



Trabajo de Investigación

- **Tema:** Monitoreo de contaminación ambiental usando una plataforma IoT con Raspberry Pi y nodos sensores NODEMCU
- **Curso:** Sistemas Embebidos
- **Profesor:** Rubén Eusebio Acosta Jacinto
- **Integrantes:**
 - Jaime Alonso Ocaña Huarachi
 - Sergio Ricardo Melendres Cózar
 - Cristhian Edwin Bernal Saravia
 - Jose Alejandro Sanchez Torres
- **Ciclo:** 2019-2

CONTENIDO

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. OBJETIVOS**
 - 2.1. OBJETIVO GENERAL**
 - 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**
- 3. MARCO TEÓRICO**
- 4. DISEÑO DEL SISTEMA**
 - 4.1. ESQUEMA DEL HARDWARE**
 - 4.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL FIRMWARE Y SOFTWARE**
 - 4.3. CALIBRACIÓN DE SENSORES**
 - 4.4. EMPAQUETADO DEL CIRCUITO**
 - 4.5. PLACA DEL SENSOR MQ-7**
- 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES**
 - 5.1. EVIDENCIAS**
- 6. CONCLUSIONES**
- 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Introducción:

En la actualidad, la contaminación ambiental se ha vuelto uno de los problemas principales para el mundo, el cual afecta directamente a los ecosistemas y a la salud de las personas. El efecto que tiene en los ecosistemas es el cambio de temperatura, mayor proporción de rayos UV entrantes al planeta, aire contaminado, entre otros. Asimismo, estos cambios pueden generar problemas respiratorios, en la piel, etc. Por esta razón, Efectuar mediciones de calidad del aire en ambientes donde la mayor cantidad de personas transitan es importante para poder saber la gravedad de las enfermedades que se podrían contraer y tomar medidas preventivas o correctivas sobre la contaminación en ese espacio. Para esto en este trabajo se implementará un sistema de monitoreo ambiental, utilizando sensores de calidad de aire, sensor de intensidad de rayos UV, sensor de temperatura y humedad. Además, se utilizará un módulo GPS para poder obtener la ubicación del lugar afectado ,y todos los datos extraídos de este dispositivo y de los sensores serán enviados mediante tecnologías de internet de las cosas (IoT). Todos estos datos serán almacenados en una placa electrónica Raspberry Pi que será utilizada como un servidor web. Cabe señalar que el uso de IoT se ha convertido en el enlace entre las cosas físicas e interacción entre las personas o entre las mismas cosas. Bajo este concepto del IoT podemos monitorear y manipular cosas remotamente a través de internet. A continuación, se describirán los objetivos, el marco teórico, el diseño del hardware, software y firmware, resultados, discusiones ,y conclusiones para llevar a cabo la implementación del sistema de monitoreo ambiental.

2. Objetivos:

2.1. Objetivo General:

Implementar un prototipo de un sistema de monitoreo de contaminación ambiental usando internet de las cosas (IoT) para transmitir datos de variables ambientales proveniente de sensores.

2.2. Objetivo Específico:

- Calibración de los sensores a utilizar para la correcta medición.
- Medir la cantidad de CO que hay presente en el ambiente mediante un sensor de calidad de aire,
- Medir la intensidad de radiación de rayos UV en el ambiente mediante un sensor de rayos UV.
- Medir la temperatura y humedad del ambiente.
- Obtener la ubicación de la zona de donde provienen las variables ambientales de los sensores mediante un módulo GPS
- Transmitir los datos obtenidos por internet mediante dispositivos IoT.

3. Marco Teórico:

3.1. CO

El monóxido de carbono es un gas incoloro, que se encuentra dentro de los agentes de mayor contaminación de la atmósfera terrestre. Se produce principalmente por la combustión incompleta de los combustibles como la madera, petróleo, gas, carbón y la gasolina o el Diesel que son la mayor fuente de las emisiones de CO.

3.2. Rayos UV

La radiación ultravioleta es la energía electromagnética emitida a longitudes de onda menores que la correspondiente a la visible por el ojo humano que se encuentra entre 100 y 360 nm. La radiación solar es la principal fuente de emisión de los rayos ultravioleta e incluyen los rayos UVA, UVB y UVC. Aproximadamente 95% de los rayos ultravioleta recibidos en la Tierra son UVA y sólo el 5% UVB. Los rayos ultravioleta UVC son bloqueados por la capa de ozono atmosférico. La radiación ultravioleta también proviene de lámparas solares o camas de bronceado. Cabe señalar que, estudios epidemiológicos han establecido una relación causal entre la exposición solar y todos los principales tipos de cáncer de piel. La radiación UVB es uno de

los principales factores implicados en el cáncer de piel, ya que son capaces de alterar el ADN de las células epidérmicas y producir mutaciones específicas.

3.3. Temperatura y Humedad

La temperatura atmosférica es el indicador de la cantidad de energía calorífica acumulada en el aire. Aunque existen otras escalas para otros usos, la temperatura del aire se suele medir en grados centígrados (°C) y, para ello, se usa un instrumento llamado termómetro. La temperatura depende de diversos factores, por ejemplo, la inclinación de los rayos solares. También depende del tipo de sustratos (la roca absorbe energía, el hielo la refleja), la dirección y fuerza de los vientos, la latitud, la altura sobre el nivel del mar, la proximidad de masas de agua, etc.

3.4. Sistema GPS:

El sistema de posicionamiento global (GPS) está formado por 24 satélites que se encuentran circulando la Tierra a 20200 km de altitud. Estos satélites están distribuidos en grupos de 4 para cubrir toda la superficie terrestre en 6 órbitas diferentes. Los mensajes que envían los satélites son tramas de información la cual consiste de números y letras, los cuales son interpretados por los dispositivos receptores GPS para conocer su ubicación. Adicionalmente en esta trama se envía un almanaque GPS que indica la posición y el estado del resto de satélites, permitiendo al receptor enlazarse completamente con el sistema de posicionamiento. Se debe saber que para una correcta ubicación espacial es necesaria la señal o mensajes de al menos 4 satélites, de tal forma que con los mensajes de tres satélites el receptor GPS pueda realizar un proceso de triangulación para obtener su posición (latitud, longitud y altitud), mientras que con el mensaje del cuarto satélite el receptor sincronizará su reloj para obtener una ubicación más exacta.

3.5. Access Point

Un punto de acceso es un dispositivo que interconecta otros dispositivos de comunicación inalámbrica para formar una red inalámbrica. Normalmente un WAP también puede conectarse a una red cableada, y puede transmitir datos entre los dispositivos conectados a la red cable y los dispositivos inalámbricos. Asimismo, permiten la conexión de dispositivos inalámbricos a la WLAN, como: teléfonos celulares modernos, Netbook, Laptop, PDA, Notebook e inclusive otros Access Point para ampliar las redes.

3.6. Servidor Web

Un servidor, como la misma palabra indica, es un ordenador o máquina informática que está al “servicio” de otras máquinas, ordenadores o personas llamadas clientes y que le suministran a estos, todo tipo de información. Un servidor web almacena principalmente documentos HTML (son documentos a modo de archivos con un formato especial para la visualización de páginas web en los navegadores de los clientes), imágenes, videos, texto, presentaciones, y en general todo tipo de información. Además se encarga de enviar estas informaciones a los clientes.

4. Diseño del Sistema:

4.1. Esquema del Hardware

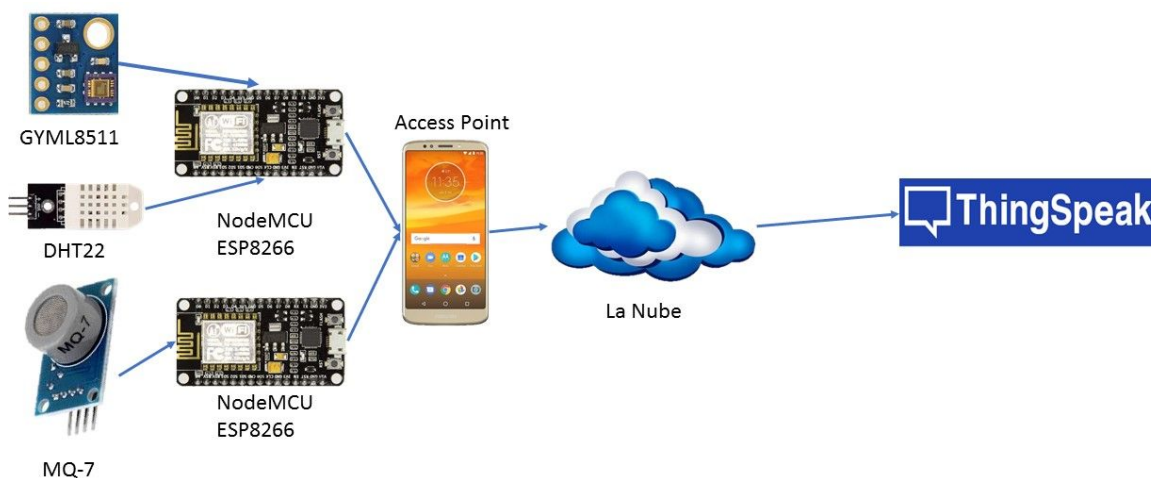


Fig 1. Diagrama de bloques de los sensores

Fuente: Elaboración propia

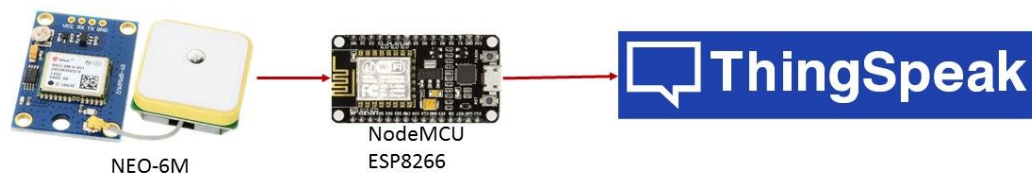


Fig 2. Conexión directa del sensor GPS al ThingSpeak

Fuente: Elaboración propia

4.2 Diagrama de Flujo del Firmware y software

MQ-7

Este sensor se encarga de la adquisición de los niveles de concentración de del gas de monóxido de carbono. Asimismo, para calibrar este sensor contiene un potenciómetro, el cual ajusta el nivel de concentración de este gas para evitar errores.

Condiciones de trabajo estándar:

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remark
V _c	circuit voltage	5V ± 0.1	Ac or Dc
V _H (H)	Heating voltage (high)	5V ± 0.1	Ac or Dc
V _H (L)	Heating voltage (low)	1.4V ± 0.1	Ac or Dc
R _L	Load resistance	Can adjust	
R _H	Heating resistance	33 Ω ± 5%	Room temperature
T _H (H)	Heating time (high)	60 ± 1 seconds	
T _H (L)	Heating time (low)	90 ± 1 seconds	
PH	Heating consumption	About 350mW	

Tabla 1. Condiciones de trabajo estándar para el funcionamiento del sensor MQ-7

Fuente: (Sparkfun,2010)

Características de sensibilidad:

symbol	Parameters	Technical parameters	Remark
Rs	Surface resistance Of sensitive body	2-20k	In 100ppm Carbon Monoxide
a (300/100ppm)	Concentration slope rate	Less than 0.5	Rs (300ppm)/Rs(100ppm)
Standard working condition	Temperature $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	relative humidity $65\% \pm 5\%$	RL: $10\text{K} \Omega \pm 5\%$
	Vc: $5\text{V} \pm 0.1\text{V}$	VH: $5\text{V} \pm 0.1\text{V}$	VH: $1.4\text{V} \pm 0.1\text{V}$
Preheat time	No less than 48 hours	Detecting range: 20ppm-2000ppm carbon monoxide	

Tabla 2. Características de sensibilidad para el funcionamiento del sensor MQ-7

Fuente: (Sparkfun,2010)

CONEXIONES DEL SENSOR MQ7

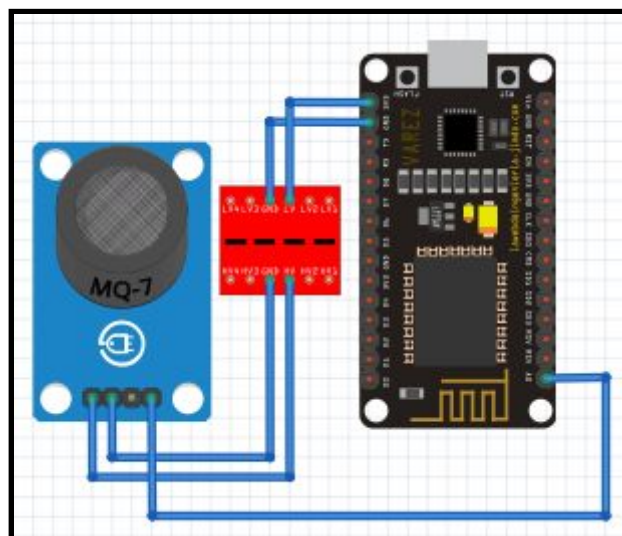


Fig 3. Conexiones del sensor MQ-7 con el NODENCU

Fuente: Elaboración propia

GYML8511

El sensor ML8511 detecta luz con una longitud de onda entre 280-390nm, este rango cubre tanto al espectro UV-B como al UV-A. La salida analógica está relacionada linealmente con la intensidad UV (mW/cm²).

Índices absolutos máximo

Parameter	Symbol	Condition	Rating	unit
Supply Voltage	V_{DD}	$T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$	-0.3 to +4.6	V
Input Voltage	V_I	$T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$	-0.3 to +4.6	V
Output Short Current	I_{OS}	$T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$	5	mA
Power Dissipation	P_D	$T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$	30	mW
Storage Temperature	T_{stg}	-	-30 to +85	$^{\circ}\text{C}$

Tabla 3. Valores límites de funcionamiento del sensor GYML8511

Fuente: (Sparkfun,2013)

Condiciones de operación recomendadas

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	unit
Operating Voltage	V_{DD}	2.7	3.3	3.6	V
Operating Temperature	T_a	-20	-	70	$^{\circ}\text{C}$

Tabla 4. Condiciones de operación del sensor GYML8511

Fuente: (Sparkfun,2013)

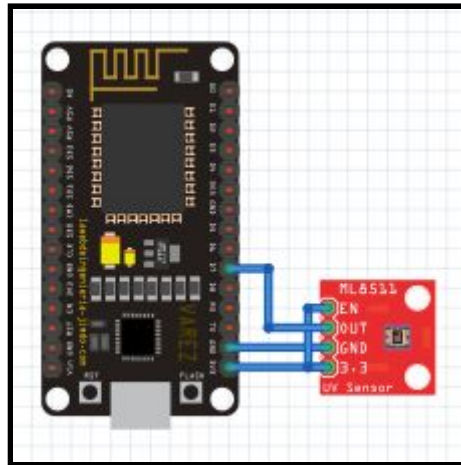
Características electro-ópticas

(V _{DD} =+2.7V to +3.6V, T _a = -20°C to +70°C)						
Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	unit
Supply Current (active mode)	I_{DDA}	$V_{EN}=V_{DD}$	-	300	500	μA
Supply Current (standby mode)	I_{DDs}	$V_{EN}=0$	-	0.1	1	μA
Input Voltage (High level)	V_{IH}	-	$V_{DD} \times 0.8$	-	$V_{DD} + 0.3$	V
Input Voltage (Low level)	V_{IL}	-	-0.2	-	0.72	V
High level input current	I_{IH}	$V_{EN}=V_{DD}$	-	-	1	μA
Low level input current	I_{IL}	$V_{EN}=0$	-1	-	-	μA
Wavelength of maximum sensitivity	λ_p	$T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$	-	365	-	nm
Output Setup Time	T_{SU}	$V_{EN}=V_{DD}$	-	-	1	ms
Output Voltage (Shading) *	V_{REF}	$T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{EN}=V_{DD}$	0.95	1.0	1.05	V
Output Voltage (10mW/cm ² at λ_p) *	V_O	$T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{EN}=V_{DD}$	2.08	2.2	2.32	V

Tabla 5. Características electro-ópticas del sensor GYML8511

Fuente: (Sparkfun,2013)

CONEXIONES DEL SENSOR UV



Fuente: Elaboración propia

DHT22

El DHT22 Sensor digital de temperatura y humedad. Utiliza un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire circundante, y muestra los datos mediante una señal digital en el pin de datos (no hay pines de entrada analógica). Es bastante simple de usar, pero requiere sincronización cuidadosa para tomar datos. El único inconveniente de este sensor es que sólo se puede obtener nuevos datos una vez cada 2 segundos, así que las lecturas que se pueden realizar serán mínimo cada 2 segundos.

Especificaciones básicas

Model	DHT22
Power supply	3.3-6V DC
Output signal	digital signal via single-bus
Sensing element	Polymer capacitor
Operating range	humidity 0-100%RH; temperature -40~80Celsius
Accuracy	humidity $\pm 2\%$ RH(Max $\pm 5\%$ RH); temperature ± 0.5 Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity $\pm 1\%$ RH; temperature ± 0.2 Celsius
Humidity hysteresis	$\pm 0.3\%$ RH
Long-term Stability	$\pm 0.5\%$ RH/year
Sensing period	Average: 2s
Interchangeability	fully interchangeable
Dimensions	small size 14*18*5.5mm; big size 22*28*5mm

Tabla 6.Especificaciones básicas del sensor DHT22

Fuente: (Sparkfun,2010)

CONEXIÓN DEL SENSOR DHT22

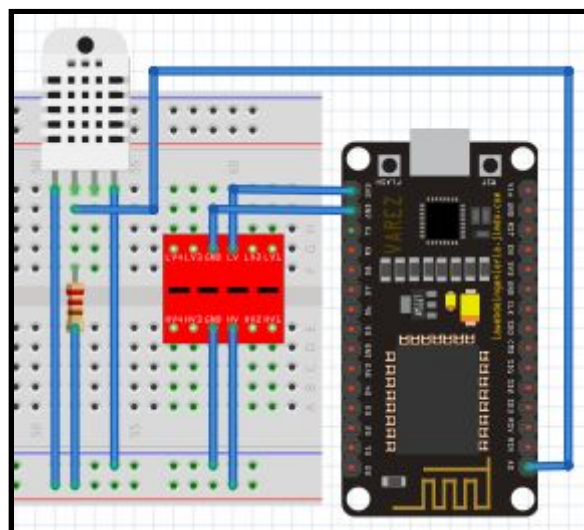


Fig 6. Conexión del sensor DHT22 con el NODEMCU

Fuente: Elaboración propia

NEO6MV2(GPS)

Módulo GPS GY-NEO6MV2. Se comunica mediante vía serial(Tx y Rx) con nuestro Nodemcu. Proporciona datos de longitud, latitud, hora, velocidad y curso, con una precisión de 2,5m en posición, 0,1 m/s en velocidad y 0,5° en orientación.

Especificaciones Técnicas:

- Power Supply Range: 3 V to 5 V
- Model: GY-GPS6MV2
- Ceramic antenna
- EEPROM for saving the configuration data when powered off
- Backup battery
- LED signal indicator
- Mounting Hole Diameter: 3 mm
- Default Baud Rate: 9600 bps
- Module size 23mm * 30mm
- Antenna size 12 * 12mm
- Cable:20mm

Fig 7. Especificaciones técnicas del GPS NEO6MV2

Fuente: (Epitran,2019)

SIM800L

El SIM800L módulo GSM / GPRS con antena es un módulo cuatribanda que permite agregar funcionalidades avanzadas de comunicación a través de la red celular, como mandar mensajes de texto, datos o realizar llamadas en un tamaño sumamente compacto.

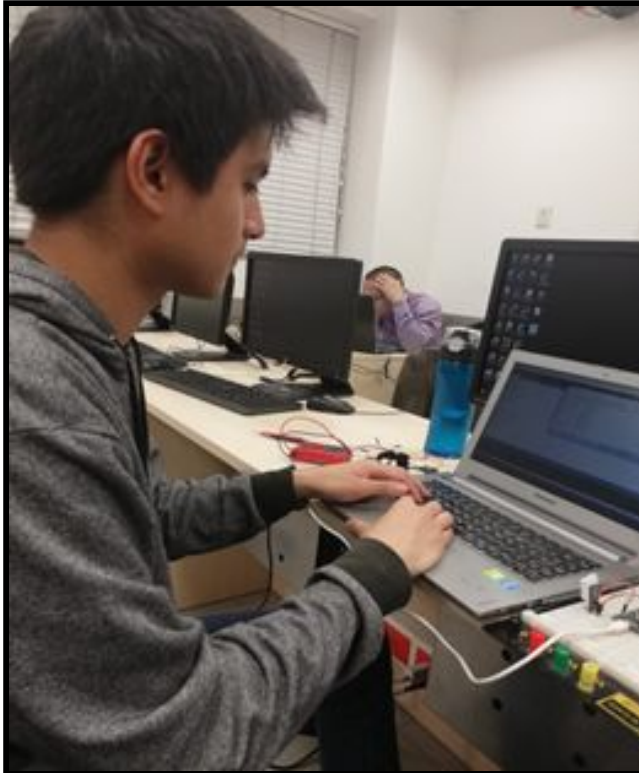
Especificaciones Técnicas

Feature	Implementation
Power supply	3.4V ~4.4V
Power saving	typical power consumption in sleep mode is 0.7mA (AT+CFUN=0)
Frequency bands	<ul style="list-style-type: none"> ● Quad-band: GSM 850, EGSM 900, DCS 1800, PCS 1900. SIM800L can search the 4 frequency bands automatically. The frequency bands can also be set by AT command "AT+CBAND". For details, please refer to document [1]. ● Compliant to GSM Phase 2/2+
Transmitting power	<ul style="list-style-type: none"> ● Class 4 (2W) at GSM 850 and EGSM 900 ● Class 1 (1W) at DCS 1800 and PCS 1900
GPRS connectivity	<ul style="list-style-type: none"> ● GPRS multi-slot class 12 (default) ● GPRS multi-slot class 1~12 (option)
Temperature range	<ul style="list-style-type: none"> ● Normal operation: -40°C ~ +85°C
	<ul style="list-style-type: none"> ● Storage temperature -45°C ~ +90°C
Data GPRS	<ul style="list-style-type: none"> ● GPRS data downlink transfer: max. 85.6 kbps ● GPRS data uplink transfer: max. 85.6 kbps ● Coding scheme: CS-1, CS-2, CS-3 and CS-4 ● PAP protocol for PPP connect ● Integrate the TCP/IP protocol. ● Support Packet Broadcast Control Channel (PBCCH) ● CSD transmission rates: 2.4, 4.8, 9.6, 14.4 kbps
CSD	<ul style="list-style-type: none"> ● Support CSD transmission
USSD	<ul style="list-style-type: none"> ● Unstructured Supplementary Services Data (USSD) support
SMS	<ul style="list-style-type: none"> ● MT, MO, CB, Text and PDU mode ● SMS storage: SIM card
SIM interface	Support SIM card: 1.8V, 3V
External antenna	Antenna pad
Audio features	<p>Speech codec modes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Half Rate (ETS 06.20) ● Full Rate (ETS 06.10) ● Enhanced Full Rate (ETS 06.50 / 06.60 / 06.80) ● Adaptive multi rate (AMR) ● Echo Cancellation ● Noise Suppression
Serial port and debug port	<p>Serial port:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Full modem interface with status and control lines, unbalanced, asynchronous. ● 1200bps to 115200bps. ● Can be used for AT commands or data stream. ● Support RTS/CTS hardware handshake and software ON/OFF flow control. ● Multiplex ability according to GSM 07.10 Multiplexer Protocol. ● Autobauding supports baud rate from 1200 bps to 57600bps. ● upgrading firmware <p>Debug port:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● USB_DM and USB_DP ● Can be used for debugging and upgrading firmware.
Phonebook management	Support phonebook types: SM, FD, LD, RC, ON, MC.
SIM application toolkit	GSM 11.14 Release 99
Real time clock	Support RTC
Timing functions	Use AT command set
Physical characteristics	<p>Size: 15.8*17.8*2.4mm</p> <p>Weight: 1.35g</p>
Firmware upgrade	Main serial port or USB port.

Tabla 7. Especificaciones técnicas del SIM800L

Fuente: (SIMCom,2013)

4.3 CALIBRACIÓN DE SENSORES



Nuestro compañero Melendrez calibrando el sensor DHT22 con el sensor de temperatura Johnson Controls de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, en el cual podemos observar que el error de temperatura es $\pm 1.6^{\circ}\text{C}$. Esto se puede evidenciar en las imágenes de la parte inferior.

Fig 8. Calibración de sensor DHT22

Fuente: Elaboración propia

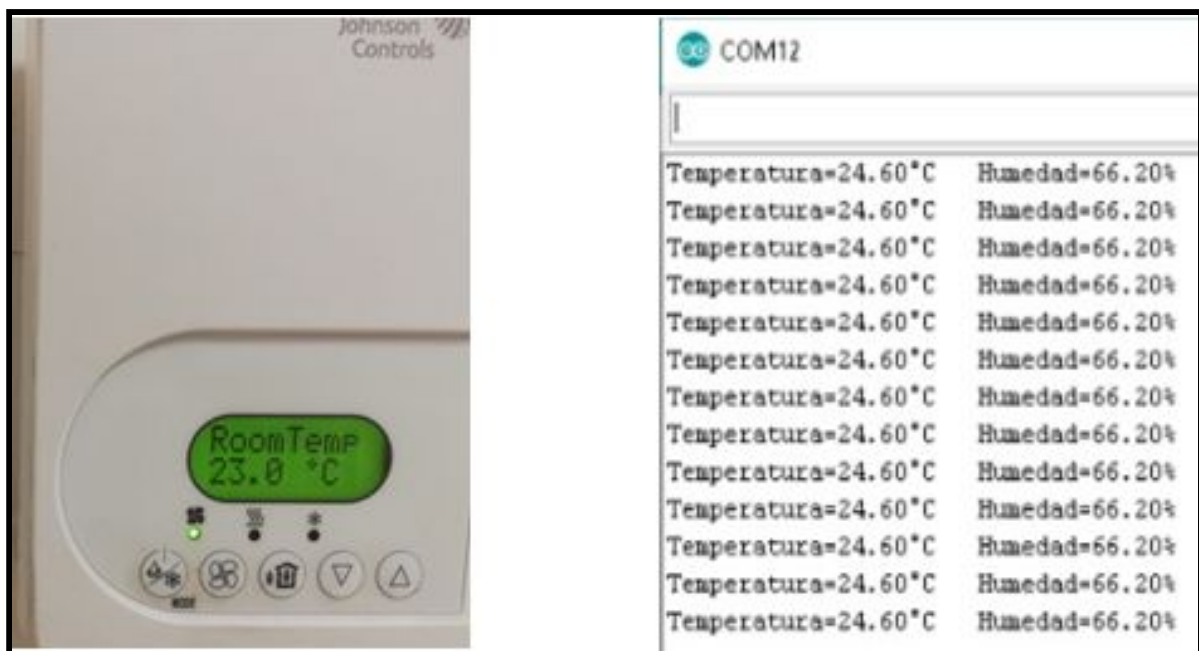


Fig 9. Validez de calibración del sensor DHT22

Fuente: Elaboración propia



Calibración del sensor UV (GYML8511) para ello se requería saber el valor real de intensidad de radiación U, entonces se eligió a los datos que publica el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) en donde se puede apreciar que el error es de $\pm 0.6 \text{ IUW/cm}^2$ como se observa en la imagen inferior.

Fig 10. Calibración del sensor GYML8551

Fuente: Elaboración propia

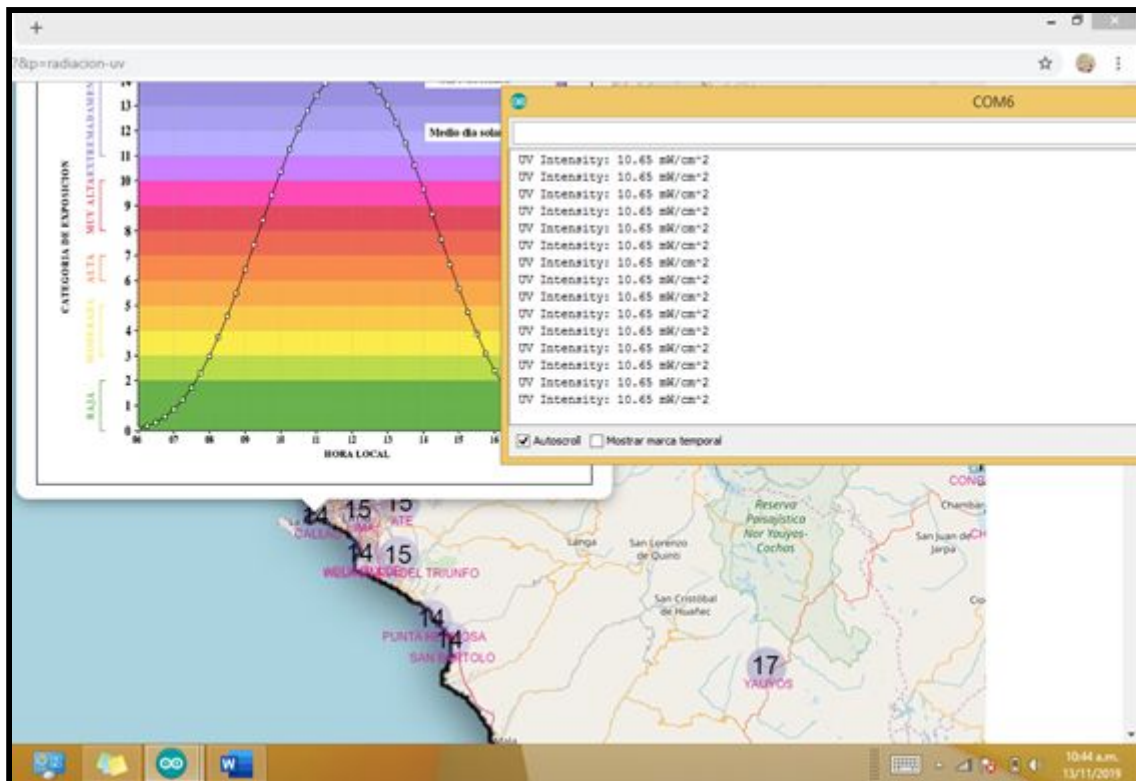


Fig 11. Validez de calibración del sensor GYML8551

Fuente: Elaboración propia

4.4. DISEÑO DE SOFTWARE:

Código DHT22 para calibrar

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include "DHT.h"
#define DHTTYPE DHT22
#define DHTPIN D7
#define TEMP V0
#define HUME V1

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
}

void loop() {
  float var_t=dht.readTemperature();
  float var_h=dht.readHumidity();
  Serial.print("Temperatura=");
  Serial.print(var_t);
  Serial.print("°C Humedad=");
  Serial.print(var_h);
  Serial.print("%");
  Serial.println(" ");
  delay(500);
}
```

Fig 12. Código para calibrar el sensor DHT22.

Fuente: Elaboración propia

Código GYML8511 para calibrar

```
int UVsensorIn = A0; //Output from the sensor

void setup()
{
  pinMode(UVsensorIn, INPUT);
  Serial.begin(9600); //open serial port, set the baud rate to 9600 bps
}

void loop()
{
  int uvLevel = averageAnalogRead(UVsensorIn);

  float outputVoltage = 3.3 * uvLevel/1023;
  float uvIntensity = mapfloat(outputVoltage, 0, 3.3, 0.0, 15.0);

  Serial.print(" UV Intensity: ");
  Serial.print(uvIntensity);
  Serial.print(" mW/cm^2");
  Serial.println();
  delay(200);
}

//Takes an average of readings on a given pin
//Returns the average
int averageAnalogRead(int pinToRead)
{
  byte numberOfReadings = 8;
  unsigned int runningValue = 0;
```

```
  for(int x = 0 ; x < numberOfReadings ; x++)
    runningValue += analogRead(pinToRead);
  runningValue /= numberOfReadings;

  return(runningValue);
}

float mapfloat(float x, float in_min, float in_max, float out_min, float out_max){
  return (2*x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;
}
```

Fig 13. Código para calibrar el sensor GYML8511.

Fuente: Elaboración propia

Código del MQ-7 para calibrar:

```
#include <ESP8266WiFi.h>
String macID; //String donde se almacenara nuestra macID
float value1;
float value2;

void setup() {
  Serial.begin(115200); //Inicializacion y configuracion de puerto serial
}

void loop() {
  float sensorValue=0;
  float RS_air;
  float sensor_volt;
  float R0;
  delay(2000);
  int sensor= analogRead(A0);
  for(int i = 0; i <= 100; i++){sensorValue = sensorValue + sensor;}
  sensorValue = sensorValue/100.0; //get the avarage value
  sensor_volt = sensorValue/1024*5.0;
  RS_air = (5.0-sensor_volt)/sensor_volt;
  R0 = RS_air/(26+(1/3)); // Not sure how they came up with this ?
  float RS_gas = 0;
  float ratio = 0;
  sensor_volt = 0;
  sensorValue = 0;
  sensor_volt = 0;

  sensorValue = analogRead(A0);
  sensor_volt = sensorValue/1024*5.0;
  RS_gas = (5.0-sensor_volt)/sensor_volt;
  ratio = RS_gas/R0; //Replace R0 with the value found using the sketch above
  //Serial.print(ratio);
  //Serial.println("PPM:");
  value1 =ratio;
  Serial.println("MQ7");
  Serial.print(value1);
}
```

Fig 14. Código para calibrar el sensor MQ7.

Fuente: Elaboración propia

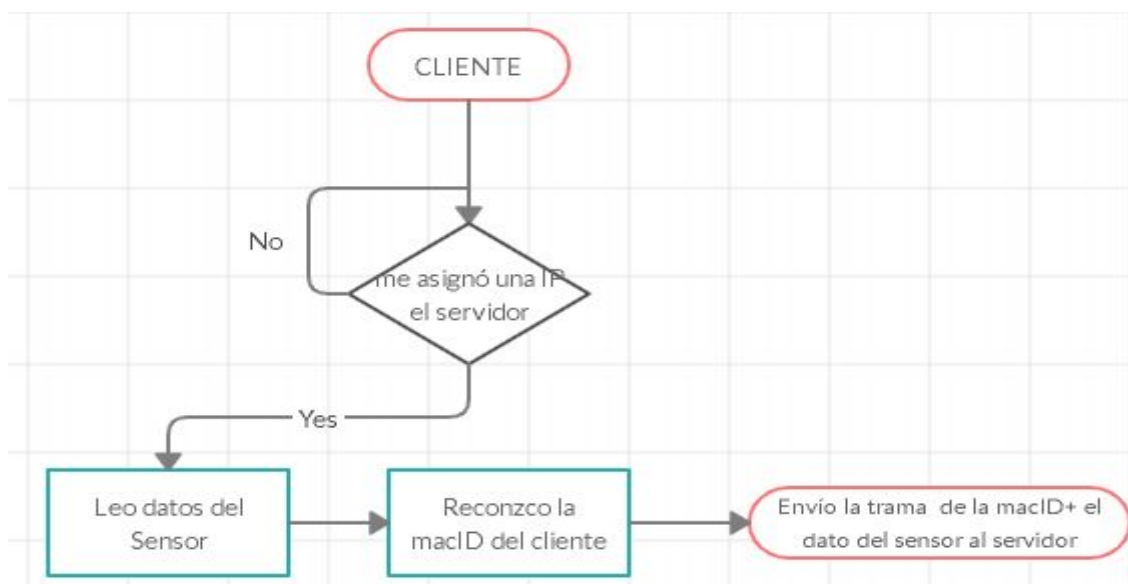


Fig 15. Diagrama de Flujo de los sensores clientes.

Fuente: Elaboración propia

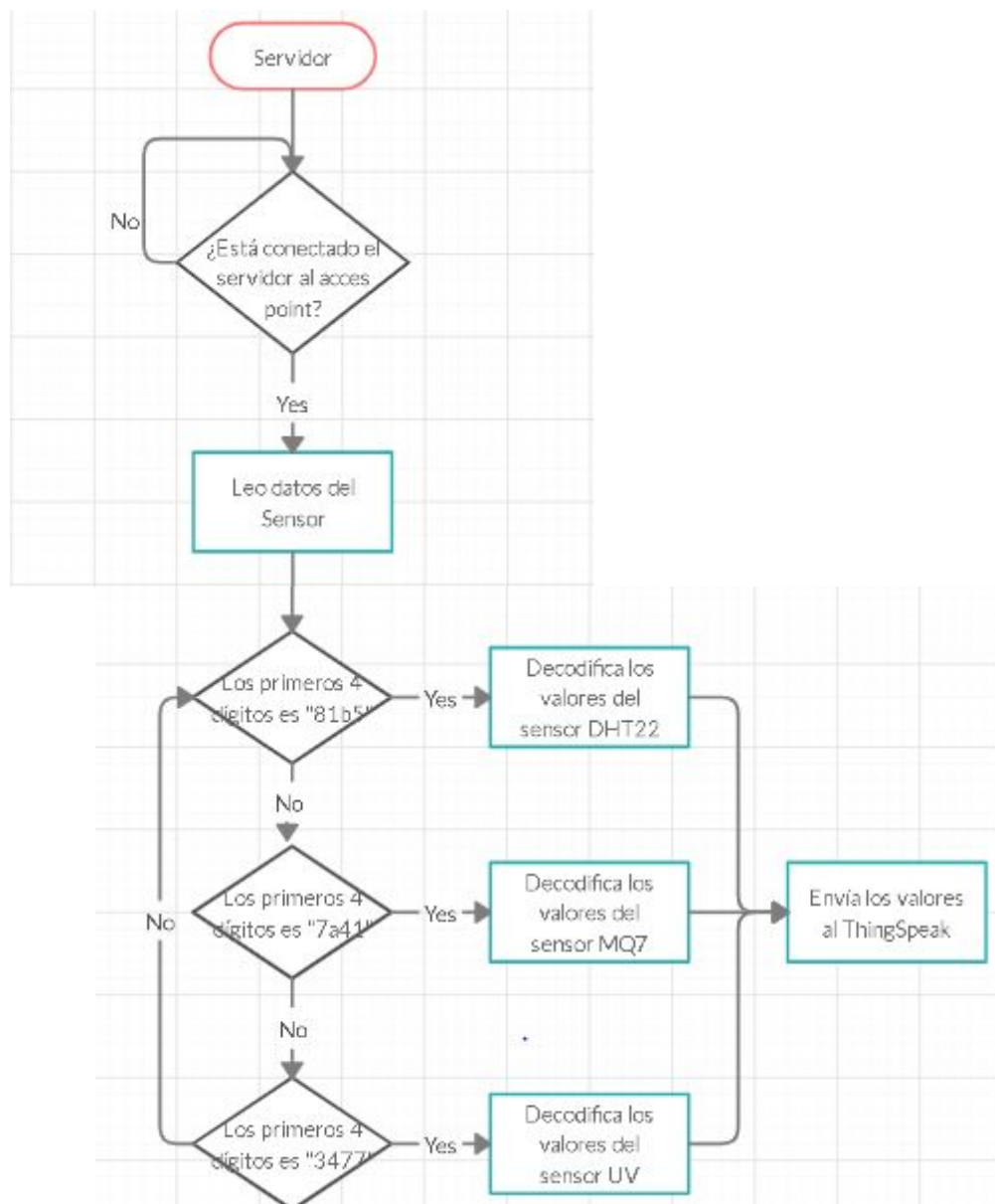


Fig 15. Diagrama de Flujo del envío de datos del servidor al ThingSpeak.

Fuente: Elaboración propia

4.5. Empaquetado del circuito

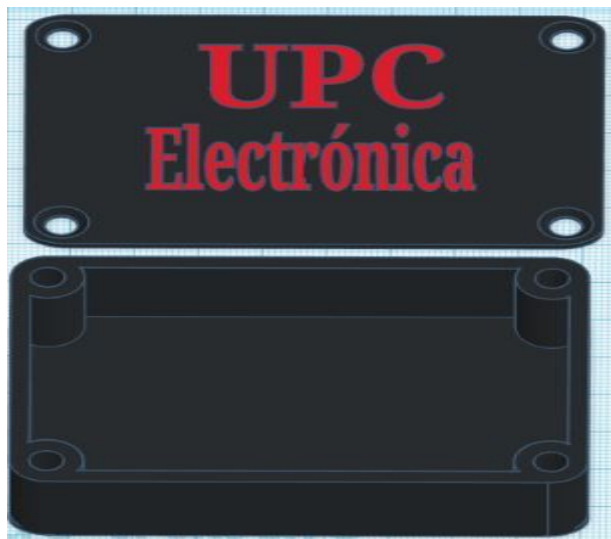


Fig 17. Empaquetado del circuito.

Fuente: Elaboración propia

4.6. Placa del sensor MQ-7

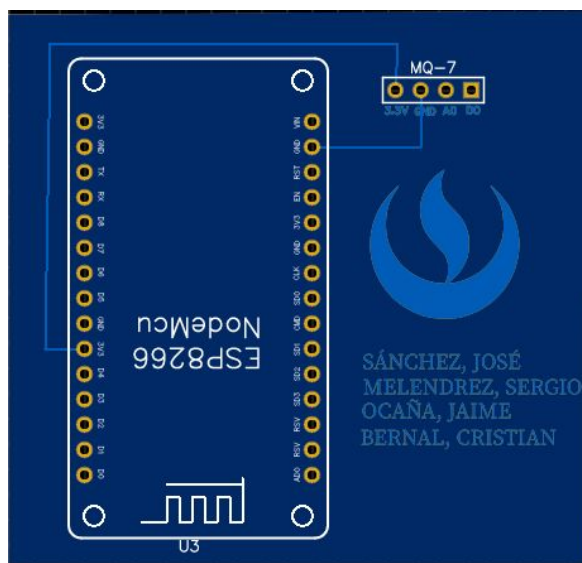


Fig 18. Placa del sensor MQ-7 parte frontal.

Fuente: Elaboración propia

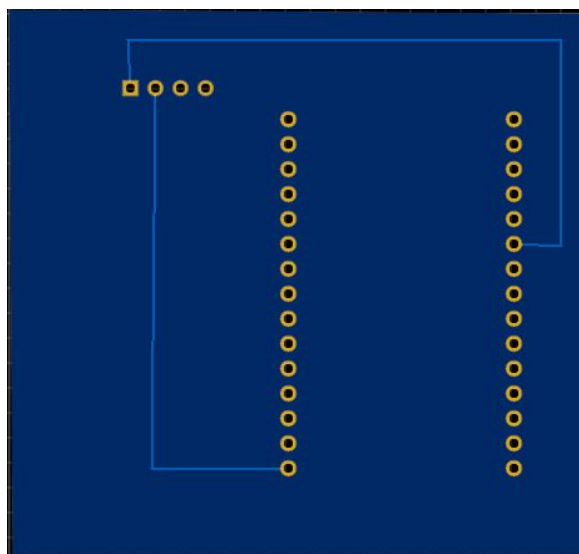


Fig 19. Placa del sensor MQ-7 parte trasera.

Fuente: Elaboración propia

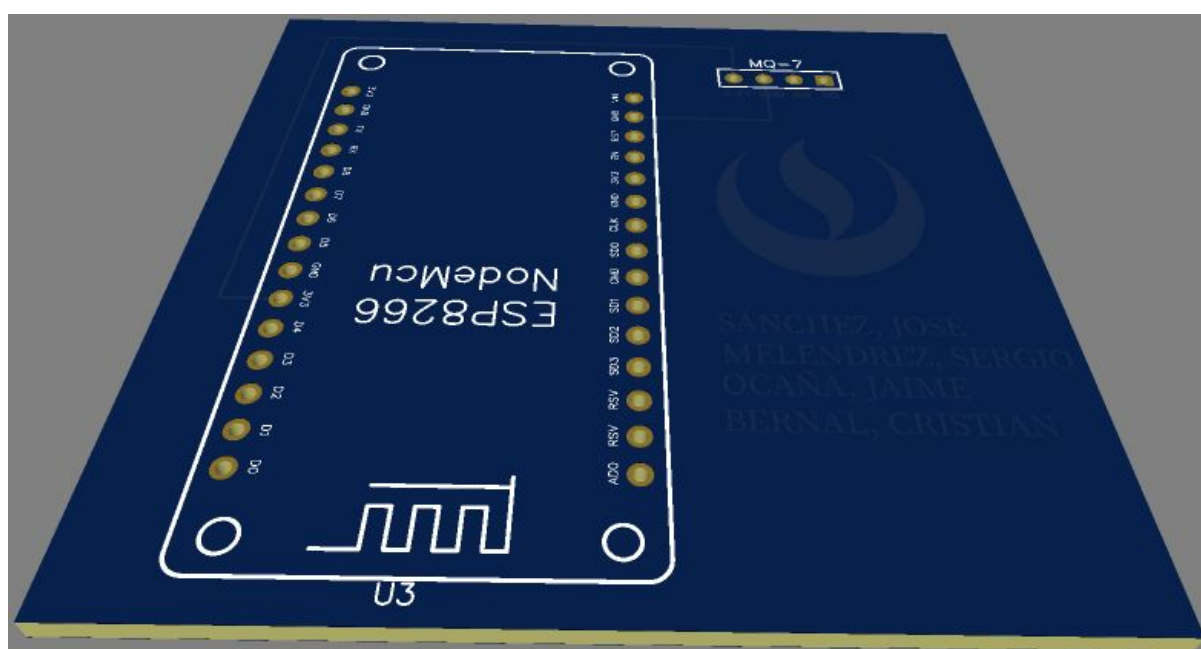
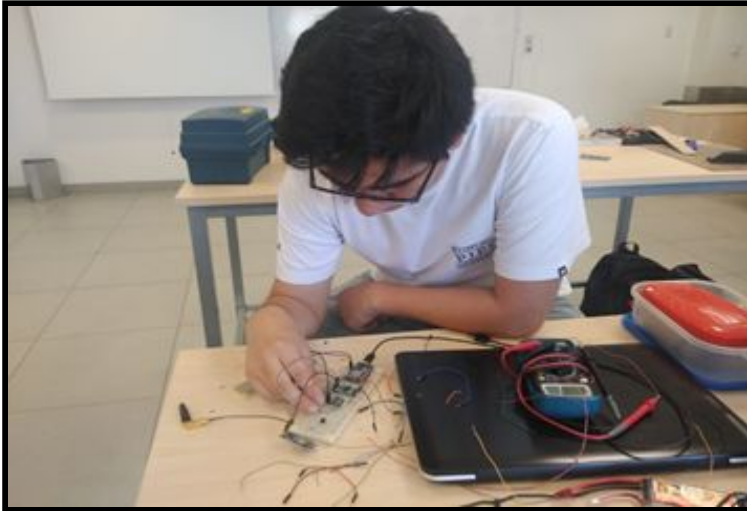


Fig 20. Placa del sensor MQ-7 en 3D.

Fuente: Elaboración propia

5. Resultados y Discusiones:

5.1. Evidencias:



En esta fotografía se puede apreciar como nuestro compañero Bernal está ensamblando el módulo NEO-6M(GPS) y SIM800L EVB para luego ser programado y se pueda enviar la información de la ubicación al Thingspeak.

Fig 21. Ensamble del GPS NEO6M.

Fuente: Elaboración propia



En esta imagen se puede observar como nuestros compañeros Sánchez y Meléndrez están acoplando los sensores DHT22, MQ-7 y GYML8511 en dos NODEMCU para que nuestro compañero Ocaña pueda recibir los datos.

Fig 22. Ensamble del sensor DHT22 y GYML8511.

Fuente: Elaboración propia



Aquí se puede ver como nuestro compañero Ocaña está recibiendo los datos para que luego pueda enviarlo al ThingSpeak

Fig 23. Recibiendo los datos del ThingSpeak.

Fuente: Elaboración propia

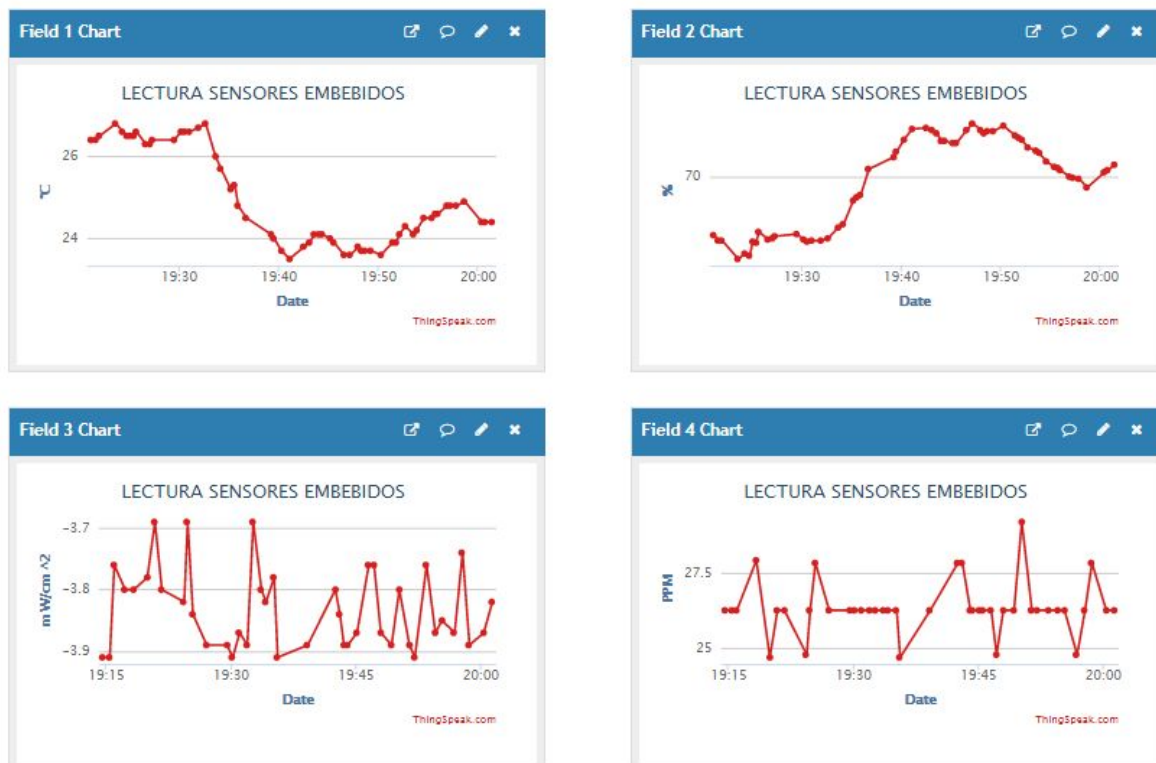


Fig. 24. Datos enviados del NODEMCU (Servidor) a la plataforma del ThingSpeak

Fuente: Elaboración propia

6. Conclusiones y Comentarios:

- Se logró calibrar todos los sensores (UV, DHT22 y MQ7) y mostrarlos en el ThingSpeak.
- Se tuvo problemas con el módulo GPS y el módulo SIM800, ya que al inicio no se podían enviar los datos al ThingSpeak. Para solucionarlo, se tuvo que cambiar la alimentación de los módulos para que puedan funcionar correctamente, ya que estos módulos trabajan con una corriente de 2A según datasheet.
- El sensor MQ7 es muy sensible a los cambios del ambiente. Por ejemplo, se obtuvo mediciones erróneas por estar cerca de la laptop, ya que por la salida del aire caliente de la laptop influenciaba en las medidas de dicho sensor.
- Se tuvo problemas con el módulo GPS, ya que la antena que viene por defecto con el módulo no es tan eficiente como otras; en otras palabras, no tiene gran alcance de la señal. Por esta razón, se tenía

que trabajar en lugares abiertos para no tener problemas con la lectura de la longitud y latitud y estas puedan ser enviadas al ThingSpeak.

- Para el sensor UV se tuvo que cambiar los parámetros que nos indicaba en diversas páginas de la web para así tener valores cercanos a las mediciones que realiza el SENAMHI.
- El sensor UV no puede estar expuesto directamente a la luz solar durante mucho tiempo, ya que puede generar daños al sensor
- Se debe de leer la información técnica de los sensores antes de hacer las pruebas de calibración
- Se puede corroborar que el sensor DHT22 tiene un error de mas o menos 2V.
-

7. Referencia Bibliográfica:

- Acero Deglado J., Reyes Larco C. (2016). *Sistema prototipo para el monitoreo inalámbrico de gases contaminantes del aire desarrollado bajo plataformas de hardware y software libre* (Título de Ingeniero) Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15208>
- Epitran (2019). *Datasheet del módulo NEO6MV2*. Recuperado de <https://www.epitran.it/ebayDrive/datasheet/NEO6MV2.pdf>
- Filipeflop (2013). *Datasheet del módulo SIM800L*. Recuperado de https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_SIM800L.pdf
- Lloret Bachs M. (2019). *Nodo de captación de datos contaminantes atmosféricos* (Título de Grado). Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/21417/133502/138645.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Qué es un servidor y cuáles son los principales tipos de servidores(2010). Recuperado de : https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=542:que-es-un-servidor-y-cuales-son-los-principales-tipos-de-servidores-proxydns-webftppop3-y-smtp-dhcp&catid=57&Itemid=179

- Sparkfun (2010). *Datasheet del sensor DHT22*. Recuperado de <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>
- Sparkfun (2013). *Datasheet del sensor GYML8511*. Recuperado de https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/LightImaging/ML8511_3-8-13.pdf
- Sparkfun (2010). *Datasheet del sensor MQ-7*. Recuperado de <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf>
- Tobón E., Martínez J. (2018). *Implementación de una plataforma colaborativa del internet de las cosas para la captura de variables ambientales para el Municipio Santiago de Cali* (Título de maestría) Recuperado de <http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/11843>