

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
IE-0247 SEÑALES Y SISTEMAS I

Elsa Valeria Román Astúa C26910

PROYECTO I  
CLASIFICACIÓN DE FRECUENCIAS CARDIACAS UTILIZANDO  
PYTHON

II SEMESTRE 2023

# Índice

<b>1. Objetivos</b>	<b>3</b>
1.1. Objetivo general . . . . .	3
1.2. Objetivos específicos . . . . .	3
<b>2. Introducción</b>	<b>4</b>
<b>3. Contextualización del problema</b>	<b>5</b>
<b>4. Resultados</b>	<b>6</b>
<b>5. Conclusiones</b>	<b>8</b>
<b>6. Bibliografía</b>	<b>9</b>

# **1. Objetivos**

## **1.1. Objetivo general**

Comprender el funcionamiento del corazón y su ciclo cardiaco mediante 15 formas de onda provenientes de audios que contienen latidos de corazón.

## **1.2. Objetivos específicos**

1. Visualizar 15 formas de onda provenientes de audios que contienen latidos de corazón en un programa de simulación.
2. Analizar la importancia de los diagnósticos realizados por computadora mediante programas de simulación para conocer el estado y funcionamiento del corazón.

## 2. Introducción

En siglo XXI la tecnología esta cada vez mas presente en la cotidianidad de las personas convirtiendose en una herramienta casi indispensable en el diario vivir llegando así hasta poder salvar vidas humanas. Combinando el ingenio y la creatividad junto con la inteligencia artificial y el aprendizaje automático se pueden crear grandes cosas pero se puede crear mucho más si en lugar de trabajar de forma individual se trabajase de forma colectiva y esto no necesariamente hace alusión a muchas personas trabajando juntas sino a múltiples saberes trabajando juntos.

Es esa pequeña diferencia la que puede permitir a los seres humanos crear cosas extraordinarias y el ser capaces de dar solución a problemas que afectan a las personas día con día como lo es dar un diagnostico temprano a enfermedades cardiacas mediante las vibraciones que emite el corazón las cuales permiten escuchar sonidos cardiacos transmitidos a través de frecuencias y que permiten conocer el estado del corazón por lo cual si las personas fueran capaces de realizar esto en casa podrían saber si ameritan atención médica.

Para hacer esto posible la ingeniería juega un papel muy importante pero de igual forma se necesita del apoyo de profesionales en el área de salud para conocer el funcionamiento del corazón y los parámetros de este para detectar si su funcionamiento es el óptimo. De esta forma la creación de un proyecto entre estas dos áreas puede ayudar a salvar muchas vidas en el mundo.

### 3. Contextualización del problema

En la actualidad las personas para conocer el funcionamiento de su corazón deben de acudir al centro de salud correspondiente y realizarse una prueba de frecuencia cardiaca y los resultados pueden ser visualizados mediante un fonocardiograma que presenta de forma gráfica el registro de los sonidos tomados y permite al médico el cual permite al médico realizar su respectivo análisis y brindar un diagnostico para conocer si la persona requiere someterse a un tratamiento médico especializado.

Lo cual presenta muchas desventajas asociadas a múltiples factores; por ejemplo si la persona no es cuidadosa con su estado de salud y se no presenta a tiempo para realizarse un diagnostico, también es considerable la lejanía del centro de salud al lugar de domicilio, el funcionamiento del centro de salud si se encuentra muy saturado y demás factores que al final termina con múltiples afectaciones en la salud e incluso hasta el fallecimiento del paciente.

Una posible solución a esto es haciendo uso de herramientas de simulación que permitan visualizar las formas de onda de latidos de corazón contenidas en audios de forma similar a un electrocardiograma. Estas gráficas brindan información de como esta funcionando el corazón, esos datos se pueden extraer y analizar por inteligencias artificiales entrenadas que cuenten con una base de datos lo cual las vuelve capaces de brindar un diagnostico.

## 4. Resultados

(a) ¿Cuál es la mayor amplitud presente en los datos?

El máximo valor de la amplitud presente en las frecuencias corresponde a  $30000 \mu V$  el cual se encuentra presente en 4 de los 15 audios analizados los cuales corresponden al a0043, a0045, a0055, a0057.

(b) ¿Cuál sería el resultado sonoro de las siguientes operaciones sobre las señales: escalamiento, desplazamiento, reflexión?

Al aplicar un escalamiento  $f(at)$  a la función  $f(t)$  que en este caso modela matemáticamente el sonido de la frecuencia cardiaca, se modifican los valores de la amplitud de la onda tanto para comprimirlos como para expandirlos dependiendo del valor del parámetro "a" lo cual se relaciona directamente con el volumen del sonido. Luego la operación desplazamiento  $f(t - t_0)$  aplicada a la función  $f(t)$  permite desplazar la función para la derecha o la izquierda dependiendo si  $t_0$  es mayor o menor que cero respectivamente, lo cual permite adelantar o retroceder el audio a una posición específica de interés.

Por último la reflexión es una operación que se puede realizar en ambos ejes tanto en el que tiene la variable dependiente como independiente. Analizando los tres posibles casos; i) Una reflexión con respecto a la variable independiente  $x(-t)$ , ii) Una reflexión con respecto a la variable dependiente  $-x(t)$  y iii) Una reflexión con respecto a la variable independiente y dependiente a la vez  $x(-t)$  lo que hacen es intercambiar los ordenes naturales del sonido del inicio y el fin por lo que se puede decir que actúa como un espejo pero no cambia características físicas propias de la onda como su amplitud.

(c) Seleccione uno de los sonidos, y utilice el código de visualización para seleccionar una gráfica de un solo latido, y de tres latidos.

De acuerdo con (Navarro, 2022) se puede definir un latido como las palpitaciones del corazón que se producen durante un ciclo completo de inicio a fin generados por impulsos eléctricos y por lo general se mantienen regulares según la actividad que se este realizando y el estado de salud del corazón. Y estos se pueden visualizar por medio de un lectrocardiograma, con sus siglas (ECG).

En el análisis del audio a0035 se puede visualizar que el ciclo de un latido se encuentra en aproximadamente 1.3s de inicio a fin y que tres latidos se encuentran en aproximadamente 4s lo cual indica que el paciente se encontraba en condiciones estables de salud y contaba con un ritmo cardiaco estable.

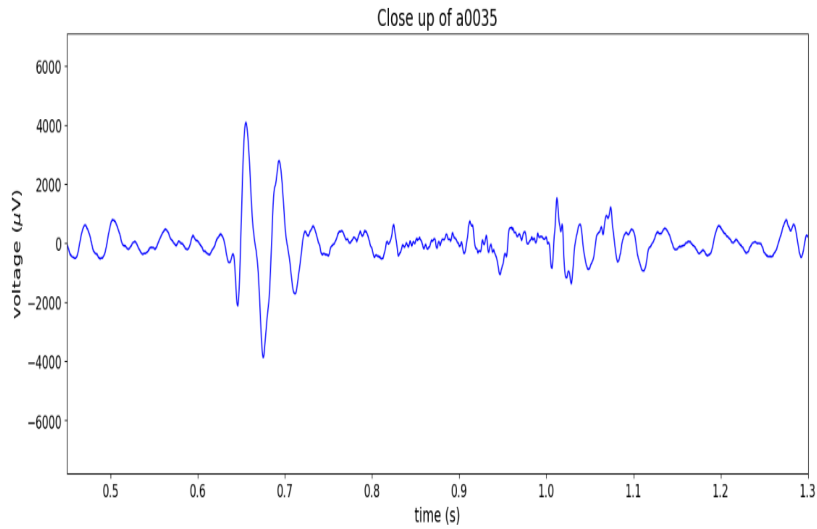


Figura 1: Visualización del ciclo de un latido

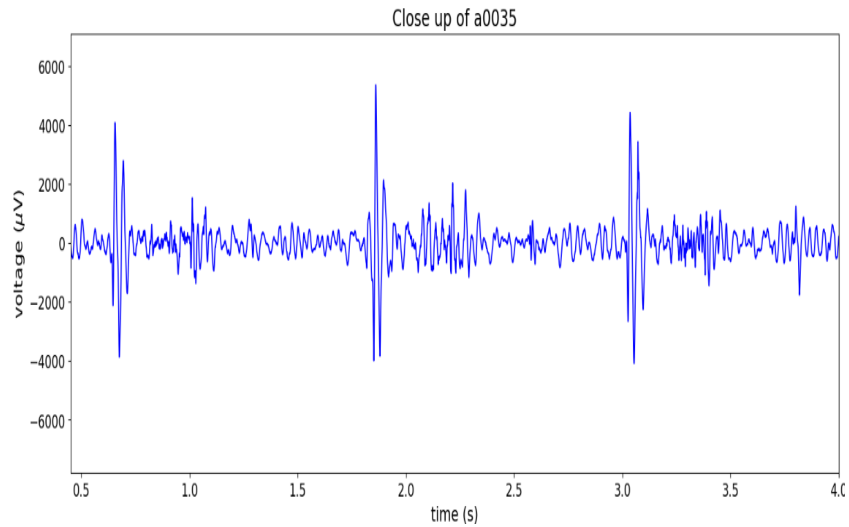


Figura 2: Visualización del ciclo de tres latidos

(d) Estime, de forma manual a partir de la visualización, la frecuencia de pulso del ejemplo seleccionado.

La formula de frecuencia corresponde a  $f = 1/T$ , donde T representa el periodo de un ciclo cardiaco que en este caso fue de aproximadamente 1.3s;  $f = 1/1,3 = 0,77s$ . Dando como resultado 0.77s de frecuencia de pulso.

## 5. Conclusiones

Este proyecto tuvo como objetivo el lograr analizar las formas de onda de latidos del corazón que se encontraban en grabaciones de audio provenientes de un estudio el cual los recolecto para poder visualizarlas en un programa computacional que funciona a partir de un código en especifico que fuera capaz de decodificarlas y representarlas de forma similar a como se realiza en un hospital con un electrocardiograma para conocer el funcionamiento del corazón en ese momento.

Procedimiento el cual demuestra que con el apoyo de herramientas como la inteligencia artificial y el aprendizaje profundo las personas pueda conocer el estado de su corazón y si es necesario someterse a un tratamiento médico mediante un diagnostico realizado por una inteligencia artificial mediante el análisis de ciertos parámetros como la frecuencia con la que late el corazón, la intensidad, las irregularidades del ciclo y demás parámetros clasificatorios que ayuden al diagnostico.

Lo cual es capaz de permitir grandes avances en la cardiología en lo que son diagnósticos mas accesibles para las personas lo cual también mejora el sistema de salud y lo puede volver un poco mas eficiente. Además de esto también permitiría avances en lo que es la investigación de enfermedades del corazón y posibles factores que causan las mismas.



## 6. Bibliografía

1. Classification of heart Sound Recordings: The PhysioNet/Computing in Cardiology Challenge 2016 V1.0.0. (2016, 4 marzo). <https://physionet.org/content/challenge-2016/1.0.0/files>
2. Latidos y Pulsaciones. (2022). Revista Española de Cardiología, 75(05). <https://www.revespcardiol.org/e-latidos-pulsaciones-articulo-S0300893221002803>