



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

VISUALIZACIÓN DE LOS ESTADOS DE SENSORES UTILIZANDO LA  
TARJETA DE DESARROLLO MICROPROCESADA RASPBERRY PI PARA  
LA CONSOLIDACIÓN DE DATOS.

AMAYA TITUANA KAREN GISSELLE  
INGENIERA DE SISTEMAS

MACHALA  
2018



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

VISUALIZACIÓN DE LOS ESTADOS DE SENSORES UTILIZANDO  
LA TARJETA DE DESARROLLO MICROPROCESADA RASPBERRY  
PI PARA LA CONSOLIDACIÓN DE DATOS.

AMAYA TITUANA KAREN GISELLE  
INGENIERA DE SISTEMAS

MACHALA  
2018



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

EXAMEN COMPLEXIVO

VISUALIZACIÓN DE LOS ESTADOS DE SENSORES UTILIZANDO LA TARJETA DE  
DESARROLLO MICROPROCESADA RASPBERRY PI PARA LA CONSOLIDACIÓN  
DE DATOS.

AMAYA TITUANA KAREN GISSELLE  
INGENIERA DE SISTEMAS

CÁRDENAS VILLAVICENCIO OSCAR EFRÉN

MACHALA, 05 DE JULIO DE 2018

MACHALA  
05 de julio de 2018

**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado Visualización de los estados de sensores utilizando la tarjeta de desarrollo microprocesada Raspberry Pi para la consolidación de datos., hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



CÁRDENAS VILLAVICENCIO OSCAR EFERÉN

0703935312

TUTOR - ESPECIALISTA 1



NOVILLO VICUNA JOHNNY PAUL

0702947409

ESPECIALISTA 2



RIVAS ASANZA WILMER BRAULIO

0702580192

ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: martes 10 de julio de 2018 - 07:17

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** AmayaTituanaKarenGisselle20181.pdf (D40261545)  
**Submitted:** 6/19/2018 2:40:00 PM  
**Submitted By:** oecardenas@utmachala.edu.ec  
**Significance:** 0 %

Sources included in the report:

Instances where selected sources appear:

0

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, AMAYA TITUANA KAREN GISSELLE, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Visualización de los estados de sensores utilizando la tarjeta de desarrollo microprocesada Raspberry Pi para la consolidación de datos., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 05 de julio de 2018



AMAYA TITUANA KAREN GISSELLE  
0705214278

# DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico en primer lugar a Dios por brindarme salud y sabiduría para poder culminar con éxito mi formación académica. A mis padres y hermano por ser mis guías y consejeros incondicionales durante el transcurso de mi vida, a mis hijos Leonidas y Lorena por ser mi inspiración de superación, motivación principal para formarme como ser humano y profesional capaz de afrontar las barreras que se presenten, a mi amigo y compañero de vida por su apoyo constante y perseverante.

*Sra. Karen Gisselle Amaya Tituana*

# AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por inculcarme buenos valores y brindarme su apoyo constante durante mi formación, a los docentes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas por guiarme con sus conocimientos y a mis compañeros por estar siempre presentes brindando ayuda desinteresada para que pueda cumplir con mi objetivo planteado en mis estudios.

*Sra. Karen Gisselle Amaya Tituana*



# RESUMEN

## VISUALIZACIÓN DE LOS ESTADOS DE SENSORES UTILIZANDO LA TARJETA DE DESARROLLO MICROPROCESADA RASPBERRY PI PARA LA CONSOLIDACIÓN DE DATOS.

Amaya Tituana Karen Gisselle, 0705214278

La implementación del protocolo MQTT, permite centralizar el envío y la recepción de mensajes a un único dispositivo llamado broker, con la finalidad de difundir, visualizar y consolidar los cambios de estado de los sensores, mismo que es instalado en la tarjeta microprocesadora Raspberry Pi sobre el sistema operativo Raspbian, el cual se comunica a la red de área local mediante Wi-Fi. MQTT maneja un sistema publicador y suscriptor para recolectar los datos de los dispositivos digitales o análogos producidos por el sensor de movimiento, táctil, de campo magnético, y el de temperatura y humedad. Para el uso de la tarjeta se escribió una aplicación en Python que cumple la función de publicador que envía los mensajes y almacena la información en la base de datos SQLite. Dependiendo de la disponibilidad de sensores activos en la red, los datos son enviados en tiempo real al servidor, cualquier dispositivo cumple el papel de suscriptor y visualiza la información obtenida de los datos generados dentro de cada uno de los sensores sin tener la necesidad de encontrarse conectados directamente a ellos, sino únicamente al broker MQTT en red.

**PALABRAS CLAVES:** consolidar, MQTT, sensores, raspberry, broker.

# ABSTRACT

## VISUALIZATION OF THE SENSORS STATES USING THE MICROPROCESSOR DEVELOPMENT CARD RASPBERRY PI FOR DATA CONSOLIDATION.

Amaya Tituana Karen Gisselle, 0705214278

The implementation of the MQTT protocol allows centralizing the sending and receiving of messages to a single device called broker, in order to distribute, visualize and consolidate changes in the status of the sensors, the broker is installed on the Raspberry Pi microprocessor board using Raspbian operating system, which communicates to the local area network via Wi-Fi. MQTT manages a publisher and subscriber system to collect digital or analog data produced by the motion, tactile, magnetic field, and temperature and humidity sensors. To use the resources of the board, an application was written in Python to perform the role of a publisher that sends the messages and stores the information in the SQLite database. Depending on the availability of active sensors in the network, the data is sent in real time to the server, any device can perform the role of subscriber and visualizes the information obtained from the data generated within each of the sensors without having to be directly connected to them, but only to the MQTT broker in the network.

**KEYWORDS:** consolidate, MQTT, sensors, raspberry, broker.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>4</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	<b>9</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
<b>1.1. MARCO CONTEXTUAL</b>	<b>11</b>
<b>1.2. PROBLEMA</b>	<b>11</b>
<b>1.3. OBJETIVO GENERAL</b>	<b>11</b>
<b>2. DESARROLLO</b>	<b>12</b>
<b>2.1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>12</b>
2.1.1. Sensores	12
2.1.2. Hardware Libre Raspberry Pi	13
2.1.2.1. Sistema Operativo basado en Linux Raspbian	14
2.1.3. Protocolo de comunicación MQTT	14
2.1.4. Lenguaje de programación Python	14
2.1.4.1. Librería Paho	14
2.1.5. Base de datos SQLite	14
<b>2.2. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>15</b>
<b>2.3. RESULTADOS</b>	<b>15</b>
3. CONCLUSIONES	16
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Componentes de la tarjeta Raspberry Pi	14
Figura 2: Servidor bróker MQTT.	16
Figura 3: Datos consolidados en la base de datos SQLite.	17
Figura 4: Estructura de la base de datos.	17

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipo de sensores.

13

# ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Diagrama de flujo de las actividades realizadas en el proyecto.	20
Anexo B: Diagrama de red.	21
Anexo C: Diagrama esquemático.	21
Anexo D: Diagrama de conexión.	22

# 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente el uso de la tecnología para todas las instituciones públicas o privadas es muy importante ya que automatiza los procesos facilitando y mejorando sus resultados, permitiéndoles organizar mejor sus recursos con la facilidad y comodidad que conlleva su uso, lo cual ayuda a que las empresas avancen, y aprovechan todos los recursos al máximo de manera consciente, eficiente y eficaz [1].

La automatización de métodos y técnicas son abarcados por el paradigma IoT (Internet de las cosas), como por ejemplo monitoreo de sensores, comunicación, seguridad entre muchas opciones que benefician el desenvolvimiento de las funciones que se realicen. El IoT permite conectar grandes redes de sensores para su visualización de estados y monitorización en tiempo real, poder consolidar sus datos para obtener resultados concisos [2] [3].

En IoT se utiliza protocolos que ayuden a la comunicación de datos que envían los sensores para su respectivo monitoreo, la información que se transmite entre los sensores y los dispositivos para enviar al cliente es un procedimiento realizado por el protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). [4]

La información transmitida mediante el protocolo MQTT es enviada a la tarjeta Raspberry Pi, para el manejo de los datos, motivo por el cual en algunas instituciones educativas con carreras técnicas la utilizan como herramienta de aprendizaje informático ya que permite realizar prácticas electrónicas con la ayuda de respectivos dispositivos inalámbricos de gama alta, obteniendo resultados de calidad al realizar sus prototipos. [5]

La necesidad de los docentes y estudiantes electrónicos es poder visualizar el estado de sus dispositivos, es por este motivo que se propone como solución la implementación de un broker MQTT en una tarjeta microprocesadora Raspberry Pi para la visualización y consolidación de los estados de sensores como por ejemplo estados del sensor de movimiento PIR, sensor de campo magnético lineal KY-021, sensor táctil KY-03 y el sensor de temperatura y humedad DHT 22, almacenando su información en una base de datos desarrollada en SQLite.





## **1.1. MARCO CONTEXTUAL**

Para la visualización de los estados es importante implementar el protocolo de comunicación MQTT, el cual permite enviar los datos que transmiten los sensores hacia el cliente desarrollado en Python mediante un middleware que utiliza la librería Paho para el envío de los mensajes y así poder almacenar la información adquirida en la base de datos SQLite. El broker MQTT se ejecuta en la tarjeta microprocesadora Raspberry Pi en el sistema operativo libre Raspbian por sus ventajas de portabilidad, memoria y presupuesto. Para las pruebas de transferencia de datos se emplean los sensores de movimiento PIR, táctil KY-03, de campo magnético lineal KY-021 y de temperatura y humedad DHT 22.

## **1.2. PROBLEMA**

La difusión de mensajes máquina a máquina (M2M) tiene una gran importancia en el monitoreo de sistemas, sin embargo, no existen sistemas implementados de tal tipo realizadas en hardware libre y que a su vez almacenen la información generada. Por tal motivo la tecnología ayuda a optimizar procesos a través de su automatización, para resolver la problemática y poder visualizar los estados de sensores utilizando la tarjeta de desarrollo microprocesada Raspberry Pi para la consolidación de los datos.

## **1.3. OBJETIVO GENERAL**

Visualizar los estados de sensores mediante la utilización de la tarjeta microprocesada Raspberry Pi para la consolidación de los datos.

## 2. DESARROLLO

### 2.1. MARCO TEÓRICO



#### 2.1.1. Sensores



Un sensor es un dispositivo con determinada magnitud y medida del medio, es decir convierte un dato en otro. Los sensores se encuentran conectados a un computador o una tarjeta microprocesada para poder recolectar los datos y analizar la información o ejecutar alguna instrucción. [6]

Existen dos tipos de sensores de acuerdo a sus características digitales conocidas como interruptores con dos valores y analógicas llamadas transmisor con tres, dependiendo de la salida. Los datos que se detecten sirven para ser monitoreados y utilizados en el funcionamiento de diferentes prototipos electrónicos. [7]

Según como se observa en la tabla 1, se encuentran los sensores clasificados de acuerdo a la salida digital o analógica con su funcionamiento.

Tabla 1: Tipo de sensores

Sensores	Sensores analógicos	Funcionamiento	Imagen
	Sensor de movimiento PIR	Es un detector infrarrojo que capta fuentes de energía tanto humana como animal, no emite energía pero si las recibe y procesa para detectar. Este sensor contiene filtro de luz para evitar errores de detección.	
	Sensor táctil KY-03	Son dispositivos que captan el contacto de un objeto sólido o cuando alguien toca el transistor, es configurable para la detección del contacto de los humanos.	

Sensor de campo magnético KY-021	Es un detector de campos magnéticos que gestiona la polaridad de la salida del dispositivo.	
<b>Sensores digitales</b>	<b>Funcionamiento</b>	<b>Imagen</b>
Sensor de temperatura y humedad dht 22	Dispositivo que permite calcular la humedad relativa del aire, mientras más alto el valor más húmedo y el termistor que calcula el aire adyacente	

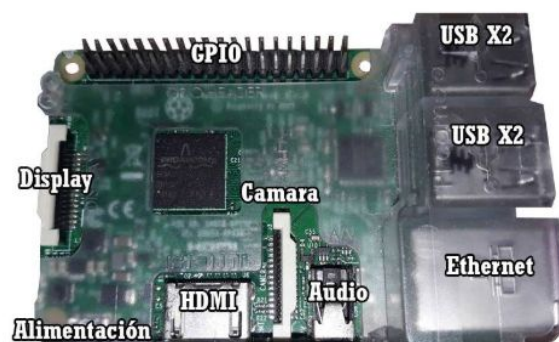
Fuente: La autora

## 2.1.2. Hardware Libre Raspberry Pi

Raspberry Pi es una tarjeta accesible para cualquier persona de bajos recursos que no puedan adquirir una computadora de mesa o portátil, desarrollado en el 2011 con la finalidad de promover la informática en escuelas, tuvo bastante acogida por los estudiantes jóvenes y docentes para poder dar solución a muchas tareas y actividades similares a las que se realizan en un computador normal, además es una herramienta utilizada en el desarrollo de aplicaciones web y de escritorio. [8] [9]

La tarjeta Paspberry Pi es un computador pequeño que se conecta a un monitor, teclado, mouse. En la figura 1 se observa los componentes de una tarjeta Raspberry Pi empezando por los puertos USB, Ethernet y HDMI, Mini Jack, JTAG, RCA, GPIO, tarjeta SD, DSI, microprocesador y CSI. [10]

Figura 1: Componentes de la tarjeta Raspberry Pi



Fuente: la autora

### **2.1.2.1. Sistema Operativo basado en Linux Raspbian**

Raspberry Pi tiene como sistema operativo predeterminado de distribución libre basado en Debian llamado "Raspbian", que permite la instalación de varios programas juegos para hacer más fácil el aprendizaje a los estudiantes, fue lanzado al mercado en el año 2012 y tuvo gran acogida por la facilidad que ofrece a los usuarios en manejar sus aplicaciones. [11]

### **2.1.3. Protocolo de comunicación MQTT**

Es un protocolo de mensajería basado en TCP, utilizado para conexiones remotas en especial para implementaciones en el internet de las cosas, el protocolo MQTT permite la lectura de los datos que son publicados por los sensores y los transmite a un computador o base de datos mediante mensajes llamados tópicos. [12] [13]

### **2.1.4. Lenguaje de programación Python**

Python es un lenguaje de alto nivel fácil de usar durante el desarrollo de programas complejos o sencillos, contiene soporte para su escritura corta y entendible para los desarrolladores. [14]

Python el lenguaje multiparadigma es de licencia gratuita, unas de sus características más importantes para los programadores es su extensión, tipado dinámico y la facilidad para adaptarse a módulos nuevos desarrollados en C. Por la facilidad de escritura en python existen varias aplicaciones desarrolladas uno de ellas dirigidas al Internet de las cosas. [15]

#### **2.1.4.1. Librería Paho**

Paho es una librería, utilizada para el envío y recepción de mensajes MQTT en Java, de código abierto, el cual facilita la implementación de sistemas con conexión MQTT cumpliendo el funcionamiento de middleware en diferentes lenguajes, además es la mejor opción para el desarrollo de aplicaciones nuevas, existentes y emergentes del Internet de las Cosas. [16]

### **2.1.5. Base de datos SQLite**

SQLite es una base de datos con dominio público, cuenta con administrador, es sencillo al utilizar y configurar, no necesita de un servidor ya que contiene una librería que permite acceder directamente a la información almacenada, además maneja el motor de base de datos sql transaccional, ofreciendo como beneficio la portabilidad de su información haciendo que los programas y aplicaciones sean ligeros al ejecutar. [17]

## **2.2. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA**

En Raspberry se implementó una solución programada en Python que realiza una revisión individual de los estados de cada uno de los sensores (ver anexo1) y almacena la información generada en una base de datos SQLITE.

Con este fin se estableció una estructura de red (vea anexo 2) en el que el MCU es la tarjeta microprocesada Raspberry PI y cuyos sensores se encuentran conectados acorde al diagrama esquemático propuesto (véase anexo 3) en un protoboard, (véase anexo 4).

Las estructuras anteriormente mencionadas en una implementación de prototipo han logrado una adecuada obtención, almacenamiento y difusión de datos generados por sensores directamente conectados a la placa Raspberry PI utilizando una solución programada en Python.

## 2.3. RESULTADOS

Gracias a la utilización de la tarjeta microprocesada Raspberry Pi se puede capturar los estados de los sensores para poder mostrarlos en el broker mqtt (Figura 2).

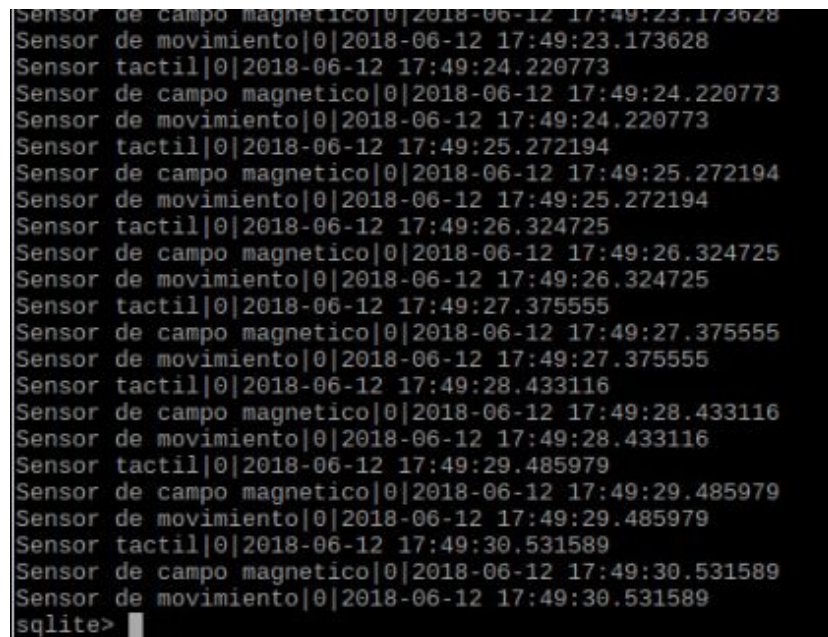
Figura 2: Servidor bróker MQTT



Fuente: La autora

Visualización de los datos consolidados en la base de datos SQLite (Figura 3) con su estructura de los datos (Figura 4).

Figura 3: Datos consolidados en la base de datos SQLite



Fuente: La autora

Figura 4: Estructura de la base de datos

```
sqlite> .tables  
stocks  
sqlite> |
```

Fuente: La autora

### 3. CONCLUSIONES

En el presente proyecto se determinó que es factible la implementación de un sistema de difusión de mensaje basado en MQTT en las placas Raspberry Pi utilizando el lenguaje de programación Python y la librería creada por el proyecto Paho, y se determinó que se pueden realizar la consolidación de dato eficientemente en una base de datos SQLite misma que es portable y se encuentra embebida en la aplicación.

## 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

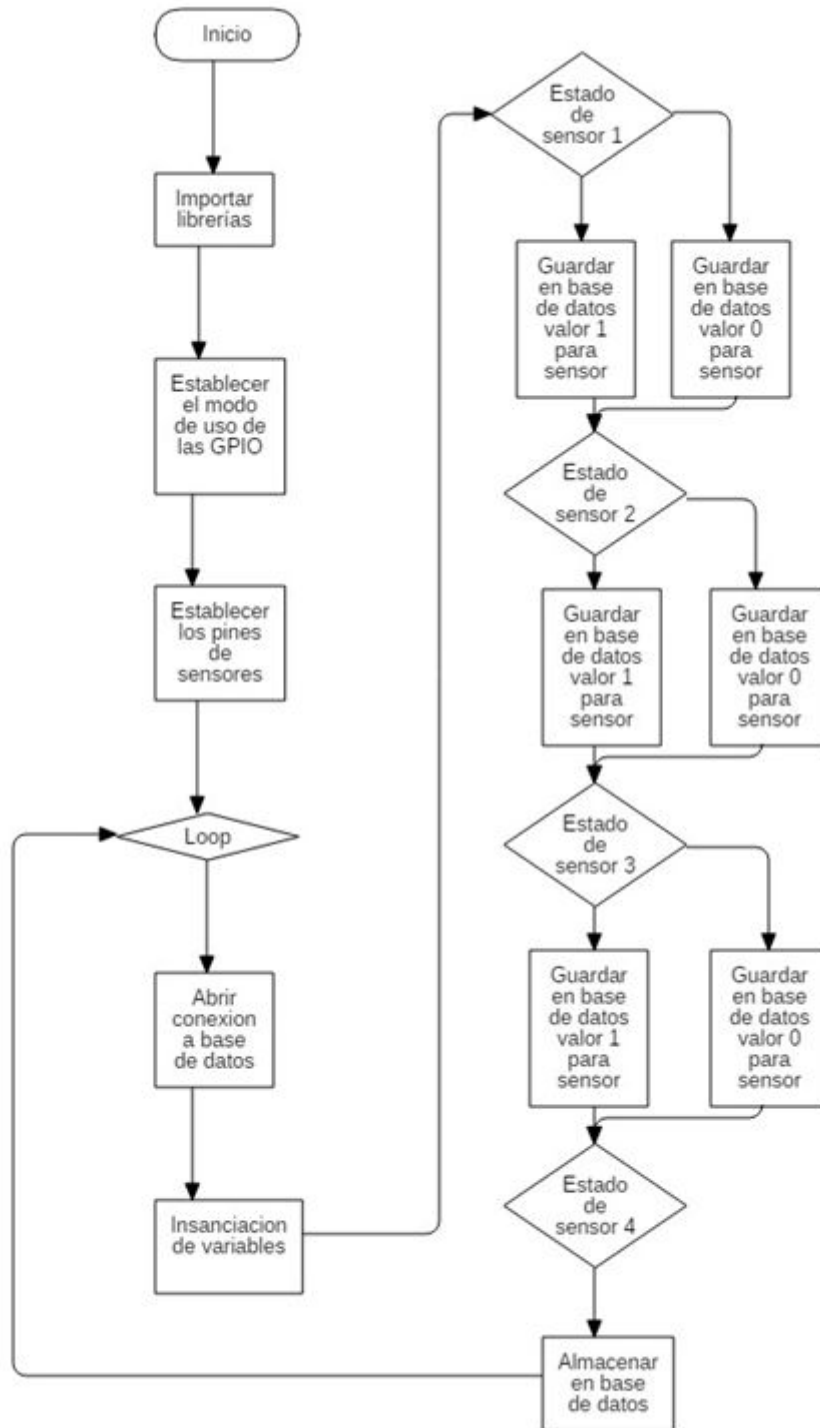
- [1] T. Marquine y C. Da Silva, «Factors Influencing the Acceptance of Technology by Older People: How the elderly in Brazil feel about using electronics.,» IEEE, vol. 3, p. 68, 2014.
- [2] G. Mois, S. Folea y T. Sanislav, «Analysis of Three IoT-Based Wireless Sensors for Environmental Monitoring,» IEEE, vol. 66, n° 8, pp. 2056 - 2064, 2017.
- [3] L. Hou, S. Zhao, X. Xiong, K. Zheng, P. Chatzimisios, S. Hossain, L. Hou, S. Zhao, X. Xiong, K. Zheng, P. Chatzimisios, S. Hossain y W. Xiang, «Internet of Things Cloud: Architecture and Implementation,» IEEE, vol. 54, n° 12, pp. 32 - 39, 2016.
- [4] Y.-t. Lee, W.-h. H. C.-m. Hsiao y S.-c. T. Chou, «An integrated cloud-based smart home management system with community hierarchy,» IEEE, vol. 62, n° 1, pp. 1-9, 2016.
- [5] O. Cárdenas Villavicencio, J. Molina Ríos, M. Zea Ordóñez, A. Carrión, Jorge y R. Elizalde López, «IMPACTO TECNOLÓGICO DE LOS DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS,» CIEG, REVISTA ARBITRADA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS GERENCIALES, pp. 109-118, 2017.
- [6] J. d. J. Rubio, J. A. Hernández-Aguilar y F. Ávila-Camacho, «Sistema sensor para el monitoreo ambiental basado en redes,» Redalyc, vol. VXII, n° 2, pp. 211-222, 2016.
- [7] M. Flores-Medina, F. Flores-García, V. Velasco-Martínez y GonzálezCervantes, «Monitoreo de humedad en suelo a través de red inalámbrica de sensores,» Redalyc, vol. VI, n° 5, pp. 75-88, 2015.
- [8] M. Frydenberg, «Ding Dong, You've Got Mail! A lab Activity for Teaching the Internet of Things,» ERIC, vol. 15, n° 2, pp. 20-31, 2017.
- [9] J. P. Novillo Vicuña, F. F. Redrován Castillo, F. L. Espinoza Urgilés y J. R. Molina Ríos, «Raspberry Analysis in the Teaching of Computer Sciences,» Research India Publication, vol. 12, n° 7, pp. 1182-1189, 2017.
- [10] R. M. Snyder, «Power Monitoring Using the Raspberry Pi,» ERIC, pp. 8-12, 2014.
- [11] C. A. González Godoy y O. J. Salcedo Parra, «Sistema de seguridad para locales comerciales mediante Raspberry Pi, cámara y sensor PIR,» REDALYC, n° 51, pp. 175-193, 2017.
- [12] C. Gomez, A. Arcia-Moret y J. Crowcroft, «TCP in the Internet of Things: From Ostracism to Prominence,» IEEE, vol. 22, n° 1, pp. 29 - 41, 2018.
- [13] A. Al-Fuqaha, A. Khreishah y M. Guizani, «Toward better horizontal integration among IoT services,» IEEE, vol. 53, n° 9, pp. 72 - 79, 2015.
- [14] S. Guelton, «Pythran: Crossing the Python Frontier,» IEEE, vol. 20, n° 2, pp. 83 - 89, 2018.
- [15] J. H. Abel, B. Drawert y A. Hellander, «GillesPy: A Python Package for Stochastic Model Building and Simulation,» IEEE, vol. 2, n° 3, pp. 35 - 38, 2016.
- [16] T. Rausch y S. R. R. Dustdar, «Osmotic Message-Oriented Middleware for the Internet of Things,» IEEE, vol. 5, n° 2, pp. 17 - 25, 2018.
- [17] M. A. C. Alvarado y E. M. Mata, «Plataforma de monitoreo de recursos basada en gestión del conocimiento dentro de la industria minera,» REDALYC, vol. 4, n° 1, p. 18, 2015.





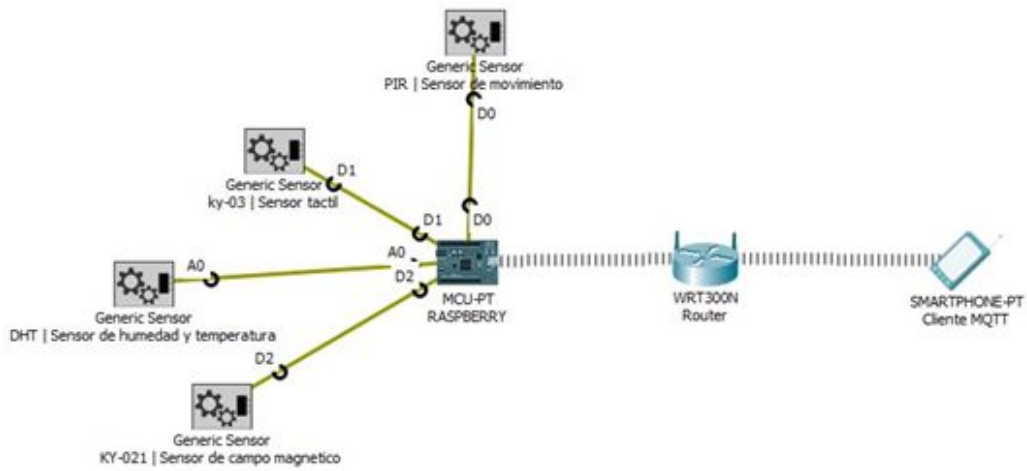
## ANEXOS

Anexo A: Diagrama de flujo de las actividades realizadas en el proyecto



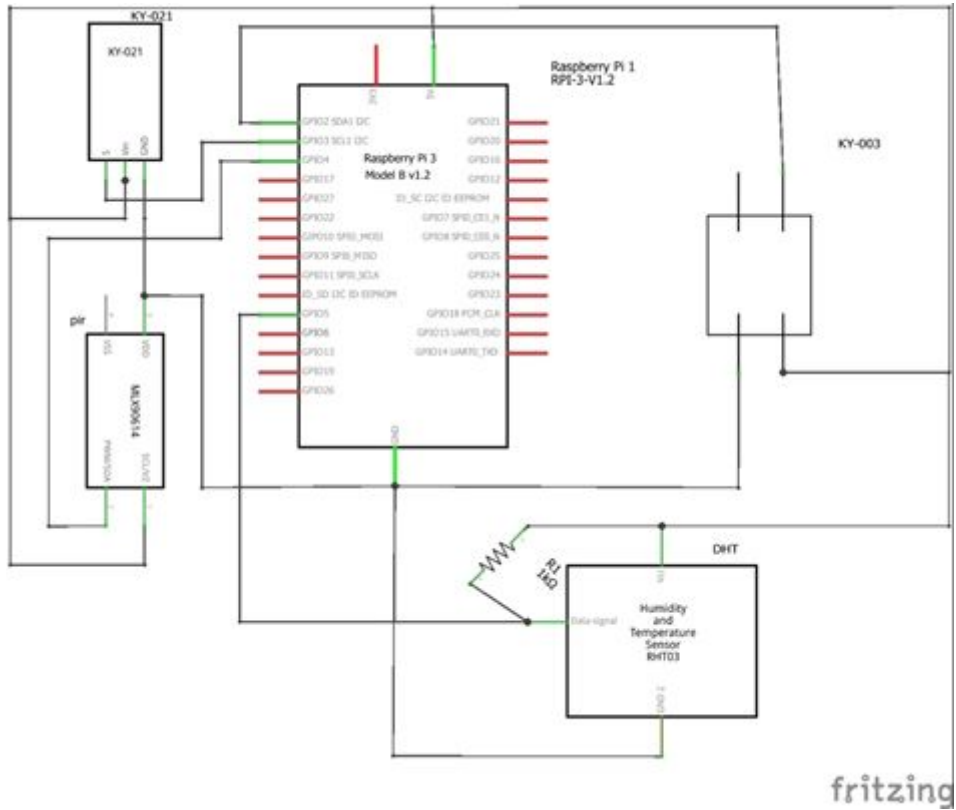
Fuente: La autora

## Anexo B: Diagrama de red



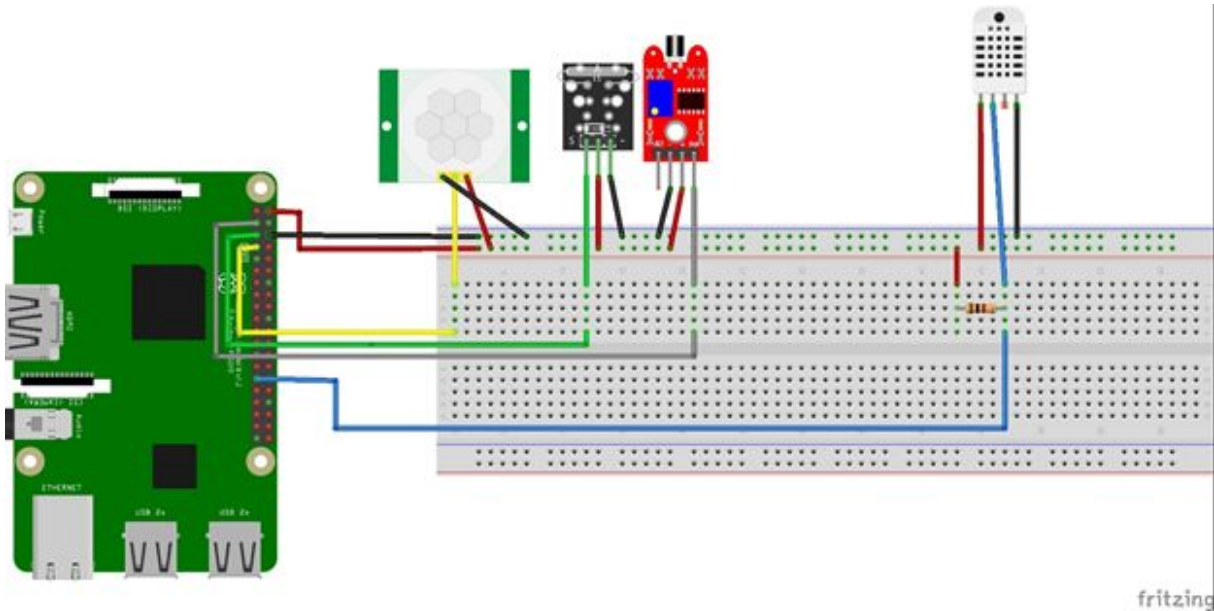
Fuente: La autora

## Anexo C: Diagrama esquemático



Fuente: La autora

Anexo D: Diagrama de conexión



Fuente: La autora