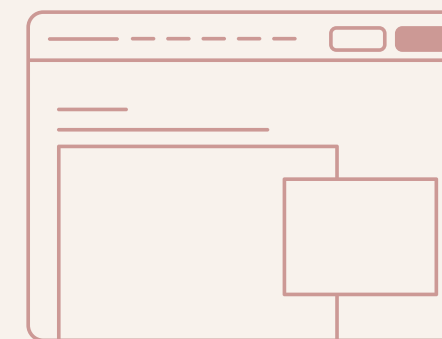
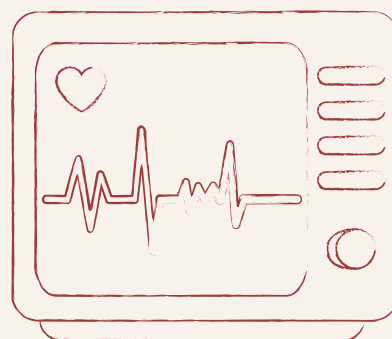


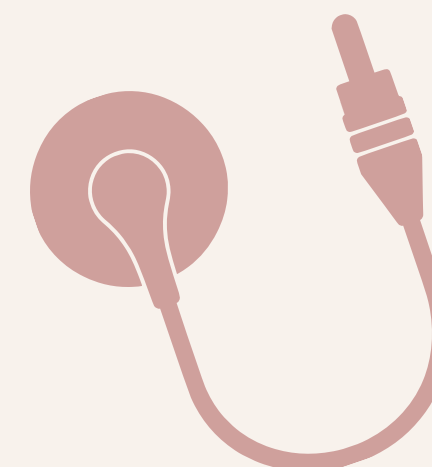


**UNIVERSIDAD
MODELO**

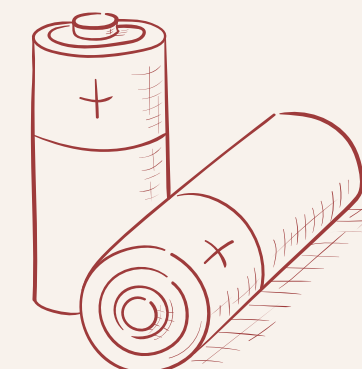
2do Semestre - Proyectos II



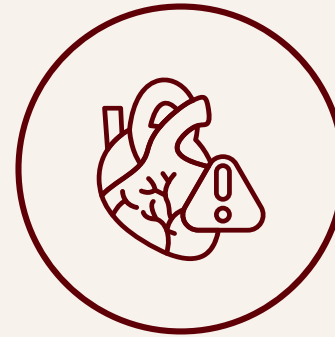
DESARROLLO DE PROTOTIPO DE UN ELECTROCARDIÓGRAFO PARA APOYO MÉDICO CON MONITOREO Y TRANSMISIÓN DE DATOS



**Aranza Jimenez Leon
Cielo Xiomara Uc Rodriguez
Daniela Campos Niño
Erin Sofia Ramos Aleman
Miranda Quiñones Virgen**



Introducción



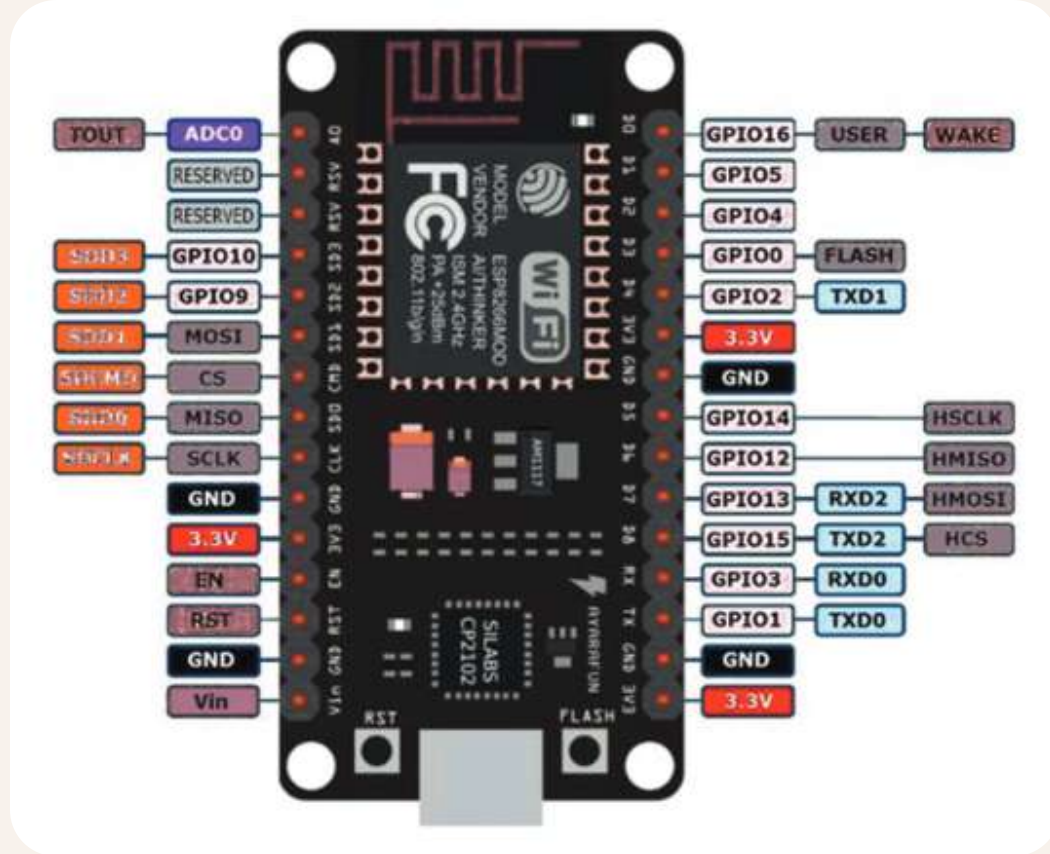
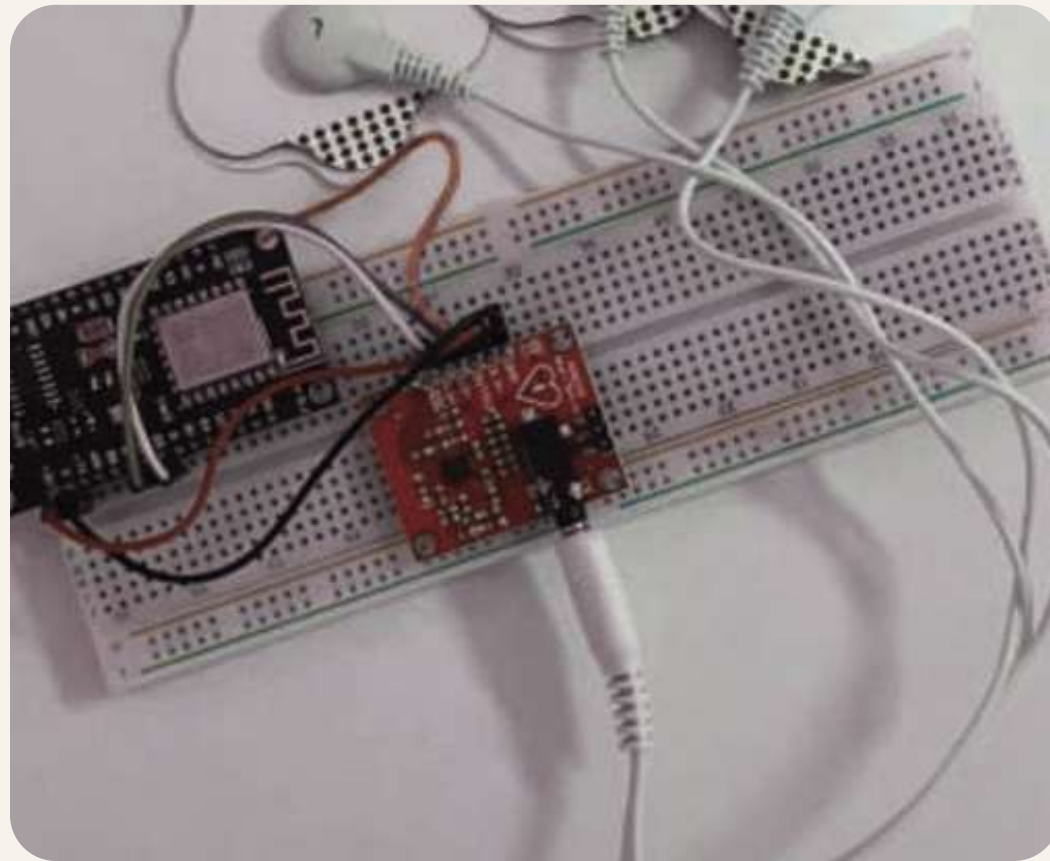
Las enfermedades cardiovasculares son una de las principales causas de muerte y muchas se relacionan con alteraciones del ritmo cardíaco que pueden pasar desapercibidas. El corazón genera impulsos eléctricos medibles con un electrocardiograma (ECG), pero los métodos tradicionales son limitados en tiempo, accesibilidad y comodidad. Se propone un sistema ECG que registre y transmita la señal mediante una interfaz clara, permitiendo monitoreo continuo, detección temprana y seguimiento fuera del entorno clínico.

[1] Bushnag, A. (2021) A Wireless ECG Monitoring and Analysis System Using the IoT Cloud

Antecedentes

A Wireless ECG Monitoring and Analysis System Using the IoT Cloud

- AD8232
- Transmisión de datos
- NodeMCU ESP8266
- MQTT
- Algoritmo Pan-Tompkins



[1] Bushnag, A. (2021) A Wireless ECG Monitoring and Analysis System Using the IoT Cloud

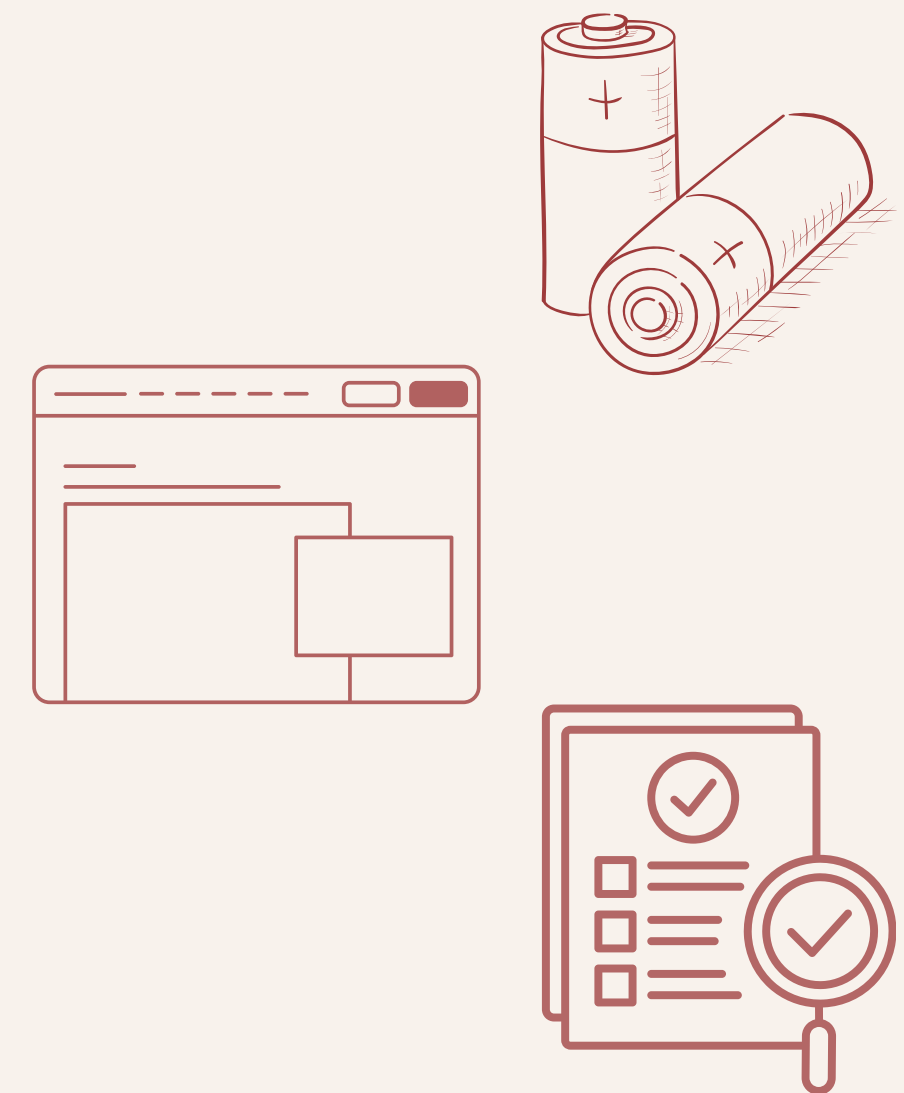
Objetivo general

Diseñar un prototipo electrocardiógrafo compacto que permita monitorear la actividad eléctrica del corazón por un periodo de tiempo específico, almacenar y enviar los datos de manera serial y constante con el propósito de detectar posibles arritmias o taquicardias.



Objetivos específicos

- Definir los componentes electrónicos y el protocolo de comunicación para asegurar el correcto funcionamiento e integración del sistema antes de su construcción física.
- Desarrollar un prototipo funcional integrado con una interfaz intuitiva y visualización en tiempo real.
- Validar el funcionamiento del sistema mediante pruebas como simulador, documentando los resultados para comprobar el cumplimiento de los requerimientos.



Metodología

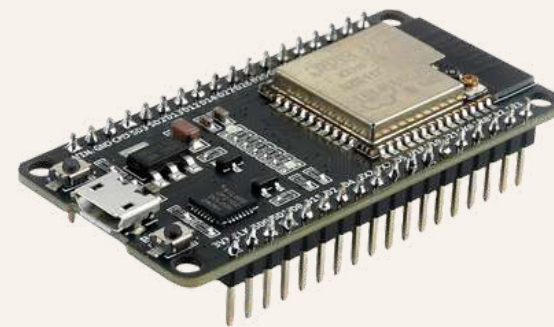
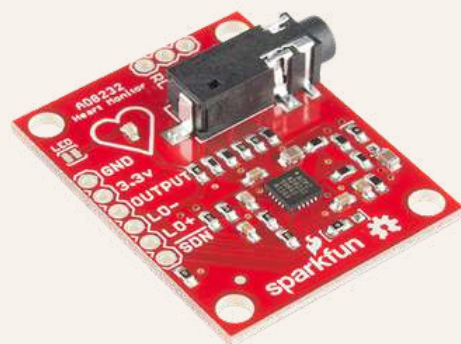


Hardware y conexiones

Conexiones

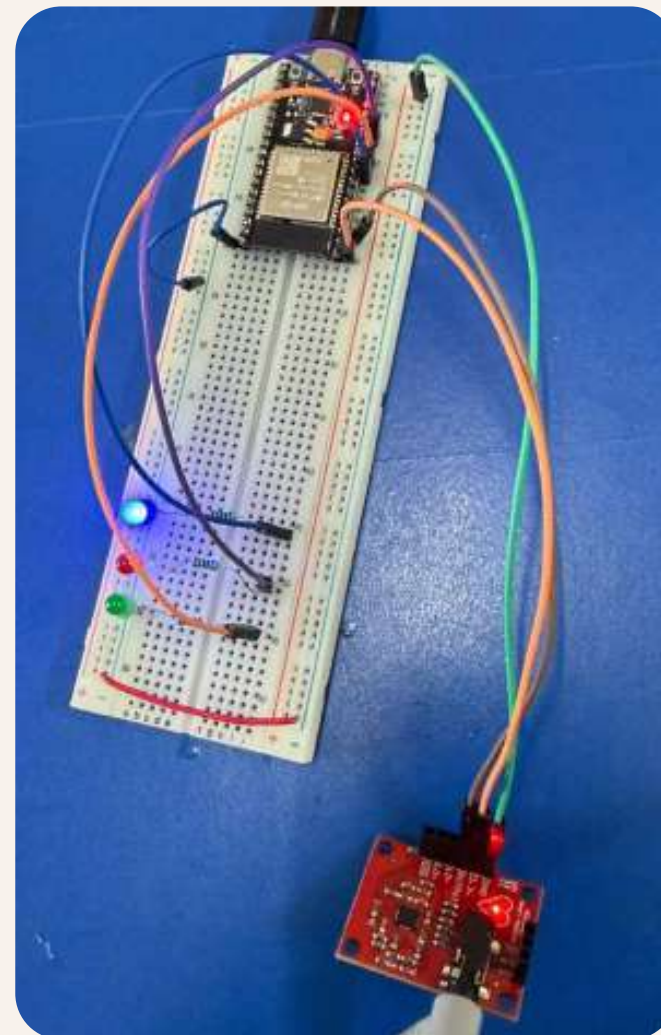
AD8232 ——— NodeMCU ESP32
3V3 ——— 3V3
GND ——— GND
OUTPUT ——— GPIO36 (VP)
LO+ ——— GPIO35
LO- ——— GPIO32

Led1 + Resistencia ——— GPIO27
Led 2 + Resistencia ——— GPIO25
Led 3 + Resistencia ——— GPIO26
Led 4 + Resistencia ——— GPIO12



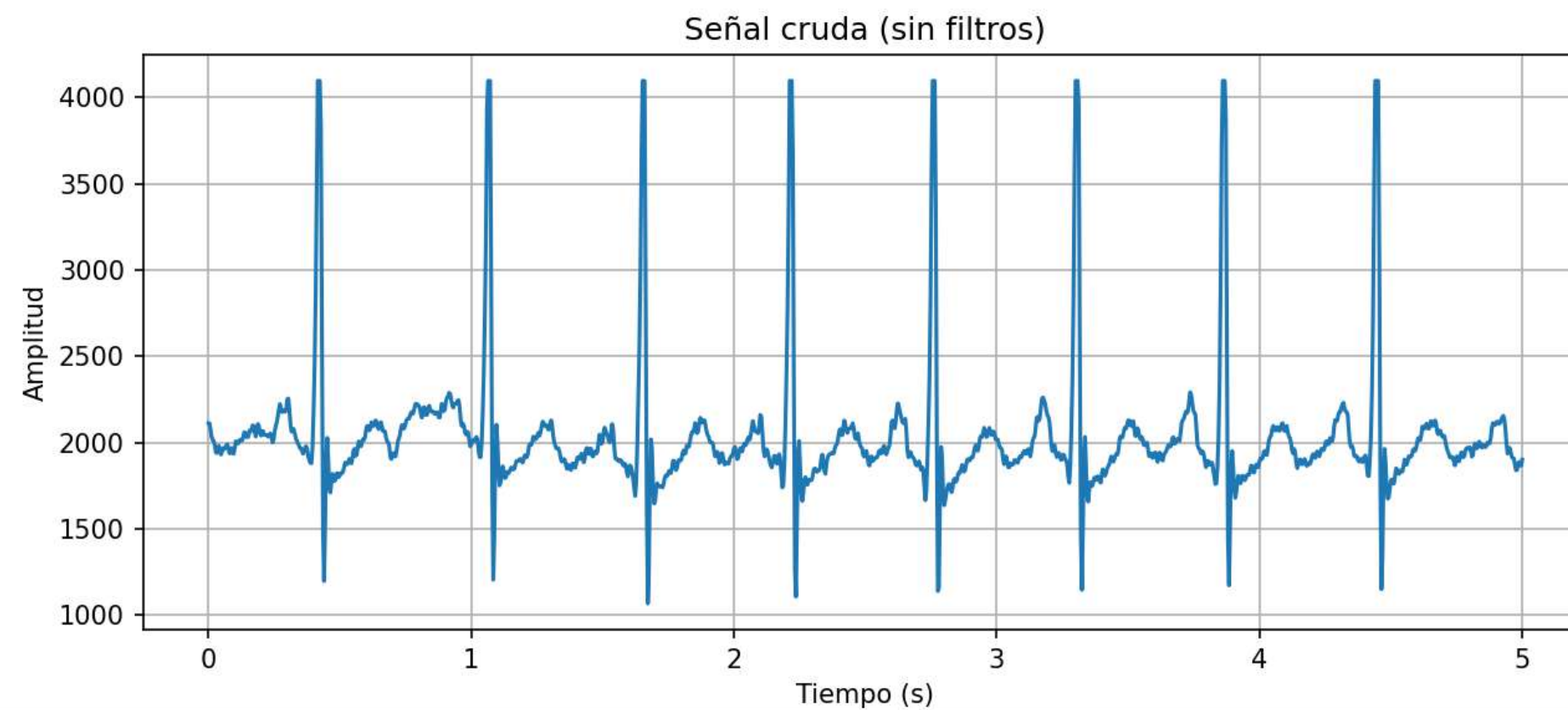
Resultados

Sensor ECG



Resultados

Adquisición de señal



$F_s = 250 \text{ Hz}$, resolución ADC: 12 bits

Resultados

Filtros digitales

Filtros IIR simples de primer y segundo orden

a) Filtro pasa-altas (HPF) - 0.5 Hz

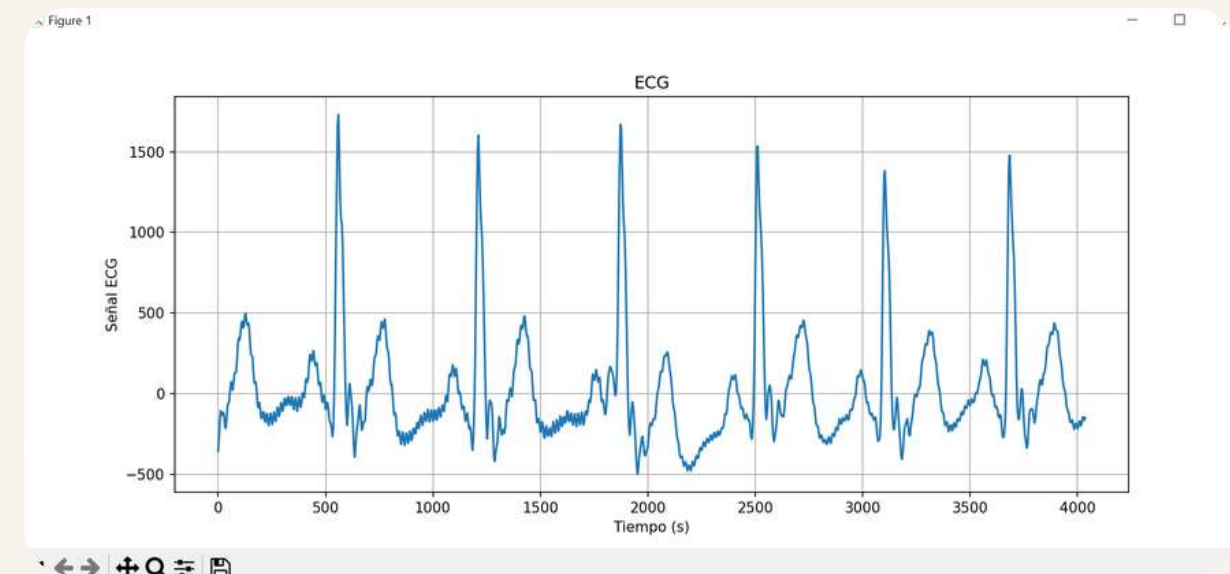
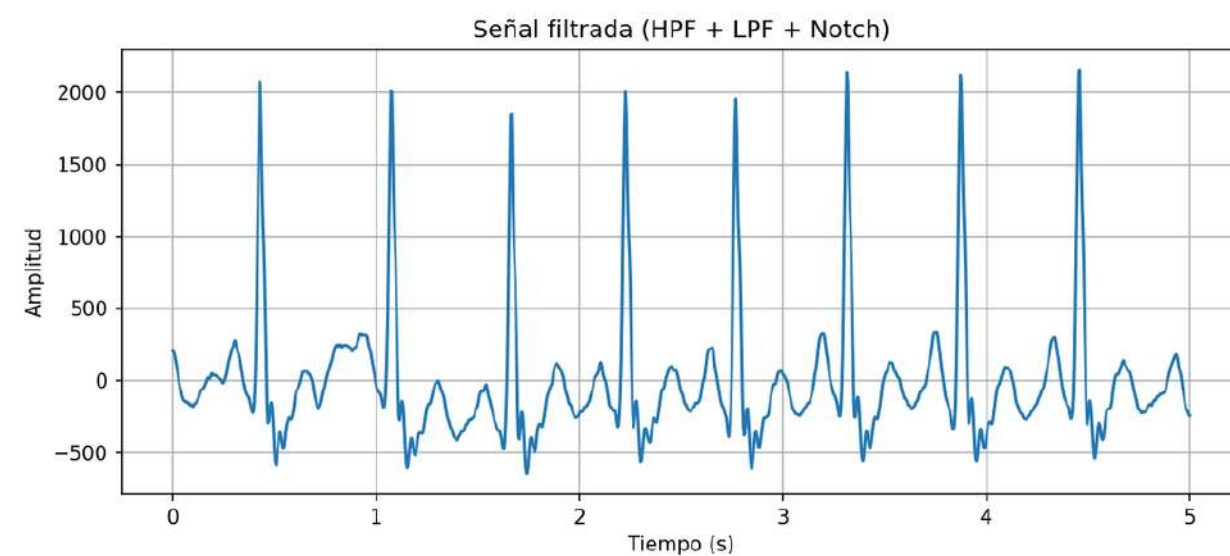
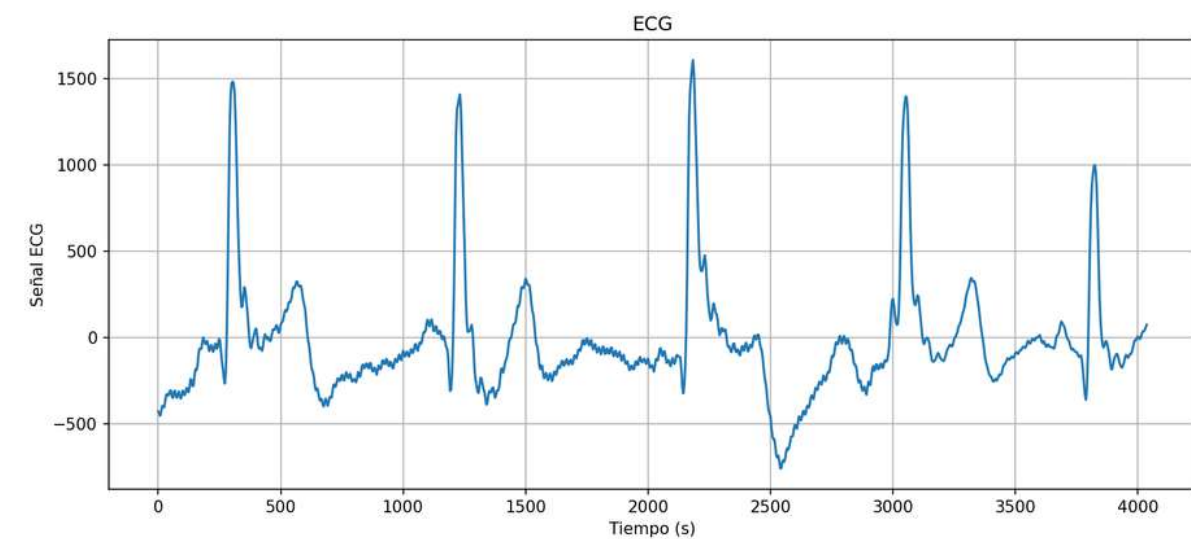
b) Filtro pasa-bajas (LPF) - 40 Hz

c) Filtro notch - 60 Hz

$$y_HPF[n] = \alpha \cdot (y_HPF[n-1] + x[n] - x[n-1]), \quad \alpha = 0.995$$

$$y_LPF[n] = y_LPF[n-1] + \beta \cdot (y_HPF[n] - y_LPF[n-1]), \quad \beta = 0.15$$

$$y[n] = a_0 \cdot x[n] + a_1 \cdot x[n-1] + a_2 \cdot x[n-2] - b_1 \cdot y[n-1] - b_2 \cdot y[n-2]$$

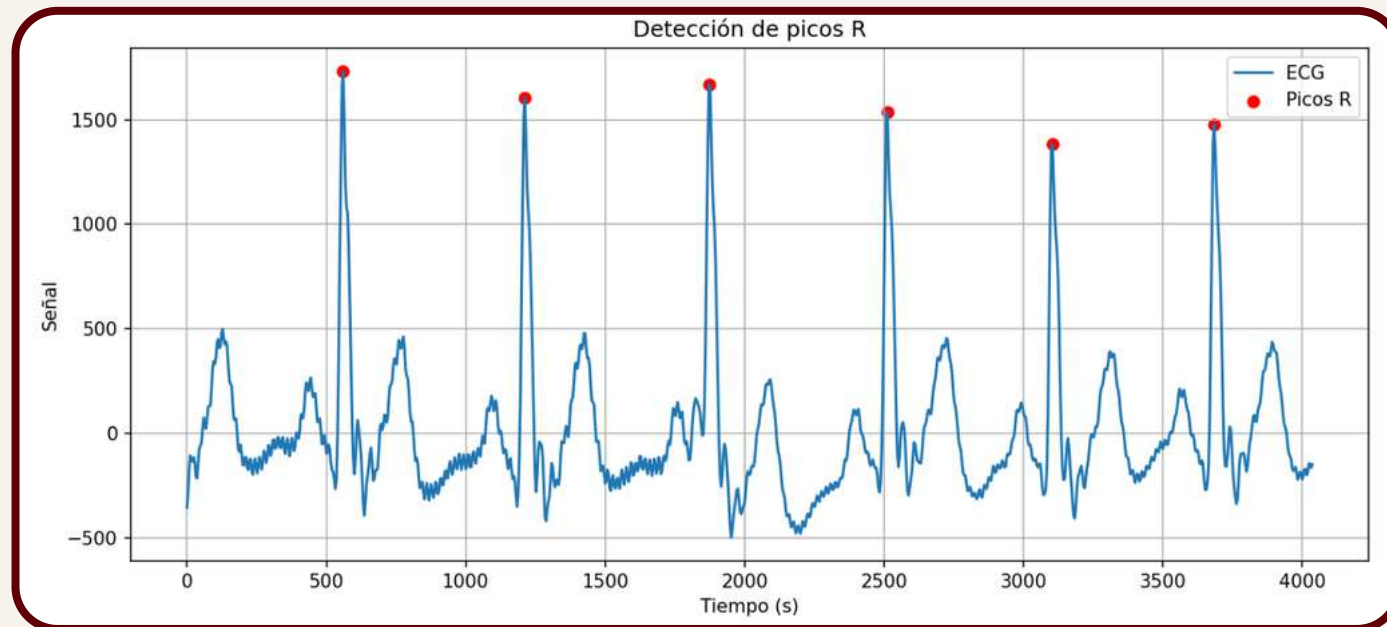


Resultados

Deteccion de picos R

Para determinar un umbral adaptado a la señal del dispositivo, se adquirieron registros de ECG de varios sujetos voluntarios.

Se localizaron los picos R y se calculó la amplitud promedio de los picos R por sujeto



Picos R detectados:

t = 1212.000 s | valor = 1603.03

t = 1872.000 s | valor = 1669.45

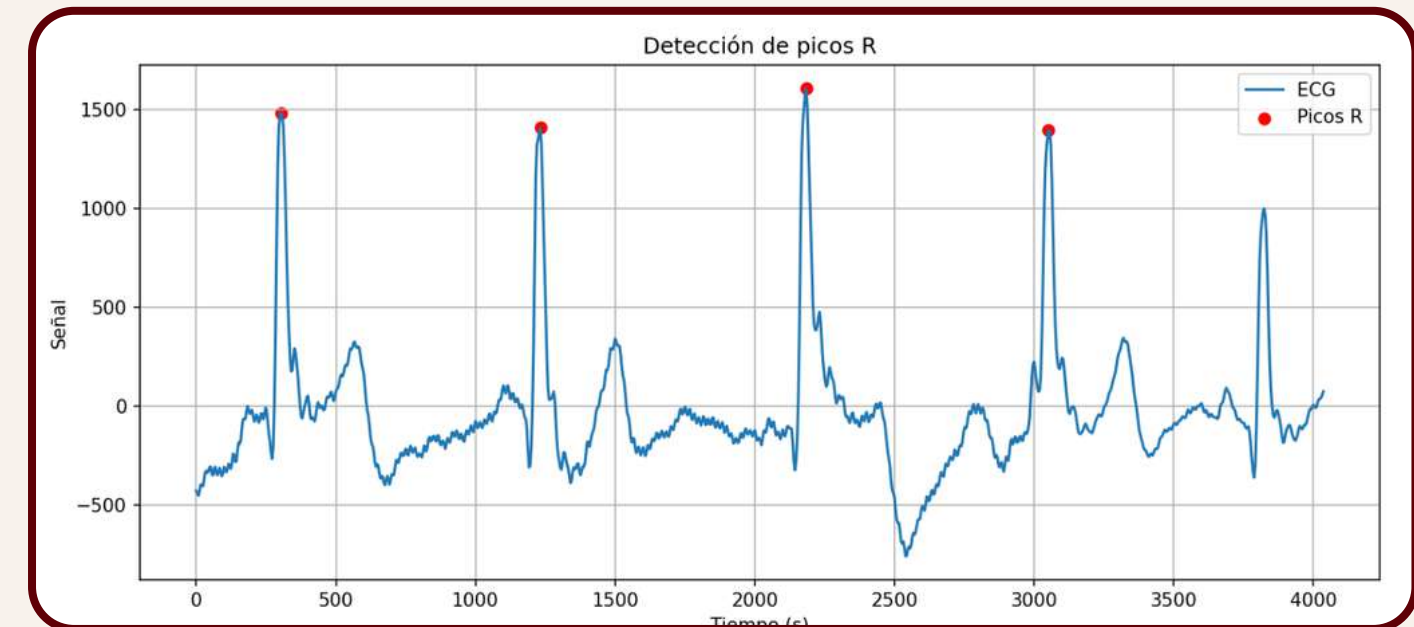
t = 2512.000 s | valor = 1535.63

t = 3104.000 s | valor = 1381.9

t = 3684.000 s | valor = 1477.82

Promedio:

$$\text{Promedio} = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{13558.91}{9} = 1506.55$$



Picos R detectados:

t = 304.000 s | valor = 1481.75

t = 1232.000 s | valor = 1407.43

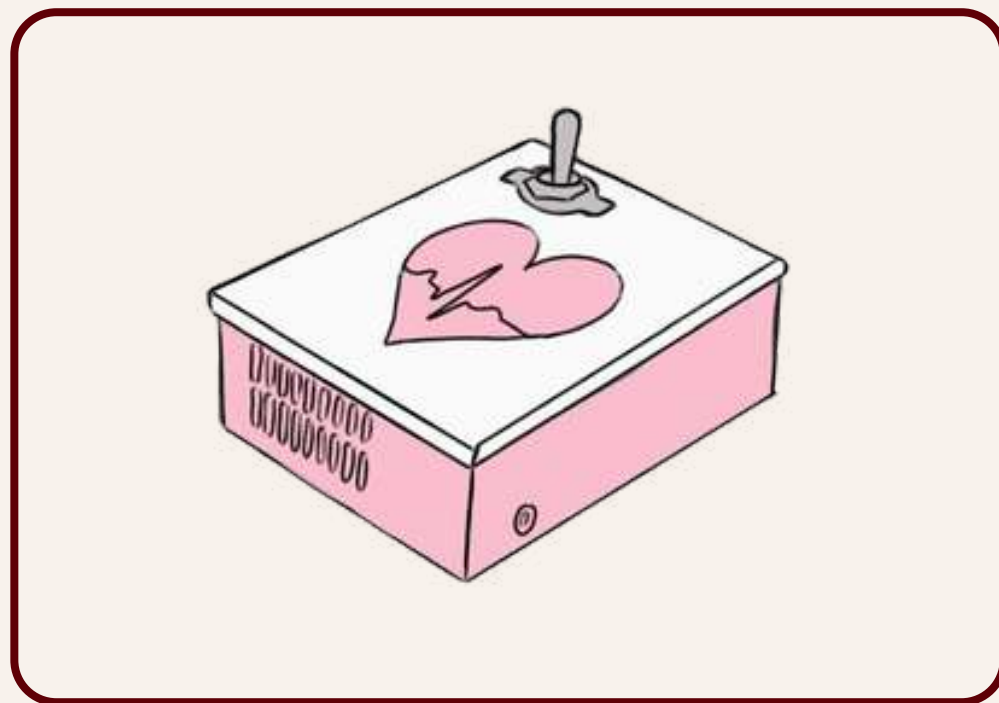
t = 2184.000 s | valor = 1605.93

t = 3052.000 s | valor = 1395.97

Resultados

Diseño 3D

Se diseñó la carcasa del equipo utilizando Autodesk Fusion 360, la cual será fabricada mediante impresión 3D.



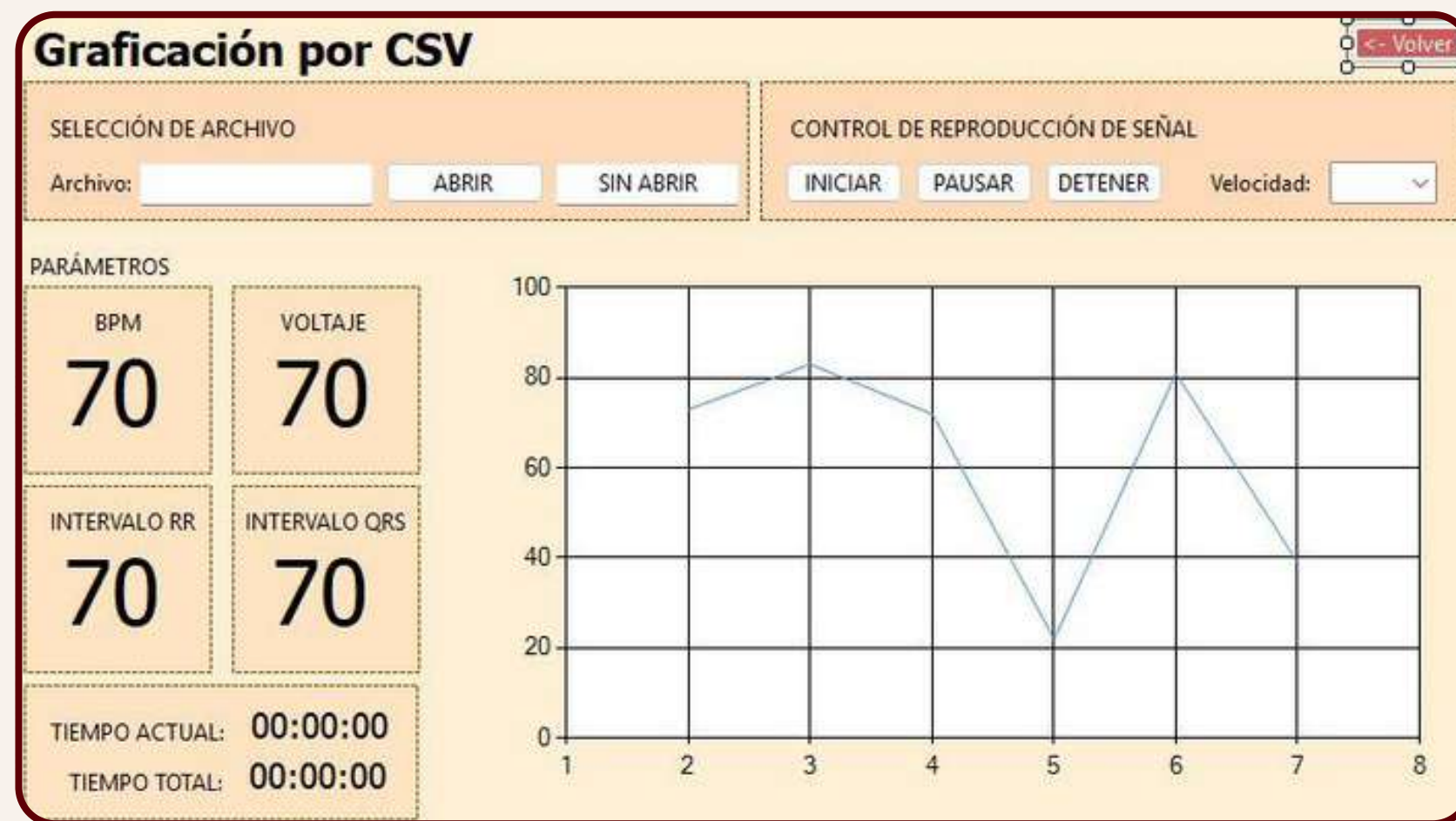
Boceto del diseño 3D



Diseño 3D realizado en Fusion 360

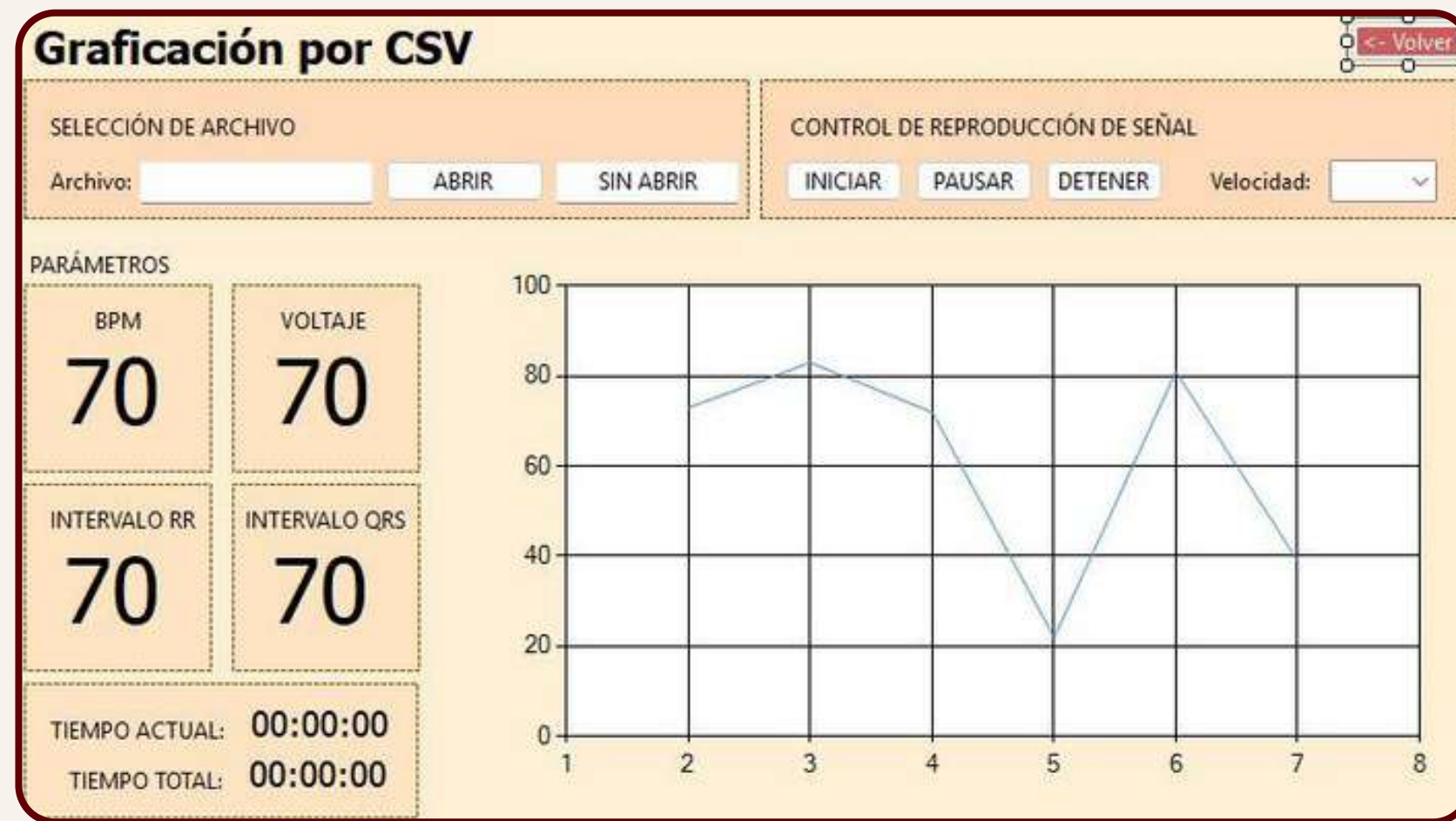
Resultados

Interfaz



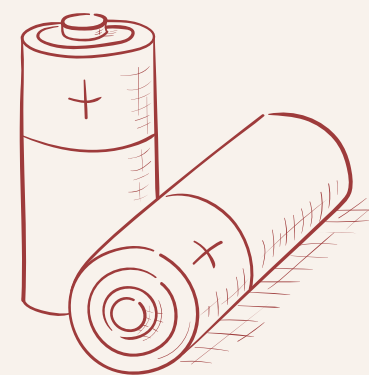
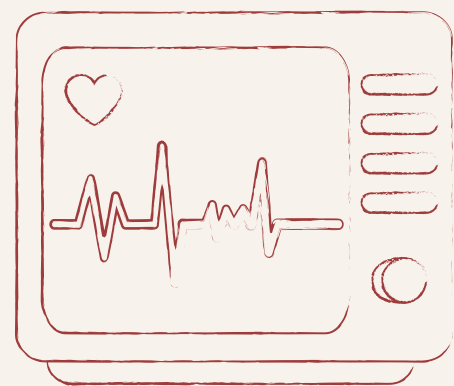
Se realizó la interfaz gráfica de usuario en Windows Forms utilizando Microsoft Visual Studio y el lenguaje C#, con el fin de recibir y visualizar los datos transmitidos por el dispositivo. Para ello se utilizó el paquete de NuGet llamada DataVisualization para la obtención de las gráficas del ECG.

Pruebas o simulaciones



Se realizaron pruebas de simulación con diferentes duraciones de monitoreo para evaluar la estabilidad y eficacia del sistema. En particular, se ejecutaron simulaciones de 3, 5, 10 y 20 minutos

Enlace para ver resultados de simulaciones:
https://drive.google.com/drive/folders/1lo1Wy2ORi0SgJsg_0-PaYUH1sldRjNwr?usp=sharing



¡Gracias!

