



RESUMEN / ABSTRACT

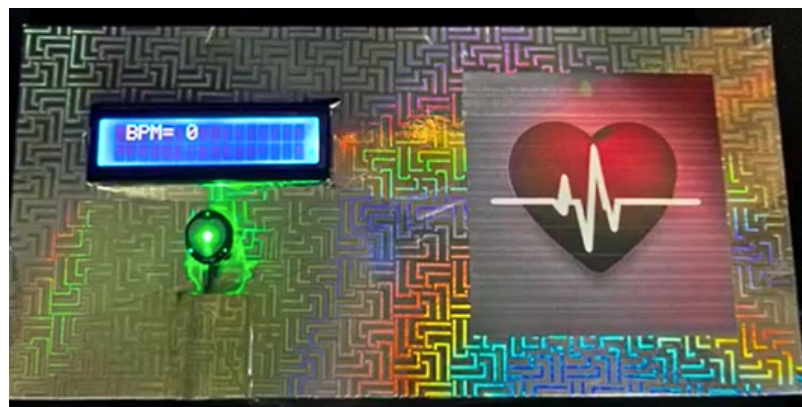
Los estilos de vida sedentarios y poco saludables están generando graves consecuencias para la salud cardiovascular de la población. Este proyecto tiene como objetivo desarrollar y diseñar un electrocardiógrafo analógico, en combinación con una placa de desarrollo Arduino, para la adquisición y procesamiento de señales de electrocardiogramas ECG. Se lleva a cabo una investigación exhaustiva de los fundamentos físicos, biológicos y electrónicos para respaldar cada etapa del proceso de desarrollo del dispositivo. El proyecto resalta la importancia de un enfoque multidisciplinario que abarque diversos campos, como el médico y el electrónico.

OBJETIVOS

- Principal
 - ✓ Construir un electrocardiógrafo de bajo costo utilizando Arduino para mejorar la atención médica en áreas rurales de países en desarrollo.
- Específicos
 - ✓ Diseñar el circuito electrónico y el software para el electrocardiógrafo.
 - ✓ Realizar pruebas y ajustes en el electrocardiógrafo para garantizar su funcionalidad y precisión.
 - ✓ Difundir el diseño y la construcción del electrocardiógrafo

MATERIALES

- Arduino UNO (1)
- I2C LCD (1)
- LCD 16 x 2 (1)
- Pulsómetro (1)
- Protoboard 830
- Cables M-H y M-M

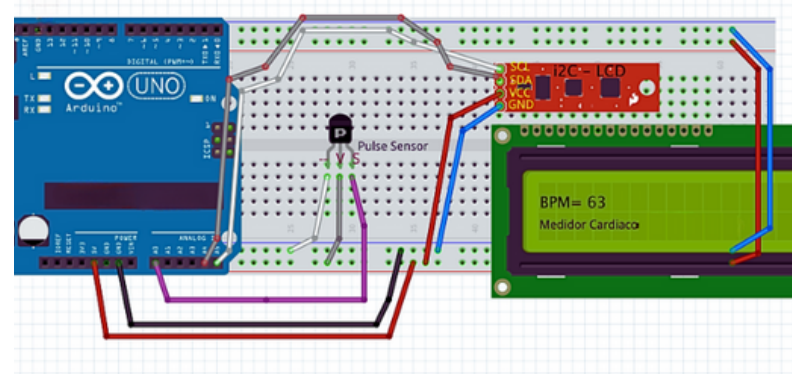


CONSTRUCCIÓN DE UN ELECTROCARDIÓGRAFO DE BAJO COSTO UTILIZANDO ARDUINO Y SENSOR DE PULSO

Laura Camila Díaz Delgado - Ingeniería de Sistemas.
Diego Alejandro Arévalo Quintero - Ingeniería de Sistemas
Josué Fernando Rodríguez de la Rosa - Ingeniería de Sistemas

PROYECTO FINAL

SIMULADOR



ANÁLISIS

Comparar el pulso promedio de cada uno de los participantes obtenido mediante el electrocardiógrafo y la aplicación móvil, y evaluar si se corresponde con la frecuencia cardíaca ideal para su edad y género. Para ello, se calculan los porcentajes de error entre el pulso registrado por el electrocardiógrafo y el valor teórico, y se observa que el electrocardiógrafo es preciso en la medición del pulso. Luego, se presentan las categorías de frecuencia cardíaca ideales para hombres y mujeres según su edad, que se dividen en excelente, buena, normal, riesgo y mala. A continuación, se evalúa el estado de salud según la categoría obtenida por el electrocardiógrafo y la aplicación, y se compara con la categoría teórica establecida. Se observa que algunos participantes se encuentran en la categoría de riesgo, lo que puede indicar una condición de salud adversa o un mayor riesgo de sufrir problemas cardíacos. Se menciona que la gráfica generada por el electrocardiógrafo no es tan efectiva para la detección de los problemas cardíacos, ya que no muestra las variaciones del pulso ni las anomalías que puedan presentarse. Se recomienda utilizar otros métodos más precisos para diagnosticar las condiciones cardíacas.

	Cristian	Laura	Luis Carlos	Helena
Prueba app	81	74	78	68
Prueba ECG	78	77	78	68
%ERROR	3.7	4.1	0	0

$$\overline{\%ERROR} = \frac{\sum \%ERROR}{4}$$

$$\% \text{ ERROR} = \frac{|Valor_{teórico} - Valor_{exp}|}{Valor_{teórico}} * 100|$$



METODOLOGÍA

1. **Investigación y diseño:** Se investigaron los componentes necesarios para construir un electrocardiógrafo económico y accesible con Arduino, seguido del diseño del circuito electrónico y el software utilizando herramientas como Fritzing, Eagle, y el IDE Arduino.
2. **Construcción del prototipo:** Soldando los componentes en una placa de circuito impreso e integrando un Arduino UNO, una pantalla LCD 16x2 con convertor I2C, y un pulsómetro. Se detalla la conexión de estos componentes, incluyendo la alimentación del Arduino a través de un cable de datos y la conexión de la pantalla y el pulsómetro al Arduino.
3. **Desarrollo del código:** Se programó el electrocardiógrafo en dos partes: el archivo **ecg.ino** y el archivo **interrupt.ino**. El primero gestiona la interfaz LCD, la lectura del sensor de pulsos, y la comunicación con el puerto serial. El segundo archivo se encarga de procesar y calcular el pulso cardíaco utilizando técnicas de análisis de la forma de onda del pulso.
4. **Pruebas, ajustes y evaluación:** Se realizaron pruebas del prototipo en condiciones controladas y con voluntarios para verificar su funcionamiento y precisión. Se comparó la señal obtenida con datos estándar de pulsaciones por edad y género, y se evaluó la capacidad del dispositivo para detectar enfermedades cardíacas, usando una aplicación de referencia para monitorización cardíaca.

MODELO

Este proyecto explica y construye un electrocardiógrafo (ECG), que es una gráfica que muestra la actividad eléctrica del corazón y que sirve para captar su frecuencia cardiaca y observar en una base de datos en qué estado se encuentra. Se basa en el modelo de Einthoven, que usa tres derivaciones con electrodos que se colocan en el brazo izquierdo, el brazo derecho y la pierna izquierda, y que miden la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un triángulo. El ECG se puede simular con un Arduino y un pulsómetro, que son dispositivos que captan y procesan las señales eléctricas del corazón. El Arduino se conecta al pulsómetro, que se pone en el dedo y detecta los cambios de presión. Estas señales se parecen a las que produce el corazón al latir, y se pueden ver en una pantalla o en un computador. Este sistema es una forma simple y económica de aprender sobre el ECG y la bioingeniería. También se presentan otros modelos de la actividad eléctrica del corazón, como el del volumen conductor, el bidominio, la isquemia y la desfibrilación, que tienen diferentes aplicaciones y complejidades.



RESULTADOS

- Porcentaje de error:** Se calcula el porcentaje de error entre el pulso registrado por el electrocardiógrafo y el valor teórico obtenido de la aplicación. El porcentaje de error promedio es del 1.9%, lo que indica una alta precisión del electrocardiógrafo en la medición del pulso.
- Estado de salud:** Se evalúa el estado de salud de los participantes según las categorías de frecuencia cardíaca ideales para su edad y género. Estas categorías se dividen en “Excelente”, “Buena”, “Normal”, “Riesgo” y “Mala”. Se observa que dos participantes (Helena Delgado y Laura Camila Díaz) se encuentran en la categoría ideal para su edad y género, mientras que los otros dos (Luis Carlos Díaz y Cristian Solano) se encuentran en la categoría de riesgo, lo que sugiere que su frecuencia cardíaca puede indicar un problema o una condición de salud adversa.

CONCLUSIÓN

- ### 1. Implementación del Proyecto:
- Se desarrolló un sistema que simula un electrocardiógrafo usando un Arduino y un pulsómetro. Este sistema procesa señales que simulan los latidos del corazón, captadas por el pulsómetro al detectar cambios de presión en el dedo. Este proyecto ofrece una forma accesible y económica de adentrarse en el campo de la bioingeniería, enfocándose en el aprendizaje sobre el electrocardiograma (ECG), una herramienta clave en el estudio y diagnóstico de enfermedades cardiovasculares.
- ### 2. Precisión del Electrocardiógrafo:
- Los análisis revelaron una alta precisión en la medición del pulso por parte del electrocardiógrafo. La comparación de los datos recogidos con los valores teóricos evidenció una buena calidad en la toma de datos, lo que respalda la fiabilidad del dispositivo.
- ### 3. Evaluación de Participantes:
- Mediante la comparación de los datos del electrocardiógrafo con categorías estándar de frecuencia cardíaca, basadas en edad y género, se evaluó la condición cardiovascular de los participantes. Se identificó que algunos estaban en la categoría ideal de salud, mientras que otros mostraron riesgos o condiciones adversas de salud.
- ### 4. Utilidad del Electrocardiógrafo:
- Aunque se observaron algunas diferencias en los valores de pulso promedio en comparación con una aplicación estándar, el electrocardiógrafo demostró ser una herramienta eficaz para medir la frecuencia cardíaca, confirmando su utilidad práctica en este ámbito.

Pablo Josué Rojas Yepes
Docente
Electricidad y Electrónica
2023