



Universidad Nacional Autónoma de México

Instituto de Energías Renovables

Manual de uso

Dispositivo THIS

Oliver Stif Galvez Oliveros

Asesor:

Dr. Guillermo Barrios del Valle

Temixco, Morelos

Febrero 2021

Índice

Resumen	2
Introducción	3
Sensores de Temperatura	3
Sensores de Humedad Relativa	3
Sensores de Intensidad Luminosa	4
Sensores de Presión Sonora	4
Métodos empleados para medir iluminación	4
Reconocimiento de las condiciones de iluminación	6
Ubicación de los puntos de medición	8
Descripción general de hardware	10
Propósito general del dispositivo	10
Esquema general del dispositivo y principio de funcionamiento	10
Descripción a detalle de cada sección que conforma al dispositivo THIS	12
Raspberry Pi 3 modelo B+	12
Módulo CJMCU-8128	13
Módulo GY-30	14
Micrófono (Microphone Audio & Sound Pressure)	15
Conversor analógico - digital ADS1115	16
Módulo Raspberry Pi camera V2	16
Requerimientos necesarios para utilizar el dispositivo	17
Descripción general del software	18
Diagrama de flujo del software en general	18
Instalación de librerías	19
Bus I2C	19
Requerimientos necesarios para ejecutar la programación del dispositivo	21
REFERENCIAS	22
ANEXOS	23

Resumen

El Instituto de Energías Renovables que forma parte de la UNAM se encuentra construyendo un edificio sustentable ubicado en la comunidad de Temixco, Morelos. Es necesario conocer valores de las distintas variables que permiten considerar al edificio amigable con el medio ambiente, de esta manera se podrá evaluar que la eficiencia y el cumplimiento de las normas establecidas para un edificio sustentable.

En este documento se describe el prototipo realizado para la medición de distintas variables como iluminación, presión sonora, temperatura y humedad relativa. Se da a conocer información relevante relacionada a la construcción del hardware y la programación del dispositivo, empleando para este propósito el uso de diagramas de flujo e imágenes representativas que brindan una visión completa del prototipo.

El contenido de este manual está dividido en dos secciones, hardware y software, estas abarcan toda información necesaria para construir y utilizar el dispositivo. En la sección de Hardware se observa el método de conexión de los sensores, características técnicas y una pequeña descripción del dispositivo, por otra parte, en la sección del Software se encuentran los programas para cada uno de los sensores empleados, explicado su modo de operación y los requisitos necesarios para su correcto uso. Al final del documento se encuentra la bibliografía y anexos necesarios para la comprensión del presente trabajo.

1. Introducción

En un edificio es importante mantener condiciones agradables, es decir, que los habitantes o los usuarios se sientan en confort, es decir, bienestar físico que proporcionan determinadas condiciones ambientales. Monitoreando las variables de confort adecuadas se puede determinar las condiciones favorables para un lugar de trabajo en particular.

En este proyecto se espera establecer los requerimientos de iluminación, temperatura, ruido y humedad en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad requerida para cada actividad a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los habitantes. El dispositivo empleado que se pretende construir para medir variables de confort y así evaluar las condiciones dentro del lugar de trabajo en un edificio sustentable, consiste en un controlador monitoreando variables en tiempo de real de sensores, siendo extraídos dichos valores hacia una base de datos para su proceso.

1. 1. Sensores de Temperatura

Los sensores de temperatura son dispositivos que transforman los cambios de temperatura en cambios en señales eléctricas que son procesados por equipo eléctrico o electrónico, algunos de los sensores de temperatura pueden ser: Termopares, RDT, Termistores, Infrarrojo.

El sensor de temperatura, típicamente suele estar formado por el elemento sensor, de cualquiera de los tipos anteriores, el recubrimiento que lo envuelve y que está rellena de un material muy conductor de la temperatura, para que los cambios se transmitan rápidamente al elemento sensor y del cable al que se conectarán el equipo electrónico. (Corona, 2014)

1. 2. Sensores de Humedad Relativa

Humedad relativa, o HR, mide la cantidad de agua en el aire en forma de vapor, comparándolo con la cantidad máxima de agua que puede ser mantenida a una temperatura dada, el sensor de humedad relativa es un componente que manda un valor de humedad relativa en porcentaje.

El sensor está hecho de una película generalmente de vidrio o de cerámica. El material aislante que absorbe el agua está hecho de un polímero que toma y libera el agua basándose en la humedad relativa de la zona dada, podemos encontrar sensores de humedad relativa capacitivos, resistivos y térmicos. (Bentley, 1998)

1. 3. Sensores de Intensidad Luminosa

La iluminancia es la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área, los sensores de intensidad luminosa nos muestran el resultado en lúmenes por metro cuadrado, es decir, $Lux = lumen/m^2$.

El sensor funciona cuando la luz llega al sensor en el que la energía de los fotones se convierte en carga eléctrica, cuanta más luz incida sobre la superficie, más carga se construye. En términos generales, los dos están correlacionados. Una calibración en la medición electrónica convierte ya sea corriente o tensión a un valor lux algunos ejemplos de sensores de intensidad luminosa son TSL25, Foto-resistivo y bh1750 (Fernández, 2012).

1. 4. Sensores de Presión Sonora

Es un dispositivo que actúa en el momento en que la presencia del sonido produce en el aire pequeñas variaciones de presión que se superponen a la presión atmosférica, a las que se llama presión sonora, la presión sonora actúa sobre nuestros oídos y produce la sensación de oír.

El sensor mide variaciones de presión medida en decibeles (dB) que representa los sonidos audibles en las personas, tener controlada una variable de este tipo es cuidar el entorno de trabajo para una mejor calidad en el ambiente, algunos sensores que existen son el sensor 017i, Sonómetro, Transductores. (Ortega, 2002)

1. 5. Métodos empleados para medir iluminación

Para la medición de iluminación en un aula de trabajo se utiliza el procedimiento según la NOM 025-STPS-2008, en la siguiente tabla se pueden observar los valores de iluminación a los que se debe encontrar el lugar de trabajo según su uso, cabe aclarar que estos valores están ya establecidos dentro de la norma mencionada.

Tarea visual del puesto de trabajo	Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación (lux)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple,	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
empaque y trabajos de oficina.		
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción na de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750

Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos nos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados; exactas, muy prolongadas, muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño.	2000

Tabla 2.1. Niveles de iluminación según la NOM 025-STPS-2008

A continuación, se presentan los requerimientos para una buena medición en las distintas áreas de trabajo.

1. 6. Reconocimiento de las condiciones de iluminación

Se debe realizar un recorrido por todas las áreas del centro de trabajo donde los trabajadores realizan sus tareas visuales, y considerar, en su caso, los reportes de los trabajadores, así como recabar la información técnica.

Para determinar las áreas y tareas visuales de los puestos de trabajo debe recabarse y registrarse la información del reconocimiento de las condiciones de iluminación de las áreas de trabajo, así como de las áreas donde exista una iluminación deficiente o se presente deslumbramiento y, posteriormente, conforme se modifiquen las características de las luminarias o las condiciones de iluminación del área de trabajo, con los datos siguientes:

1. Distribución de las áreas de trabajo, del sistema de iluminación (número y distribución de luminarias), de la maquinaria y del equipo de trabajo
2. Potencia de las lámparas
3. Descripción del área iluminada: colores y tipo de superficies del local o edificio

4. Descripción de las tareas visuales y de las áreas de trabajo, de acuerdo con la Tabla anterior
5. Descripción de los puestos de trabajo que requieren iluminación localizada
6. La información sobre la percepción de las condiciones de iluminación por parte del trabajador al patrón

Cuando se utilice iluminación artificial, antes de realizar las mediciones, se debe de cumplir con lo siguiente:

1. Encender las lámparas con antelación, permitiendo que el flujo de luz se estabilice; si se utilizan lámparas de descarga, incluyendo lámparas fluorescentes, se debe esperar un periodo de 20 minutos antes de iniciar las lecturas. Cuando las lámparas fluorescentes se encuentren montadas en luminarias cerradas, el periodo de estabilización puede ser mayor
2. En instalaciones nuevas con lámparas de descarga o fluorescentes, se debe esperar un periodo de 100 horas de operación antes de realizar la medición.
3. Los sistemas de ventilación deben operar normalmente, debido a que la iluminación de las lámparas de descarga y fluorescentes presentan fluctuaciones por los cambios de temperatura

Cuando se utilice exclusivamente iluminación natural, se debe realizar al menos las mediciones en cada área o puesto de trabajo de acuerdo con lo siguiente:

1. Cuando no influye la luz natural en la instalación ni el régimen de trabajo de la instalación, se deberá efectuar una medición en horario indistinto en cada puesto o zona determinada, independientemente de los horarios de trabajo en el sitio
2. Cuando sí influye la luz natural en la instalación, el turno en horario diurno (sin periodo de oscuridad en el turno o turnos) y turnos en horario diurno y nocturnos (con periodo de oscuridad en el turno o turnos), deberán efectuarse 3 mediciones en cada punto o zona

determinada distribuidas en un turno de trabajo que pueda presentar las condiciones críticas de iluminación

3. Cuando sí influye la luz natural en la instalación y se presentan condiciones críticas, efectuar una medición en cada punto o zona determinada en el horario que presente tales condiciones críticas de iluminación

1. 7. Ubicación de los puntos de medición

Los puntos de medición deben seleccionarse en función de las necesidades y características de cada centro de trabajo, de tal manera que describan el entorno ambiental de la iluminación de una forma confiable, considerando: el proceso de producción, la clasificación de las áreas y puestos de trabajo, el nivel de iluminación requerido en base el Tabla 2.1, la ubicación de las luminarias respecto a los planos de trabajo, el cálculo del índice de áreas correspondiente a cada una de las áreas, la posición de la maquinaria y equipo, así como los riesgos informados a los trabajadores.

Las áreas de trabajo se deben dividir en zonas del mismo tamaño, de acuerdo a lo establecido en la columna A (número mínimo de zonas a evaluar) de la Tabla A1, y realizar la medición en el lugar donde haya mayor concentración de trabajadores o en el centro geométrico de cada una de estas zonas; en caso de que los puntos de medición coincidan con los puntos focales de las luminarias, se debe considerar el número de zonas de evaluación de acuerdo a lo establecido en la columna B (número mínimo de zonas a considerar por la limitación) de la Tabla A1. En caso de coincidir nuevamente el centro geométrico de cada zona de evaluación con la ubicación del punto focal de la luminaria, se debe mantener el número de zonas previamente definido.

Índice de área	A) Número mínimo de zonas a evaluar	B) Número de zonas a considerar por la limitación
$IC < 1$	4	6
$1 \leq IC < 2$	9	12
$2 \leq IC < 3$	16	20
$3 \leq IC$	25	30

Tabla 2.2. Tabla A1

El valor del índice de área, para establecer el número de zonas a evaluar, está dado por la ecuación siguiente:

$$IC = h \frac{(x + y)}{xy}$$

Donde:

IC = índice del área

x, y = dimensiones del área (largo y ancho), en metros

h = altura de la luminaria respecto al plano de trabajo, en metros

En donde x es el valor de índice de área (IA) del lugar, redondeado al entero superior, excepto que para valores iguales o mayores a 3 el valor de x es 4. A partir de la ecuación se obtiene el número mínimo de puntos de medición.

En pasillos o escaleras, el plano de trabajo por evaluar debe ser un plano horizontal a 75 cm ± 10 cm, sobre el nivel del piso, realizando mediciones en los puntos medios entre luminarias contiguas.

NOTA: En el puesto de trabajo se debe realizar al menos una medición en cada plano de trabajo, colocando el luxómetro tan cerca como sea posible del plano de trabajo y tomando precauciones para no proyectar sombras ni reflejar luz adicional sobre el luxómetro.

Se debe verificar el luxómetro antes y después de iniciar una evaluación conforme lo establezca el fabricante y evitar bloquear la iluminación durante la realización de la evaluación.

2. Descripción general de hardware

El dispositivo está conformado por una Raspberry Pi 3 Modelo B+, que coordina la adquisición de datos de los siguientes módulos:

1. Módulo CJMCU-8128 (Temperatura y humedad)
2. Módulo GY-30 (Iluminación)
3. Microphone Sound Input Module (Nivel de Presión Sonora)
4. Cámara Pi V2

Además, se utiliza un convertidor analógico - digital ADS1115 para tomar las lecturas del micrófono, debido a que la señal de salida del micrófono es analógica.

2. 1. Propósito general del dispositivo

El dispositivo THIS permitirá medir las condiciones de confort térmico, acústico y lumínico dentro de edificaciones, ya que cuenta con sensores que miden la temperatura, humedad relativa, iluminación y presión sonora, estos datos servirán para evaluar el uso eficiente de la energía y en un futuro, poder implementar estrategias para mejorarlo.

2. 2. Esquema general del dispositivo y principio de funcionamiento

El dispositivo THIS está diseñado para monitorear las condiciones de confort térmico, lumínico y acústico en interiores, su componente principal es una Raspberry Pi 3 modelo B+, es una computadora del tamaño de una tarjeta de crédito, muy útil porque cuenta con conectividad inalámbrica a internet, ideal para transmitir datos. Además, cuenta con un módulo CJMCU-8128 encargado de medir temperatura y humedad relativa, un módulo GY-30 utilizado para medir la iluminancia, un módulo de micrófono para medir el nivel de presión sonora y para este último es necesario contar con un conversor analógico-digital ADS1115. Todos los componentes deben

conectarse a la Raspberry mediante el bus I2C y los datos recopilados son enviados a Thingsboard.

En la siguiente figura se observa la representación pictórica del dispositivo.

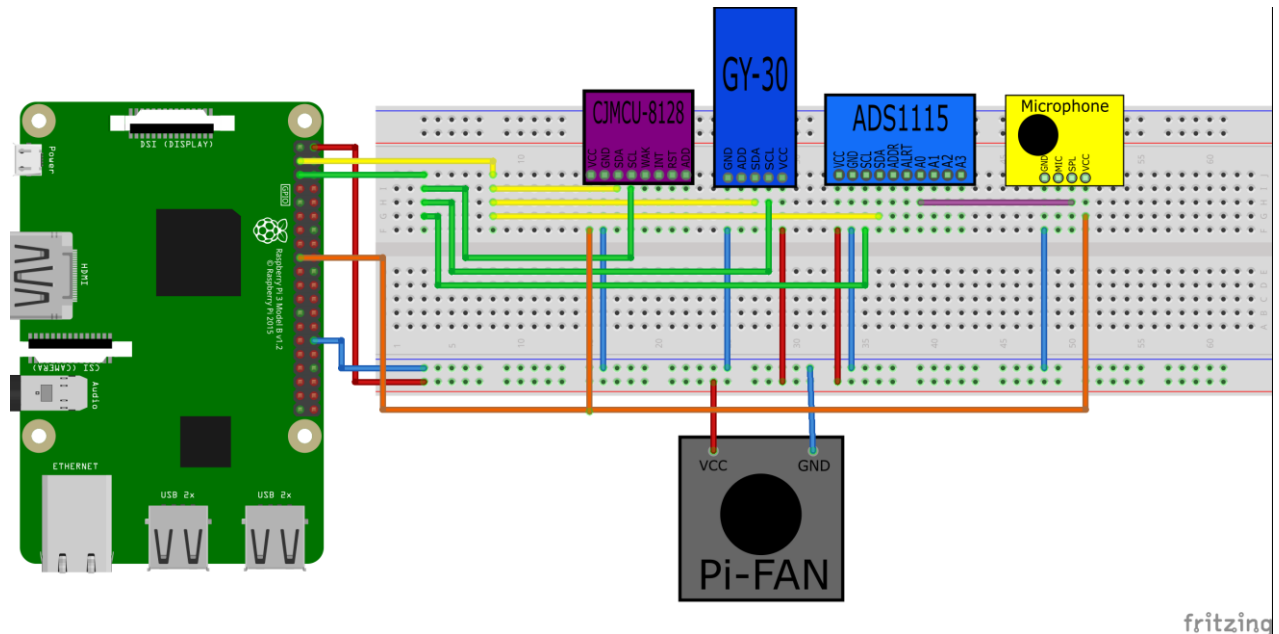


Figura 3.1. Representación pictórica del dispositivo THIS.

Además, el dispositivo cuenta con la cámara Pi para medir la iluminación en diferentes puntos de la habitación o aula en la cual se encuentre instalado. La cámara se conecta directamente al puerto de cámara en la Raspberry Pi 3.

El principio de operación consiste en tomar lecturas de los sensores cada 5 minutos, además de tomar una fotografía y procesarla, los datos son enviados a Thingsboard y también se imprime en consola.

Antes de que el dispositivo sea armado, se debe instalar el Raspberry Pi OS y configurar la Raspberry, de preferencia establecer una conexión remota por SSH, en la que se debe trabajar mediante la consola, para mayor facilidad en el manejo se puede establecer una conexión por VNC, de esta forma se puede manejar el dispositivo desde el escritorio de la Raspberry, remotamente.

El dispositivo debe ser montado, existe un espacio para cada componente en la carcasa, posteriormente debe ser conectado, en los anexos se presenta el diagrama esquemático.

Posteriormente, se debe ejecutar el programa principal del dispositivo THIS, manteniendo siempre los programas librerías en la misma carpeta que el programa principal. El programa principal no podrá ser ejecutado si no se instalan las librerías correspondientes.

2. 3. Descripción a detalle de cada sección que conforma al dispositivo THIS

2. 3. 1. Raspberry Pi 3 modelo B+

La Raspberry Pi 3 Modelo B+ es la tercera generación de Raspberry Pi. Esta computadora del tamaño de una tarjeta de crédito se puede usar para muchas aplicaciones, posee un procesador 10 veces más rápido que la primera generación de Raspberry Pi. Además, agrega conectividad LAN inalámbrica y Bluetooth por lo que es la solución ideal para diseños en donde se requiera transferencia de datos inalámbricos.

Especificaciones:

- CPU Quadcom 1.2MHz Broadcom BCM2837 64bit
- 1GB de RAM
- BCM43438 LAN inalámbrica y Bluetooth de baja energía (BLE) a bordo
- 100 Base Ethernet
- GPIO extendido de 40 pines
- 4 puertos USB 2.0
- Salida estéreo de 4 polos y puerto de video compuesto
- HDMI de tamaño completo
- Puerto de cámara CSI para conectar una cámara Raspberry Pi

-

2.3.2. Módulo CJMCU-8128

- BMP280 - Presión y temperatura
- HDC10XX - Humedad y temperatura
- CCS811 - Índice de CO₂ y Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC) todos los sensores a través de ese protocolo simplemente conectando los pines SDA, SCL, VCC y GND en el sensor.
- La placa de conexión se comunica mediante I2C y, por lo tanto, se puede acceder a

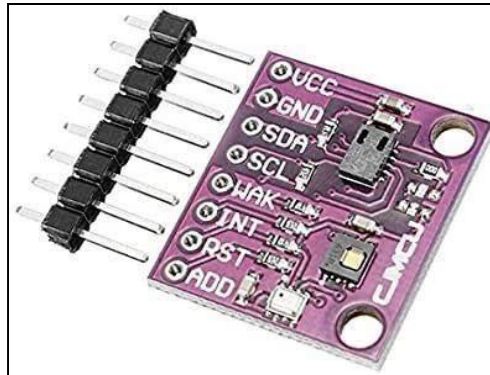


Figura 3.3. Módulo CJMCU-8128.

2. 3. 3. Módulo GY-30

Contiene el sensor BH1750FVI, un sensor digital de iluminación ambiente con interfaz I2C. Es posible la detección en alta resolución de 1 a 65535 lx. Gracias a su construcción el sensor no es afectado por radiación infrarroja, temperatura o los diversos colores de iluminación y funciona tanto para luz natural como artificial. Es posible seleccionar 2 tipos de comunicación por I2C esclavo. Este tipo de sensor es usado para aplicaciones con teléfonos celulares, pantallas LCD, computadoras portátiles, cámaras digitales, cámaras de video digital, PDA, entre otros.

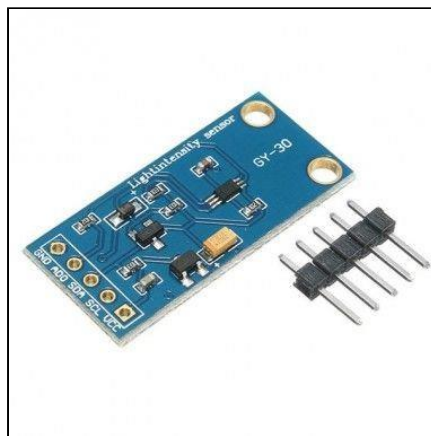


Figura 3.4. Módulo GY-30 con sensor BH1750.

2. 3. 4. **Micrófono (Microphone Audio & Sound Pressure)**

Un amplificador de señal dual integrado, convierte el sonido en canales separados para la medición de pulso / frecuencia y el nivel de volumen (presión) del sonido. Diseñado para conectarse directamente a un microcontrolador compatible con Arduino, convertidor analógico a digital o muchos otros circuitos. Las dos salidas proporcionan acceso independiente a la forma de onda de la señal sin procesar (la salida MIC) o al nivel de presión de sonido (la salida SPL) para proporcionar la máxima flexibilidad en sus proyectos. Si desea procesar la forma de onda de audio directamente, puede usar la salida MIC, o si solo desea detectar el nivel de sonido (por ejemplo, para detectar ruido por encima de cierto umbral) puede usar la salida SPL.

(Freetronics, 2020)

- Micrófono omnidireccional
- Respuesta de frecuencia de 60 Hz a 15 kHz
- Sensibilidad -40dB típica
- Dimensiones: 23 (W) x 16 (H) x 8 (D) mm



Figura 3.5. Módulo de micrófono.

2. 3. 5. **Conversor analógico - digital ADS1115**

El ADS1115 cuenta con 4 canales y es perfecta para agregar conversión analógica a digital de alta resolución a cualquier proyecto basado en microcontrolador. Puede funcionar con señales entre 2 y 5 v. Puede ser controlada mediante I2C haciendo muy fácil su conexión ya que solo se utilizan 2 cables. Se incluye un amplificador programable que proporciona una ganancia de hasta x16 para señales pequeñas.

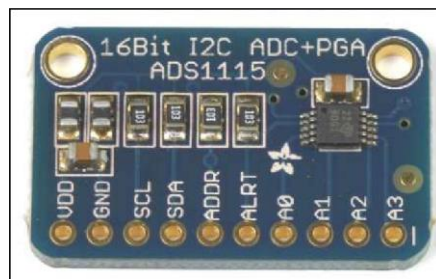


Figura 3.6. Módulo ADS1115.

2. 3. 6. **Módulo Raspberry Pi camera V2**

El módulo de cámara V2 tiene un sensor Sony IMX219 de 8 megapíxeles. Se puede utilizar para tomar videos de alta definición, así como fotografías fijas. Es fácil de usar para principiantes, pero tiene mucho que ofrecer a usuarios avanzados. Funciona con los modelos de Raspberry Pi 1, 2, 3 y 4. Se puede acceder a ella a través de las API MMAL y V4L, existen numerosas librerías de terceros creadas para ella, incluida la librería *Picamera Python*.



Figura 3.7. Módulo de cámara Raspberry Pi V2.

2. 4. Requerimientos necesarios para utilizar el dispositivo

1. El dispositivo debe tener una fuente de alimentación no menor a 5V/2.5A
2. Antes de ser programado debe de verificar que estén instaladas todas las librerías
3. Siempre verificar que la comunicación I2C esté activa en la raspberry
4. No encender la raspberry si no se encuentra en su carcasa para evitar fallos
5. Nunca apagar la Raspberry Pi 3 desconectando la alimentación.

3. Descripción general del software

El software programado funciona por medio de la creación de funciones, cada una contiene la programación para adquirir valores de su respectivo sensor y otras acciones necesarias, estas se mandan a llamar una a una para la extracción de datos.

3. 1. Diagrama de flujo del software en general

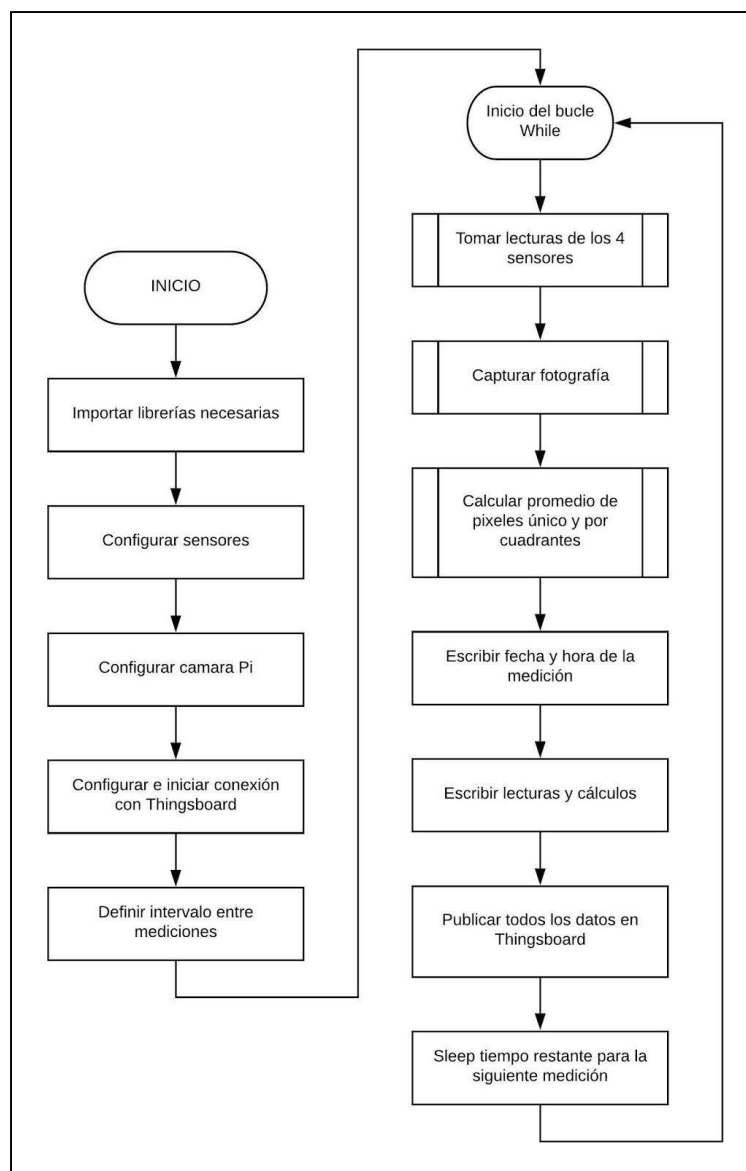


Figura 4.1. Diagrama de flujo del programa principal del dispositivo THIS.

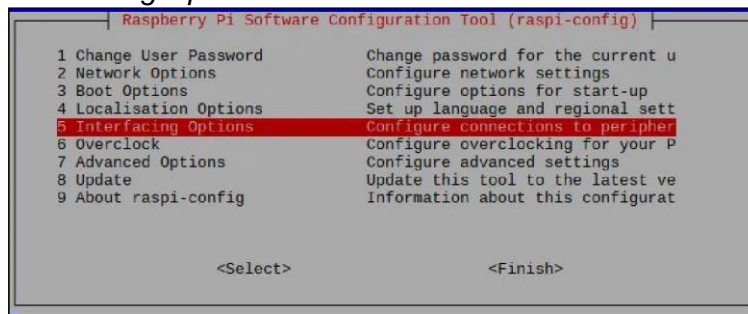
3. 2. Instalación de librerías

Antes de iniciar con la instalación de las librerías, es necesario asegurar que todos los paquetes de la Raspberry Pi 3 están actualizados, para ello se usan los comandos `sudo apt-get update` y `sudo apt-get upgrade` en la terminal. Una vez actualizados los paquetes, se puede proceder con la instalación de las librerías.

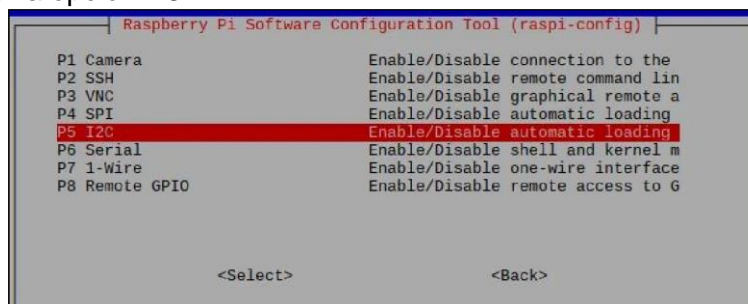
3. 2. 1. Protocolo I2C

El primer paso será activar la conexión por I2C en la Raspberry Pi 3. Se deben seguir los siguientes pasos:

1. Acceder a la herramienta de configuración, ejecutar el comando `sudo raspi-config`
2. Seleccionar *Interfacing Options*



3. Seleccionar la opción *P5*



4. Confirmar la habilitación de la interfaz
5. Reiniciar el sistema de la Raspberry Pi

3. 2. 2. Remote GPIO

Para activar el acceso remoto a los pines GPIO de la Raspberry es necesario seguir los pasos mencionados para el protocolo I2C, con la diferencia de que en el paso 3 se debe seleccionar la opción P8.

3. 2. 3. Librerías CircuitPython (board y busio)

Para instalar las librerías de CircuitPython es necesario ejecutar las siguientes líneas en la terminal.

```
1. cd ~
2. sudo pip3 install --upgrade adafruit-python-shell
3. wget https://raw.githubusercontent.com/adafruit/Raspberry-Pi-Installer-Scripts/master/raspi-blinka.py
4. sudo python3 raspi-blinka.py
```

Una vez realizado lo anterior se podrá hacer uso de las librerías *board* y *busio*.

3. 2. 4. Librería Numpy

Para la instalación de la librería *numpy* en la Raspberry solo será necesario ejecutar el comando `sudo pip3 install numpy` en la terminal.

3. 2. 5. Librería *adafruit_ads1x15*

Esta librería es necesaria para el uso del ADS1115 y para instalarla basta con ejecutar el comando `sudo pip3 install adafruit-circuitpython-ads1x15` en la terminal.

3. 2. 6. Librería Paho-mqtt

Esta librería es necesaria para el envío de datos a Thingsboard mediante Wi-Fi. Se instala únicamente usando el comando *sudo pip3 install paho-mqtt* en la terminal.

3. 2. 7. Librería opencv-python 4.5.1.48

Esta librería se utiliza para realizar las funciones de la cámara Pi, su instalación también es muy sencilla, basta con ejecutar el comando *sudo pip3 install opencv-python* en la terminal.

3. 3. Requerimientos necesarios para ejecutar la programación del dispositivo

1. Verificar instalación correcta de librerías a utilizar
2. Comprender la lógica de programación en python
3. Tener en cuenta que un indentado correcto inuye en la programación
4. Ante algún error, probar programación por separado
5. Colocar nombres fáciles de recordar en las funciones

REFERENCIAS

Montoro, A. F. (2012). Python 3 al descubierto. México: Alfaohmega Grupo Editor.

Corona, L. (2014). Sensores y actuadores. México: Grupo Editorial Patria S.A. de C.V.

Aranda, D. (2014). Electrónica: plataformas Arduino y Raspberry. Buenos Aires: DÁLAGA

Bentley, R. E. (1998). Temperature and Humidity Measurment. Australia: Springer

Fernández, J. R. (2012). Instalaciones Domóticas. Madrid: Paraninfo

Ortega, J. E. (2002). Predicción y evaluación de impactos ambientales sobre la atmosfera.
Cordoba: Encuentro.

ANEXOS

ANEXO A. PROGRAMACIÓN DEL DISPOSITIVO THIS

```
##### Importar librerías
import time import busio import board import
numpy as np import SDL_Pi_HDC1000 import
adafruit_ads1x15.ads1115 as ADS from
adafruit_ads1x15.analog_in import AnalogIn
import gy30_bh1750 import
paho.mqtt.client as mqtt import
json from datetime import datetime
import cv2 import camarapi_THIS
as camera
##### Fin

##### Configuración sensor temperatura y humedad
hdc1000 = SDL_Pi_HDC1000.SDL_Pi_HDC1000()
##### Fin

##### Configuración para sensor de sonido i2c
= busio.I2C(board.SCL, board.SDA)
ads = ADS.ADS1115(i2c) ads.gain
= 1
chan = AnalogIn(ads, ADS.P0)

def readSPL():
    value = ((chan.value * 32768) / 1023) *
    0.000001250039 spl_dB = (np.log10(value/0.000020)) *
    20 return spl_dB
##### Fin

##### Thingsboard
THINGSBOARD_HOST = 'iot.ier.unam.mx'
UNIQUE_ID = 'a5194240-081a-11eb-9c3f-d1ead9980bc3'
ACCESS_TOKEN = 'JpaErOQ6qDid8JXZW1Lu'

sensor_data = {'Humedad Relativa': 0, 'Temperatura': 0, 'Iluminacion': 0, 'Promedio Pixeles': 0,
'Nivel Sonoro': 0} #Debe poseer el mismo texto que "sensor_data" para poderse sobre escribir
el valor
client = mqtt.Client(UNIQUE_ID, False)
client.username_pw_set(ACCESS_TOKEN, password=None)

##### Tiempo entre mediciones
INTERVAL = 300 #Intervalo entre mediciones en segundos
next_reading = time.time() #Tiempo al iniciar

client.connect(THINGSBOARD_HOST, 1883, 60, "")
client.loop_start() try: while True:
```



```

    TL = hdc1000.readTemperature() # Lectura temperatura      HL =
hdc1000.readHumidity()      # Lectura humedad
    lightLevel = gy30_bh1750.readLight() # Lectura iluminación
    dB = readSPL()          # Lectura sonido

    ##### Camara      Pi
nombre_foto = 'foto.png'

    camera.captura_foto(nombre_foto) # Captura foto
imagen = cv2.imread(nombre_foto)      gris =
cv2.cvtColor(imagen, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    cv2.imwrite('foto_grises.png',gris)  alto  =
gris.shape[0]
    ancho = gris.shape[1]

    avg1 = camera.prom_pixeles(gris,alto,ancho)      # Promedio de pixeles único

    cuadrantes = 16
    avg_cuadrantes = camera.cuadrantes_pix(gris,cuadrantes,alto,ancho) #Promedio
por cuadrantes
    ##### Fin

    ##### Escribir la fecha
    fecha = datetime.now()
    formato = fecha.strftime('Hora: %H:%M:%S Fecha: %d/%m/%Y, ')
    print(formato)
    ##### Fin

    ##### Escribir lecturas
    print()
    print("Temperatura   : " + format(TL, '.4f') + " C")  print("Humedad
Relativa   : " + format(HL, '.4f') + " %")      print("Nivel de Luz   : " +
format(lightLevel, '.4f')      + " lx")
    print("Nivel sonoro   : " + format(dB, '.4f')          + ' dB')
    print()
    print("Promedio de pixeles único: " + format(avg1, '.4f'))
    print("Por cuadrantes: ")
    camera.escribe_matriz(cuadrantes,avg_cuadrantes)
    print() print()
    ##### Fin

    ##### Publicar en Thingsboard
    sensor_data['Temperatura'] = TL    sensor_data['Humedad Relativa'] =
HL    sensor_data['Iluminacion'] = lightLevel
    sensor_data['Promedio Pixeles'] = avg1

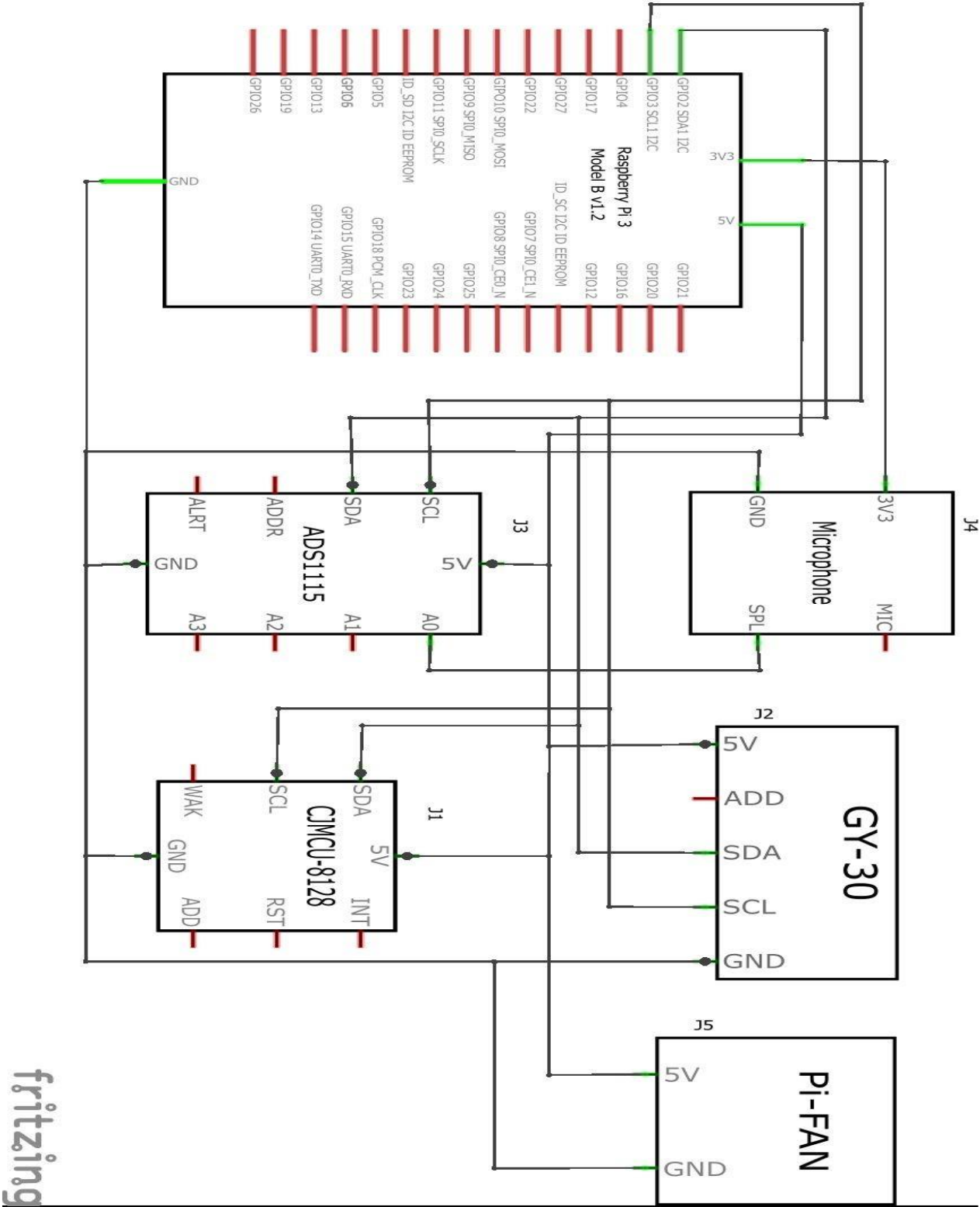
```

```
sensor_data['Nivel Sonoro'] = dB    time.sleep(1)
    client.publish('v1/devices/me/telemetry', json.dumps(sensor_data))
    time.sleep(1)
    ##### Fin

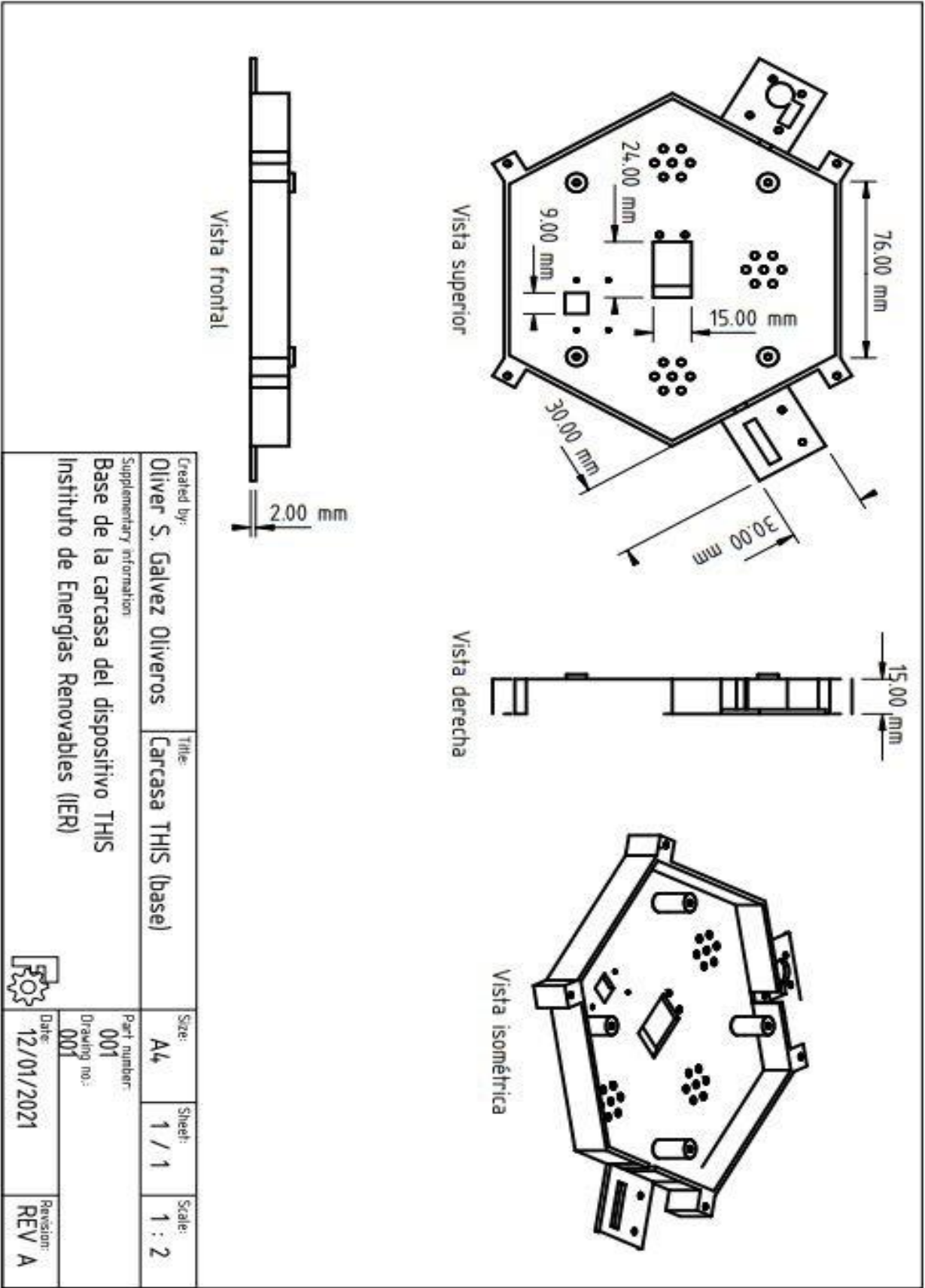
    next_reading += INTERVAL # Siguiente medición
    sleep_time = next_reading - time.time() # Tiempo restante para la siguiente
medición    if sleep_time > 0:
time.sleep(sleep_time) # Tiempo de espera para la siguiente medición except KeyboardInterrupt:
    pass

client.loop_stop()
client.disconnect()
```

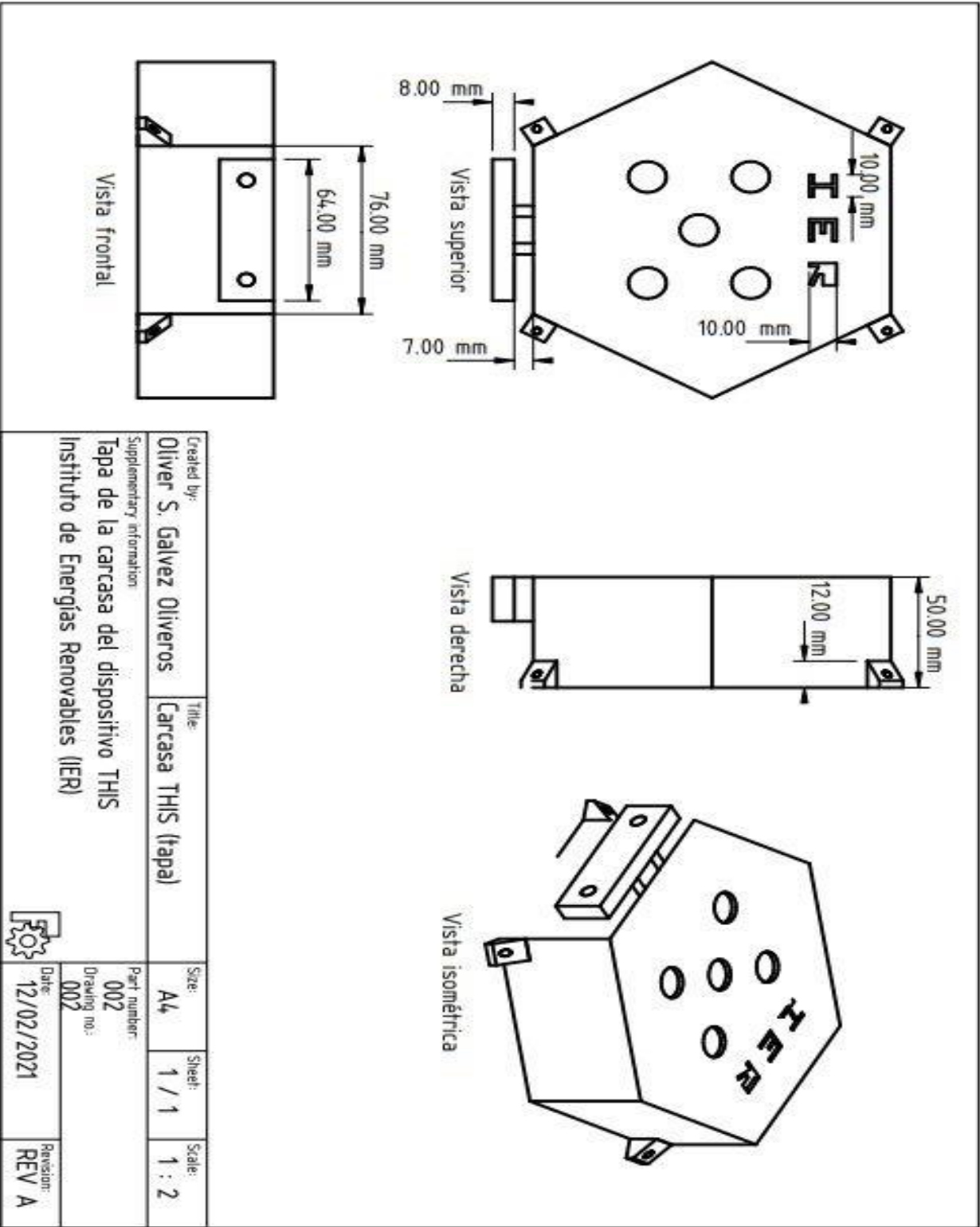
ANEXO B. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL DISPOSITIVO THIS






ANEXO C. DISEÑO DE LA CARCASA DEL DISPOSITIVO THIS

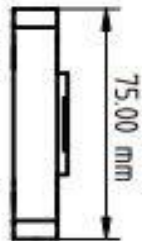


ANEXO DISEÑO DE LA CARCASA DE LA RASPBERRY Pi 3

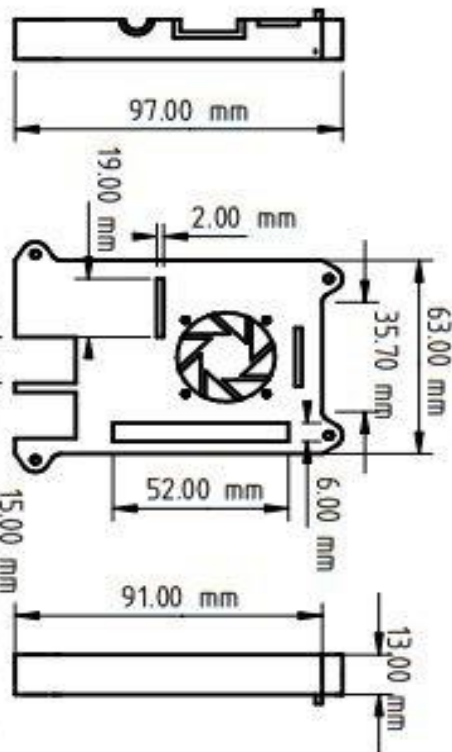




Created By:	Title:	Size:	Sheet:	Scale:
Oliver S. Galvez Oliveros	Carcasa Raspberry Pi 3	A4	1 / 1	1 : 2
Supplementary information:				
Base de la carcasa de la Raspberry Pi 3				
Instituto de Energías Renovables (IER)				
		Part number:	Revision:	
		003	REV A	
		Drawing no.: 003	Date: 12/02/2021	



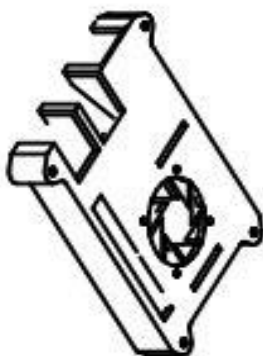
Vista superior



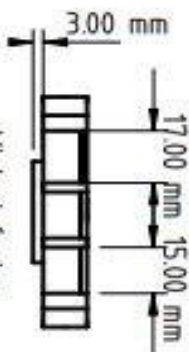
Vista izquierda

Vista frontal

Vista derecha



Vista isométrica



Vista inferior

Created by: **Oliver S. Galvez Oliveros**
 Title: **Carcasa Raspberry Pi 3**
 Supplementary information:
Tapa de la carcasa de la Raspberry Pi 3
Instituto de Energías Renovables (IER)



Size:	A4	Sheet:	1 / 1	Scale:	1 : 2
Part number:	004	Drawing no.:	004	Revision:	REV A
Date:	12/02/2021				