

Latido del corazón de un gato*

Leidy Marcela Aldana Burgos¹

Abstract—This project will develop a device that obtains the heartbeat of a cat, with the aim of helping veterinary medicine to give accurate reports in cases of heart failure, which is a problem that can affect cats.

The open-source platform that will be used is Arduino since there is a sensor that complies with this functionality, detecting heartbeats, in addition, it can be programmed using an IDE and its own programming language.

Index Terms—Internet de las cosas, Arduino, Sensor, corazón, gato, latido.

RESUMEN

Este proyecto desarrollará un dispositivo que obtiene el latido del corazón de un gato, con el objetivo de ayudar a la medicina veterinaria a dar informes precisos en casos de insuficiencia cardíaca, que es un problema que puede afectar a los gatos.

La plataforma de código abierto que se utilizará es Arduino, ya que hay un sensor que cumple con esta funcionalidad, que detecta latidos del corazón, además, se puede programar utilizando un IDE y su propio lenguaje de programación.

I. INTRODUCCIÓN

Los gatos tienen diferentes tipos de problemas cardíacos, los cuales, pueden ser tratados si se diagnostican a tiempo, con el objetivo de lograr un diagnóstico oportuno se desarrollará un dispositivo que detectará las anomalías del latido del corazón del felino, enviando rápidamente un mensaje al responsable del mismo, y si la anomalía persiste se enviará un reporte al veterinario.

Este dispositivo requerirá dedicar tiempo al aprendizaje de Arduino y la implementación de uno de sus sensores, la propuesta de la utilización de esta plataforma libre se basa en la idea de Vimos, Sacoto, Morales 2016, la cual postula "La simplicidad en el uso de estos dispositivos ha provocado que el número de proyectos que hacen uso de este tipo de hardware se incremente cada día." (ver referencia [1])

II. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto generará documentación libre, dado que el conocimiento adquirido será publicado a través de un artículo para que la comunidad pueda acceder; además, se necesitará tener (o adquirir) un buen conocimiento en diferentes áreas

como Internet de las cosas, Arduino, manejo de sensores, entre otros.

III. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un dispositivo que obtenga el latido del corazón de un gato, para generar un reporte y posibles alertas implementando el sensor de pulso de Arduino.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aprender a utilizar la plataforma Arduino
- Implementar el sensor KY-039 como detector del latido del corazón en relación a posibles fallos
- Evaluar si el dispositivo logrará los objetivos propuestos en el proyecto
- Convalidar el correcto funcionamiento del Arduino con su sensor
- Desarrollar una aplicación para visualizar los latidos del corazón del gato
- Generar un paso de mensajes entre el Arduino y la aplicación
- Crear un reporte de los datos registrados por el dispositivo

IV. ANTECEDENTES

A. Pulso

El pulso de una persona es la pulsación provocada por la expansión de sus arterias como consecuencia de la circulación de sangre bombeada por el corazón. Se obtiene, por lo general, en partes del cuerpo donde las arterias se encuentran más próximas a la piel, como en las muñecas o el cuello.

B. Arduino

Arduino es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores.

C. Sensor de pulso cardíaco

Este sensor (figura 1) monitorea el flujo sanguíneo a través de las venas.

V. TRABAJOS RELACIONADOS

A. *Diseño y Desarrollo de Sistema de Gestión Ambulancia-Hospital Para Enviar Datos Personales, de Ubicación y Pulso Cardíaco del Paciente [9]*

Este trabajo de grado implementó un sistema que transmite el estado en tiempo real de un paciente dentro de una ambulancia utilizando el mismo sensor, con la única diferencia de

*Universidad Distrital Francisco José de Caldas

¹Estudiante Ingeniería de Sistemas, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. lmaladanab@correo.udistrital.edu.co



Fig. 1. Imagen del sensor de los latidos del corazón [1]

que el elemento conectado a él es una *Raspberry Pi*; además, utiliza el sistema GPS para el envío de datos.

B. Heart Rate Monitoring System using IR base Sensor & Arduino Uno [7]

Prajakta A. Pawar, el autor de este artículo parte de la necesidad de un monitoreo constante del paciente humano, así, como solución plantea un sistema que monitorea el latido del corazón humano para enviarlo al doctor utilizando Arduino y el módulo GSM.

Este proyecto, comparte la necesidad de este proyecto pero orientado a animales; por lo cual servirá como guía en la estructuración, es decir, por si alguna idea puede complementarse.

Además, en contraste al mismo, la documentación de este proyecto referenciará el sensor no sólo por su utilidad, sino por la referencia en el mercado contemplando una posible replicación del mismo.

C. Definición conceptual de Arquitectura: Implementación de una red de sensores usando dispositivos Arduino y aplicaciones multiplataforma mediante el estándar OPC UA. [1]

En este artículo el autor plantea una arquitectura OPC en relación a unos sensores de Arduino y a un servidor OPC. Después se hace énfasis en garantizar la sincronización de los datos enviados desde diferentes puertas de enlace (Gateways OPC), para lo cual se requiere que cada elemento esté sincronizado con un servicio de Network Time Protocol *NTP*. Finalmente, se muestran algunos resultados del servidor de análisis de datos.

Para el proyecto planteado, se utilizará el servicio de Network Time Protocol *NTP*; de acuerdo a lo leído acerca de este caso, la implementación de red de sensores.

D. Heart rate and arrhythmia frequency of normal cats compared to cats with asymptomatic hypertrophic cardiomyopathy. [2]

Este artículo muestra un estudio realizado a diferentes gatos, con el objetivo de comparar la frecuencia y complejidad de la arritmia de 24 horas en gatos con HCM asintomática y gato normal.

Además, proporciona para el proyecto la justificación de existencia de enfermedades del corazón en gatos.

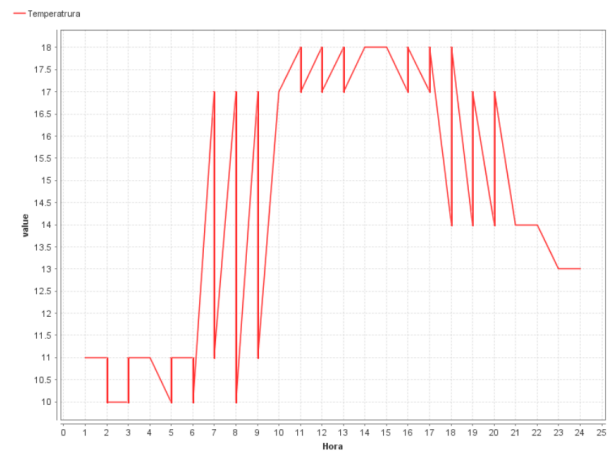


Fig. 2. Figura 5 tomada de [1]

E. Diagnostic accuracy of plasma atrial natriuretic peptide concentrations in cats with and without cardiomyopathies. [3]

Este artículo muestra un estudio que hace uso de una ecocardiografía para determinar gatos enfermos, subdivididos en gatos asintomáticos sin dilatación auricular izquierda (DAI), gatos asintomáticos con DAI y gatos con insuficiencia cardíaca.

Al igual que la cita anterior, este artículo proporciona bases en conocimiento de las diferentes enfermedades en gatos a nivel del sistema cardiovascular.

F. e-Health: Biomedical instrumentation with Arduino [5]

Este artículo describe el desarrollo de actividades de laboratorio para la introducción al sistema biomédico utilizando Arduino, así como algunas experiencias y resultados obtenidos de ellas.

Así, relaciona la tecnología arduino con las necesidades médicas a nivel humano.

G. Taking Arduino to the Internet of Things: The ASIP programming model [6]

En este artículo se da a conocer el modelo Servicio de Interfaz de Programación Arduino (ASPI), con su implementación, su respectivo modelo de clases.

VI. METODOLOGÍA

Este proyecto se orienta a la construcción de un sistema, el cual puede incrementar sus requerimientos con el paso del tiempo, por esto la metodología empleada para el desarrollo del proyecto implementa un modelo de proceso evolutivo, desarrollando así versiones cada vez más completas del Software.

A. Descripción de recursos

- **Recurso:** Arduino
Justificación: Plataforma open-source para controlar y hacer uso del sensor que toma los latidos
- **Recurso:** Pulse sensor, también conocido como Sensor KY-039
Justificación: Módulo de Arduino que detecta el latido del corazón
- **Recurso:** IDE
Justificación: Integrated Development Environment para Arduino
- **Recurso:** Overleaf
Justificación: Editor de LaTeX en línea para realizar la documentación del proyecto
- **Recurso:** Marvel
Justificación: Editor para creación de prototipos
- **Recurso:** Enterprise Architect
Justificación: Herramienta para diagramar casos de uso y modelo entidad - relación
- **Recurso:** Django
Justificación: Framework de desarrollo web

B. Prototipos

Este proyecto tiene una determinada necesidad, sin embargo, no se han determinado los detalles específicos. Así, la implementación de un modelo de prototipos facilita la comprensión del sistema, teniendo en cuenta que la aplicación del mismo se hace con un enfoque evolutivo.

Además, se resaltan las dificultades que podrían tenerse:

- Las posibles elecciones inadecuadas que puedan tomarse con el objetivo de lograr funcionalidad en el menor tiempo posible.
- Rehacer el producto al final, basados en el prototipo realizado durante el desarrollo.

C. Metodología de trabajo

Desde la perspectiva de la Ingeniería de Software, se han planteado los siguientes casos de uso (figura 3)

Los cuales requieren el manejo de una base de datos, la cual se plantea en una primera versión (figura 4)

VII. DISEÑO

A. Diseño de prototipo

Utilizando la herramienta *Marvel*, se ha creado el primer prototipo de la aplicación con la que interactuará el usuario (figura 5):

El usuario, una vez accede a la aplicación se encontrará con ese sistema de logueo (figura 6), el cual le presenta dos opciones, ingresar con una cuenta existente o crear una

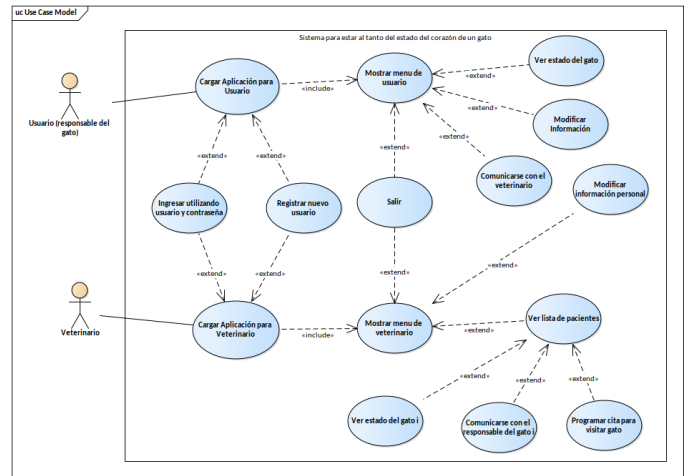


Fig. 3. Primera versión Casos de uso para la aplicación. Fuente: autoría propia, diagrama realizado utilizando la herramienta *Enterprise Architect*

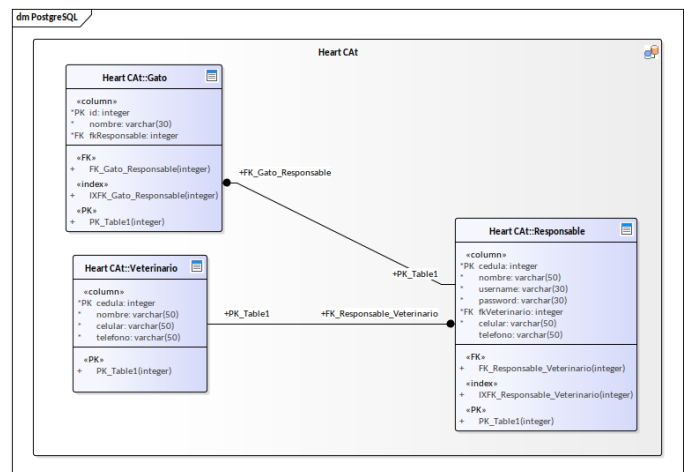


Fig. 4. Primera versión tabla entidad relación para estructuración de la base de datos. Fuente: autoría propia, diagrama realizado utilizando la herramienta *Enterprise Architect*

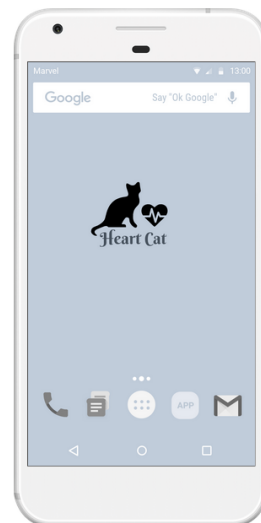


Fig. 5. Logo aplicación vista desde un sistema Android. Fuente: autoría propia, diagrama realizado utilizando la herramienta *Marvel app*

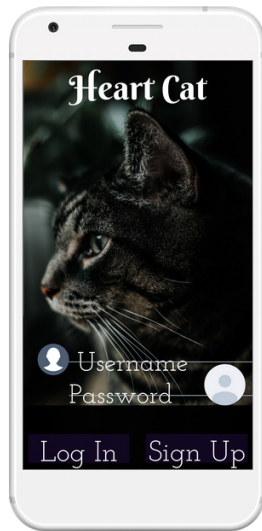


Fig. 6. Vista para iniciar sesión. Fuente: autoría propia, diagrama realizado utilizando la herramienta *Marvel app*

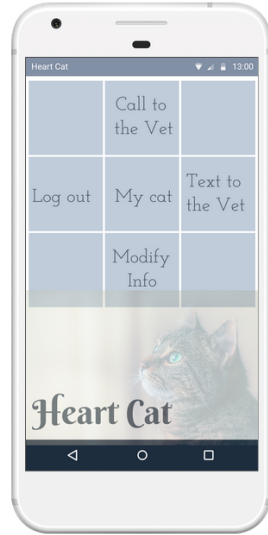


Fig. 8. Menu principal para el responsable del gato. Fuente: autoría propia, diagrama realizado utilizando la herramienta *Marvel app*



Fig. 7. Registro de nuevos usuarios. Fuente: autoría propia, diagrama realizado utilizando la herramienta *Marvel app*

nueva. Así, se presenta la necesidad de manejar una base de datos.

En la imagen (figura 7) podemos ver el primer prototipo de registros para usuarios sin una cuenta.

Una vez el usuario accede con su usuario y contraseña, puede ver el menú principal (figura 8), el cual le permitirá llamar o enviar un mensaje de texto al veterinario, modificar la información actual, ver el estado o salir.

VIII. IMPLEMENTACIÓN

Se instaló el IDE de arduino, en un sistema GNU Linux (Figura 10)

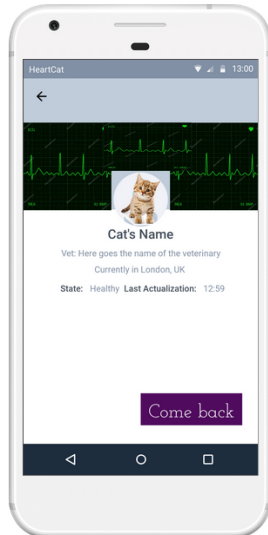


Fig. 9. Visualización del estado de salud. Fuente: autoría propia, diagrama realizado utilizando la herramienta *Marvel app*

```
kirito@kirito-Satellite-L835:~$ sudo apt install arduino
[sudo] password for kirito:
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
```

Fig. 10. Instalación del IDE de Arduino. Captura de pantalla tomada por el autor de este artículo

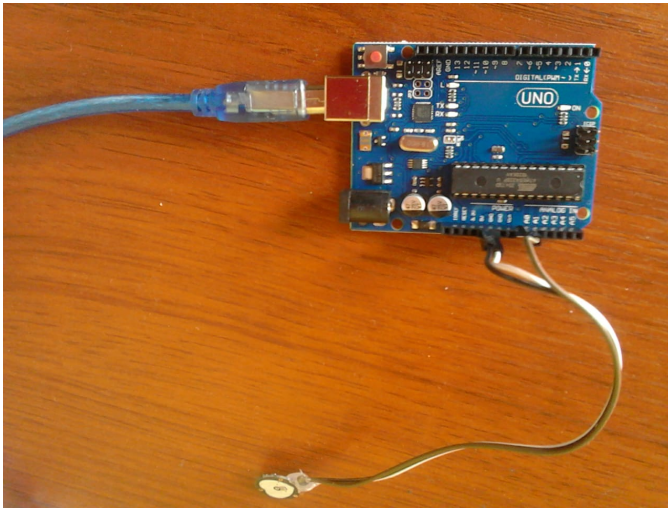


Fig. 11. Conexión del sensor con el arduino

Después, se buscó el datasheet correspondiente al sensor de pulso¹, con el objetivo de conectar el arduino al sensor

Para realizar la conexión de la figura (11), se tuvo en cuenta que el cable blanco conectado a — va conectado a la entrada de poder GND del Arduino, el cable cafe conectado a *S* va conectado al puerto serial A0 del arduino y el cable negro conectado a + va conectado a la entrada de poder de 5V

Después, se incluyó la librería correspondiente al sensor de pulso (figura 12).

Para la graficación de los datos recibidos, se ha reutilizado el siguiente código (figura 13), tomado del vídeo referenciado en el pie de página de la misma imagen

Gracias a lo cual, se tomaron datos en un ser humano, también con el objetivo de comprobar el correcto funcionamiento del sensor, generando la siguiente gráfica 14

Después, se realizó una toma de datos con un gato (figura 15)

Generando así, un grafico (figura 16) a través del IDE de Arduino, pero sin cambiar el código utilizado para los seres humanos.

Sin embargo, se pudo observar que estos datos se ven afectados por el ruido del entorno, es decir, los movimientos que pueda sufrir el sensor, los sonidos de alto volumen o la luz artificial.

IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La figura (14) corresponde con los principales intervalos del latido humano, los cuales pueden verse en la imagen 17.

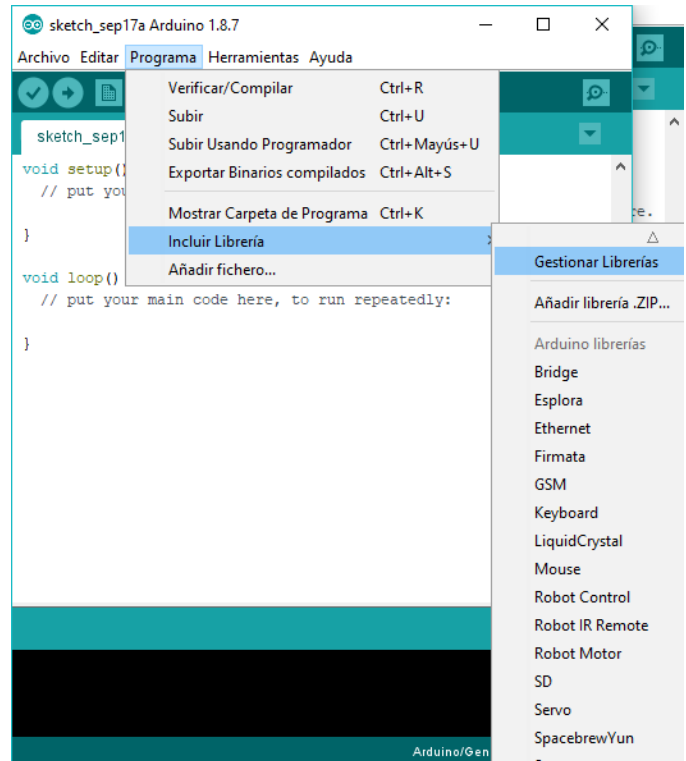


Fig. 12. Incluyendo la librería para graficar

```
int PulseSensorPurplePin = 0;
int LED13 = 13;

int Signal;
int Thresold = 550;
void setup() {
    pinMode(LED13,OUTPUT);
    Serial.begin(9600);
    // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
    Signal=analogRead(PulseSensorPurplePin);
    Serial.println(Signal);
    if(Signal>Thresold){
        digitalWrite(LED13,HIGH);
    }else{
        digitalWrite(LED13,LOW);
    }
    // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

Fig. 13. Código utilizado para recibir y graficar los pulsos. Fuente: Vídeo youtube: Pulse Sensor for Arduino - 14 . Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=RbB8NSRa5X4>

¹Disponible en: <https://www.generationrobots.com/media/DetecteurDePoulsAmplifie/PulseSensorAmpedGettingStartedGuide.pdf>

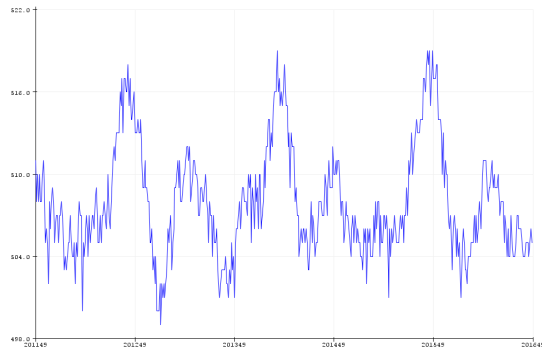


Fig. 14. Gráfica de la señal, pulso tomado con un ser humano. Visualizado en el IDE de Arduino gracias al código utilizado anteriormente



Fig. 15. Primera prueba de toma de datos con un gato

Además del análisis de esta imagen, se tendrá en cuenta que la frecuencia cardiaca de un ser humano normal, mayor a 10 años esta entre 60 y 100 latidos por minuto [10]; mientras que, la frecuencia cardiaca de un gato en estado de reposo es de 150 a 200 latidos por minuto.

Esta diferencia en la frecuencia cardiaca debe alterar la línea 8 del código utilizado (figura 13)

X. CONCLUSIONES

De acuerdo a los trabajos relacionados, se puede observar que el área veterinaria se ha centrado en estudiar las enfermedades y el área de ingeniería se ha centrado en la aplicación de las ciencias básicas para la solución de problemas, para el problema en particular tratado, no existe documentación de un proyecto con el mismo objetivo en gatos.

De acuerdo a la implementación realizada, se puede observar que la toma de datos realizada para el gato no es totalmente verificable, dado que, no fue tomada en el punto con más probabilidad de obtener las pulsaciones. Además, el pelo del animal es un impedimento para una buena toma de datos.

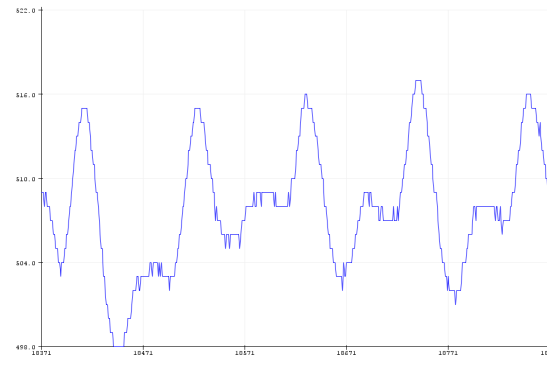


Fig. 16. Gráfico Primera prueba de toma de datos con un gato

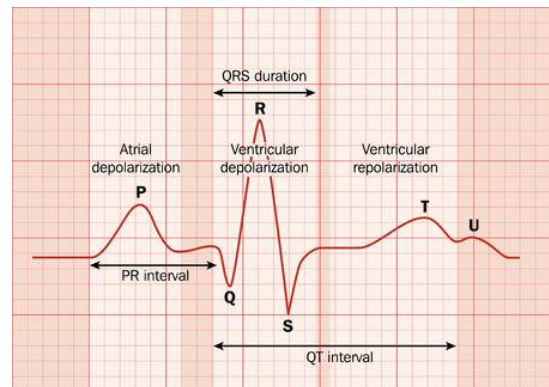


Fig. 17. Intervalos del latido del corazón humano

REFERENCES

- [1] V. Vimos, E. Sacoto, D.X. Morales, *Conceptual Architecture Definition: Implementation of a Network Sensor Using Arduino Devices and Multiplatform Applications through OPC UA.*
- [2] Bethany L. Jackson, DVM*, Linda B. Lehmkuhl, DVM, MS, Darcy B. Adin, DVM. *Heart rate and arrhythmia frequency of normal cats compared to cats with asymptomatic hypertrophic cardiomyopathy.* Journal of Veterinary Cardiology (2014).
- [3] Y. Heishima, DVMa,b, Y. Hori, DVM, PhD*, K. Nakamura, DVM, PhDc, Y. Yamashita, DVMd, N. Isayama, DVM, PhD, N. Kanno, DVM, PhDf, M. Katagi, DVMg, H. Onodera, DVMh, S. Yamano, DVMi, Y. Aramaki, DVM, PhD. *Diagnostic accuracy of plasma atrial natriuretic peptide concentrations in cats with and without cardiomyopathies.* (2018) Journal of Veterinary Cardiology.
- [4] Pressman S. Roger, *Ingeniería del software, un enfoque práctico.* Séptima edición. Editorial The Mc Graw-Hill. México. Capítulo 2. Modelos del Proceso. ISBN: 978-607-15-0314-5.
- [5] Puente, S.T.* beda, A.* Torres, F. *e-Health: Biomedical instrumentation with Arduino.* Physics, Systems Engineering and Signal Theory Department, University of Alicante, Spain (2017).
- [6] Gianluca Barbon, Michael Margolis, Filippo Palumbo, Franco Raimondi, Nick Weldin, *Taking Arduino to the Internet of Things: The ASIP programming model*
- [7] Prajakta A. Pawar, *Heart Rate Monitoring System using IR base Sensor & Arduino Uno.* Department of Instrumentation Engineering Vishwakarma Institute of Technology. India.
- [8] Página oficial sensor de pulso Arduino, consultada el lunes 17 de Septiembre de 2018, disponible en:

<https://pulsesensor.com/>

- [9] Bermudez Bucuru, Brayan Andres. *Diseño y Desarrollo de Sistema de Gestión Ambulancia-Hospital Para Enviar Datos Personales, de Ubicación y Pulso Cardíaco del Paciente*. Trabajo de Grado Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Recuperado el 07 de Octubre de 2018, en: <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/13392>
- [10] Markus MacGill, *Qué es la frecuencia cardiaca? Cuál es la normal?*, Recuperado el 15 de Octubre de 2018, en: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/291182.php>