como OPAMP, ya que con esto podemos capturar y amplificar la señal deseada.

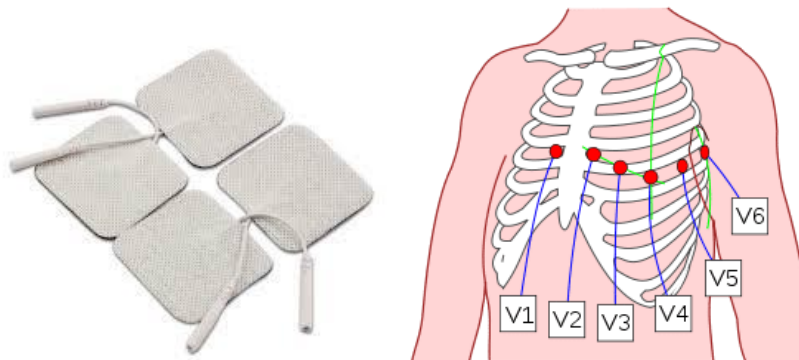


Figura 1 Electrodo y sus conexiones

Las figuras anteriores muestran cómo se utilizarán los electrodos del circuito. Es importante comprender cómo se conectan estas conexiones dentro del diseño del prototipo para que el usuario pueda colocarlas cómodamente. Se colocan generalmente entre cinco y siete electrodos en el pecho. Las posiciones más comunes son una cerca del esternón.

- Una debajo de la clavícula derecha.
- Una debajo de la clavícula izquierda.
- Uno en la parte izquierda del torso.
- Uno en el lado izquierdo de la espalda.

Adhesión: Después de quitar la cubierta protectora de cada electrodo, pégalos firmemente en las posiciones especificadas.

En este caso emplearemos solo tres conexiones de electrodos en la persona, para ello nos basaremos principalmente en el circuito proporcionado dentro del datasheet del amplificador de instrumentación INA128.

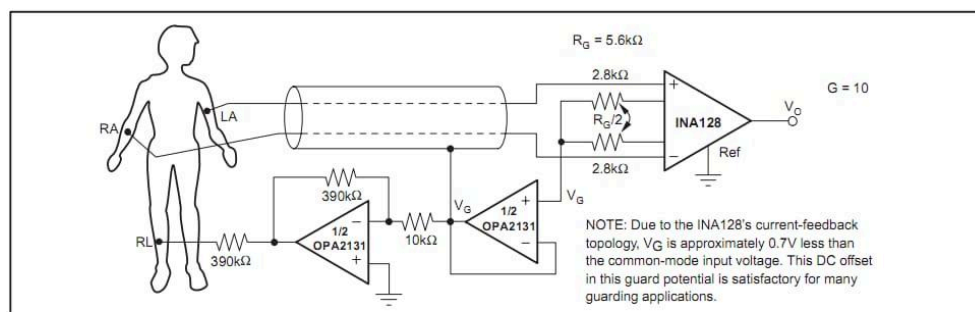


Figure 8. ECG Amplifier with Right-Leg Drive

Figura 2 Esquemático del circuito

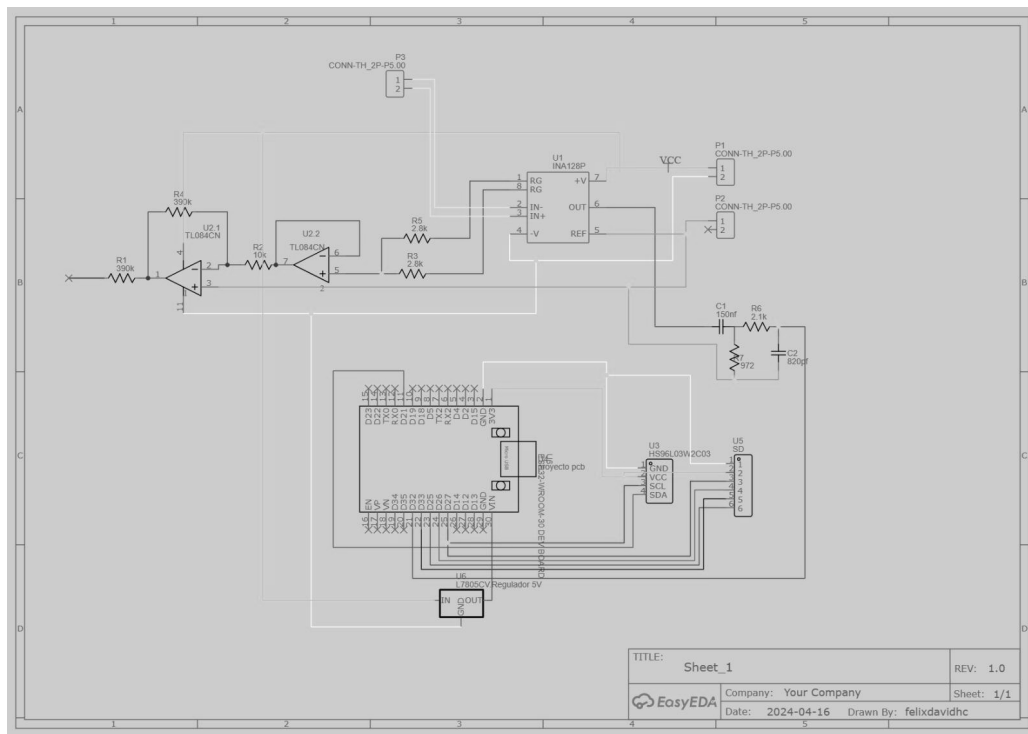


Figura 3 Esquemático del prototipo diseñado

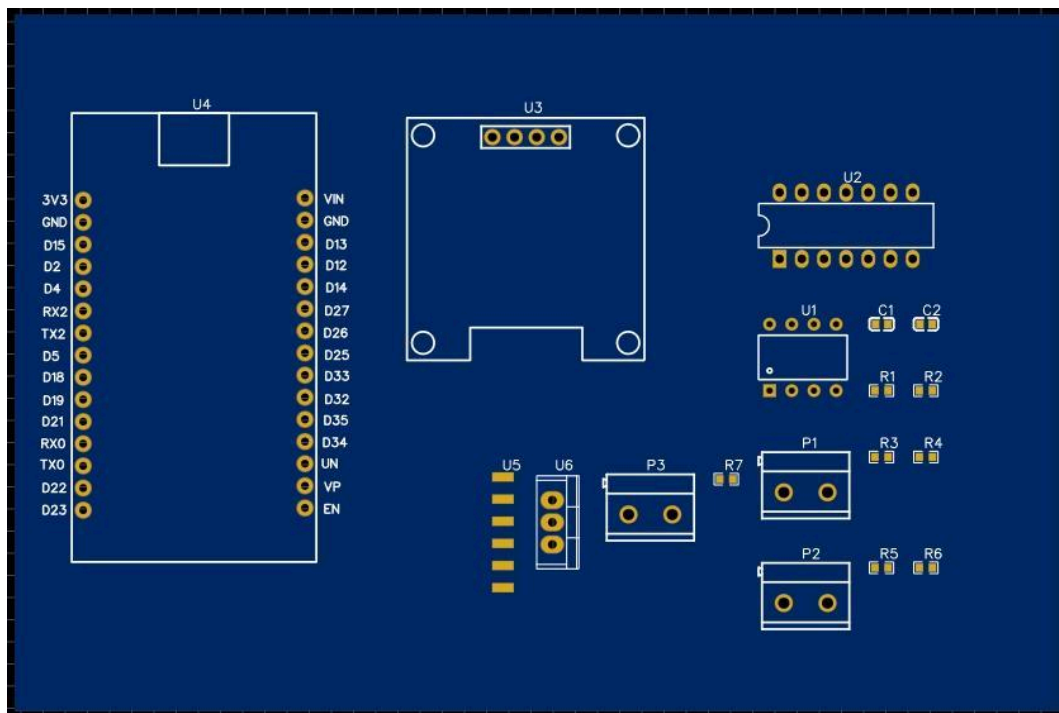
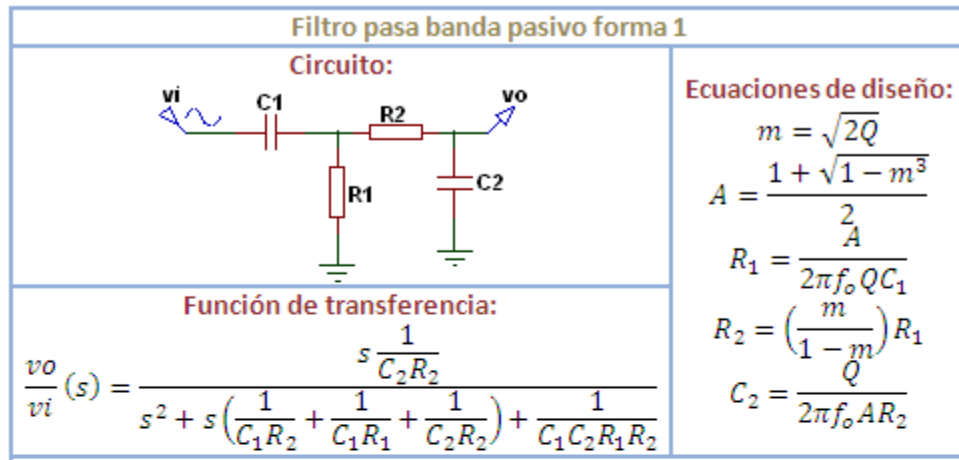


Figura 4 Esquemático del PCB

- **Fase 2 Filtrado de las señales**

Las señales del Ekg a menudo están acompañadas de ruido de diferentes partes del cuerpo, por lo que debemos pasar por un filtro para eliminar esas partes no relevantes, lo que nos ayudará a obtener un resultado más preciso. En este caso emplearemos el filtro pasabanda pasivo de 2do orden RC proporcionado por la página de [Wilaeba Electronica](#).



Calculadora Filtro Pasa banda Pasivo de 2do Orden RC

Circuito

forma 1

Frecuencia central fo

10

kHz

Factor de calidad Q

0.0501253132

Valor condensador C1

150

nF

calcular

Valor Ganancia A

0.9920005757

Valor resistencia R1

2.0998278761

kΩ

Valor resistencia R2

972.89818004

Ω

Valor condensador C2

826.60478767

pF

Figura 5 Esquemático del filtro junto con los valores de los componentes

Los valores de los componentes se toman dependiendo de nuestras frecuencias de corte, siendo 0.5 hz nuestra frecuencia de corte baja o f_{c1} y 200 hz como la frecuencia de corte f_{c2} . siguiendo las indicaciones obtenemos una frecuencia central de 10 hz o f_0 .

- **Fase 3 Procesamiento de las señales**

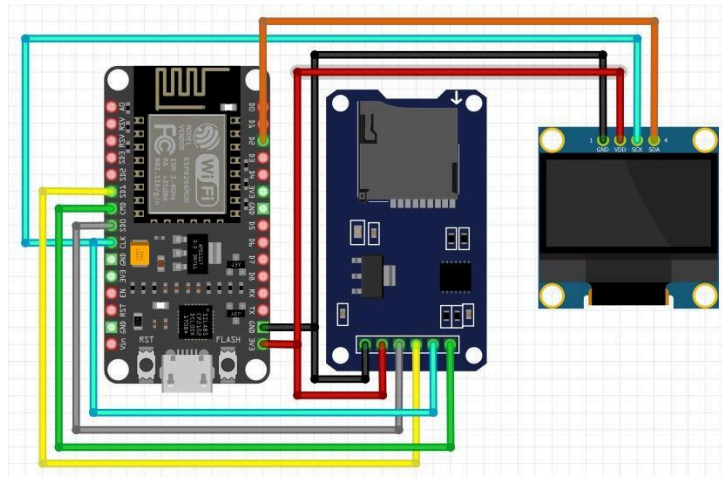


Figura 6 Esquemático del sistema de procesamiento de las señales

Codigo del graficador

```
String[] lines; // Array para almacenar las líneas del archivo
```

```
void setup() {
```

```
    size(400, 400);
```

```
    // Cargar el archivo de texto
```

```
    String[] filePaths = { sketchPath("test.txt") }; //
```

```
    lines = loadStrings(filePaths[0]);
```

```
    // Imprimir el contenido del archivo en la consola
```

```
    for (int i = 0; i < lines.length; i++) {
```

```
        println(lines[i]);
```

```
    }
```

```
}
```

```
void draw() {
```

```
    background(255);
```

```
    // Mostrar el contenido del archivo en la ventana
```

```
    textAlign(LEFT, TOP);
```

```
    fill(0);
```

```
    for (int i = 0; i < lines.length; i++) {
```

```
        text(lines[i], 10, 10 + i * 15);
```

```
    }
```

```
}
```

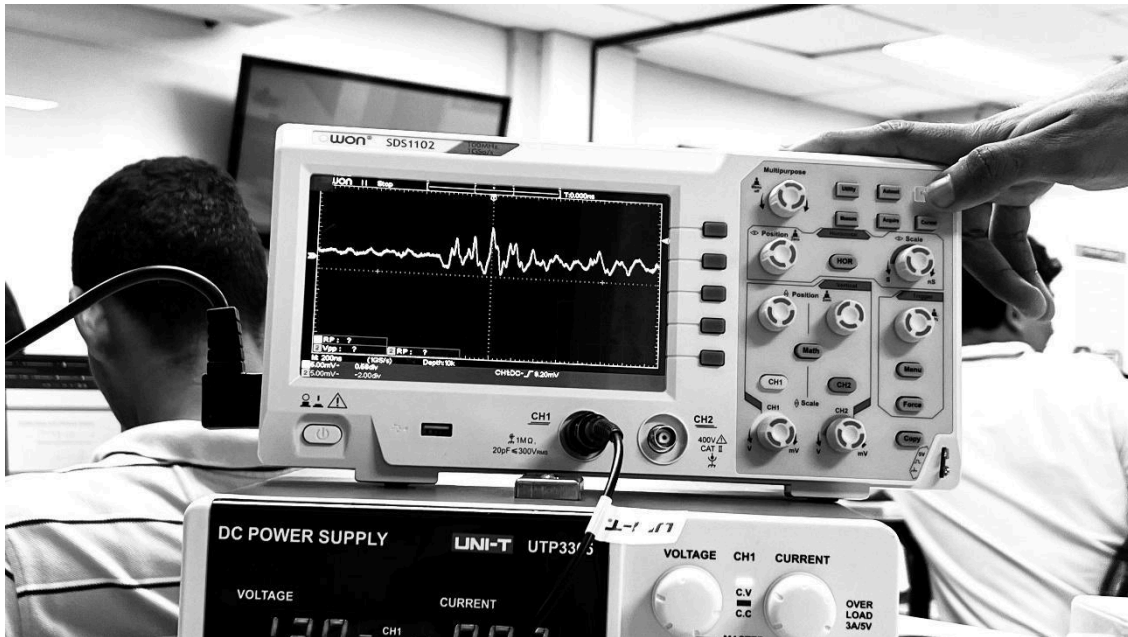


Figura 7 Representación de la muestra las pulsaciones del corazón en un osciloscopio.

Conclusión

Este proyecto se llevó a cabo con el objetivo principal de medir una variedad de señales utilizando diferentes filtros. Esto nos permitió visualizar y entender lo que cada señal evaluada representa. A lo largo del proyecto, nos dimos cuenta de que la construcción y el diseño de dispositivos que requieren filtrado de señales es un proceso intrincado y desafiante. Este proceso exige la implementación de procedimientos precisos y una supervisión rigurosa para asegurar el manejo adecuado de las señales.

Como ingenieros, estas señales son fundamentales para nosotros, ya que las manipulamos para la implementación de nuestros proyectos. La complejidad de este proceso subraya la importancia de la precisión y la atención al detalle en nuestro trabajo. Cada paso, desde la elección del filtro correcto hasta la interpretación de los resultados, debe realizarse con cuidado para garantizar que las señales se manejen de manera adecuada.

En resumen, este proyecto no solo nos permitió entender mejor las señales y cómo manipularlas, sino que también nos proporcionó una valiosa experiencia práctica en el diseño y la construcción de dispositivos que requieren filtrado de señales. Estas habilidades y conocimientos serán de gran utilidad en nuestros futuros proyectos de ingeniería.