



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS DE GANDIA

1

Proyecto GTI_1A (GTI_1A_19_TEAM_02)

Sonda agrícola e-Horta

Documento Técnico de Diseño
Volumen 1

ÍNDICE

PROPÓSITO	6
ALCANCE	6
DEFINICIONES, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	6
ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	7
CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA	7
Tabla 1. Funcionalidades	8
ARQUITECTURA HARDWARE DEL SISTEMA	8
Diagrama de bloques	8
Ilustración 1. Diagrama de bloques	8
Esquemático del circuito	8
Ilustración 2. Esquemático del circuito	8
PCB implementado	9
Ilustración 3. Diseño de la PCB	9
MEDIDA HUMEDAD	9
Descripción	9
Ilustración 4. Esquemático del sensor de humedad	10
Calibración	10
Testeo	10
Tabla 2. Valores de humedad	11
MEDIDA SALINIDAD	11
Descripción	11
Ilustración 5. Esquemático del sensor de salinidad	11
Calibración	11
Gráfica 1. Valores del sensor de salinidad	11
Testeo	11
Gráfica 2. Valores de Salinidad	12
MEDIDA TEMPERATURA	12
Descripción	12
Ilustración 6. Esquemático del sensor de temperatura	13
Calibración	13
Testeo	13
Gráfica 3. Valores del sensor de temperatura	13

PRESIÓN BAROMÉTRICA Y ALTITUD	13
Descripción	13
Ilustración 7. Esquemático del sensor de presión barométrica	14
Calibración	14
Testeo	14
LUZ AMBIENTE	14
Descripción	14
Ilustración 8. Esquemático del sensor de luminosidad	15
Calibración	15
Tabla 3. Valores del sensor de luminosidad	15
Testeo	15
PLUVIÓMETRO	15
Descripción	15
Ilustración 9. Esquemático del pluviómetro	15
Calibración	15
Testeo	15
LOCALIZACIÓN	16
Descripción	16
Ilustración 10. Esquemático del GPS	16
Calibración	16
Testeo	16
RED DE NODOS	16
Ilustración 11. Red de nodos	17
SOFTWARE	17
CLASES	17
Ilustración 12. Diagrama de la clase del sensor BMP280	17
Ilustración 13. Diagrama de la clase del sensor SEN0193	18
Ilustración 14. Diagrama de la clase del sensor de luminosidad	18
Ilustración 15. Diagrama de la clase del sensor de temperatura	18
Ilustración 16. Diagrama de la clase del pluviómetro	19
Ilustración 17. Diagrama de la clase del sensor de salinidad	19
LIBRERÍAS	19
PROGRAMA	19
Ilustración 18. Diagrama de la configuración del programa	20

Figuras

<u>Ilustración 1. Diagrama de bloques</u>	8
<u>Ilustración 2. Esquemático del circuito</u>	8
<u>Ilustración 3. Diseño de la PCB</u>	9
<u>Ilustración 4. Esquemático del sensor de humedad</u>	9
<u>Ilustración 5. Esquemático del sensor de salinidad</u>	10
<u>Ilustración 6. Esquemático del sensor de temperatura</u>	11
<u>Ilustración 7. Esquemático del sensor de presión barométrica</u>	12
<u>Ilustración 8. Esquemático del sensor de luminosidad</u>	13
<u>Ilustración 9. Esquemático del pluviómetro</u>	14
<u>Ilustración 10. Esquemático del GPS</u>	15
<u>Ilustración 11. Red de nodos</u>	15
<u>Ilustración 12. Diagrama de la clase del sensor BMP280</u>	16
<u>Ilustración 13. Diagrama de la clase del sensor SEN0193</u>	16
<u>Ilustración 14. Diagrama de la clase del sensor de luminosidad</u>	17
<u>Ilustración 15. Diagrama de la clase del sensor de temperatura</u>	17
<u>Ilustración 16. Diagrama de la clase del pluviómetro</u>	17
<u>Ilustración 17 Diagrama de la clase del sensor de salinidad</u>	18
<u>Ilustración 18. Diagrama del programa completo</u>	18

TABLAS Y GRÁFICAS

Tabla 1. Funcionalidades	7
Tabla 2. Valores de humedad	10
Gráfica 1. Valores del sensor de salinidad	11
Tabla 3. Valores del sensor de luminosidad	13
Gráfica 3. Valores del sensor de temperatura	13

1 INTRODUCCIÓN

E-Horta es una sonda agrícola capaz de realizar lecturas de diversas magnitudes físicas. Recopila información de campo sensible, a fin de monitorizar y optimizar la actividad agrícola.

Este prototipo electrónico recoge datos de la humedad de la tierra, la salinidad y temperatura del agua de riego, la temperatura ambiente, la presión barométrica, la altitud del terreno, la intensidad lumínica, el volumen de precipitaciones y la geolocalización del dispositivo. Además, incorpora un pequeño sistema antirrobo y otro de autoabastecimiento (célula fotovoltaica y batería).

Para minimizar el consumo energético, la sonda realiza mediciones cada cierto tiempo (configurable). Inmediatamente entra en modo de hibernación o stand-by, hasta la siguiente captura de datos o la interrupción física (vibraciones).

Para implementar las susodichas funcionalidades, se ha optado por utilizar el microcontrolador SparkFun ESP8266 Thing Dev, el convertidor analógico-digital Adafruit ADS1115 16-bit, sensores varios (tanto analógicos como digitales) y múltiples componentes electrónicos. Este microcontrolador tiene la ventaja de utilizar la plataforma de desarrollo Arduino, y está programado en lenguaje C++.

1.1 PROPÓSITO

En este documento se especifican las características técnicas del producto, así como su funcionamiento. Además, proporciona información sobre los sensores utilizados.

Éste es un documento técnico dirigido a un público con conocimiento tecnológico mínimo, relativo al campo de la electrónica y la programación.

Su redacción pretende exponer de manera rigurosa y objetiva las capacidades, propiedades y limitaciones de e-Horta. Con ello, se espera concretar las amplias posibilidades del producto.

1.2 ALCANCE

Este prototipo tiene como finalidad que el cliente sepa en todo momento la situación de su campo, sin necesidad de ir a éste todos los días, y poder saber cuándo tiene que regar más, o cuándo el agua tiene demasiada sal y puede estropear los cultivos.

El sistema es capaz de mostrar los niveles de humedad, salinidad, temperatura en agua, temperatura ambiente, presión barométrica, altitud, luminosidad y precipitaciones. También está equipado con un sistema de posicionamiento global.

El dispositivo se encuentra aislado en una caja estanca; se puede estropear si alguno de sus componentes internos entra en contacto con el agua, provocando un cortocircuito.

1.3 DEFINICIONES, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

ADC: Convertidor analógico-digital (Analog-to-Digital Converter).

GPS: sistema de posicionamiento global (Global Positioning System).

PCB: placa de circuito impreso (Printed Circuit Board); superficie constituida por buses de un material conductor, laminadas sobre una base no conductora.

API: interfaz de programación de aplicaciones (Application Programming Interface).

REST: transferencia de estado representacional (Representational State Transfer); estilo de arquitectura software para sistemas hipermedia distribuidos.

CEI: Comisión Electrotécnica Internacional.

RAEE: Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

IDE: entorno de desarrollo integrado (Integrated Development Environment).

TCP: Transmission Control Protocol.

IP: Internet Protocol address.

HTTP: Hypertext Transfer Protocol.

UART: Universal Asynchronous Receiver-Transmitter.

I2C: Inter-Integrated Circuit.

WOM: Wake on Motion.

NMEA: National Marine Electronics Association.

deepSleep: función del microcontrolador que le permite activar el modo Stand-by.

BMP280: sensor digital de presión barométrica absoluta, altitud y temperatura ambiente.

MPU9250: acelerómetro utilizado para el sistema antirrobo.

A2235-H: receptor de GPS utilizado.

SEN0193: sensor de humedad del suelo utilizado.

Buck-boost: convertidor DC-DC con un voltaje de salida mayor o menor que el voltaje de entrada.

Célula fotovoltaica / fotocélula: dispositivo electrónico que permite transformar la energía lumínica en energía eléctrica mediante el efecto fotoeléctrico, generando energía solar fotovoltaica.

1.4 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

El documento sigue la siguiente estructuración lógica de los contenidos:

- 1) Introducción concisa, descripción detallada del proyecto y documentos referenciados.
- 2) Visión general del sistema.
- 3) Funcionalidades, calibraciones y testeos del prototipo.
- 4) Mapa de red de nodos.
- 5) Software implementado y dependencias (librerías).
- 6) Conclusiones del trabajo realizado y posibles líneas de mejora.
- 7) Referencias del documento.

2 SISTEMA

El funcionamiento del sistema se basa en la transferencia de datos extraídos / capturados por los sensores al microcontrolador. Posteriormente, son enviados a un servidor web (API REST), que los muestra al usuario final en forma de gráficos.

Finalmente, el microcontrolador entra en modo hibernación (deepSleep), “se duerme”, para ahorrar energía. No obstante, si alguien intentase robarlo, éste se despertaría ipso facto y notificaría la incidencia.

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

El sistema se alimenta a través de una pequeña célula fotoeléctrica, acoplada a un convertidor buck-boost y una batería de litio. El convertidor buck-boost se utiliza para garantizar un nivel de voltaje de salida estable.

Para maximizar la eficiencia energética utilizamos el modo deepSleep y una PCB. Esta última además de mejorar el diseño, mantenimiento y apariencia, también evita cambios bruscos de impedancia y reflexiones en altas frecuencias.

Como medida de protección, se ha optado por aislar toda la circuitería en una caja estanca, cuyo grado de protección es IP55, de acuerdo con la regulación de la norma CEI 60529. Es decir, protección contra polvo y frente a chorros de agua.

Como medida de seguridad, se ha implementado un rudimentario sistema antirrobo, utilizando el acelerómetro para detectar vibraciones o movimientos, compartiendo el bus de interrupción con la interrupción del modo deepSleep.

La directiva 2011/65/UE es aplicable. El producto también cumple la normativa europea de concentración máxima de sustancias peligrosas. El reciclaje de aparatos eléctricos y electrónicos es una cuestión sensible. Éstos están formados por diferentes materias peligrosas. La negligencia de su correcto tratamiento o reciclaje puede suponer contaminación ambiental. Siguiendo el Real Decreto 110/2015, se insta a extraer los componentes internos de la caja y llevarlos al punto limpio más cercano; depositando la caja y los residuos electrónicos por separado y en sus respectivas localizaciones. El reciclaje de los RAEE depende del papel activo de

cada uno de nosotros. Debemos concienciarnos y entender la responsabilidad y deuda ecológica que ello conlleva.

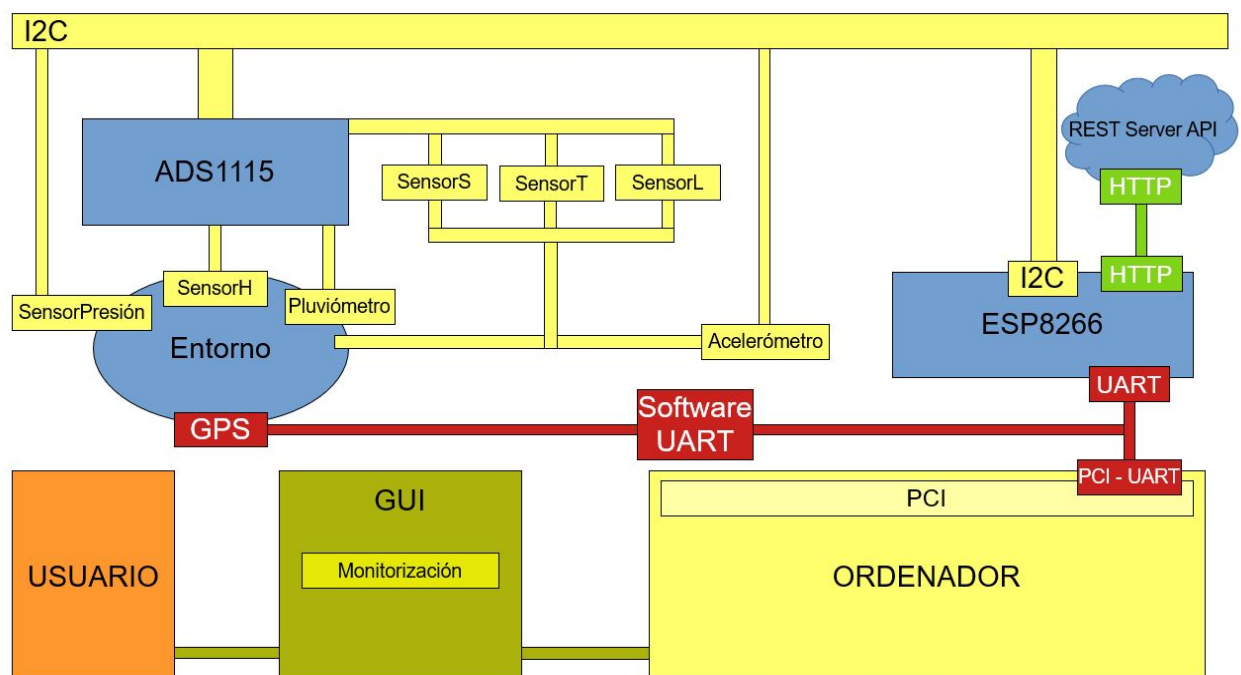
Los siguientes sensores cumplen la normativa RoHS: MPU-9250, BMP280, A2235-H.

Parámetro	Mín.	Máx.	Unidades
Humedad	Seco	Sumergido	%
Salinidad	Agua destilada	Cortocircuito	%
Temperatura	0	40	°C
Presión	300	1100	hPa
Luz	Oscuridad (0)	Soleado (3.7)	mV
Pluviómetro	0	0.45	l
Altitud	-150	9140	m

[Tabla 1. Funcionalidades con sus rangos de medida](#)

2.2 ARQUITECTURA HARDWARE DEL SISTEMA

2.2.1 Diagrama de bloques



[Ilustración 1. Diagrama de bloques](#)

2.2.2 Esquemático del circuito

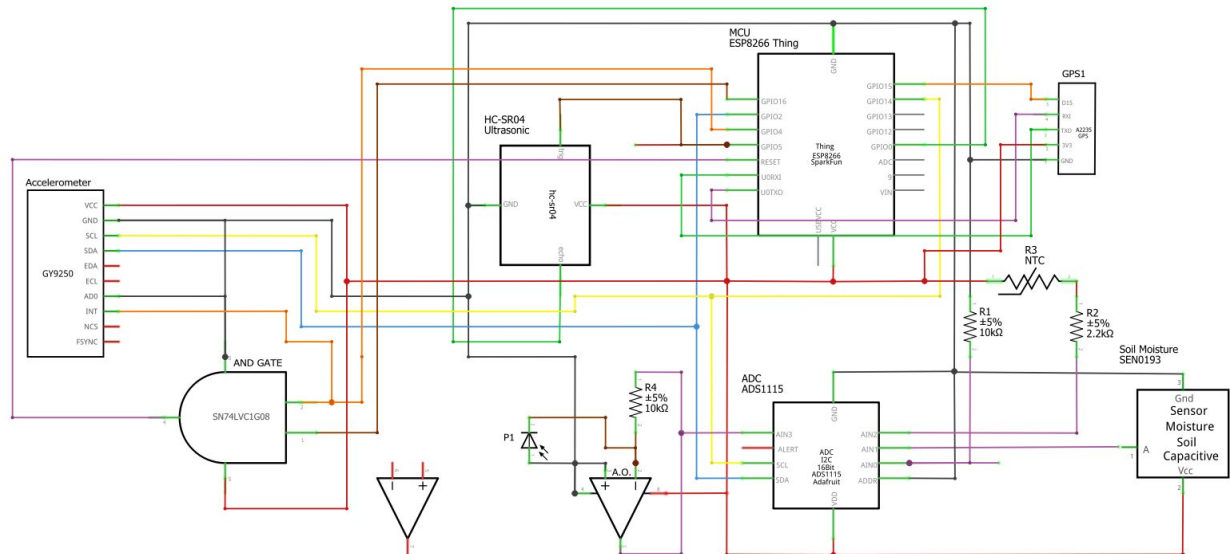


Ilustración 2. Esquemático del circuito

2.2.3 PCB implementado

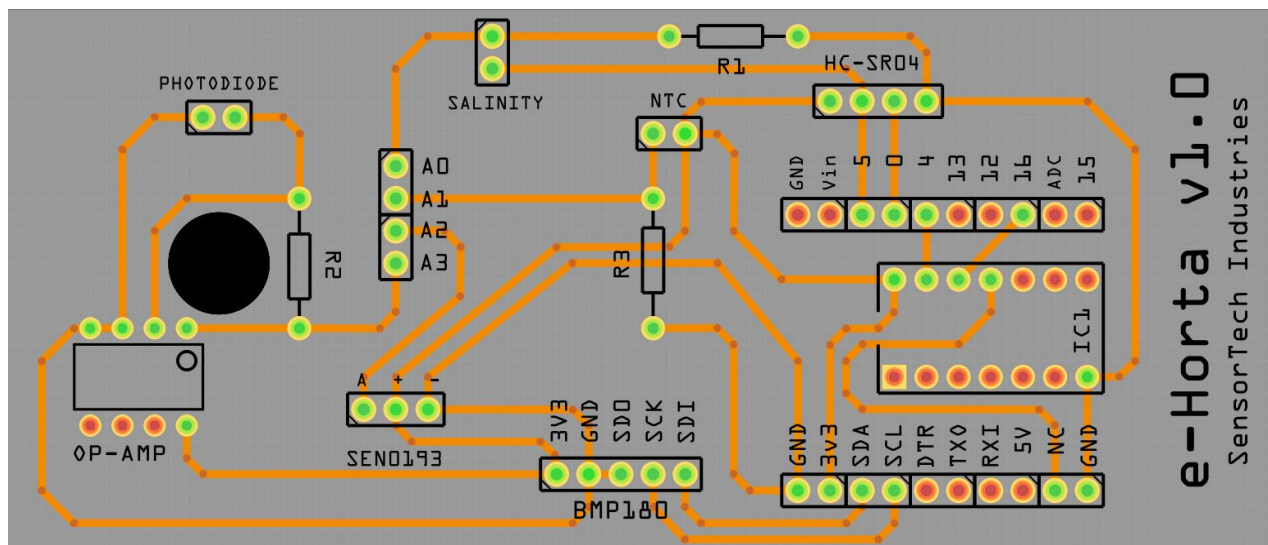


Ilustración 3. Diseño de la PCB

3 FUNCIONALIDADES

En este apartado se exponen con todo detalle los diseños de cada sensor (analógico o digital), una breve descripción de su funcionamiento y las pruebas de calibración y testeo correspondientes.

3.1 MEDIDA HUMEDAD

3.1.1 Descripción

Este sensor realiza 5 mediciones consecutivas (a milisegundos de diferencia) del nivel de humedad del subsuelo. Se devuelve un promedio de éstas para minimizar la incertidumbre en la medida. El datasheet del sensor utilizado puede encontrarse [aquí](#). A continuación adjuntamos el esquemático del sensor:

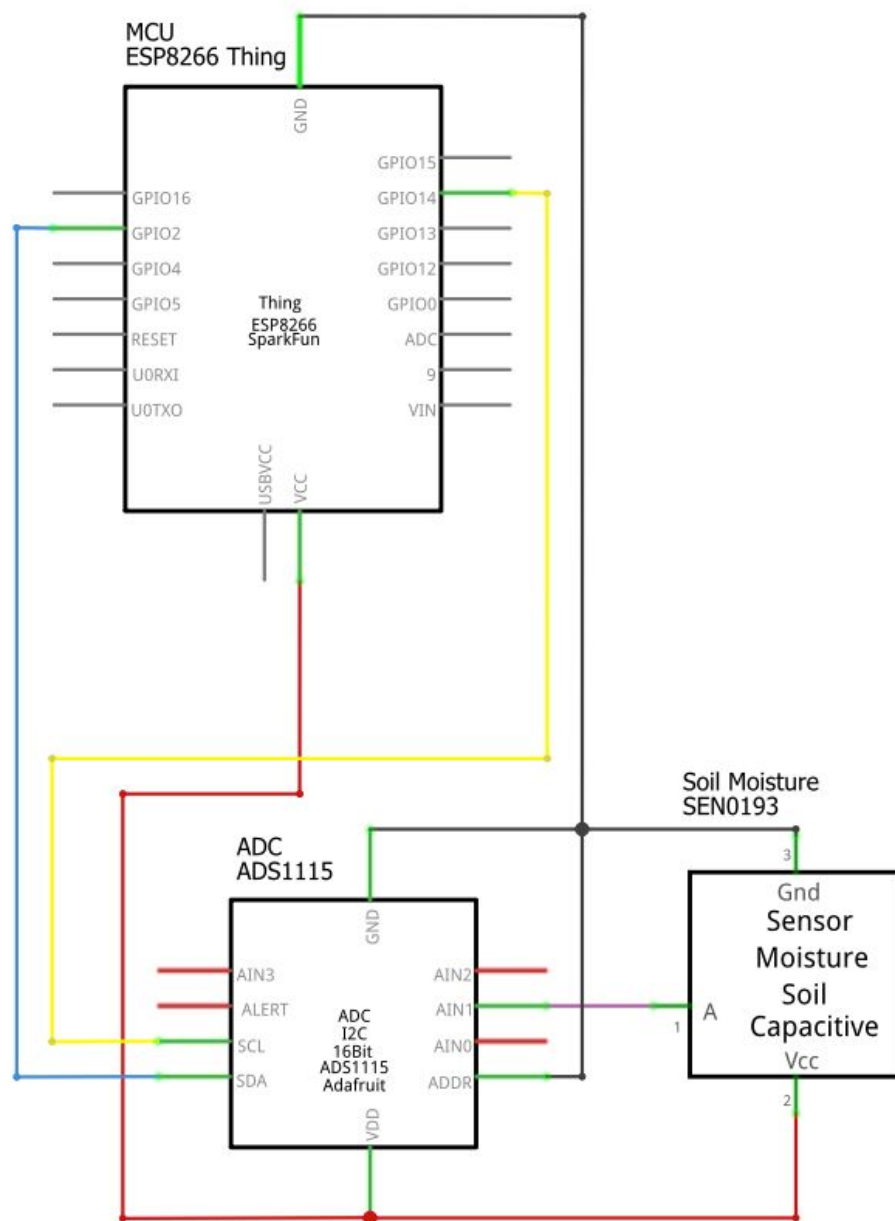


Ilustración 4. Esquemático del sensor de humedad

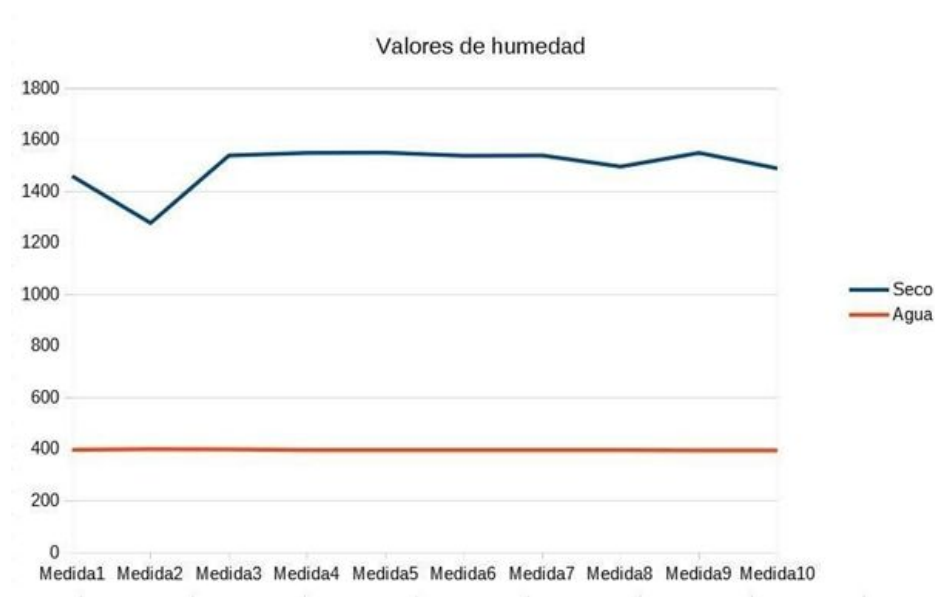
3.1.2 Calibración

Para calibrar este sensor se toma primero una medida en seco, tomando ese valor como nivel de referencia o límite de calibración inferior. De esa manera, la humedad ambiental no influirá en la medida (al menos no en gran medida, ya que la humedad del aire no es constante). Análogamente, se toma otra medida sumergido en agua, estableciendo el máximo de humedad.

Los valores recibidos aquí son de 400 mV en seco y 1.5 V medido en agua como media de 10 medidas.

3.1.3 Testeo

Para probar este sensor tenemos que tomar una medida en agua, y que los valores de humedad se aproximen al 100%, y otra en seco, y que los valores se aproximen al 0%.



[Tabla 2. Valores de humedad](#)

3.2 MEDIDA SALINIDAD

3.2.1 Descripción

El sensor de salinidad se basa en la conductividad eléctrica de las soluciones salinas debido al efecto de la atracción interiónica. Como el agua será mejor conductor eléctrico en proporción directa a la cantidad de sal disuelta que contenga, medimos la salinidad según la conductividad de ésta. Esto lo haremos usando dos cables a modo de terminales, siguiendo el esquemático aquí expuesto y mediremos el voltaje, teniendo en cuenta que el agua ejerce una resistencia lineal. A continuación adjuntamos el esquemático del sensor:

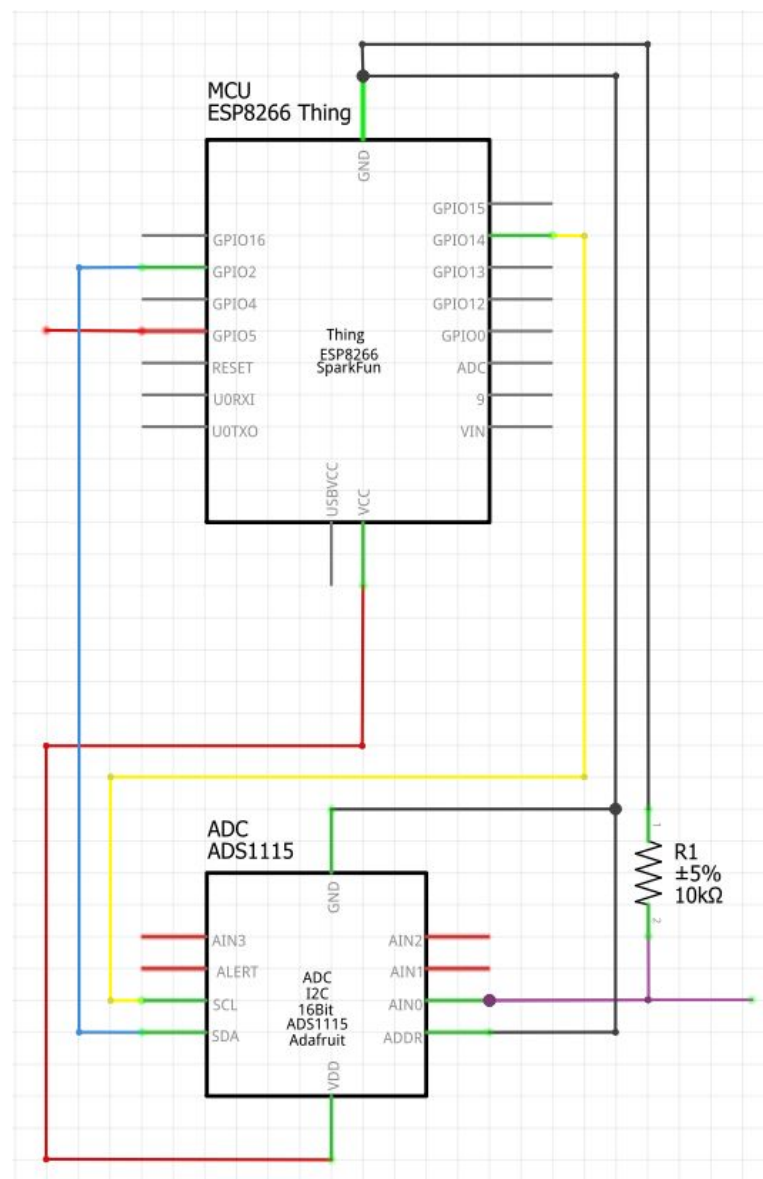


Ilustración 5. Esquemático del sensor de salinidad

3.2.2 Calibración

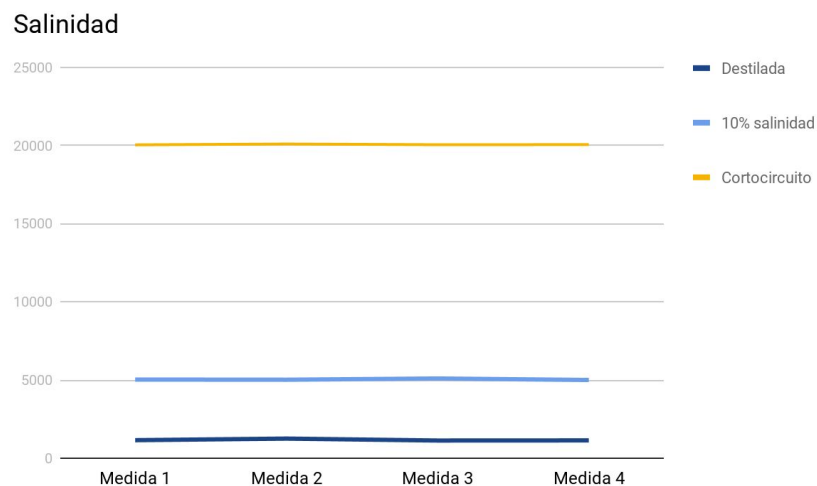
Para calibrar este sensor hemos puesto como mínimo una tensión de 0 voltios (circuito abierto, impedancia máxima) y, como máximo, la tensión en cortocircuito (máxima continuidad, mínima impedancia).



[Gráfica 1. Valores del sensor de salinidad](#)

3.2.3 Testeo

Para los testeos se utilizaron un vaso con agua destilada y otro con 100mL de agua y 10 gramos de sal, es decir, con un 10% de salinidad. Al realizar las pruebas comprobamos que los datos recibidos del agua destilada no son 0V, ya que en la práctica sí conduce la electricidad.



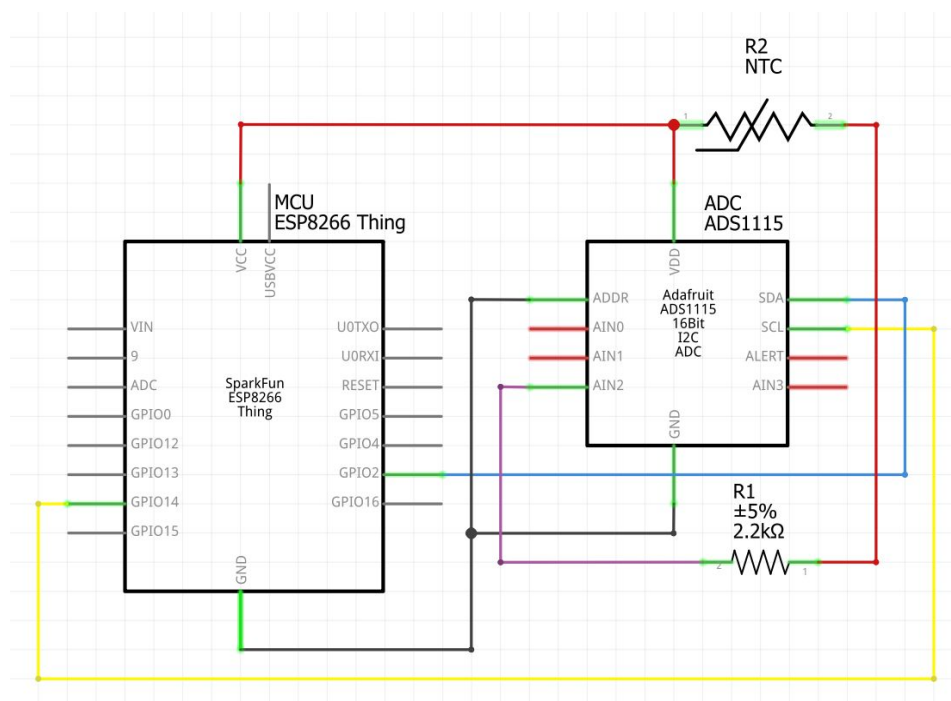
[Gráfica 2. Valores de Salinidad](#)

Se aprecia que los datos varían ligeramente entre medidas, pero dentro de un margen de error razonable.

3.3 MEDIDA TEMPERATURA

3.3.1 Descripción

Este sensor, formado por una NTC (resistencia con temperatura variable) cuya referencia es K1642K2, cambia sus valores dependiendo de la temperatura y, aplicando la fórmula $T' = \Delta T + \frac{V_0 - b}{m}$, podemos conseguir la temperatura que hay en el agua. A continuación adjuntamos el esquemático del sensor:



[Ilustración 6. Esquemático del sensor de temperatura](#)

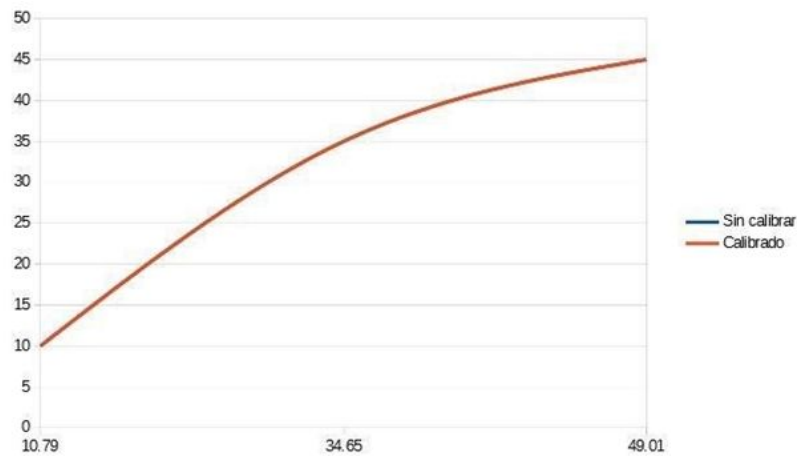
3.3.2 Calibración

La calibración del termistor se lleva a cabo de forma teórica, usando la fórmula anteriormente expuesta, en cuyo caso sus valores constantes serían $b = 0.786$, $m = 0.0348$. Posteriormente, se le suma la desviación de los valores para calibrar el error del sensor. Esto es $\Delta T = -0.24$.

3.3.3 Testeo

Para probar este sensor debemos meter un termómetro y el sensor en un vaso de agua, y añadirle agua caliente y ver como la temperatura del termómetro y el

termistor aumenta. Seguidamente le añadimos agua fría o hielo y observar como la temperatura del termómetro y el termistor disminuye, siendo ambas muy parecidas. Vemos en la [documentación](#) del sensor que su comportamiento es lineal dentro del rango definido entre 0 °C y 40 °C.

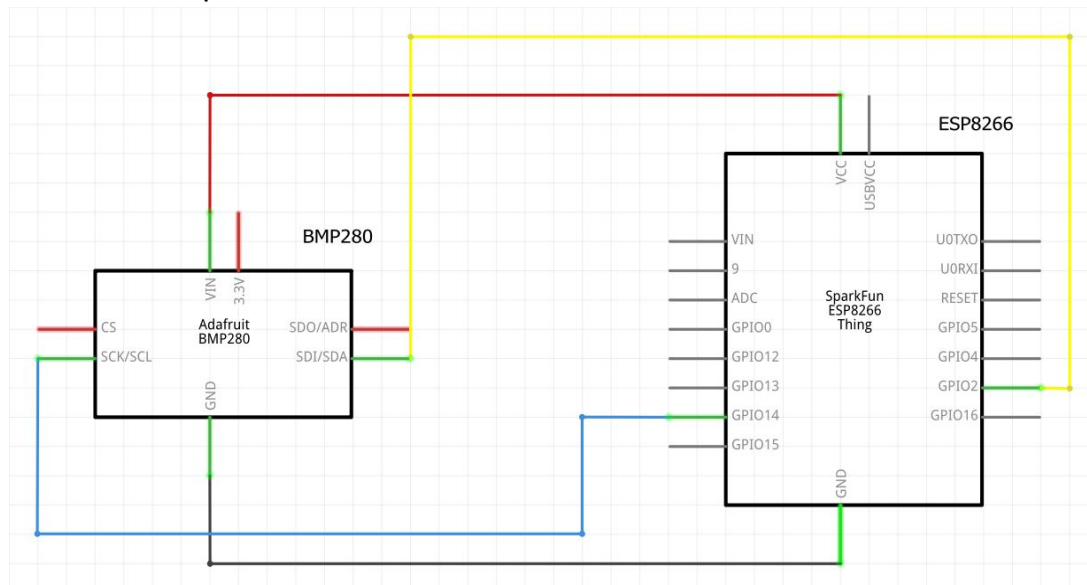


[Gráfica 3. Valores del sensor de temperatura](#)

3.4 PRESIÓN BAROMÉTRICA Y ALTITUD

3.4.1 Descripción

El sensor BMP280 de Bosch (se adjunta su [ficha técnica](#) en inglés) muestra medidas de presión barométrica, altitud y temperatura ambiente. A continuación adjuntamos el esquemático del sensor:



[Ilustración 7. Esquemático del sensor de presión barométrica](#)

3.4.2 Calibración

Este es un sensor digital que no requiere calibración. No obstante, se debería de utilizar su propia medida de la altitud para determinar un valor aproximado de presión barométrica. Las medidas del sensor son aproximadas, pero fiables, siempre se encuentre dentro del siguiente rango (-150, 9140), expresado en metros.

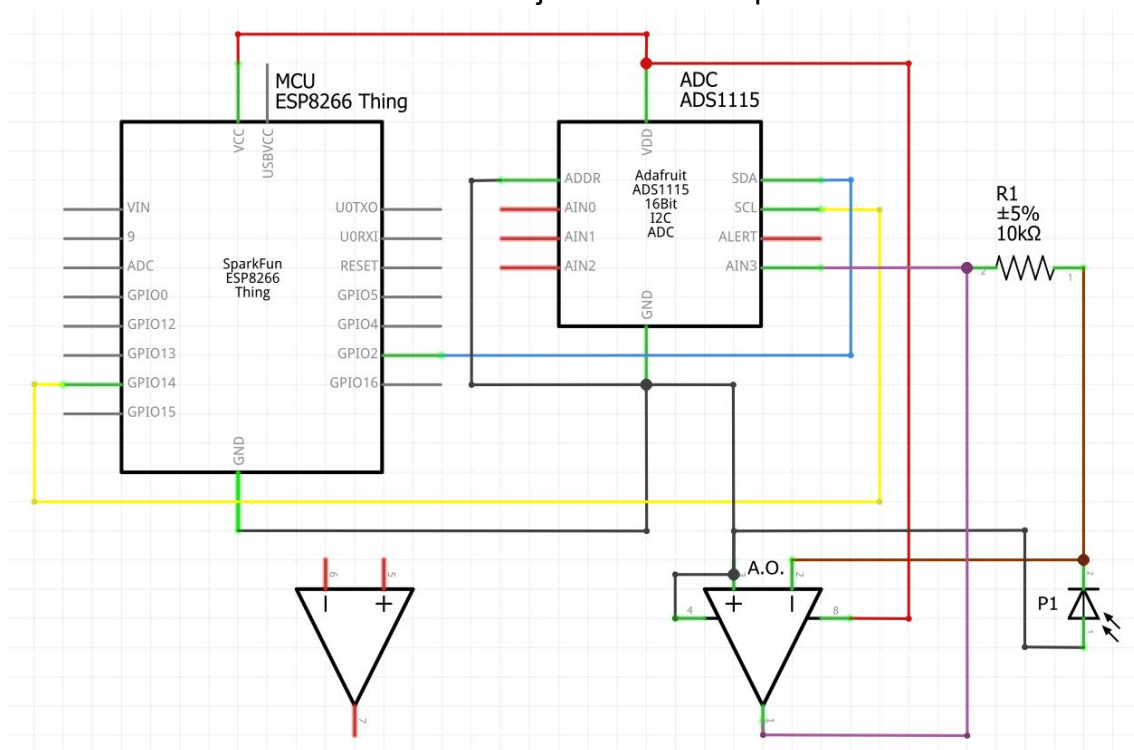
3.4.3 Testeo

Para probar este sensor debemos comparar el valor que envía el sensor con los valores de presión y altitud reales, y observar que al aumentar la temperatura, la presión también aumenta, debido a la excitación de las moléculas.

3.5 LUZ AMBIENTE

3.5.1 Descripción

Este sensor, formado por el fotodiodo VTB8441 (se adjunta su [ficha técnica](#)), capta la luz y transmite el estado de iluminación ambiente. Dicho sensor puede determinar cuatro estados: tapado / oscuro, nublado / en penumbra, despejado y soleado / luz intensa. A continuación adjuntamos el esquemático del sensor:



[Ilustración 8. Esquemático del sensor de luminosidad](#)

3.5.2 Calibración

La calibración de este sensor se realiza midiendo los valores recibidos en diferentes estados de luz, de donde se deducen los rangos de luminosidad que va a tener el sensor.

Condición	Tapado / oscuro	Nublado / en penumbra	Despejado	Soleado / luz intensa
V output	[0, 7] mV	(7, 35] mV	(35, 350) mV	[350 - 3700] mV

Tabla 3. Valores del sensor de luminosidad

3.5.3 Testeo

Para probar este sensor se debe tapar el fotodiodo y comprobar que el programa determina el estado “tapado / oscuro”. Análogamente, si se le hace sombra debería determinar “nublado / en penumbra”. Si tiene luz ambiental y no está en sombra; “despejado”. Y, si se enfoca una linterna con los suficientes lúmenes; “soleado / luz intensa”.

3.6 PLUVIÓMETRO

3.6.1 Descripción

Este sensor de ultrasonidos devuelve el volumen en litros del vaso. A continuación adjuntamos el esquemático del sensor:

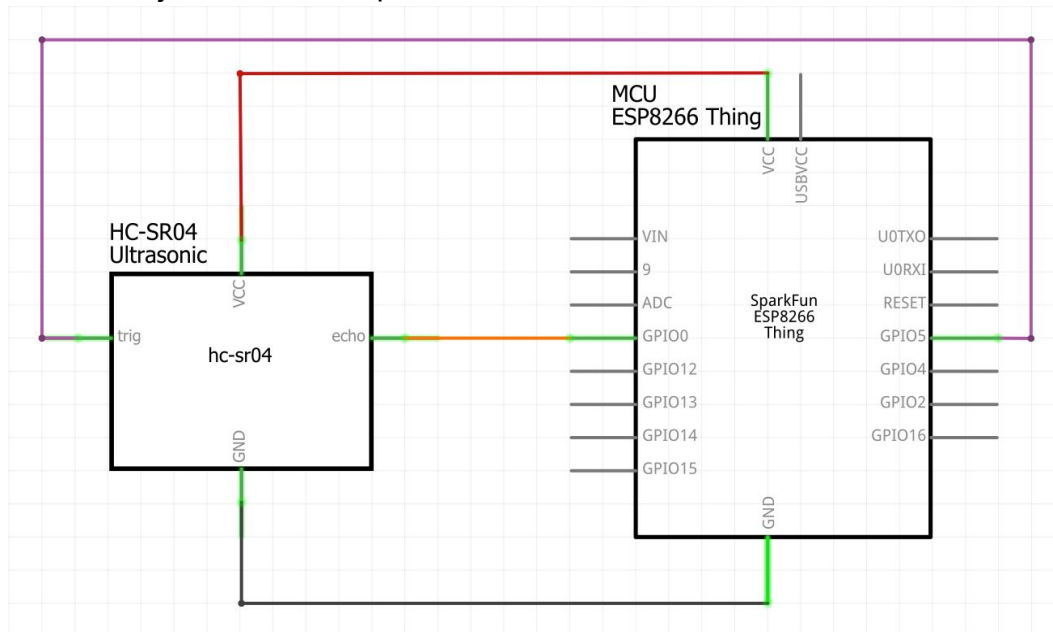


Ilustración 9. Esquemático del pluviómetro

3.6.2 Calibración

Para calibrar este sensor se debe medir el diámetro y la altura del vaso y aplicar la fórmula $V = h * \pi r^2$, siendo h la altura y r el radio del vaso. Para una taza este volumen es de aproximadamente 477.52 cm^3 .

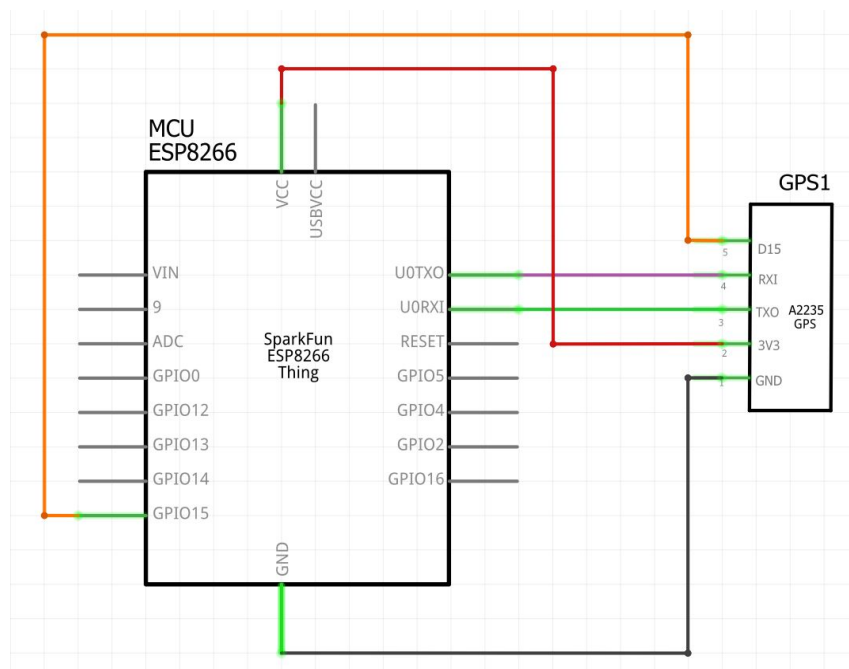
3.6.3 Testeo

Para probar este sensor debemos apuntarlo hacia el vaso vacío y observar que devuelve 0, y al empezar a llenarlo devuelve valores mayores, sin pasarse del volumen máximo.

3.7 LOCALIZACIÓN

3.7.1 Descripción

Este sensor se ha utilizado para determinar la geolocalización del dispositivo por triangulación. Muestra la fecha, la hora, la latitud, la longitud, la altitud, el rumbo y la velocidad en formato de mensaje NMEA. A continuación adjuntamos el esquemático del sensor:



[Ilustración 10. Esquemático del GPS](#)

3.7.2 Calibración

Este sensor no precisa de calibración.

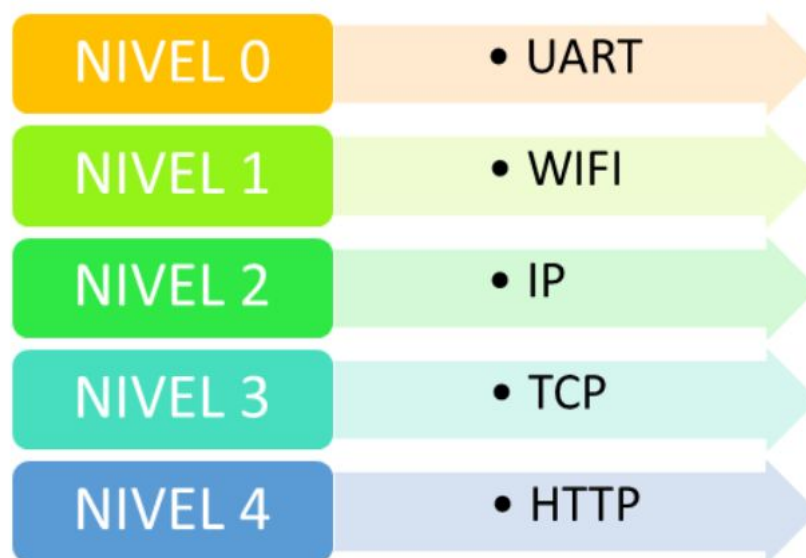
3.7.3 Testeo

Para probar este sensor debemos observar los datos que nos da y compararlos con los de un GPS comercial, como puede ser el de un móvil. Google ofrece el servicio de geolocalización Google Maps el cual usaremos para esta finalidad.

4 RED DE NODOS

Se puede desglosar el camino de los datos de manera esquemática en los siguientes 5 niveles: comunicación hardware (nivel 0), acceso a la red (nivel 1), internet (nivel 2), transporte (nivel 3), aplicación (nivel 4).

En primer lugar nuestro microcontrolador se comunica con los sensores mediante el protocolo I2C, y con el ordenador mediante el protocolo UART (con la finalidad de enviar y mostrar los datos recogidos en el monitor serial del Arduino IDE). Éstos, son enviados mediante conexión inalámbrica (Wi-Fi) al servidor, utilizando el protocolo IP. Ya que la conexión a Internet es la función que más consume, y no es necesario enviar datos en grandes cantidades, se utiliza el protocolo TCP. Finalmente estos datos acaban en el servidor web mediante el protocolo HTTP. Nótese que, en la práctica no sería necesario tener el prototipo conectado a ningún otro dispositivo, pues es autosuficiente y los datos serían enviados directamente al servidor. A continuación, adjuntamos la siguiente ilustración a modo de ayuda visual. No obstante, en el nivel 0 debería estar representado el ya mencionado protocolo I2C.



[Ilustración 11. Red de nodos](#)

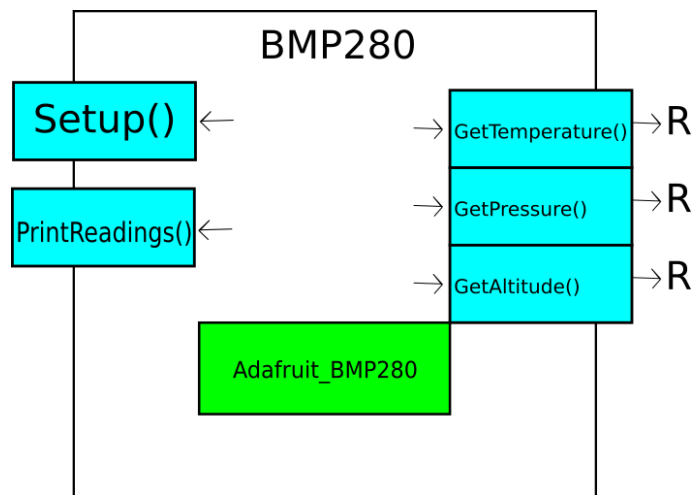
5 SOFTWARE

Teniendo en cuenta que la parte software del proyecto se ha desarrollado íntegramente en Arduino, todos los programas han sido implementados en el lenguaje de programación C++. La base de código sigue el paradigma de orientación a objetos. De esta manera, existe una clase por tipo de sensor. Esto quiere decir que de ser necesario se podrían implementar varios sensores de un mismo tipo creando una nueva instancia de esa clase, definiendo su configuración en la inicialización del objeto creado. Otras funcionalidades como el receptor GPS o

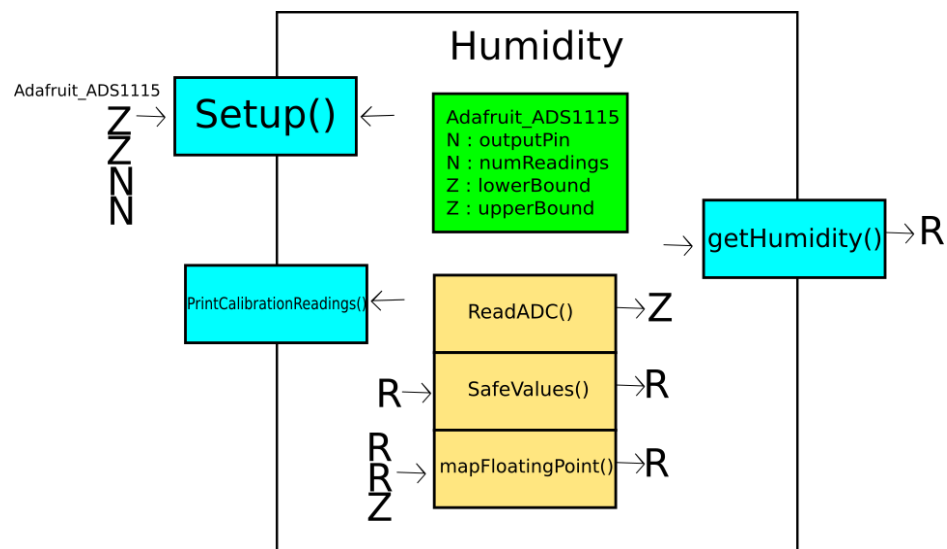
las interrupciones constan de librerías independientes. En general, se ha apuntando por un diseño escalable, modular y coherente, pero sin complejidad añadida. Encuéntrase el código en su totalidad en el [repositorio del proyecto](#).

5.1 CLASES

Se adjuntan a continuación los diseños de las clases implementados, en forma de diagramas UML. Pero, con notación matemática. Los símbolos corresponden a números reales (R), enteros (Z) y naturales (N).



[Ilustración 12. Diagrama UML del sensor BMP280.](#)



[Ilustración 13. Diagrama UML del sensor SEN0193.](#)



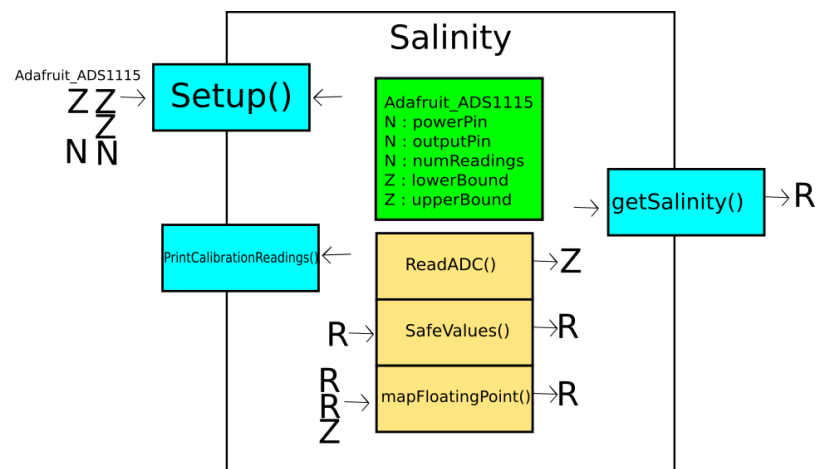


Ilustración 17. Diagrama UML del sensor de salinidad.

5.2 LIBRERÍAS

Como hemos mencionado, el proyecto depende de ciertas librerías. Algunas de ellas son internas; otras no. En el caso de las librerías de terceros, han sido instaladas desde el propio Arduino IDE, para la utilización de protocolos de comunicación o para interactuar con los sensores en cuestión. Véase debajo una lista de las librerías utilizadas.

INTERNAS

"GPS_A2235.h"
"REST_Server.h"
"System_Configuration.h"
"Sensors.h"
"Interruptions.h"
"SalinitySensor.h"
"HumiditySensor.h"
"TemperatureSensor.h"
"LuminositySensor.h"
"RainGauge.h"
"Arduino.h"

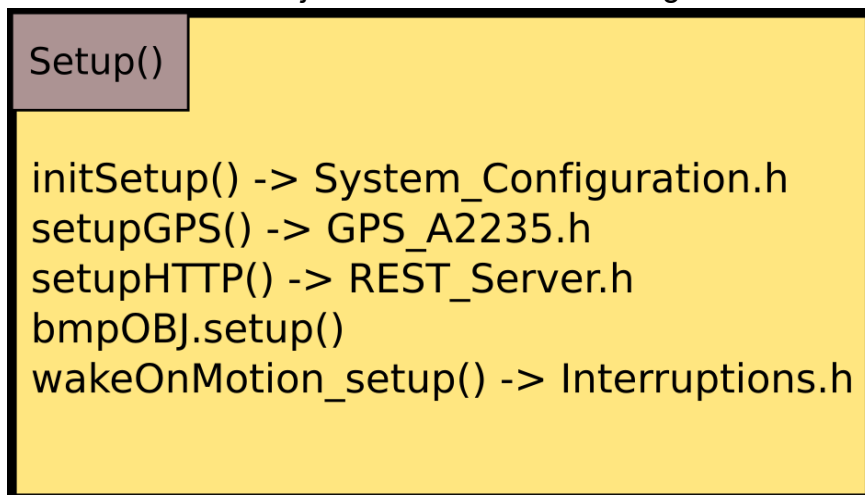
EXTERNAS

<Adafruit_ADS1015.h>
<Adafruit_BMP280.h>
<TinyGPS++.h>
<SoftwareSerial.h>
<Wire.h>
<ESP8266WiFi.h>
<Adafruit_Sensor.h>

5.3 PROGRAMA

Cabe mencionar nuevamente, que toda la base de código (clases, librerías, programas de prueba, etc.), esquemáticos y demás archivos esenciales pueden encontrarse en el repositorio git remoto del proyecto ([enlace al repositorio](#)).

A continuación se adjunta el diseño de la configuración del sistema:



[Ilustración 18. Diagrama de la configuración del programa](#)

La función loop() se ejecuta indefinidamente durante el tiempo de ejecución del programa. En ésta acaece la creación de objetos (o instancias) de las mencionadas clases, la recopilación de datos de cada sensor, la geolocalización (si fuera posible), el envío de los datos a la API REST en orden sistemático y la hibernación (deepSleep) de la placa ESP8266. También se ejecuta el WOM, como medida de seguridad, bien sea por robo o movimientos sísmicos bruscos.

6 CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE MEJORA

El objetivo primordial del proyecto es la recopilación de medidas de magnitudes físicas sensibles para el cultivo, permitiendo así su monitorización para optimizar y ajustar o adoptar técnicas en función a los datos recogidos. A día de hoy, se tiene una sonda agrícola capaz de realizar su función sin contratiempos y enviar los datos obtenidos a un servidor web, en el que se mantiene un registro global y representaciones gráficas de la humedad del subsuelo, la salinidad, la temperatura ambiental, la luminosidad, la presión barométrica, el volumen de precipitaciones y geolocalización.

También se han optimizado el consumo energético al máximo, optando por soluciones renovables, limpias y efectivas, así como usando la hibernación del microcontrolador y diseñando una PCB específica para esta primera versión del prototipo. Todo ello de acuerdo con la normativa medioambiental vigente.

Se puede mejorar el sistema de antirrobo, ya que las interrupciones del sistema deepSleep no son del todo precisas. También cabe mencionar que algunas de las implementaciones aquí expuestas son un poco arcaicas o simples, y por ende, tienen una tolerancia de error más grande de lo deseable en algunos casos.

CONTROL DEL DOCUMENTO

Título: *Documento Técnico de Diseño*
Volumen: *Vol. 2*
Fecha: *24 Enero 2020*
Autor: *Abidán Brito Clavijo, Luis Belloch Martínez, Elvira Montagud Hernandis, Pablo Enguix Llopis*

Referencia: *GTI_19_1A_TEAM_02*
Nombre de fichero: *GTI_19_1A_TEAM_02*
Actas: *Pueden ser consultadas en el repositorio remoto [repositorio remoto](#).*

FIRMAS DEL DOCUMENTO

Naturaleza del firmante	Nombre	Firma	Fecha	Rol
<i>Autores</i>	<i>Elvira Montagud Herrandis y Pablo Enguix Llopis</i>		<i>28/12/2019</i>	<i>Miembro del equipo</i>
<i>Revisor</i>	<i>Abidán Brito Clavijo y Luis Belloch Martínez</i>		<i>13/01/2020</i>	<i>Miembro del equipo</i>

REGISTRO DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO

Fecha	Versión	Autor	Detalles de los cambios
<i>28/12/2019</i>	<i>Vol 1. Borrador 1</i>	<i>Elvira Montagud Hernandis, Pablo Enguix Llopis</i>	<i>Primer borrador.</i>
<i>7/1/2020</i>	<i>Vol 1. Borrador 2</i>	<i>Luis Belloch Martínez</i>	<i>Revisión y corrección.</i>
<i>23/01/2020</i>	<i>Vol 1. Borrador 2</i>	<i>Abidán Brito Clavijo</i>	<i>- Grado de protección IP. - Distribución eléctrica. - Responsabilidad ambiental y reciclaje.</i>

			<ul style="list-style-type: none">- <i>Características del sistema.</i>- <i>Funcionalidades del sensor BMP280.</i>- <i>GPS.</i>- <i>Corrección de calibraciones.</i>- <i>Definiciones y acrónimos.</i>- <i>Revisión general y formato del documento.</i>
--	--	--	---