Último Entregable

PROYECTO COVIDBUS

Javier Roldán Marín

Iván Romero Pastor

• Introducción:

Hemos decidido realizar el proyecto de una compañía de autobuses con el nombre de CovidBus, para recalcar la comprometida situación en la que nos encontramos actualmente y el aprovechamiento de esto para poder introducir nuevas mejoras en estos, para aportar mayor seguridad y confianza a los consumidores, efectuando así un mayor y mejor uso de los transportes públicos para las personas.

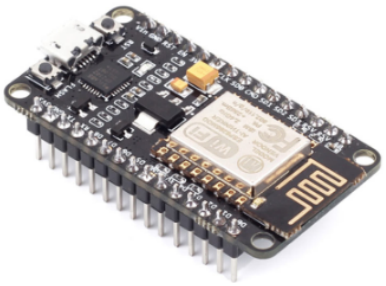
Por esto hemos desarrollado un dispositivo que vaya conectado al autobús que nos indique al usuario la proximidad del autobús a nosotros, con esto estimaremos el tiempo de espera en la parada. Podríamos consultar la temperatura dentro del autobús, así como de la humedad que hay en él.

Para evitar riesgo innecesario, el proyecto dispone de mensajes MQTT y botones virtuales para indicar si alguien quiere bajarse o subirse al autobús, para indicar si alguien quiere bajar o subir las ventanas del autobús y para comprobar la temperatura, humedad y nivel de gas dentro del mismo.

Todo ello con el fin de proporcionar al usuario información acerca del autobús, y así poder decidir si es más seguro coger un autobús u otro en estos tiempos que corren.

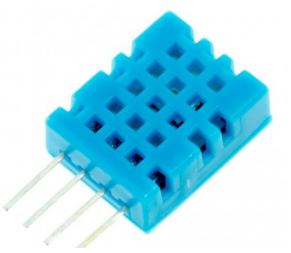
• HARDWARE EMPLEADO:

- ESP8266:



El ESP8266 es un chip Wi-Fi de bajo coste con pila TCP/IP completa y capacidad de MCU. Este pequeño módulo permite a los microcontroladores conectarse a una red Wi-Fi y realizar conexiones TCP/IP.

- DHT11:



El DHT11 es un sensor digital de temperatura y humedad. Muestra los datos mediante una señal digital en el pin de datos (no posee salida analógica) y solo es necesario conectar el pin VCC de alimentación a 3-5V, el pin GND a Tierra (0V) y el pin de datos a un pin digital en nuestro ESP8266.

- MQ2:

El MQ-2 Sensor de Gas tiene una sensibilidad especial para medir concentraciones de gas en el aire. Incluye una salida digital que se calibra con un potenciómetro en el módulo en conjunto con un Led indicador. La resistencia del sensor cambia de acuerdo a la concentración del gas en el aire.

- GPS GY-NEO6MV2 NEO-6M:

Módulo GPS 3v-5v, con antena de cerámica. El cual es utilizado para el cálculo de coordenadas que transmite dicho sensor. Usado para ver la posición en la que se encuentra el autobús.

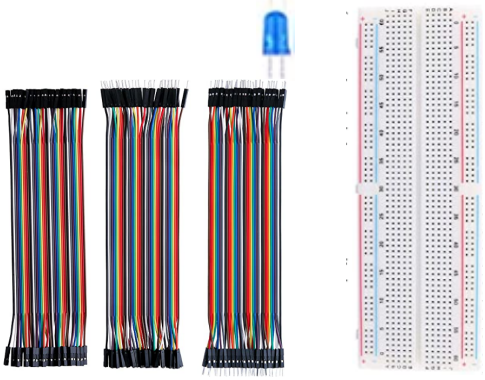
- Servo Motor:

Un servomotor es un tipo especial de motor que permite controlar la posición del eje en un momento dado. Está diseñado para moverse determinada cantidad de grados y luego mantenerse fijo en una posición. Utilizados en este proyecto para la simulación de la apertura y cierre de puertas y ventanas del autobús.

- Altavoz:

Se trata de un simple altavoz con pines de alimentación, tierra y señal. El pin de señal recoge los datos que le van llegando y los reproduce en forma de sonido. Este altavoz se escuchará cuando alguien quiera bajarse del autobús.

- Componentes varios:



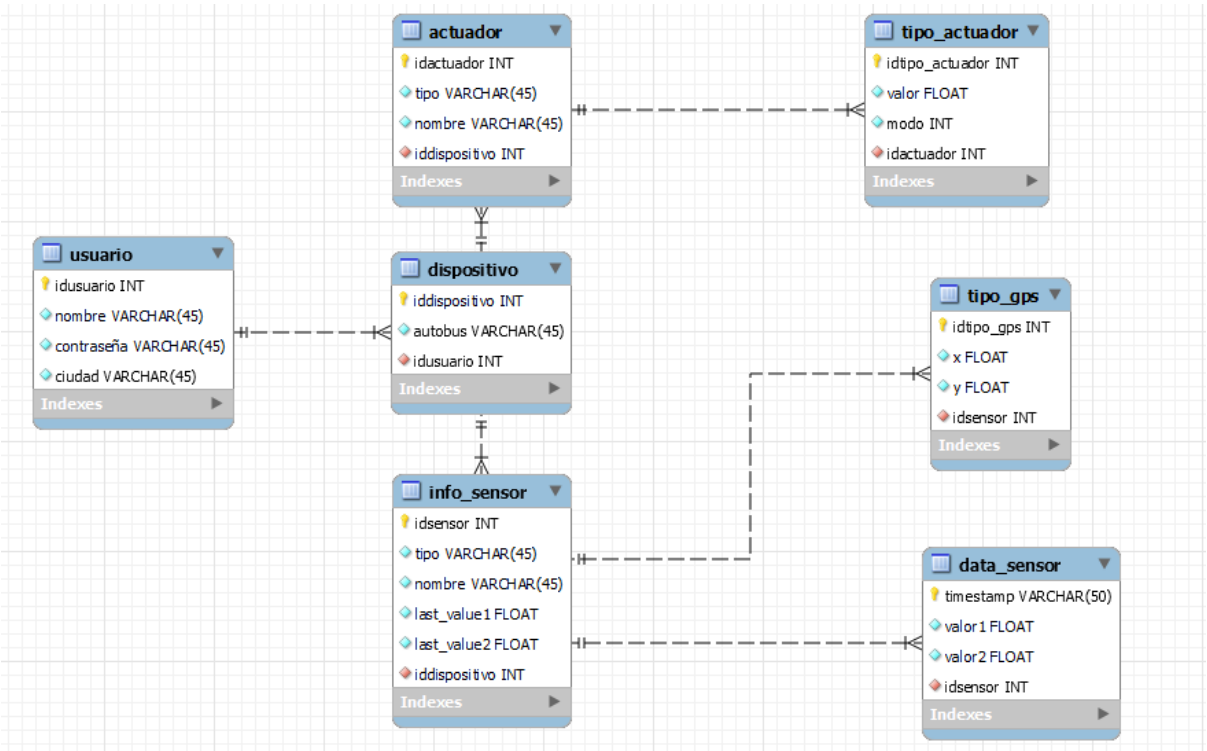
Componentes utilizados para interconectar el resto de sensores a la placa, así mismo del uso del led para el uso interacción del usuario con el dispositivo del autobús al requerir una acción.

• Base de datos:

Nuestra base de datos, se trata de una inicialmente simplificada con el fin de que no sea muy laborioso trabajar con ella. Por lo que, hemos creado las siguientes tablas:

- ➔ **Usuario:** Donde almacenaremos la información correspondiente de cada usuario de la aplicación.
- ➔ **Dispositivo:** Este irá colocado en cada autobús.
- ➔ **Info_Sensor:** Donde se fijará el tipo de sensor que es y a que dispositivo está conectado, así mismo de los dos últimos valores producidos por dicho sensor.
- ➔ **Data_Sensor y Tipo GPS:** Almacenan la información extraída de los sensores cada cierto tiempo(En este caso sensore tipo gps, humedad, temperatura..).
- ➔ **Actuador:** Donde se fijará el tipo de actuador que es y a que dispositivo está conectado.
- ➔ **Tipo_Actuador:** Almacenan la información extraída de los actuadores(Como actuadores tipo led, sonido).

Como resultado de todas estas tablas, obtenemos el siguiente diagrama UML de la base de datos:



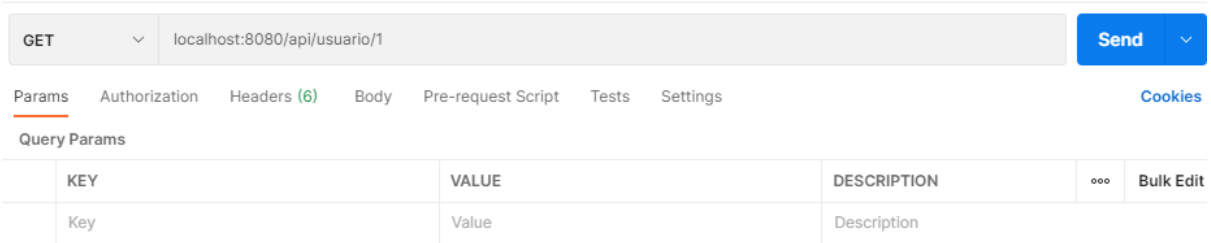
• API Rest:

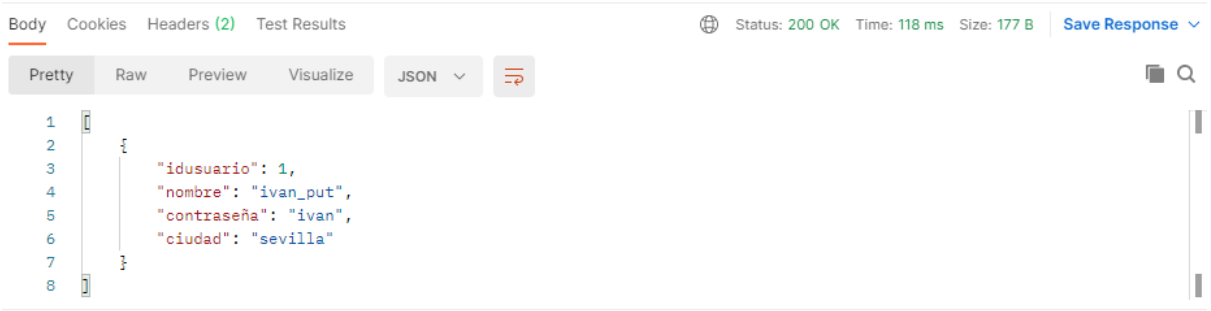
A continuación explicamos los diferentes métodos o servicios REST que tenemos añadidos en el proyecto por ahora, para compartir recursos e información entre los usuarios y el servidor:

- **GET :** Usados para obtener información de la base de datos, los métodos get no usan cuerpo, usan de la URL para solicitar la información deseada.

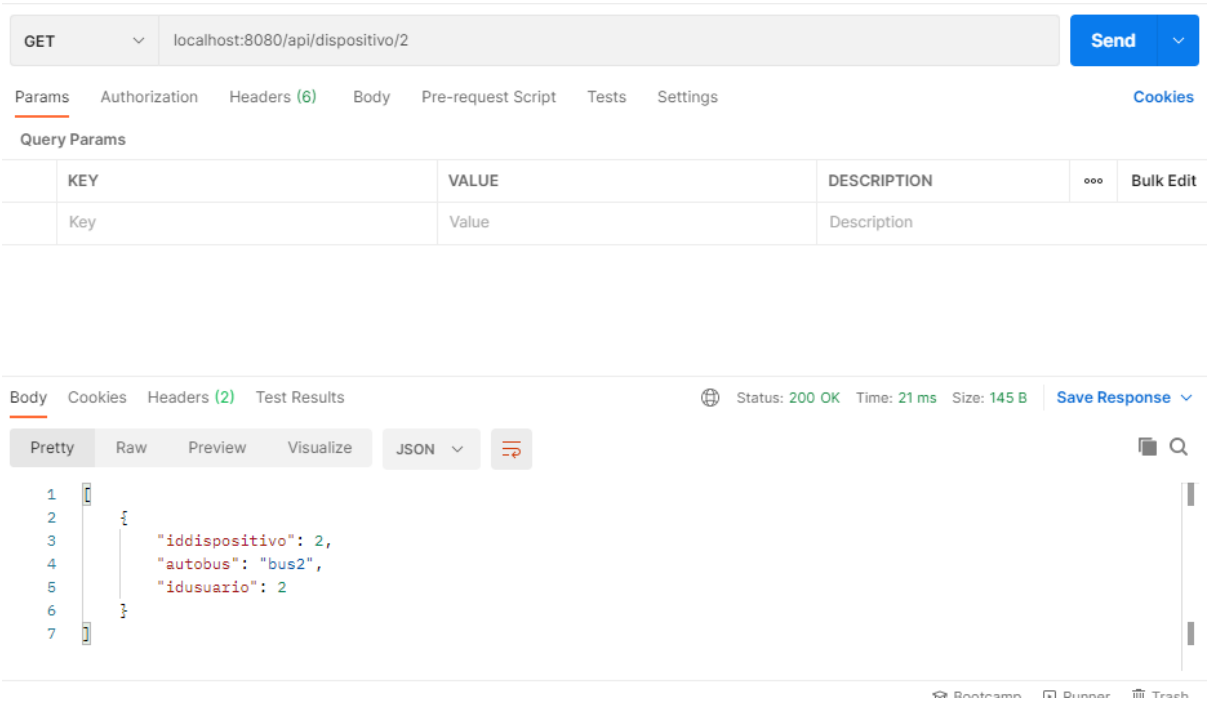
  Hemos introducido este método para todas las tablas.

  - this::getUsuario: mediante el identificador único de usuario, obtenemos la información de un usuario específico.
    URL introducida: "/api/usuario/:idusuario"

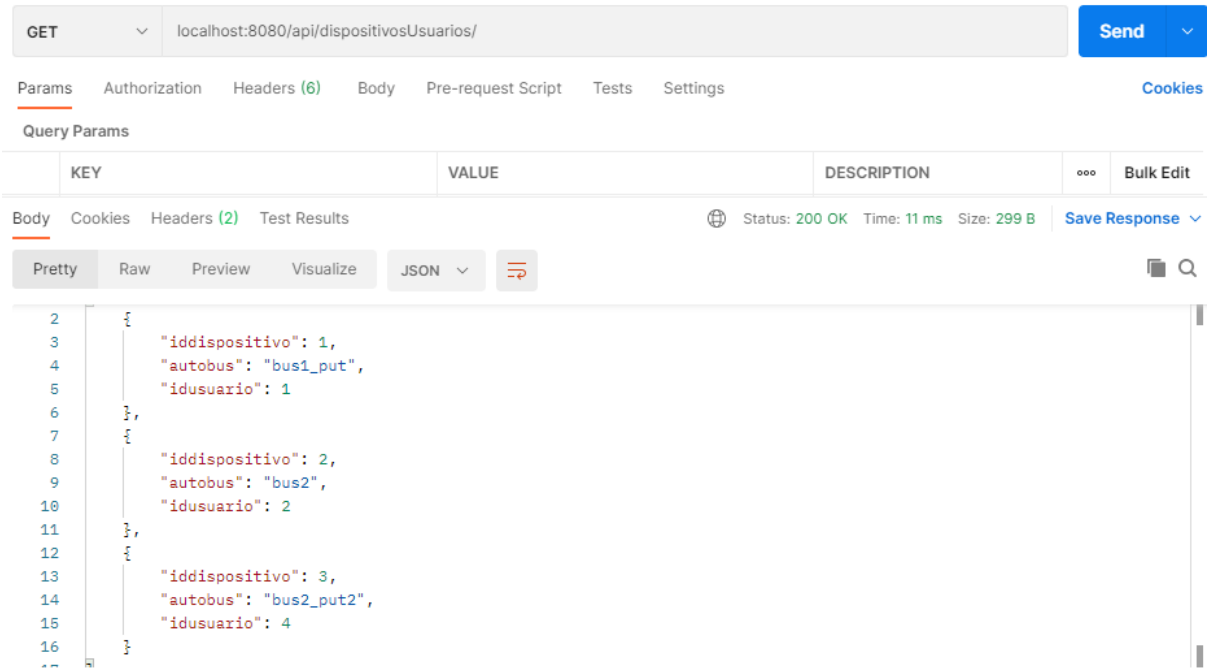




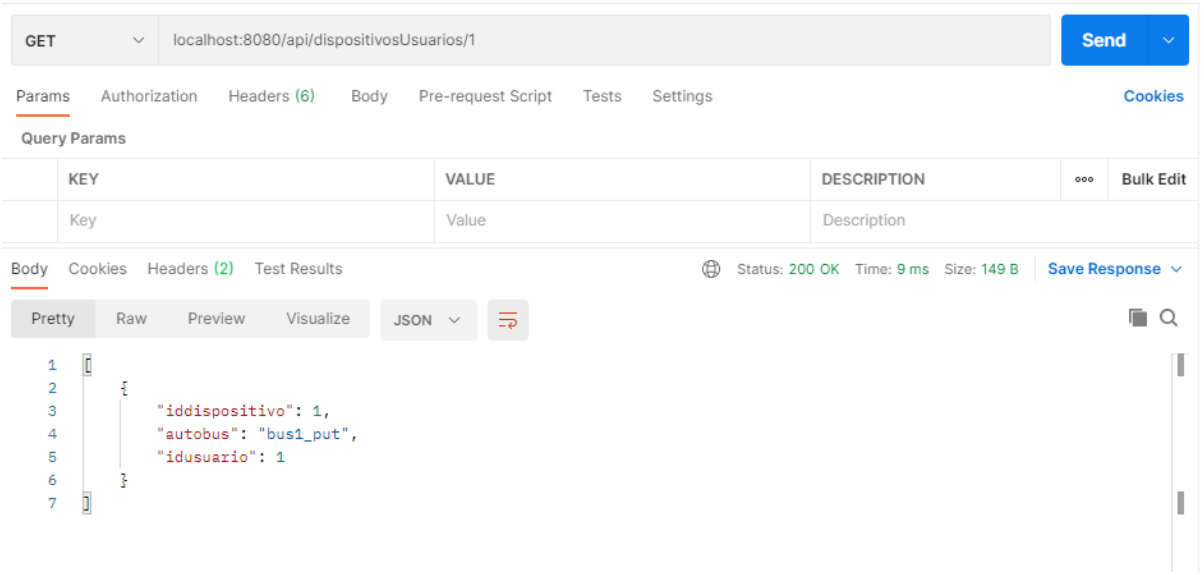
- this::getDipositivo: mediante el id de un dispositivo, obtenemos toda su información asociada.
  URL introducida: "/api/dispositivo/:iddispositivo"



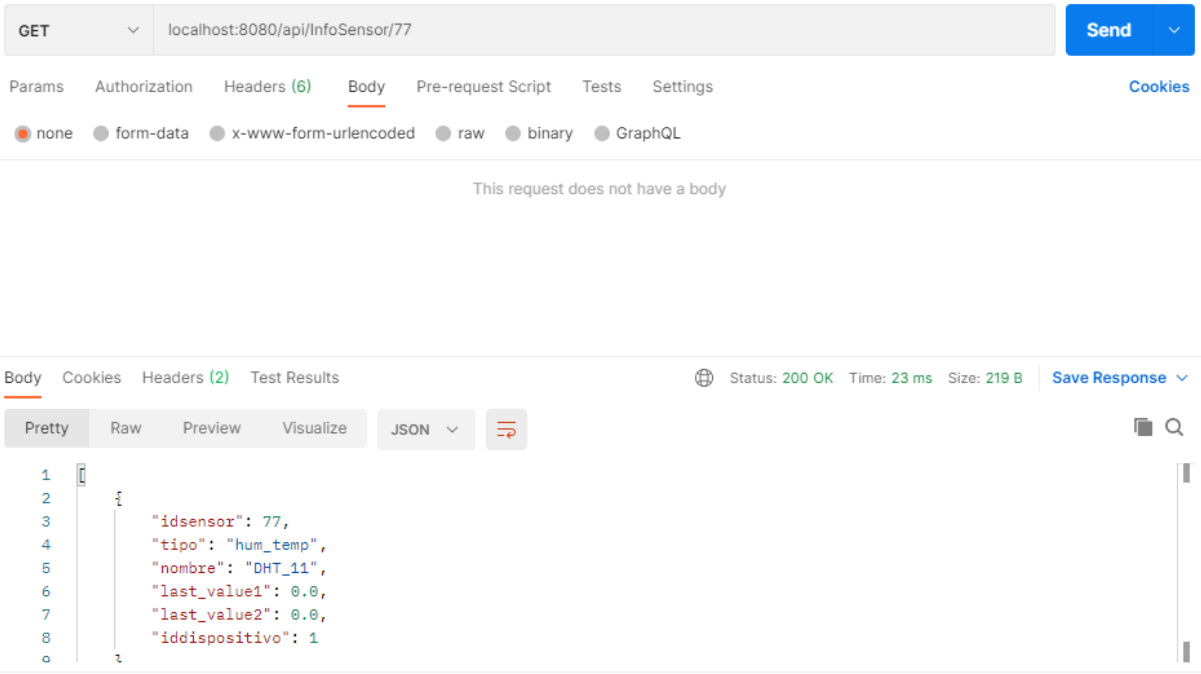
- this::getDipositivosUsuarios: este método nos devuelve todos los dispositivos registrados.
  URL introducida: "/api/dispositivosUsuarios/"



- this::getDipositivoUsuario: método que dado un id de usuario, te devuelve en que bús(dispositivo) está montado.
  URL introducida: "/api/dispositivosUsuarios/:idusuario"

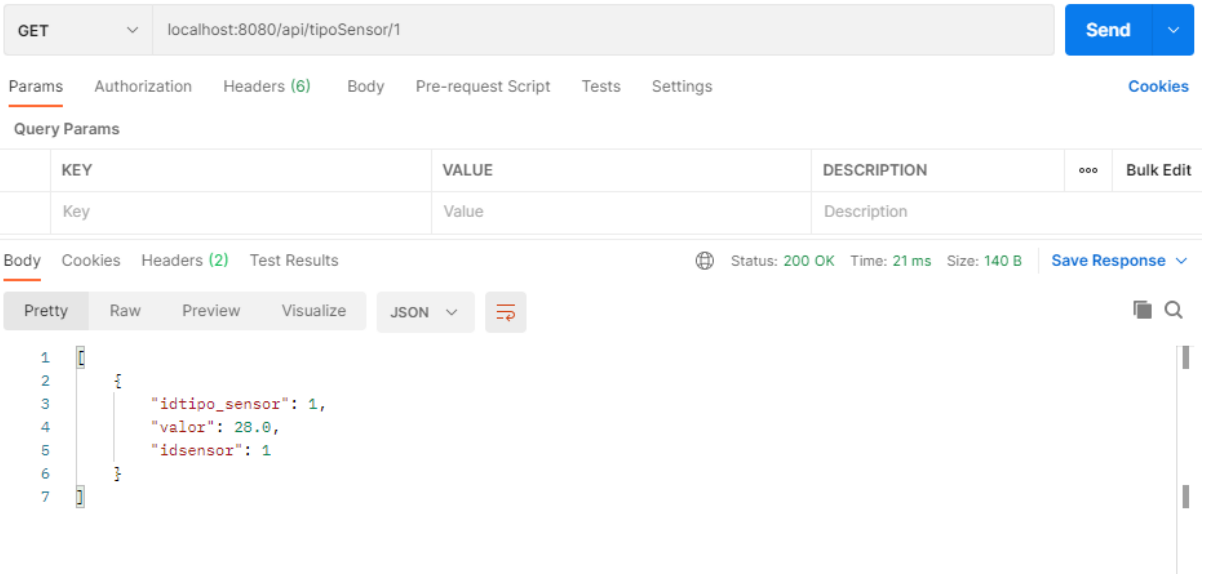


- this::getInfoSensor: este método te devuelve el tipo de sensor estamos dándole como parámetro.
  URL introducida: "/api/InfoSensor/:idsensor"

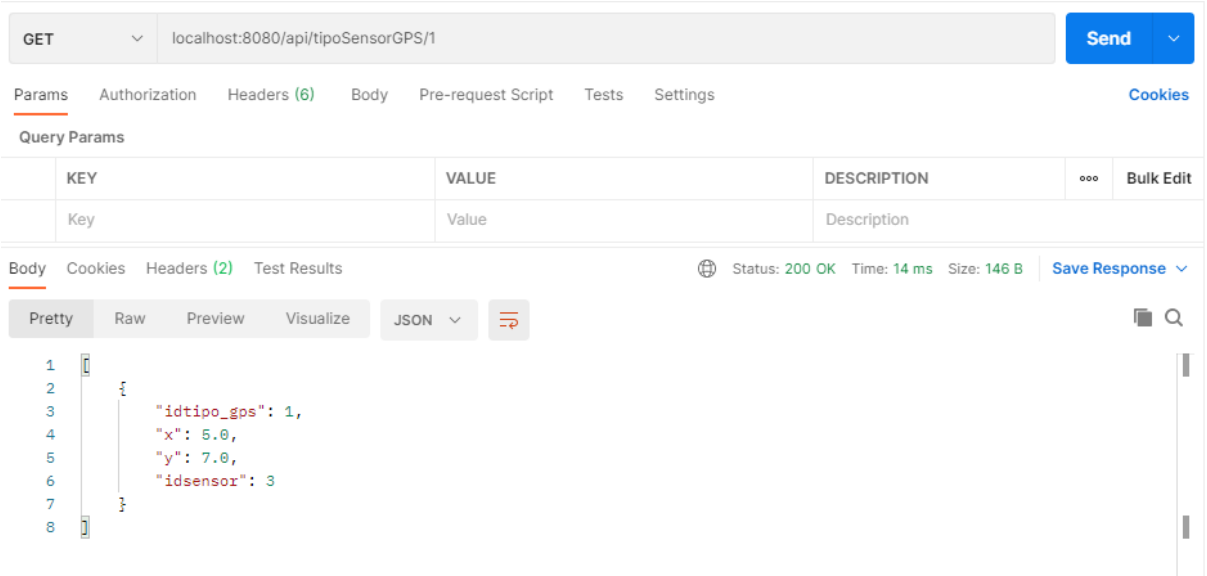


-

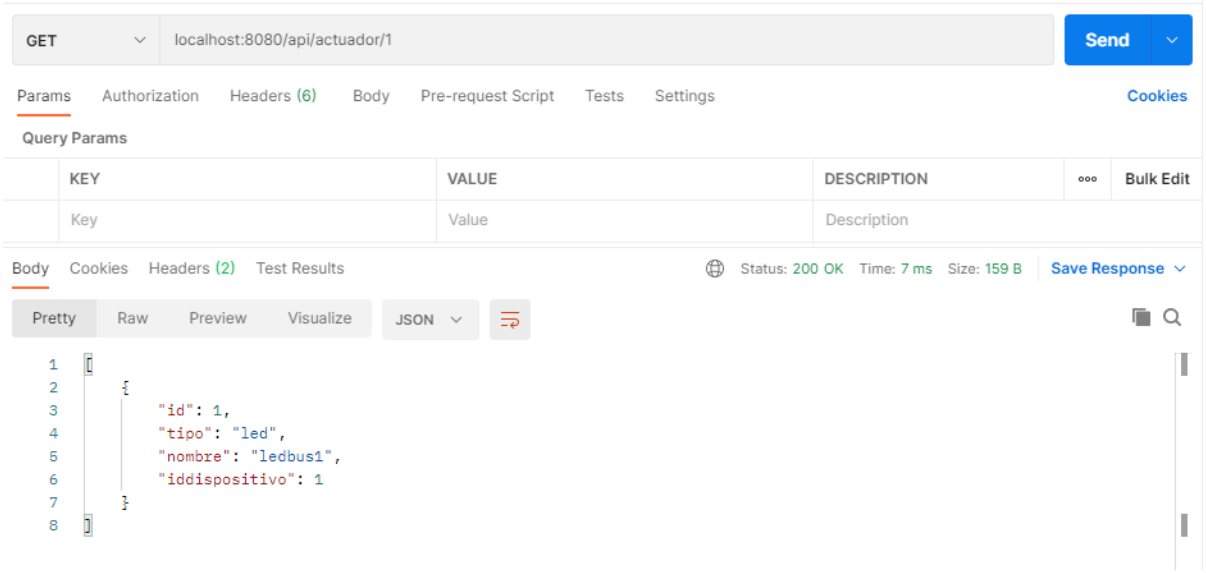
- this::getDataSensor: dado un tiempo determinado devuelve su información actual asociada al intervalo de tiempo.
  URL introducida: "/api/DataSensor/:timestamp"



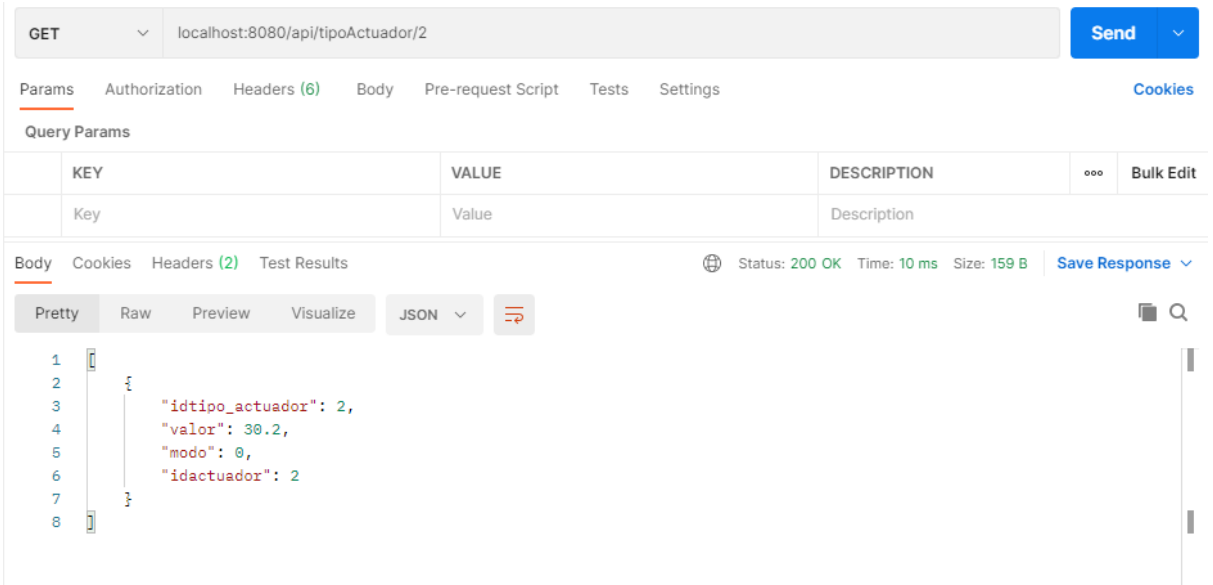
- this::getSensorGPS este método nos devolverá las coordenadas GPS actuales de nuestros dispositivos
  URL introducida: "/api/tipoSensorGPS/:idtipo_gps"



- this::getActuador información respecto a los diferentes actuadores que puedan haber en el proyecto.
  URL introducida: "/api/actuador/:idactuador"



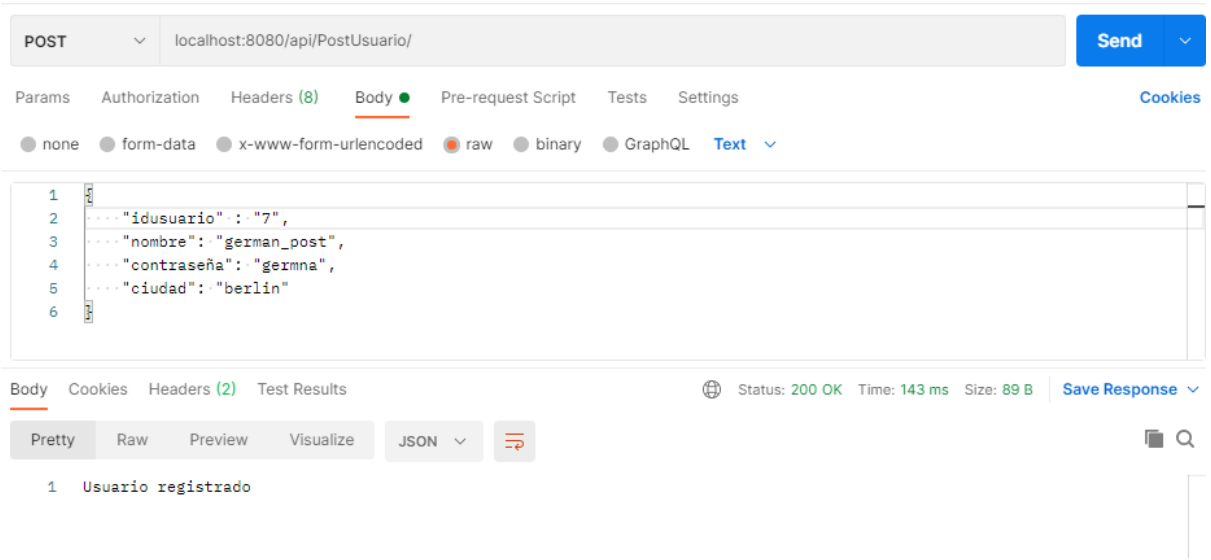
- this::getTipoActuador: información asociada a cada dispositivo actuador.
  URL introducida: "/api/tipoActuador/:idtipo_actuador"



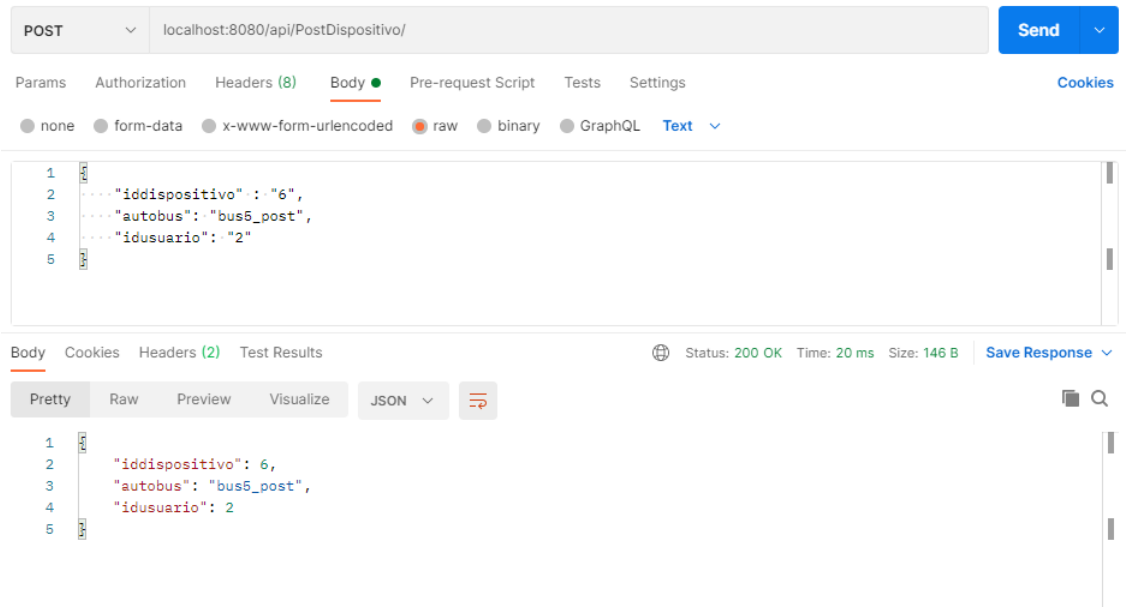
- **POST** : Usados para incluir nuevas entidades a la base de datos.

  Tenemos varios métodos POST, uno para incluir a los usuarios, otro para incluir a los dispositivos (un dispositivo por autobús) , uno para incluir información de un sensor, otro para incluir información del sensor a cada cierto tiempo y para incluir un actuador.

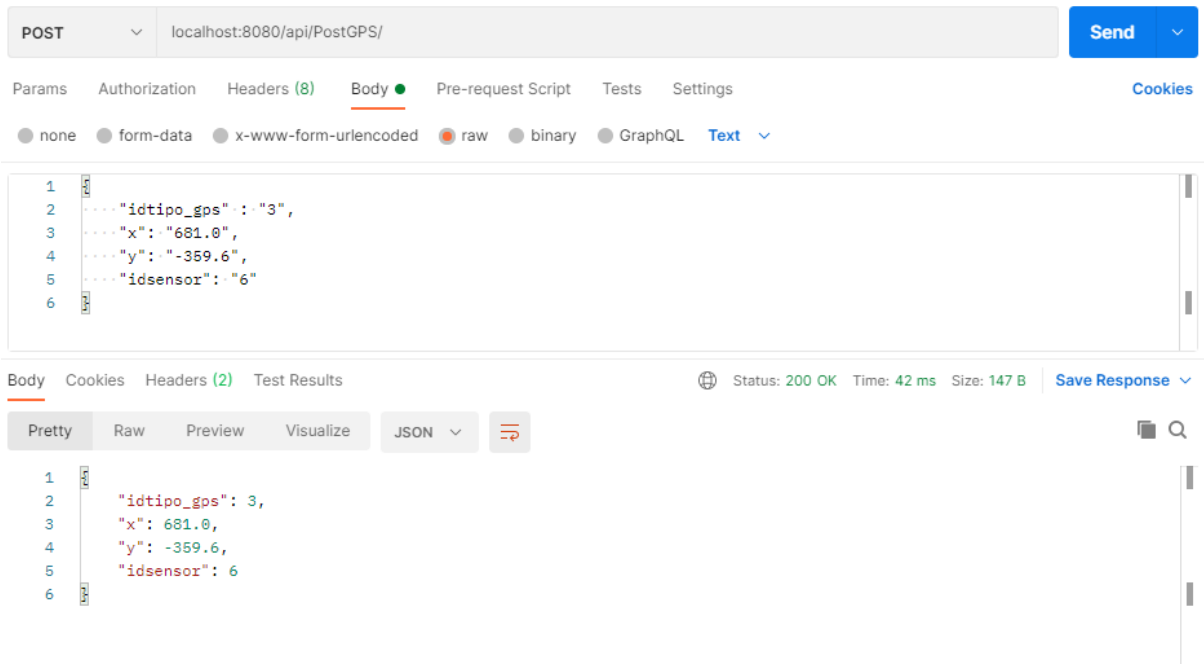
  - this::postUsuario
    URL introducida: "/api/PostUsuario/"



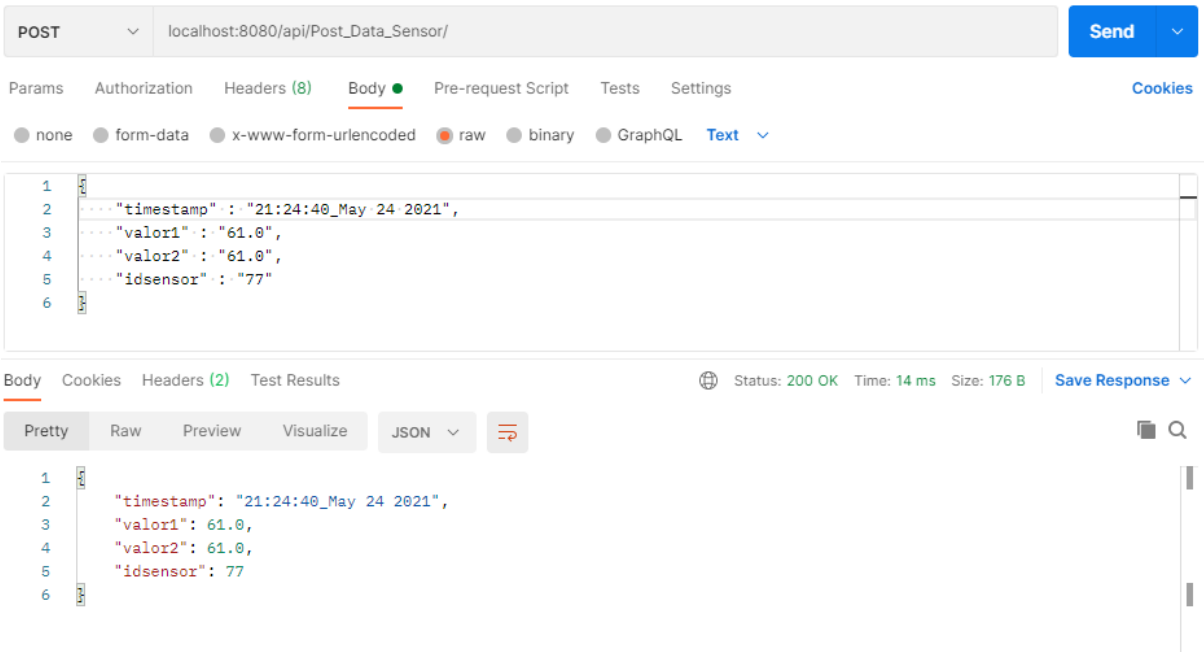
  - this::postDispositivo
    URL introducida: "/api/PostDispositivo/"



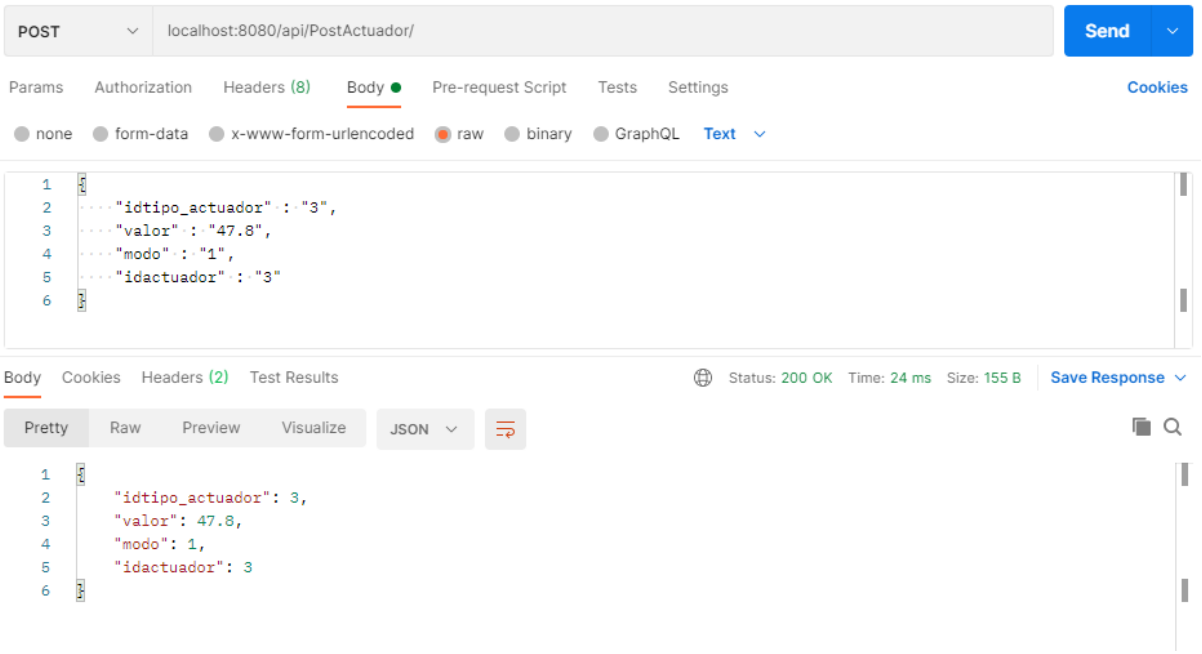
- this::postTipo_GPS
  URL introducida: "/api/PostGPS/"



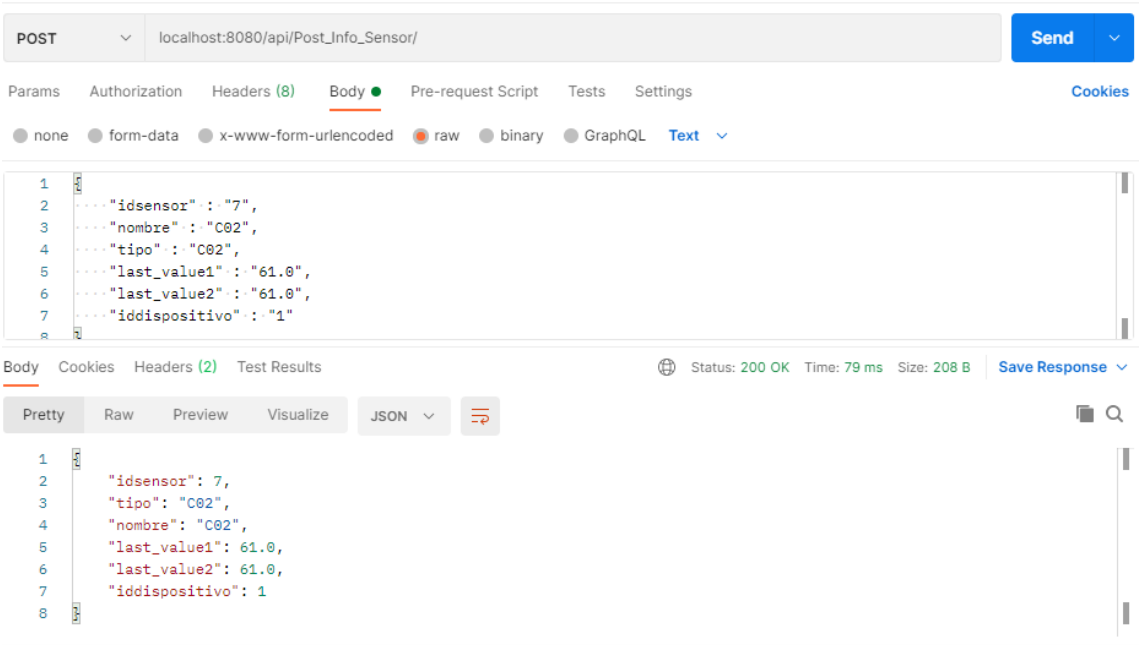
- this::postData_Sensor
  URL introducida: "/api/Post_Data_Sensor/"



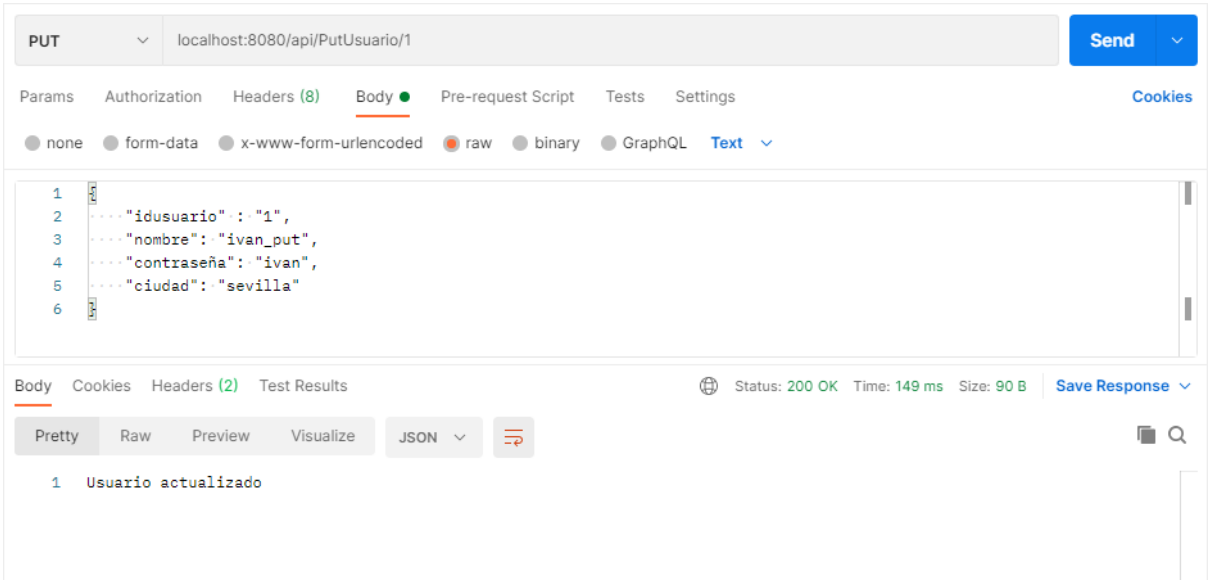
- this::postTipo_Actuador
  URL introducida: "/api/PostActuador/"



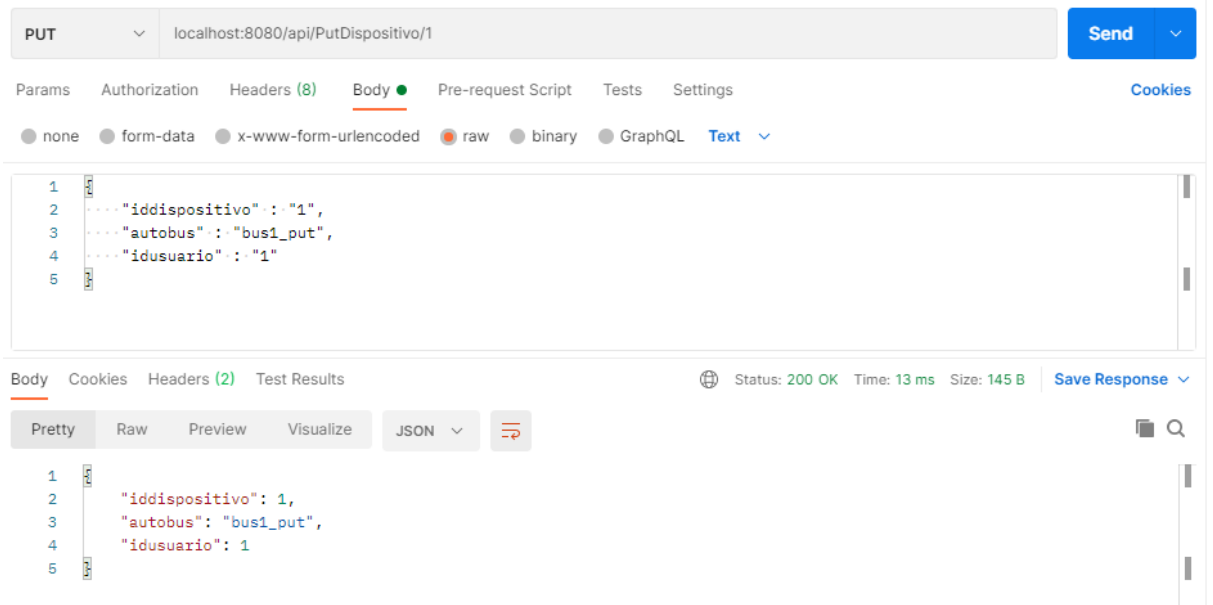
- this::postInfo_Sensor
  URL introducida: "/api/Post_Info_Sensor/"



- **PUT :** Método usado para actualizar un recurso en el servidor, de igual manera al POST, actualización en caso de dispositivo o usuario y así mismo de la información que producen los sensores .
    - this::PutUsuario
      URL introducida: "/api/PutUsuario/:idusuario"

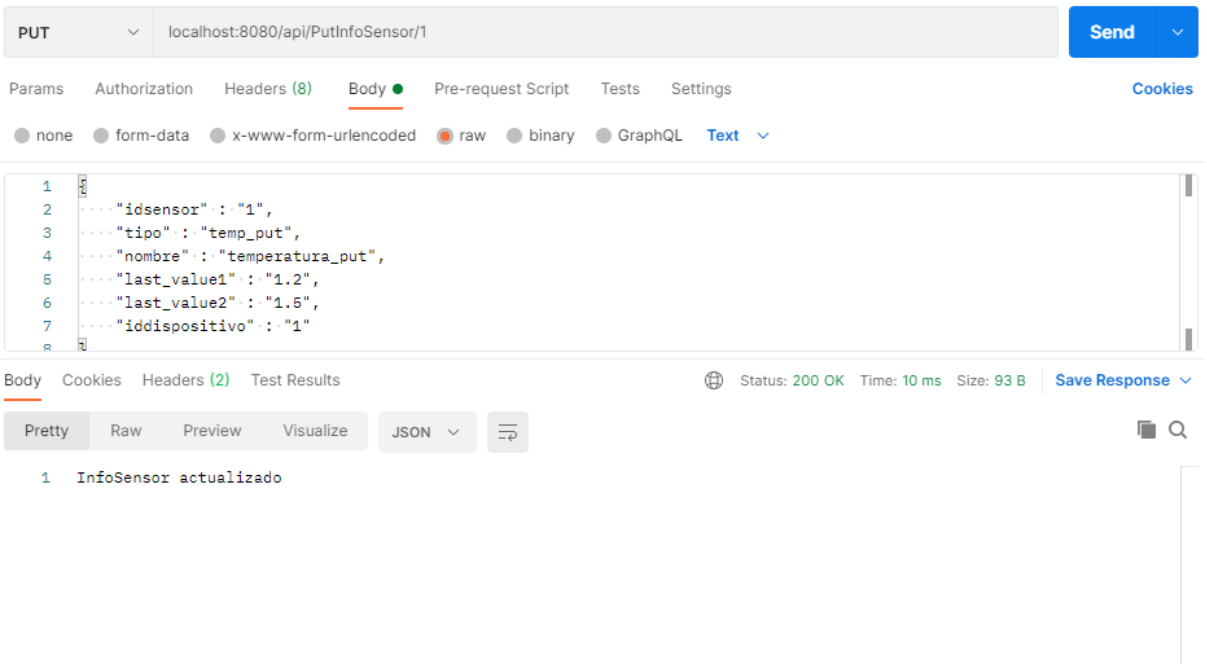


    - this::PutDispositivo
      URL introducida: "/api/PutDispositivo/:iddispositivo"

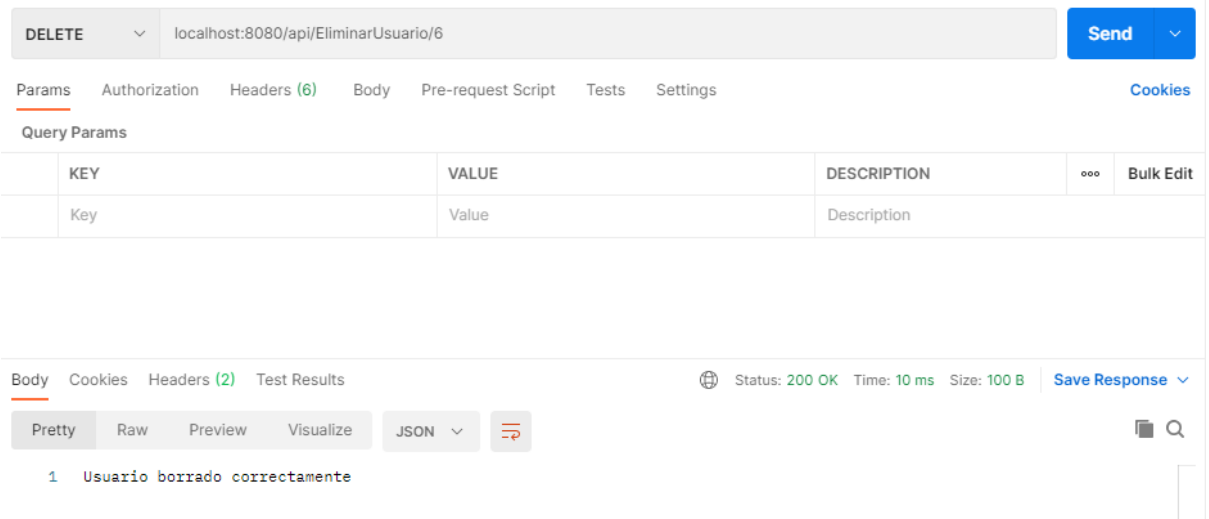


- this::PutInfoSensor

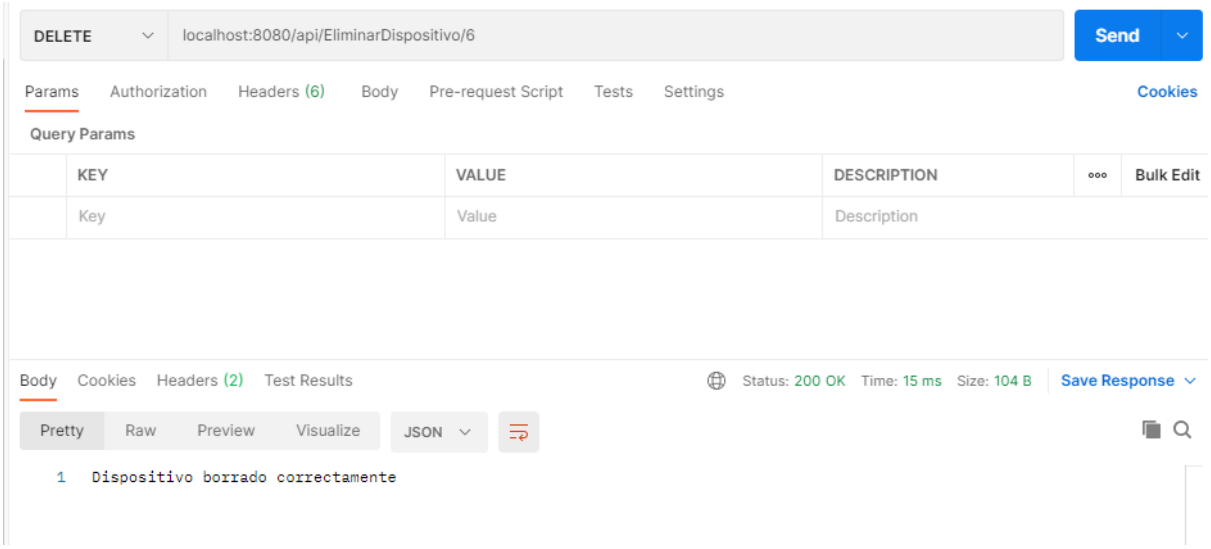
  URL introducida: "/api/PutInfoSensor/:idsensor"



- **DELETE :** Método DELETE para eliminar a una entidad o recurso, de igual forma, hemos introducido este método para los usuarios y los dispositivos.
  - this::DeleteUsuario
    URL introducida: "/api/EliminarUsuario/:idusuario"



- this::DeleteDispositivo
  URL introducida: "/api/PutDispositivo/:iddispositivo"



- Código Eclipse:

- Clase main:

Desde nuestro Verticle main, llamamos con el método vertx.DeployVerticle() a una clase llamada ApiRest donde creamos y aplicamos los métodos Rest anteriormente explicados.

```
package vertx;

import io.vertx.core.AbstractVerticle;

import io.vertx.core.Future;

public class Verticle extends AbstractVerticle{

	@Override

	public void start(Future<Void> startFuture) {

		vertx.createHttpServer().requestHandler(

				request ->{

					request.response().end("hola colega");
// gestiona una peticion, enviando un codigo en este caso no es nada

		}).listen(8082, result->{

			if(result.succeeded()) {

				System.out.println("Todo correcto");

			}else {

				System.out.println(result.cause());

			}

		});

		vertx.deployVerticle(ApiRest.class.getName());

	}

}
```

- Clase ApiRest:

A continuación mostraremos la clase Start que usamos para conectamos con vertx a través del parámetro Promise<Void>

- Conexión base de datos:

```
MySQLConnectOptions mySQLConnectOptions = new
MySQLConnectOptions().setPort(3306).setHost("localhost")


.setDatabase("covidbus").setUser("root").setPassword("ivan1998");

		PoolOptions poolOptions = new PoolOptions().setMaxSize(5);// numero
maximo de conexiones

		mySqlClient = MySQLPool.pool(vertx, mySQLConnectOptions,
poolOptions);



		Router router = Router.router(vertx); // Permite canalizar las peticiones

		router.route().handler(BodyHandler.create());

		//Creacion de un servidor http, recibe por parametro el puerto, el
resultado

		vertx.createHttpServer().requestHandler(router::handle).listen(8080,
result -> {

			if (result.succeeded()) {

				startPromise.complete();

			}else {

				startPromise.fail(result.cause());

			}

		});
```

- **Llamada a los métodos Post anteriormente mencionados:**

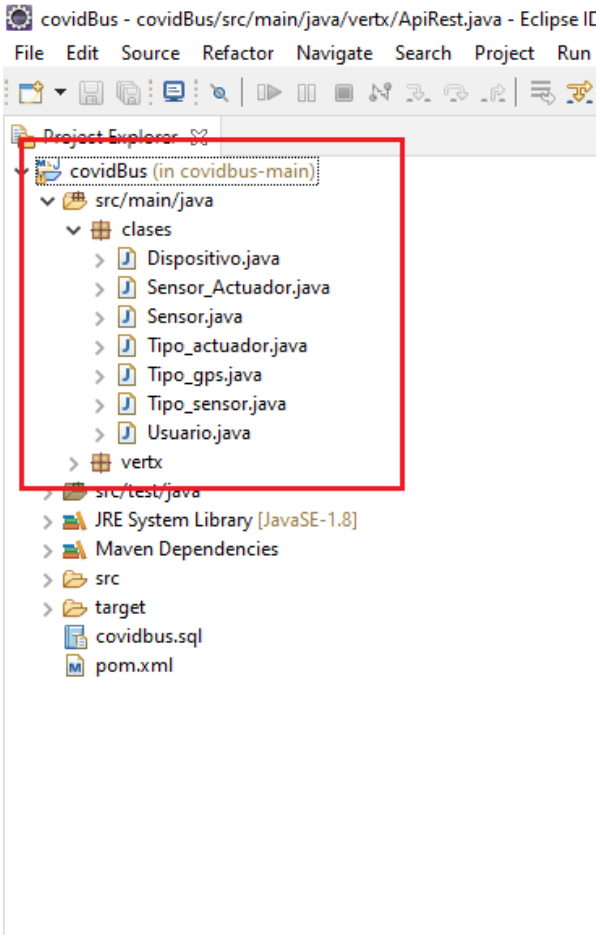
```
router.get("/api/usuario/:idusuario").handler(this::getUsuario);

router.put("/api/PutUsuario/:idusuario").handler(this::PutUsuario);

router.delete("/api/EliminarUsuario/:idusuario").handler(this::DeleteUsuario);

router.post("/api/PostUsuario/").handler(this::postUsuario);

router.get("/api/dispositivo/:iddispositivo").handler(this::getDipositivo);

router.get("/api/dispositivosUsuarios/").handler(this::getDipositivosUsuarios);

router.get("/api/dispositivosUsuarios/:idusuario").handler(this::getDipositivoUsuario);

router.put("/api/PutDispositivo/:iddispositivo").handler(this::PutDispositivo);

router.delete("/api/EliminarDispositivo/:iddispositivo").handler(this::DeleteDispositivo)

router.post("/api/PostDispositivo/").handler(this::postDispositivo);

router.get("/api/sensor/:idsensor").handler(this::getSensor);


router.get("/api/tipoSensor/:idtipo_sensor").handler(this::getTipoSensor);


router.get("/api/tipoSensorGPS/:idtipo_gps").handler(this::getSensorGPS);

router.post("/api/PostGPS/").handler(this::postTipo_GPS);

router.post("/api/PostSensor/").handler(this::postTipo_Sensor);

router.get("/api/actuador/:idactuador").handler(this::getActuador);

router.get("/api/tipoActuador/:idtipo_actuador").handler(this::getTipoActuador);

router.post("/api/PostActuador/").handler(this::postTipo_Actuador);
```

- Ejemplo de llamada a this::getUsuario:

(que definimos en la misma clase ApiRest)

```
private void getUsuario(RoutingContext routingContext) {

// routing da un contenido en formato string por lo que hay que parsearlo

Integer idusuario=Integer.parseInt(routingContext.request().getParam("idusuario"));


mySqlClient.query("SELECT * FROM covidbus.usuario WHERE idusuario = '" +
idusuario + "'", res -> {

        if (res.succeeded()) {

                RowSet<Row> resultSet = res.result();

                JsonArray result = new JsonArray();

                for (Row elem : resultSet) {

                result.add(JsonObject.mapFrom(new
Usuario(elem.getInteger("idusuario"),

                elem.getString("nombre"),

                elem.getString("contraseña"),

                elem.getString("ciudad"))));

                }

routingContext.response().putHeader("content-type",
"application/json").setStatusCode(200).end(result.encodePrettily());

System.out.println(result.encodePrettily());

}else {

routingContext.response().putHeader("content-type",
"application/json").setStatusCode(401)
.end((JsonObject.mapFrom(res.cause()).encodePrettily()));
System.out.println("Error"+res.cause().getLocalizedMessage());

                        }

                });
```

- **Clases creadas para conectar con el servidor, contenidas en el paquete <u>clases.</u>**



No pegamos el código para no hacer más emborrosa la entrega, se encuentran en el zip en **src → main → java → clases**

● MENSAJES MQTT EMPLEADOS:

- Tres tipos de mensajes MQTT (topic):

    - **CONTROL_PUERTA**: `(servos actúan como una puerta)`
        - si el mensaje contiene un 1, quiere decir que alguien se quiere subir al autobús, por lo que activamos los servos 1 y 2 a 180 grados y vuelta hacia atrás.
        - si el mensaje contiene un 0, quiere decir que alguien se quiere bajar del autobús, por lo que activamos los servos 1 y 2 a 180 grados y vuelta hacia atrás, posteriormente activamos el altavoz, con el audio introducido, en este caso: viola.h.

    - **CONTROL_VENTANA**
        - si el mensaje contiene un 1, activamos el servo1, colocado en el pin D3.
        - si el mensaje contiene un 0, activamos el servo2, colocado en el pin D0.

    - **CONTROL_SENSORES**
        - si el mensaje contiene un 1, activamos el sensor DTH11 (temperatura/humedad), como variables generales y las imprimimos por consola.
        - si el mensaje contiene un 0, activamos el sensor MQ-2 (nivel de gas) como variable general y las imprimimos por consola
        - Estas variables generales de los sensores estarán actualizadas en la página HTML en todo momento.

Código de VS.Code para el ESP8266

- Librerías Básicas:

```
#include <Arduino.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ArduinoJson.h>
```

- Librerías HTTP y MQTT:

```
#include <ArduinoHttpClient.h>
#include <PubSubClient.h>
```

- Librerías Sensor DHT11:

```
#include "DHT.h"
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <DHT_U.h>
```

- LibreríaS Sensor GPS:

```
#include <TinyGPS++.h>
#include <SoftwareSerial.h>
```

- Librería Ticker:

```
#include <Ticker.h>
```

- Librerías Altavoz:

```
#include "AudioFileSourcePROGMEM.h"
#include "AudioGeneratorWAV.h"
#include "AudioOutputI2SNoDAC.h"
#include "viola.h"
```

- Librería Servos:

```
#include <Servo.h>
```

```
////////////////////////// VARIABLES GENERALES ///////////////////////////
```

```
// variables para la página html
String temperatura_;
String humedad_;
String nivel_gas_;
```

- Tres variables para las distintas mediciones de los sensores, que usaremos más adelante, en la función auxiliar ventana_open() y en el loop().

```
//////////////////////////// SENSOR GPS ////////////////////////////////
static const int RXPin = 3, TXPin = 1; static const uint32_t GPSBaud =
9600;
TinyGPSPlus gps;
SoftwareSerial gpsSerial(RXPin, TXPin);
char buffer[100];

int idtipo_gps = 490; String tipo_gps = "gps"; String nombre_gps =
"NEO-M6"; int idsensor_gps = 490; //variables para los metodos REST
float latitude , longitude; String lat_str , lng_str;  // variables
para la funcion printData()
```

- Variables para las funciones displayInfo() y printData() usadas para la librería TinyGPS++ y SoftwareSerial.
- Variables para usar en los métodos REST para la base de datos: `idtipo_gps`, `tipo_gps`, `nombre_gps`, `idsensor_gps`.

```
//////////////////////////// SENSOR DHT_11 ////////////////////////////////
#define DHTPIN D1
#define DHTTYPE DHT11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

int id_dht11 = 12; String tipo_dht11 = "humedad_temperatura"; String
nombre_dth11 = "DHT_11"; // variables para los metodos REST
```

- Variables para la librería DHT.h: `DHTPIN, DHTTYPE y DHT`
- Variables para usar en los métodos REST para la base de datos: `id_dht11, tipo_dht11 y nombre_dth11`

```
//////////////////////// SENSOR MQ-2 ////////////////////////////////////
int id_mq2 = 2; String tipo_mq2 = "humo"; String nombre_mq2 = "MQ_2";
// variables para los metodos REST
```

- Variables para usar en los métodos REST para la base de datos: `id_mq2 , tipo_mq2 y nombre_mq2`

```
//////////////////////// ACTUADOR ALTAVOZ ////////////////////////////////
AudioGeneratorWAV *wav;
AudioFileSourcePROGMEM *file;
AudioOutputI2SNoDAC *out;
```

- Variables para generar sonido en el altavoz, definidas en la librería ESP8266Audio.

```
//////////////////////// ACTUADOR SERVO ////////////////////////////////
Servo myservo1;
Servo myservo2;

WiFiServer server(80);
```

- Definiciones de los dos servos usados en el proyecto, de tipo `Servo`
- Declaración del servidor del ESP por el puerto 80 `WiFiServer` (incluidas en las librerías de arduino).

```
//////////////////////// CONEXIONES ////////////////////////////////
IPAddress serverAddress(192, 168, 0, 16); // ip del pc

//variables para conexión ESP8266/wifi
WiFiClient wifi_http; int port_http = 8080;
HttpClient client_http = HttpClient(wifi_http, serverAddress,
port_http); //cliente HTTP

//variables para conexión MQTT
WiFiClient wifi_mqtt; int port_mqtt = 1883; const char usser_pass[7] =
"admin";
PubSubClient client_mqtt(serverAddress,port_mqtt,wifi_mqtt); //cliente
MQTT

long last_msg = 0; char msg_mqtt[100];
```

- Variables para las conexiones tanto HTTP como MQTT:
  - `IPAddress serverAddress:` dirección IP del Servidor, en este caso mi PC
  - `WiFiClient` para definir el tipo de cliente, que será `HttpClient` y `PubSubClient`
  - `port_http` y `port_mqtt` para definir los puertos para HTTP y MQTT.

```
//////////////////////// FUNCIONES AUXILIARES //////////////////////
```

```
//FUNCIÓN AUXILAR PARA EL SERVO
void ventana_open(float temp, float hum, float gas){ // funcion para
comprobar los niveles de temperatura, humedad y gas para activar el
servo
  if(temp > 24 || hum > 90 || gas > 60){
    for (int angulo = 0; angulo <= 90; angulo++){  // se activa el
servo a 90 grados (ventana)
      myservo1.write(angulo);
      myservo2.write(angulo);
      delay(10);
    }
  }
  if(temp>0){
    temperatura_ = temp;
  }
  if(hum>0){
    humedad_ = hum;
  }
  if(gas>0){
    nivel_gas_ = gas;
  }
}
```

- Esta función auxiliar tiene dos cometidos, el principal es la condición de que si uno de los parámetros recibidos supera cierto umbral, activamos los servos (en este caso ventanas) de tal forma que cada vez que realicemos lecturas de los sensores de temperatura/humedad o nivel de gas **siempre** llamamos a esta función.

- La segunda funcionalidad que tiene, debido a que siempre hay que llamar a esta función, es el lugar idóneo para usar las variables de tipo String: `temperatura_`, `humedad_` y `nivel_gas_` que posteriormente se usarán en la página HTML para mantener la información de los sensores actualizadas.

```
////////////////////// CONEXIÓN WIFI ////////////////////////////////
void setup_wifi(){
  WiFi.begin("vodafone7638", "N5ZXFUJGH5AK4Y");
  Serial.print("\nConectando Wifi:");
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  {
    delay(50);
  }
  Serial.print("  --> Wifi Conectado: IP address -> ");
  Serial.print(WiFi.localIP());
}
```

- Función auxiliar que llamaremos en el método setup, para iniciar la conexión wifi del ESP8266

```
////////////////////// CONEXIÓN MQTT ////////////////////////////////
void mqtt_setup(){
    Serial.print("\n\nMQTT Iniciado:");
    delay(10);
    pinMode(LED_BUILTIN,OUTPUT);
    client_mqtt.setServer(serverAddress,port_mqtt);
    client_mqtt.setCallback(callback);
    mqtt_reconnect();
}
```

- Función auxiliar que llamaremos en el método setup, iniciamos el servidor MQTT con `setServer` y añadimos la función de callback predefinida con `setCallback`
- Al final de la función llamamos directamente a la función mqtt_reconnect()

```
////////////////////// CONEXIÓN MQTT ////////////////////////////////
void mqtt_loop() {
  if (!client_mqtt.connected()) {
    mqtt_reconnect();
  }
  client_mqtt.loop();
  long now = millis();
  if (now - last_msg > 2000) {
    last_msg = now;
    Serial.println(msg_mqtt);
  }
}
```

- Función auxiliar que llamaremos continuamente en el método loop, comprueba si el cliente está conectado correctamente y supervisa la llegada de mensajes.

```
//////////////////////// CONEXIÓN MQTT ////////////////////////////////
void mqtt_reconnect() {
  String client_Id = "ESP8266Client";  //nombre de cliente
  client_Id += String(random(0xffff), HEX);
  while (!client_mqtt.connected()) {
    Serial.print("\nEsperando a la Conexion MQTT...");
    if (client_mqtt.connect(client_Id.c_str(),usser_pass,usser_pass)) {
      Serial.print("\nMQTT Conectado --> ");
      Serial.print("ID Cliente --> ");
      Serial.print(client_Id);
      client_mqtt.subscribe("control_puerta");
      client_mqtt.subscribe("control_ventana");
      client_mqtt.subscribe("control_sensores");
    } else {
        Serial.print("\nFailed, rc=");
        Serial.print(client_mqtt.state());
        Serial.println("Try again in 5 seconds: ");
        for(int i=5;i>0;i--){
            delay(1000);
            Serial.print(i);
            Serial.print(", ");
      }
    }
  }
}
```

- Esta función crea un id_cliente random para el ESP8266 y pide la conexión con él.
- Si consigue conectarse, se suscribe a `control_puerta`, `control_ventana` y `control_sensores` con el método `subscribe`, que serán los mensajes topic usados en el proyecto.

```
//////////////////////// CONEXIÓN MQTT /////////////////////////////////

void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);

  Serial.print("\nMessage arrived [");
  Serial.print(topic);
  Serial.print("]\n ");

  Serial.print("Message: ");
  for (int i = 0; i < length; i++) {
    Serial.print((char)payload[i]);
  }

  String topicStr(topic);
```

En esta primera parte, mostramos por consola el topic MQTT recibido y lo copiamos en la variable `topicStr`

```
  if (topicStr.compareTo("control_puerta")==0){ //si el topic es
control_puerta

    if ((char)payload[0] == '1') { //1 para entrar al bus, se activa el
servo a 180 grados (puerta)
      //SERVOS ON
      for (int angulo = 0; angulo <= 180; angulo++){
        myservo1.write(angulo);
        myservo2.write(180-angulo);
        delay(20);
      }
      delay(3000);
      for (int angulo = 180; angulo>= 0; angulo--){
        myservo1.write(angulo);
        myservo2.write(180-angulo);
        delay(20);
      }
    }
    if ((char)payload[0] == '0') { //0 para salir del bus, se activa el
servo a 180 grados (puerta) y suena el altavoz para indicar al
conductor que alguien se quiere bajar
      //ALTAVOZ ON
      audioLogger = &Serial;
      file = new AudioFileSourcePROGMEM( viola, sizeof(viola) );
      out = new AudioOutputI2SNoDAC();
      wav = new AudioGeneratorWAV();
```

```
      wav->begin(file, out);

      //SERVOS ON
      for (int angulo = 0; angulo <= 180; angulo++){
        myservo1.write(angulo);
        myservo2.write(180-angulo);
        delay(20);
      }
      delay(3000);
      for (int angulo = 180; angulo>= 0; angulo--){
        myservo1.write(angulo);
        myservo2.write(180-angulo);
        delay(20);
      }
    }
  }
```

Primer posible topic → `control_puerta: (servos actúan como una puerta)`

- si el mensaje contiene un 1, quiere decir que alguien se quiere subir al autobús, por lo que activamos los servos 1 y 2 a 180 grados
- si el mensaje contiene un 0, quiere decir que alguien se quiere bajar del autobús, por lo que activamos los servos 1 y 2 a 180 grados y activamos el altavoz, con el audio introducido, en este caso: viola.h

```
  if (topicStr.compareTo("control_ventana")==0){ //si el topic es
control_ventana

    if ((char)payload[0] == '1') { //1 para servo D3, se activa el
servo a 90 grados (ventana n°1)
      //SERVO D3 ON
      for (int angulo = 0; angulo <= 90; angulo++){
        myservo1.write(angulo);
        delay(10);
      }
    }
    if ((char)payload[0] == '0') {  //0 para servo D0, se activa el
servo a 90 grados (ventana n°2)
      //SERVO D0 ON
      for (int angulo = 0; angulo <= 90; angulo++){
        myservo2.write(angulo);
        delay(10);
      }
    }
  }
```

Segundo posible topic → `control_ventana: (servos actúan como una ventana)`

- si el mensaje contiene un 1, activamos el servo1, colocado en el pin D3
- si el mensaje contiene un 0, activamos el servo2, colocado en el pin D0

```
if (topicStr.compareTo("control_sensores")==0){ //si el topic es
control_sensores

    if ((char)payload[0] == '1') { //1 para para sensor temperatura

      float h = dht.readHumidity();
      float t = dht.readTemperature(); // or dht.readTemperature(true)
for Fahrenheit
      if (isnan(h) || isnan(t)) {
        Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
      }
      ventana_open(t,h,0);
      Serial.print(("  Temperature: "));
      Serial.print(t);
      Serial.print((" grados ||"));
      Serial.print(("  Humededity: "));
      Serial.print(h);
      Serial.print("% ");
    }
    if ((char)payload[0] == '0') {  //0 para sensor gas
      Serial.print("\n\nMQ-2 test -> ");
      float h = analogRead(A0);
      if(isnan(h)){
        Serial.println("ERROR NO DETECTA SENSOR MQ-2");
      }
      ventana_open(0,0,h/1023*100);
      Serial.print("Nivel de gas: ");
      Serial.print(h/1023*100);
    }
  }
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);  // Turn the LED off by making the
voltage HIGH
}
```

Tercer posible topic → `control_sensores:`

- si el mensaje contiene un 1, activamos el sensor DTH11
- si el mensaje contiene un 0, activamos el sensor MQ-2

Lo último que cabe mencionar de esta función, es que activamos el led del ESP `digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);` cuando llega un mensaje, y desactivamos el led con `digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);` al final de la función.

Funciones tipo serialize para las clases de la base de datos, en el proyecto hacemos uso de tres:

`serialize_GPS_Info,` para la información asociada al GPS

`serialize_Sensor_Info,` para la información de los distintos sensores

`serialize_Sensor_Data,` para los datos recogidos de los distintos sensores

```
String serialize_GPS_Info(int idtipo_gps, float last_value_x, float
last_value_y, int idsensor){
  StaticJsonDocument<200> doc;
  doc["idtipo_gps"] = idtipo_gps;
  doc["x"] = last_value_x;
  doc["y"] = last_value_y;
  doc["idsensor"] = idsensor;
  String output;
  serializeJson(doc,output);
  return output;
}
String serialize_Sensor_Info(int idsensor, String tipo, String nombre,
float last_value1, float last_value2, int iddispositivo){
  StaticJsonDocument<200> doc;
  doc["idsensor"] = idsensor;
  doc["tipo"] = tipo;
  doc["nombre"] = nombre;
  doc["last_value1"] = last_value1;
  doc["last_value2"] = last_value2;
  doc["iddispositivo"] = iddispositivo;
  String output;
  serializeJson(doc,output);
  return output;
}
String serialize_Sensor_Data(String timestamp,float valor1, float
valor2, int idsensor){
  DynamicJsonDocument doc(200);
  doc["timestamp"] = timestamp;
  doc["valor1"] = valor1;
  doc["valor2"] = valor2;
  doc["idsensor"] = idsensor;
  String output;
  serializeJson(doc,output);
  return output;
}
```

Funciones auxiliares para los sensores:

- Dos funciones para cada sensor, una para el método Setup() y otra para el método Loop()

- **SENSOR GPS:**
  - **Función** `void init_GPS()` para el método setup, que realiza un POST en la clase Info_Sensor y otro POST en la clase Tipo_GPS con valores iniciales x e y igual a 0
  - **Función** `void sensor_GPS()` para el método loop, que realiza un POST en la clase Data_Sensor y otros dos PUT en la clase Tipo_GPS y Info_Sensor con valores iniciales x e y igual a un valor random

```
void init_GPS(){ //INICIALIZACIÓN EN SETUP: introduzco con un post del sensor gps correspondiente a la base de datos -->  Info_Sensor y en Tipo_GPS
  String contentType = "application/json";
  //POST EN INFO_SENSOR
  Serial.print("\n\n  --  POST_1 GPS (setup) --> INFO_SENSOR --");
  String body_info_sensor = serialize_Sensor_Info(idsensor_gps, tipo_gps, nombre_gps, 00.00, 00.00, 1);
```

Variable de tipo String `body_info_sensor` que hace uso de la función serialize

```
  client_http.beginRequest();
  client_http.post("/api/Post_Info_Sensor/", contentType, body_info_sensor.c_str());
  int code_gps_info = client_http.responseStatusCode();
  if(code_gps_info==200 || code_gps_info==201){
    Serial.print("\nCode: ");
    Serial.print(code_gps_info);
    Serial.print("\nBody: ");
    Serial.print(client_http.responseBody());
  }else if(code_gps_info == 401){
    Serial.print("\nCode: ");
    Serial.print(code_gps_info);
    Serial.print(" --> Sensor ya instalado");
  }else{
    Serial.print("\nCódigo de error: ");
    Serial.print(code_gps_info);
  }
  client_http.endRequest();
```

`beginRequest()` y `endRequest()` para hacer uso de varias llamadas a los métodos REST y dependiendo de si el código del método es 200 o 201, imprime todo correctamente, si es 401, es que el recurso ya existe y cualquier otro código de error, que lo muestre por pantalla

```
  //POST Tipo_gps ---> idtipo_gps  /  x  /  y  /  idsensor
  Serial.print("\n\n  --  POST_2 GPS (setup) --> TIPO_GPS --");
  String body_info_gps = serialize_GPS_Info(idtipo_gps, 00.00, 00.00,
idsensor_gps);

  client_http.beginRequest();
  client_http.post("/api/PostGPS/", contentType,
body_info_gps.c_str());
  int code_gps = client_http.responseStatusCode();
  if(code_gps==200 || code_gps==201){
    Serial.print("\nCode: ");
    Serial.print(code_gps);
    Serial.print("\nBody: ");
    Serial.print(client_http.responseBody());
  }else if(code_gps == 401){
    Serial.print("\nCode: ");
    Serial.print(code_gps);
    Serial.print(" --> Sensor ya instalado");
  }else{
    Serial.print("\nCódigo de error: ");
    Serial.print(code_gps);
  }
  client_http.endRequest();
}
```

```
void sensor_GPS(){ //FUNCION EN LOOP: para actualizar los valores del
sensor gps con un POST en Data_Sensor y dos PUTS en Info_Sensor y
Tipo_gps

  float x = random(100000);
  float y = random(100000);

  //post datasensor --> timestamp  /  valor_X  /  valor_Y  /  idsensor
  Serial.println(("\n POST PERIÓDICO GPS --> DATA_SENSOR:"));
  String contentType = "application/json";
  String body_data_sensor = serialize_Sensor_Data("null", x, y,
idsensor_gps);

  client_http.beginRequest();
  client_http.post("/api/Post_Data_Sensor/", contentType,
body_data_sensor.c_str());
```

```
  int code = client_http.responseStatusCode();
  if(code==200 || code==201){
    Serial.print("\nCode: ");
    Serial.print(code);
    Serial.print("\nBody: ");
    Serial.print(client_http.responseBody());
   }else if(code == 401){
    Serial.print("\nCode: ");
    Serial.print(code);
    Serial.print(" --> Fecha ya existente");
  }else{
    Serial.print("\nCódigo de error: ");
    Serial.print(code);
  }
  client_http.endRequest();


  //PUT Info_Sensor ---> idsensor  /  tipo  /  nombre  /  last_value1
/  last_value2  /  iddispositivo
  Serial.println(("\n PUT PERIÓDICO GPS --> INFO_SENSOR:"));
  String body_info_sensor = serialize_Sensor_Info(idsensor_gps,
tipo_gps, nombre_gps, x, y, 1);

  client_http.beginRequest();

client_http.put("/api/PutInfoSensor/490",contentType,body_info_sensor.c
_str());
  Serial.print("\nCode: ");
  Serial.print(client_http.responseStatusCode());
  Serial.print("\nBody: ");
  Serial.print(client_http.responseBody());
  client_http.endRequest();


  //PUT Tipo_gps ---> idtipo_gps  /  x  /  y  /  idsensor
  Serial.print("\n\n  --  PUT PERIÓDICO GPS --> TIPO_GPS --");
  String body_info_gps = serialize_GPS_Info(idtipo_gps, x, y,
idsensor_gps);

  client_http.beginRequest();
  client_http.put("/api/PutSensorGPS/490", contentType,
body_info_gps.c_str());
  Serial.print("\nCode: ");
```

```
  Serial.print(client_http.responseStatusCode());
  Serial.print("\nBody: ");
  Serial.print(client_http.responseBody());
  client_http.endRequest();
}
```

Para el GPS, hay dos funciones auxiliares más no usadas, debido al funcionamiento “incorrecto” del sensor: displayInfo() y printData()
A la hora de tomar los datos del satélite, he visto en Internet que puede pasar que el sensor requiere de un tiempo para completar todos los datos necesarios, inicialmente los datos están encriptados con ,,999,,,,,23,,,,, … y es cierto que algunos de ellos los ha recogido el sensor en un tiempo de más de una hora, pero debido a que estoy con el PC en un sótano y que no es lo principal en el proyecto, hemos decidido centrarnos en otras cosas más importantes

- **SENSOR DTH_11:**
  - **Función** `void init_DTH_11()` para el método setup, que realiza un POST en la clase Info_Sensor
  - **Función** `void sensor_DHT11()` para el método loop, que realiza un POST en la clase Data_Sensor y otro PUT en la clase Info_Sensor con los valores tomados del sensor

```
//SENSOR DHT11
void init_DTH_11(){ //INICIALIZACIÓN EN SETUP: introduzco con un post
el sensor correspondiente a la base de datos --> Info_Sensor

  Serial.print("\n\n  --  POST DHT_11 (setup) --> INFO_SENSOR --");

  String contentType = "application/json";
  dht.begin();
  String body_info = serialize_Sensor_Info(id_dht11, tipo_dht11,
nombre_dth11, 00.00, 00.00, 1);

  client_http.beginRequest();
  client_http.post("/api/Post_Info_Sensor/", contentType,
body_info.c_str());
  int code_dht = client_http.responseStatusCode();
  if(code_dht==200 || code_dht==201){
    Serial.print("\nCode: ");
    Serial.print(code_dht);
    Serial.print("\nBody: ");
    Serial.print(client_http.responseBody());
  }else if(code_dht == 401){
    Serial.print("\nCode: ");
    Serial.print(code_dht);
    Serial.print(" --> Sensor ya instalado");
  }else{
    Serial.print("\nCódigo de error: ");
    Serial.print(code_dht);
  }
  client_http.endRequest();
}
```

```
void sensor_DHT11(){ //FUNCION EN LOOP: para actualizar los valores del sensor con un put en Info_Sensor y un post en Data_Sensor

  //lectura de temperatura y humedad:
  Serial.print(("\nDHT11 test --> "));
  float h = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature(); // or dht.readTemperature(true) for Fahrenheit
  if (isnan(h) || isnan(t)) {
    Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
    return;
  }
```

- Lectura de datos del sensor

```
  ventana_open(t,h,0);
```

- Llamada a la función ventana_open()

```
  Serial.print(("  Temperature: "));
  Serial.print(t);
  Serial.print((" grados ||"));
  delay(1500);
  Serial.print(("  Humededity: "));
  Serial.print(h);
  Serial.print("% ");
  delay(1500);
```

- Mostrar datos por consola

```

  //métodos rest
  String contentType = "application/json";

  //put infosensor ---> idsensor  /  tipo  /  nombre  /  last_value1  /  last_value2  /  iddispositivo
  Serial.print("\n\n  --  PUT PERIÓDICO DHT_11 --> INFO_SENSOR --");
  String body_info = serialize_Sensor_Info(id_dht11, tipo_dht11, nombre_dth11, t, h, 1);
  client_http.beginRequest();

client_http.put("/api/PutInfoSensor/12",contentType,body_info.c_str());
  Serial.print("\nCode: ");
  Serial.print(client_http.responseStatusCode());
  Serial.print("\nBody: ");
  Serial.print(client_http.responseBody());
  client_http.endRequest();

  delay(1500);
```

```
  //post datasensor --> timestamp  /  valor1  /  valor2  /  idsensor

  Serial.print("\n\n  --  POST PERIÓDICO DHT_11 --> DATA_SENSOR --");
  String body_data = serialize_Sensor_Data("null", t, h, id_dht11);

  client_http.beginRequest();
  client_http.post("/api/Post_Data_Sensor/", contentType, body_data);
  int code = client_http.responseStatusCode();
  if(code==200 || code==201){
    Serial.print("\nCode: ");
    Serial.print(code);
    Serial.print("\nBody: ");
    Serial.print(client_http.responseBody());
   }else if(code == 401){
    Serial.print("\nCode: ");
    Serial.print(code);
    Serial.print(" --> Fecha ya existente");
  }else{
    Serial.print("\nCódigo de error: ");
    Serial.print(code);
  }
  client_http.endRequest();
}
```

- **SENSOR MQ-2:**
  - **Función** `void init_MQ-2()` para el método setup, que realiza un POST en la clase Info_Sensor
  - **Función** `void sensor_MQ-2()` para el método loop, que realiza un POST en la clase Data_Sensor y otro PUT en la clase Info_Sensor con los valores tomados del sensor
    De igual forma que para el sensor DTH_11:

```
//SENSOR MQ2
void init_MQ_2(){ //INICIALIZACIÓN EN SETUP: introduzco con un post el
sensor correspondiente a la base de datos --> Info_Sensor

  Serial.print("\n\n  --  POST MQ-2 (setup) --> INFO_SENSOR --");

  String contentType = "application/json";
  String body_info = serialize_Sensor_Info(id_mq2, tipo_mq2,
nombre_mq2, 00.00, 00.00, 1);

  client_http.beginRequest();
  client_http.post("/api/Post_Info_Sensor/", contentType,
body_info.c_str());
  int code_mq2 = client_http.responseStatusCode();
  if(code_mq2==200 || code_mq2==201){
    Serial.print("\nCode: ");
    Serial.print(code_mq2);
    Serial.print("\nBody: ");
    Serial.print(client_http.responseBody());
  }else if(code_mq2 == 401){
    Serial.print("\nCode: ");
    Serial.print(code_mq2);
    Serial.print(" --> Sensor ya instalado");
  }else{
    Serial.print("\nCódigo de error: ");
    Serial.print(code_mq2);
  }
  client_http.endRequest();
}
```

```
void sensor_MQ_2(){ //FUNCION EN LOOP: para actualizar los valores del sensor con un put en Info_Sensor y un post en Data_Sensor

  //lectura mq-2
  Serial.print("\n\nMQ-2 test -> ");
  float h = analogRead(A0);
    if(isnan(h)){
      Serial.println("ERROR NO DETECTA SENSOR MQ-2");
      return;
    }
```

- Lectura de datos del sensor

```
  ventana_open(0,0,h/1023*100);
```

- Llamada a la función ventana_open()

```
  Serial.print("Nivel de gas: ");
  Serial.print(h/1023*100);
  delay(1500);
```

- Mostrar datos por consola

```
  //métodos rest
  String contentType = "application/json";

  //put infosensor ---> idsensor  /  tipo  /  nombre  /  last_value1  /  last_value2  /  iddispositivo
  Serial.print("\n\n  --  PUT PERIÓDICO MQ-2 --> INFO_SENSOR --");
  String body_info = serialize_Sensor_Info(id_mq2, tipo_mq2, nombre_mq2, h/1023*100, 00.00, 1);

  client_http.beginRequest();
  client_http.put("/api/PutInfoSensor/2", contentType, body_info);
  Serial.print("\nCode: ");
  Serial.print(client_http.responseStatusCode());
  Serial.print("\nBody: ");
  Serial.print(client_http.responseBody());
  client_http.endRequest();

  delay(1500);

  //post datasensor --> timestamp  /  valor1  /  valor2  /  idsensor

  Serial.print("\n\n  --  POST PERIÓDICO MQ-2 --> DATA_SENSOR --");
  String body_data = serialize_Sensor_Data("null", h/1023*100, 00.00, id_mq2);

  client_http.beginRequest();
```

```
  client_http.post("/api/Post_Data_Sensor/", contentType, body_data);
  int code = client_http.responseStatusCode();
  if(code==200 || code==201){
    Serial.print("\nCode: ");
    Serial.print(code);
    Serial.print("\nBody: ");
    Serial.print(client_http.responseBody());
  }else if(code == 401){
    Serial.print("\nCode: ");
    Serial.print(code);
    Serial.print(" --> Fecha ya existente");
  }else{
    Serial.print("\nCódigo de error: ");
    Serial.print(code);
  }
  client_http.endRequest();
}
```

```
//////////////////////////// TICKERS //////////////////////////////////
Ticker timer_gps(sensor_GPS,60000); //1 MIN
Ticker timer_dht11(sensor_DHT11, 240000); // 4 MIN
Ticker timer_mq2(sensor_MQ_2, 120000); //2 MIN
```

Defino los **tickers** antes de la función Setup para poder reproducir las funciones del loop cada cierto tiempo periódico

```
/////////////////////////// SETUP ////////////////////////////////////
void setup(){
  delay(3000);
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("\n\nDispositivo arrancado.");

  //INICIO CONEXIÓN WIFI
    setup_wifi();
```

- Llamada a la función setup_wifi()

```
  //INICIO CONEXIÓN MQTT
    mqtt_setup();
```

- Llamada a la función mqtt_setup()

```
  //SERVIDOR HTTP PARA ESP8266NODE
    server.begin(); //Iniciamos el servidor
    Serial.print("\n\nServidor ESP Iniciado -->");
    Serial.print("Ingrese desde un navegador web usando la siguiente IP
--> ");
    Serial.print(WiFi.localIP()); //Obtenemos la IP
```

- Inicializamos el servidor HTML para el ESP8266 → `server.begin();`

```
  //INICIALIZACIÓN GPS  --> POST1: idsensor  /  tipo  /  nombre  /
last_value1  /  last_value2  /  iddispositivo || POST2: idtipo_gps  /
x  /  y  /  idsensor
    init_GPS();
    //gpsSerial.begin(GPSBaud);

  //INICIALIZACIÓN DE DHT11 --> POST: idsensor  /  tipo  /  nombre  /
last_value1  /  last_value2  /  iddispositivo
    init_DTH_11();

  //INICIALIZACIÓN DE MQ-2 --> POST: idsensor  /  tipo  /  nombre  /
last_value1  /  last_value2  /  iddispositivo
    init_MQ_2();
```

- Llamada a las funciones del setup para los sensores, para añadirlos inicialmente a la base de datos (métodos POST)

```
  //INICIALIZACIÓN DE ALTAVOZ
    audioLogger = &Serial;
    file = new AudioFileSourcePROGMEM( viola, sizeof(viola) );
    out = new AudioOutputI2SNoDAC();
    wav = new AudioGeneratorWAV();
    //wav->begin(file, out);
```

- Inicialización del altavoz, para reproducir el sonido hacemos uso del wav-->begin

```
  //INICIALIZACION SERVO
    myservo1.attach(D2);
    myservo2.attach(D0);
```

- Inicializamos los servos a los pines correspondientes del ESP8266

```
  //Start tickers
    timer_gps.start();
    timer_dht11.start();
    timer_mq2.start();
}
```

- Método `.start()` para iniciar los tickers(timers) correspondientes para la función loop

```
void loop(){
  mqtt_loop();
```

- Supervisión de mensajes y de conexión MQTT con mqtt_loop()

```
  //COMPROBACIÓN DE ALTAVOZ
  if (wav->isRunning()) {
    if (!wav->loop()) wav->stop();
  }
```

- Debido a que no hacemos uso de interrupciones, comprobación de si el altavoz está reproduciendo un audio (esto se debe a que si el altavoz está sonando, puede ser interrumpido por ejemplo por otra función más bloqueante, como puede ser `timer_gps.update()`)

```
  //ACTUALIZACIÓN DE SENSORES
  timer_gps.update();
  timer_dht11.update();
  timer_mq2.update();
```

- Actualización de los tickers, cada vez que finaliza el tiempo predispuesto para cada función, reproduce la función asociada a cada ticker y vuelve a esperar hasta el siguiente ciclo

```
//GPS
/* OPCION_1
  while (gpsSerial.available())
    if (gps.encode(gpsSerial.read()))
      displayInfo();

  if (millis() > 5000 && gps.charsProcessed() < 10)
  {
    Serial.println(F("No GPS detected: check wiring."));
    while(true);
  }
*/
/* OPCION_1.2
  while (gpsSerial.available() > 0)
    if (gps.encode(ss.read()))
    {
      displayInfo();
      if (gps.location.isValid())
      {
        latitude = gps.location.lat();
        lat_str = String(latitude , 6);
        longitude = gps.location.lng();
        lng_str = String(longitude , 6);
        Serial.println(lat_str + lng_str);
      }
    }
```

```
*/
/* OPCION_2
   while (gpsSerial.available() > 0) {
        if (gps.encode(gpsSerial.read())) {
            printData();
        }
    }
 */
```

- Funciones para imprimir los datos del gps, de tres formas distintas, comentadas debido a que no se usan.

```
WiFiClient client = server.available();
  if (client) //Si hay un cliente presente
  {
    Serial.println("Nuevo Cliente");


    //esperamos hasta que hayan datos disponibles
    while(!client.available()&&client.connected()){
    delay(1);
    }

    // Leemos la primera línea de la petición del cliente.
    String linea1 = client.readStringUntil('r');
    Serial.println(linea1);

    if (linea1.indexOf("CALOR=ON")>0){ //Buscamos un CALOR=ON en la
1°Linea
      for (int angulo = 0; angulo <= 90; angulo += 1){
        myservo1.write(angulo);
        myservo2.write(angulo);
        delay(10);
      }
    }
    if (linea1.indexOf("FRIO=OFF")>0){//Buscamos un FRIO=OFF en la
1°Linea
      for (int angulo = 90; angulo >= 0; angulo -= 1){
        myservo1.write(angulo);
        myservo2.write(angulo);
        delay(10);
      }
    }
    if (linea1.indexOf("BAJARSE")>0){
      for (int angulo = 0; angulo <= 180; angulo += 1){
```

```
        myservo1.write(angulo);
        myservo2.write(180-angulo);
        delay(20);
      }
      delay(3000);
      for (int angulo = 180; angulo >= 0; angulo -= 1){
        myservo1.write(180-angulo);
        myservo2.write(angulo);
        delay(20);
      }
    }
    if (linea1.indexOf("SUBIRSE")>0){
      for (int angulo = 0; angulo <= 180; angulo += 1){
        myservo1.write(180-angulo);
        myservo2.write(angulo);
        delay(10);
      }
      delay(3000);
      for (int angulo = 180; angulo >= 0; angulo -= 1){
        myservo1.write(angulo);
        myservo2.write(180-angulo);
        delay(10);
      }
    }
    client.flush();

    Serial.println("Enviando respuesta...");
    //Encabesado http
    client.println("HTTP/1.1 200 OK");
    client.println("Content-Type: text/html");
    client.println("Connection: close");// La conexión se cierra
después de finalizar de la respuesta
    client.println();
    //Pagina html  para en el navegador
    String s="<!DOCTYPE HTML>";
    s+="<html>";
    s+="<head><title>COVIDBUS</title>";
    s+="<body>";
    s+="<h1 align='center'> COVIDBUS </h1>";
    s+="<div style='text-align:center;'>";
    s+="Temperatura de hoy: "+temperatura_+" grados ||";
    s+=" Humedad de hoy: "+humedad_ +" % ||";
    s+=" Nivel de GAS de hoy: "+nivel_gas_;
```

```
    s+="<br/><br/>";
    s+="<button onClick=location.href='./?CALOR=ON'>CALOR</button>";
    s+="<button onClick=location.href='./?FRIO=OFF'>FRIO</button>";
    s+="<br/><br/>";
    s+="<div><button onClick=location.href='./?BAJARSE'>PULSA PARA
BAJARTE</button></div>";
    s+="<div><button onClick=location.href='./?SUBIRSE'>PULSA PARA
SUBIRTE</button></div>";
    s+="<br/><br/>";
    s+= "</body> </html> \n";
    client.println(s);
    delay(1);
    Serial.println("respuesta enviada");
    Serial.println();
  }
}
```

Esta última parte del loop es la correspondiente a la creación del servidor en el esp8266. El terminal nos proporciona la ip que usa el ESP8266 y lo introducimos dentro de nuestro navegador. Se mostrará en pantalla los valores de temperatura,humedad y nivel de gas que hemos calculado previamente en variables globales.

A parte de mostrar estos valores, podemos hacer que los servomotores de las puertas y ventanas del autobús se muevan. Todo esto se hace mediante unos botones que hemos incluido en la página del servidor, al presionar en los botones dan un valor en nuestro código y dependiendo del botón pulsado podemos hacer que se abran las puertas con los servos si desea bajarse o si hace frío o calor bajar o subir las ventanas.

Toda la página que realiza monitoriza valores y realiza acciones mediante botones lo realizamos mediante HTML