

Sistema de monitoreo de cultivos agrícolas

Trabajo Final de la carrera de
Especialización en Sistemas Embebidos


Alumno: Ing. Mario Fernando Aguilar Montoya

Director: Esp. Ing. Julián Bustamante

Jurados:


Dr. Ing. Javier Andres Redolfi (UTN-FRSFco)

Mg. Lic. Leopoldo Zimperz (FIUBA)

Esp. Ing. Felipe Calcavecchia (FIUBA)

Contenido

1. Introducción general
2. Introducción específica
3. Diseño e implementación
4. Ensayos y resultados
5. Demostración
6. Conclusiones

INTRODUCCIÓN GENERAL

Contexto - Idea del trabajo

Poner al alcance de los agricultores un sistema de monitoreo para sus cultivos, para ayudar a que puedan hacer un uso eficiente de sus recursos.



Estado del arte

Modelos



Smart Agriculture PRO
(Libelium)



RF-M1
(WiseConn)

Objetivo

Diseño e implementación de un prototipo funcional de un sistema de monitoreo de cultivos agrícolas.

Alcances

- Desarrollo del firmware sobre un RTOS.
 - Transmisión de la información por red celular.
 - Visualización de los datos en ThingsBoard.
-

INTRODUCCIÓN ESPECÍFICA

Componentes principales de hardware

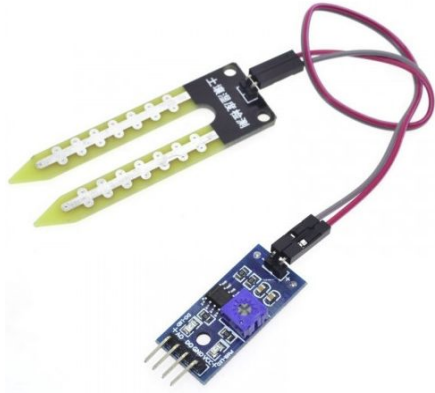


NUCLEO-L432KC
(SMT32L432KC)

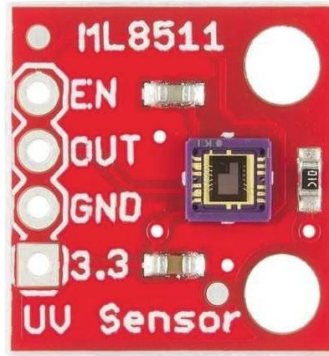


MÓDULO BG96

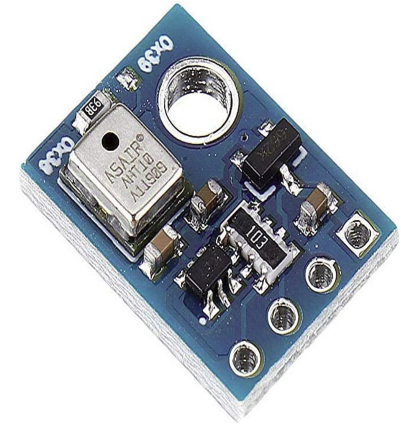
Componentes principales de hardware - Sensores



SENSOR HL-69



SENSOR ML8511



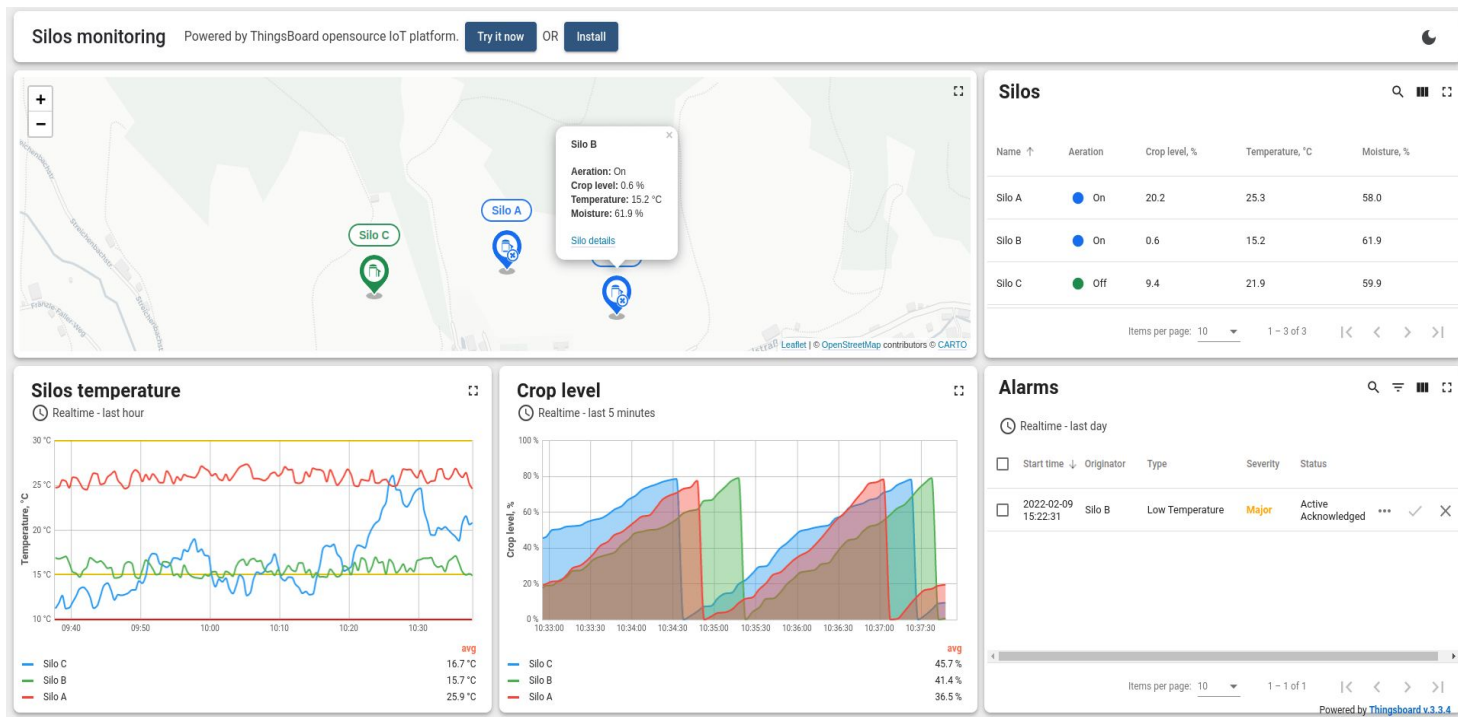
SENSOR AHT-10

Herramientas de software y testing

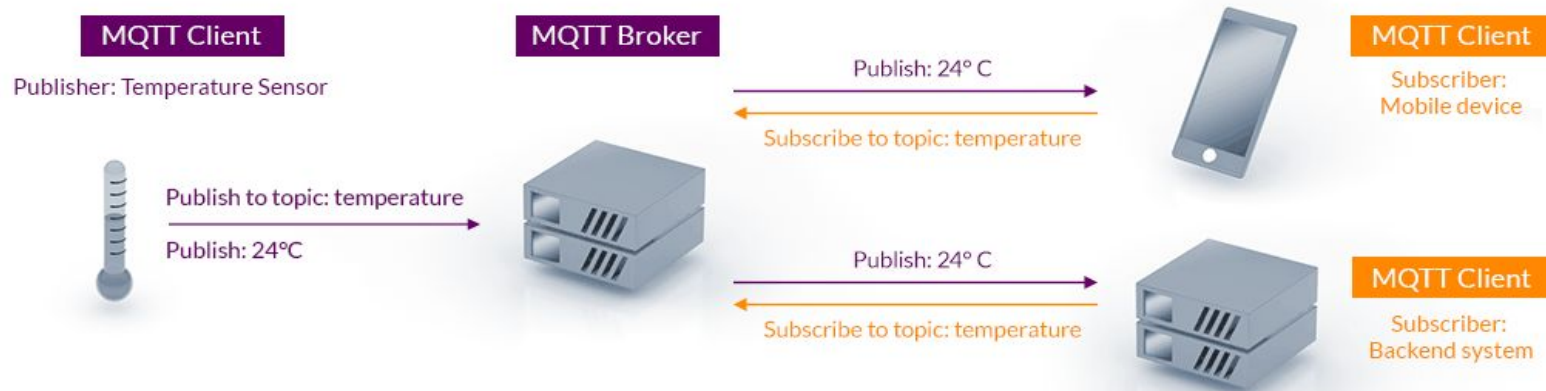
- STM32Cube IDE
- FreeRTOS
- Ceedling



Plataformas IoT - ThingsBoard



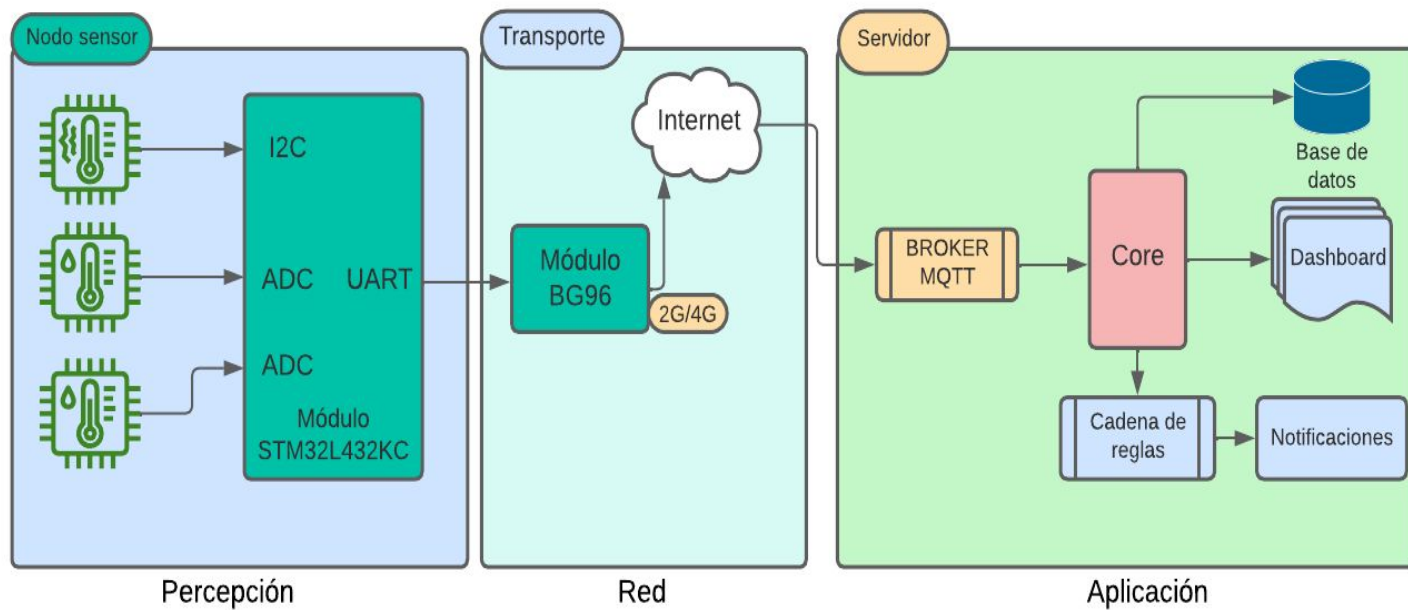
Protocolos de comunicación



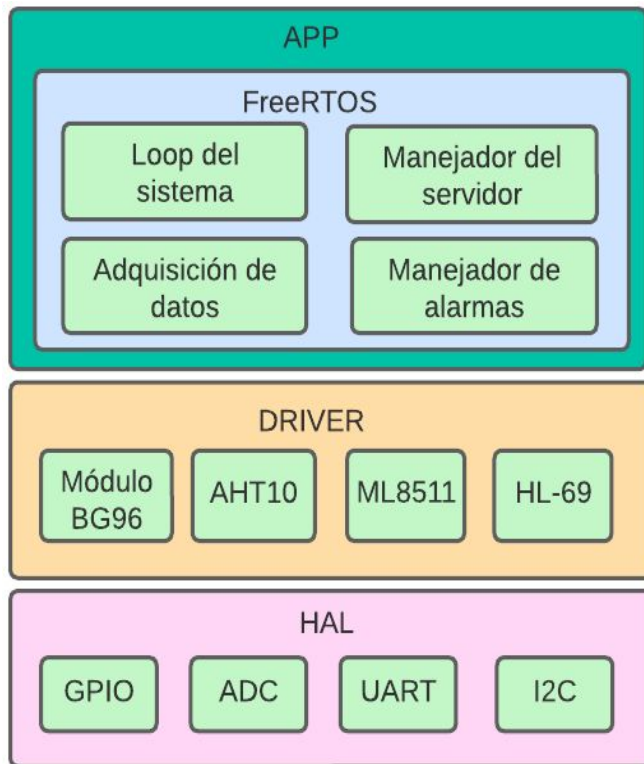
Modelo Publicador/Suscriptor

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

Diagrama general del sistema



Capas del firmware



Desarrollo del firmware

El firmware fue desarrollado sobre freeRTOS.

Se crearon cuatro tareas:

- Tarea loop.
- Tarea para manejar el servidor.
- Tarea para la adquisición de datos.
- Tarea para manejar las alarmas.

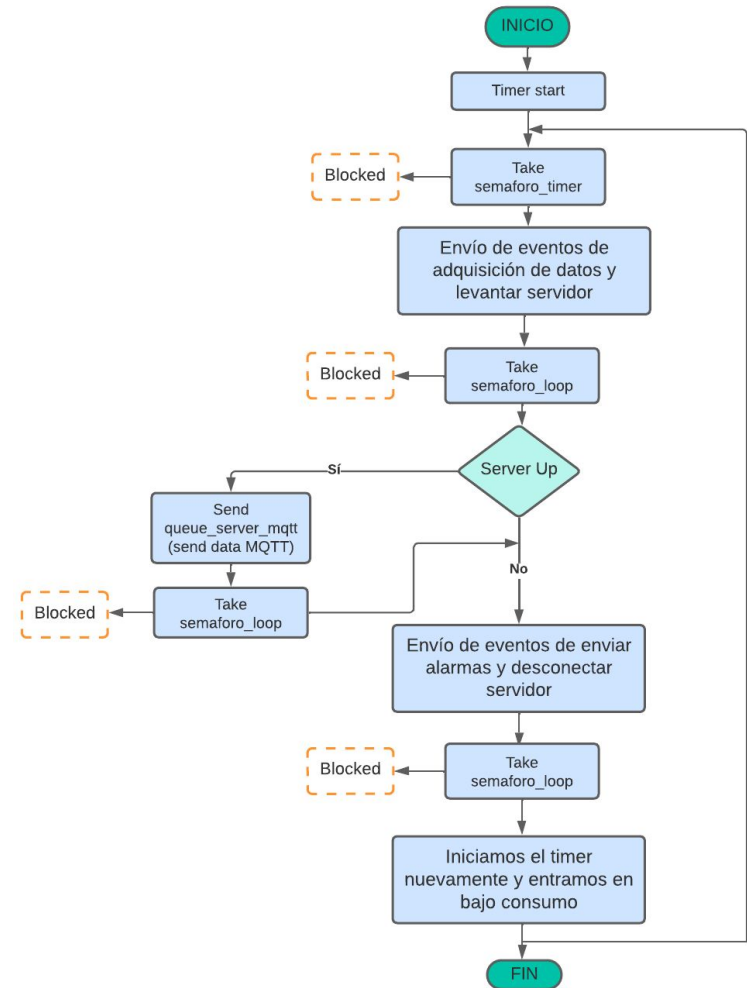


Diagrama de flujo de inicio del firmware

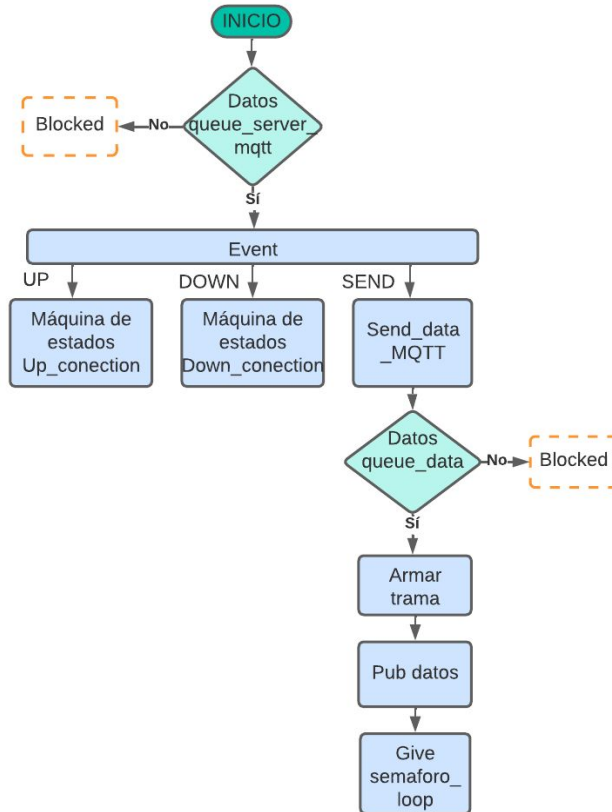
Tarea loop

La tarea se encarga de brindar la secuencialidad al firmware.

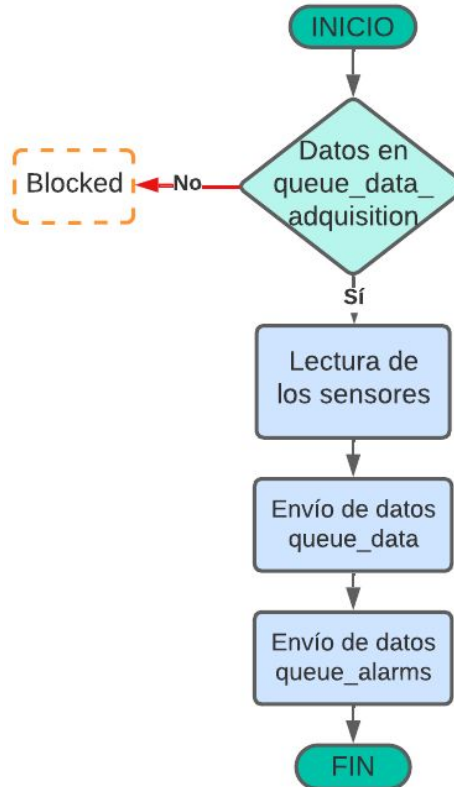
Manda eventos a las demás tareas para que sean procesados.



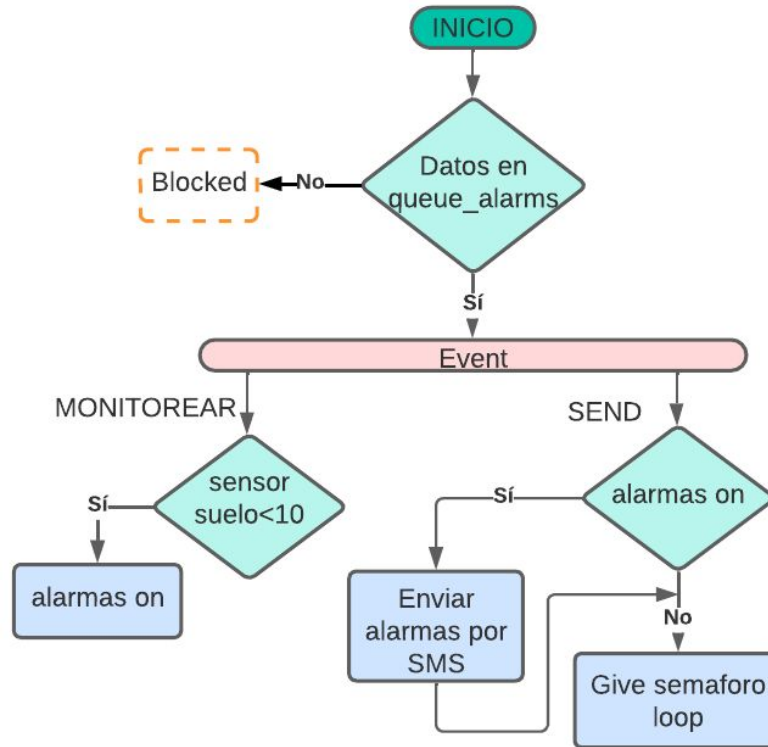
Tarea manejador del servidor



Tarea de adquisición de datos



Tarea manejador de alarmas

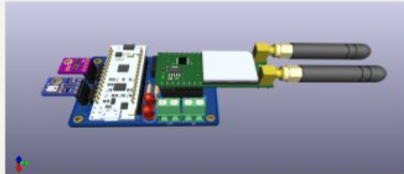


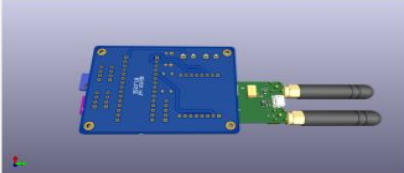
Desarrollo del hardware

1

VERSION: 01
PAGE # INDEX
1 CONECTORES MODULOS
2 DEBUG
3 CONECTORES ALIMENTACION
4 CONECTORES SENSORES

2

BOARD IMAGE FRONT


BOARD IMAGE BACK


3

BOARD_CESE_v01

1

Conectores_modulos
File: Conectores_modulos.kicad_sch

2

Debug
File: Debug.kicad_sch

3

conectores_alimentacion
File: conectores_alimentacion.kicad_sch

4

conectores_sensores
File: conectores_sensores.kicad_sch

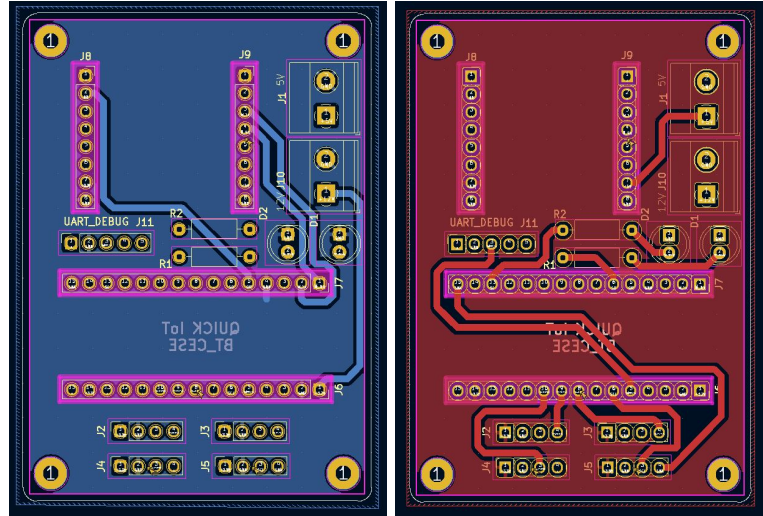
Authoring: Mario Fernando Aguilar Montoya
Revision:
Repository: https://github.com/meilo739/Hardgore-PF_CESE

Sheet: /
File: board_pf_cese.kicad_sch

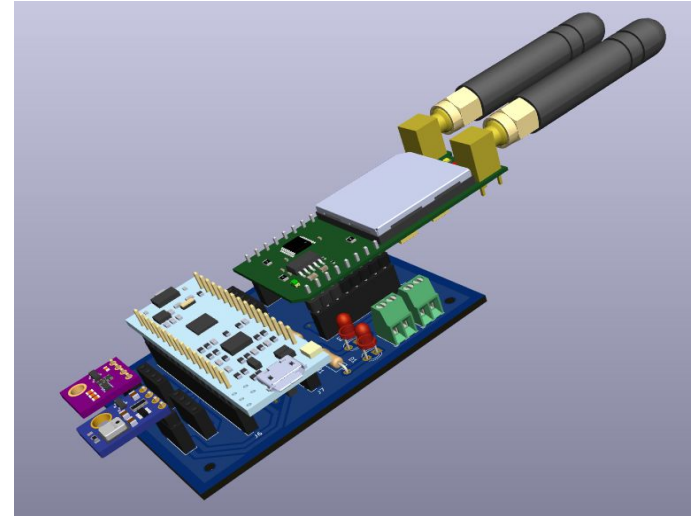
Title: BOARD_PF_CESE

Size: A4 Date: 2023-02-10
KiCad EDA: kicad 7.0.7-7.0.7-ubuntu20.04.1
Rev: 1/5

PCB

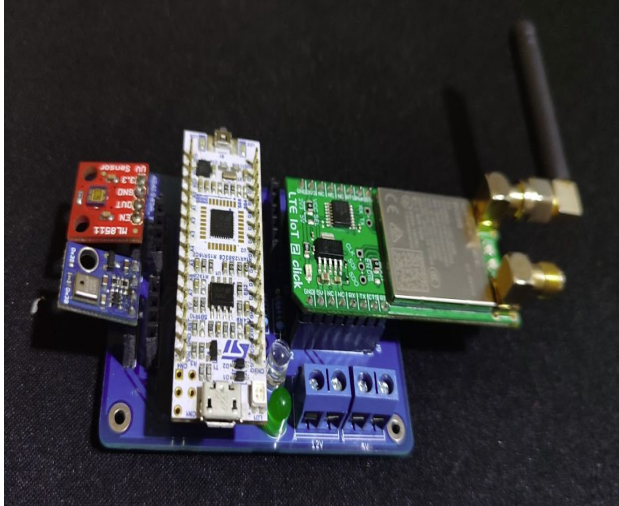


Capas del PCB

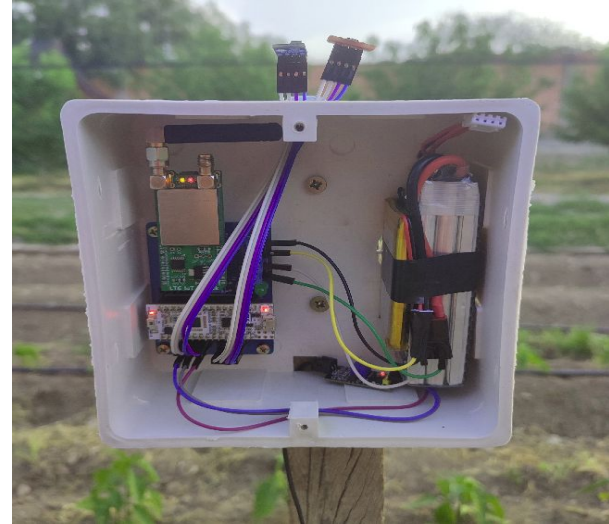


Modelo 3D

Fabricación del hardware

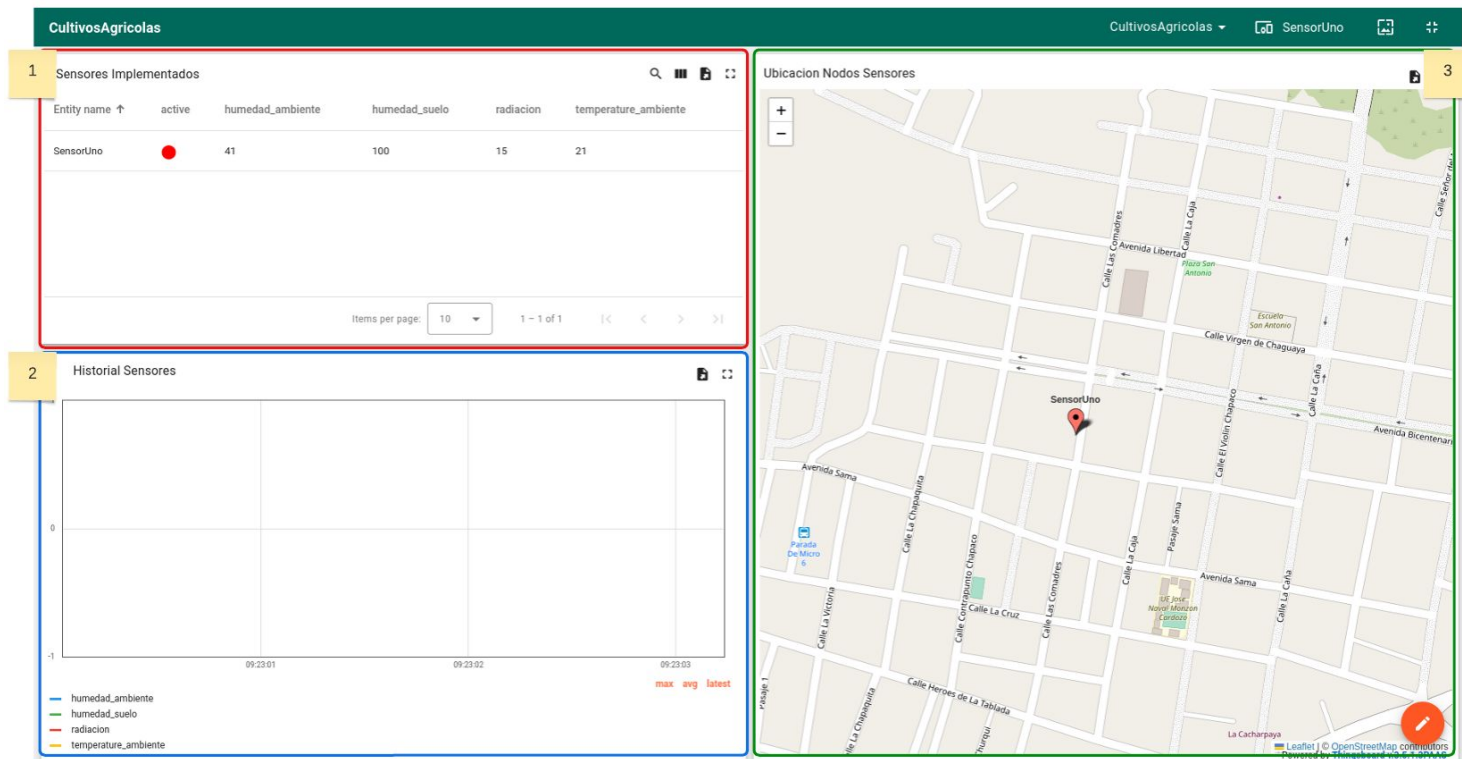


Ensamblado del PCB

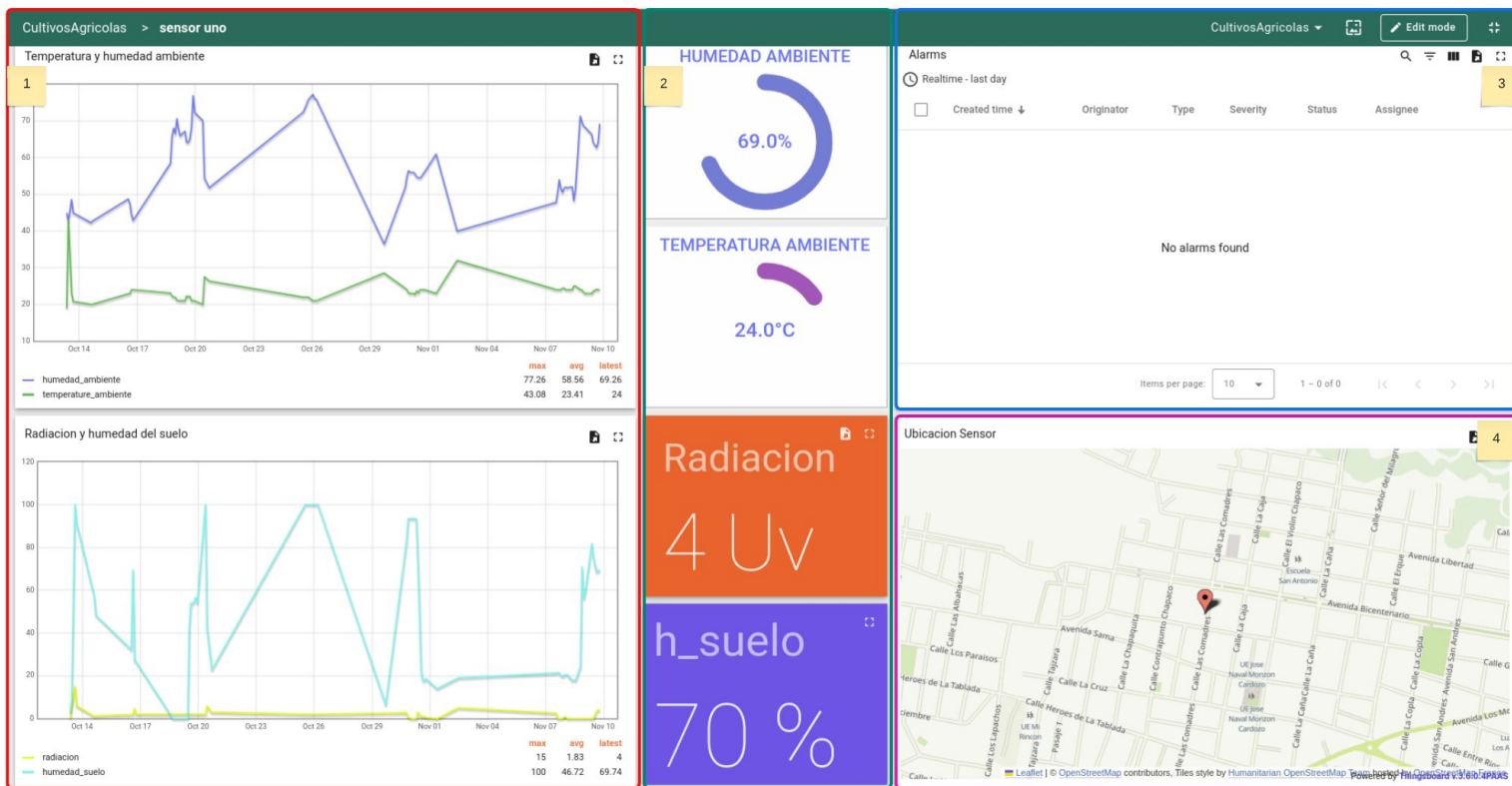


Instalación del PCB

Paneles de visualización-Panel Principal



Panel nodo sensor



ENSAYOS Y RESULTADOS

Instalación en el terreno



Pruebas unitarias a los drivers

```
mario@mario-Inspiron-7559:~/Documents/drivers/aht10$ ceedling

Test 'test_aht10.c'
-----
Running test_aht10.out...

-----

OVERALL TEST SUMMARY
-----

TESTED: 7
PASSED: 7
FAILED: 0
IGNORED: 0
```

GCC Code Coverage Report

Directory: src/	Exec	Total	Coverage
Date: 2023-11-07 12:31:37	62	62	100.0 %
Legend: low: < 75.0 % medium: >= 75.0 % high: >= 90.0 %	Branches: 20	20	100.0 %

File	Lines	Branches
aht10.c	100.0 % 62 / 62	100.0 % 20 / 20

Generated by: [GCOVR \(Version 4.2\)](#)

```
mario@mario-Inspiron-7559:~/Documents/drivers/driver_bg96$ ceedling

Test 'test_driver_bg96.c'
-----
Running test_driver_bg96.out...

-----

OVERALL TEST SUMMARY
-----

TESTED: 20
PASSED: 20
FAILED: 0
IGNORED: 0
```

GCC Code Coverage Report

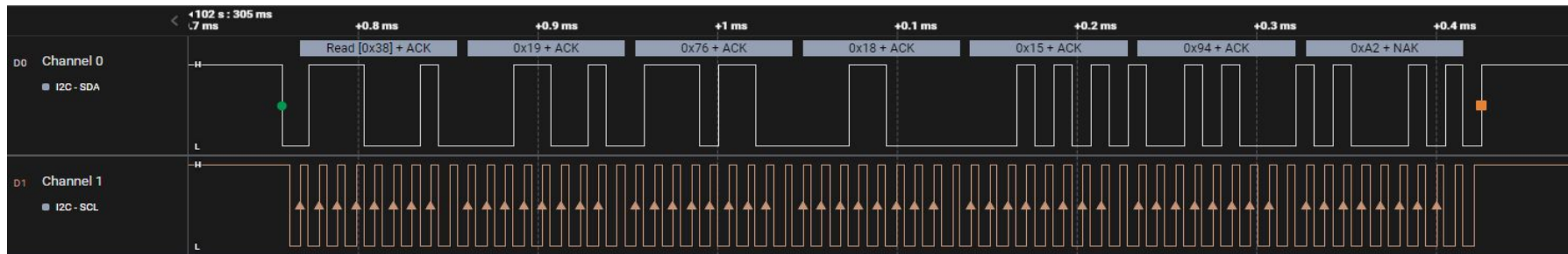
Directory: src/	Exec	Total	Coverage
Date: 2023-11-07 12:35:34	164	164	100.0 %
Legend: low: < 75.0 % medium: >= 75.0 % high: >= 90.0 %	Branches: 50	50	100.0 %

File	Lines	Branches
driver_bg96.c	100.0 % 164 / 164	100.0 % 50 / 50

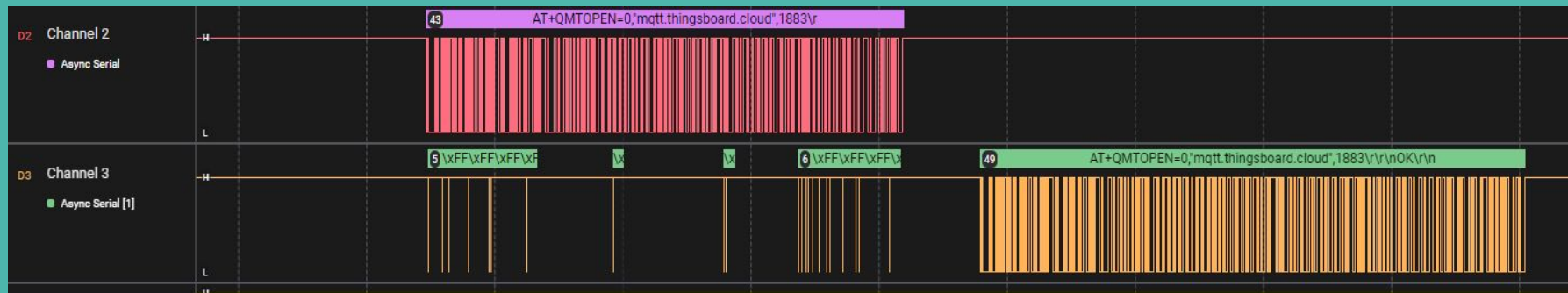
Generated by: [GCOVR \(Version 4.2\)](#)

Pruebas de hardware

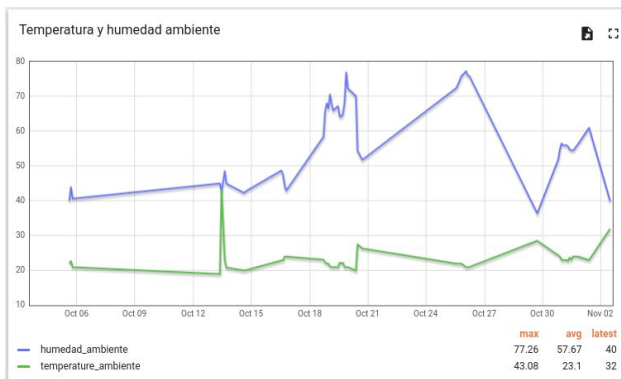
TRAMA DE LECTURA POR I2C



ENVÍO DE COMANDOS POR UART



Pruebas funcionales-Caso de uso 1

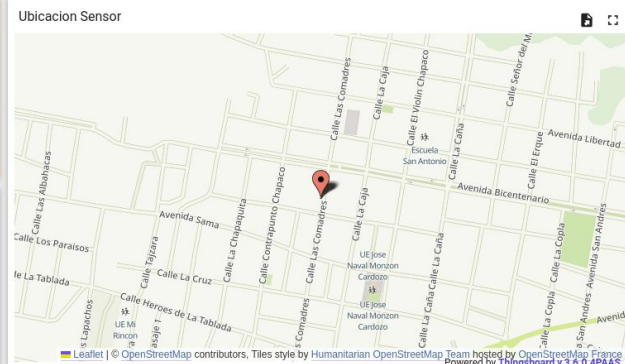
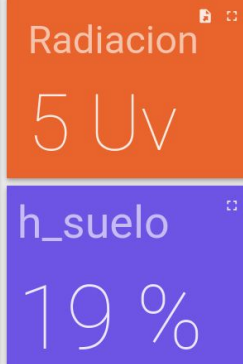
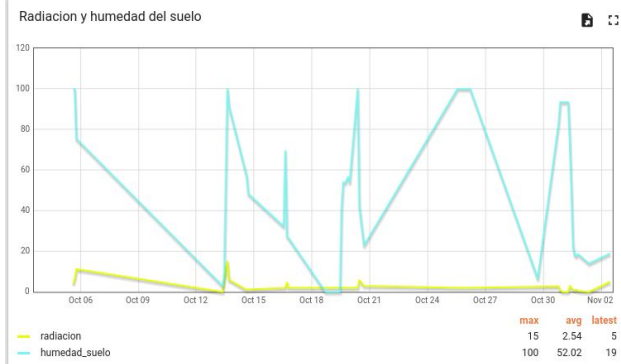


Alarms

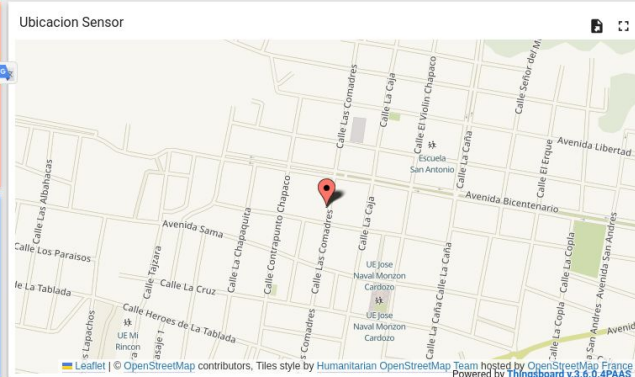
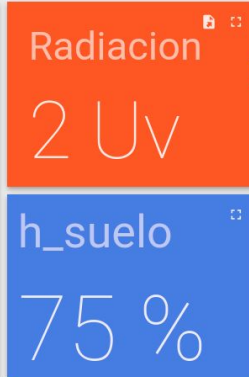
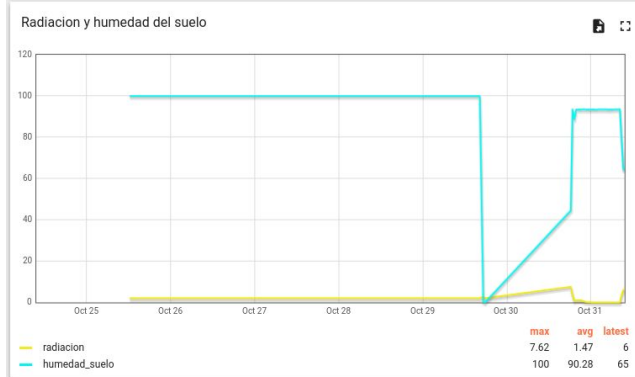
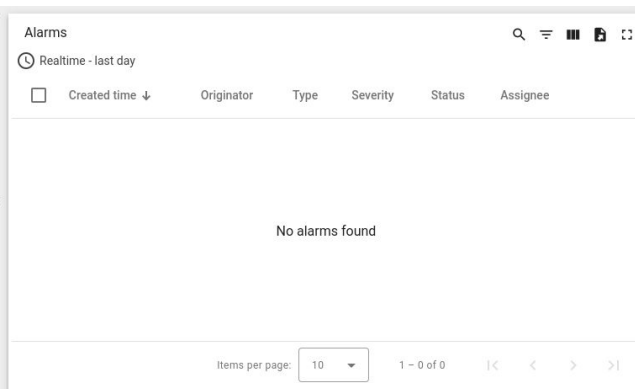
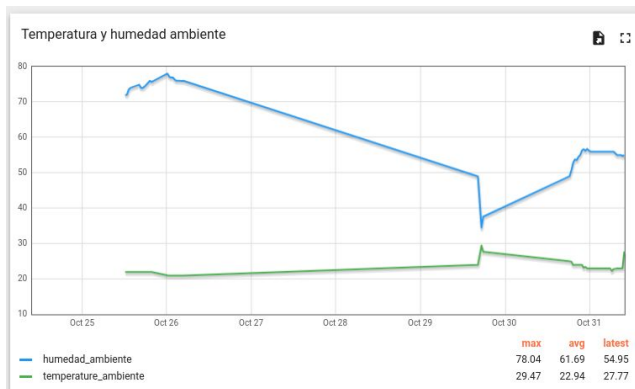
🕒 Realtime - last day

<input type="checkbox"/>	Created time ↓	Originator	Type	Severity	Status	Assignee
No alarms found						

Items per page: 10 1 - 0 of 0



Caso de uso 2



Prueba de envío de alarmas por SMS

```
AT+CMGF=1
OK
AT+CMGS="72950576"
> Humedad de suelo muy baja
```

Comandos AT



Recepción del SMS

DEMOSTRACIÓN

VIDEO



Sistema de monitoreo de cultivos agrícolas

Trabajo Final de la carrera de
Especialización en Sistemas Embebidos

Alumno: Ing. Mario Fernando Aguilar Montoya

Director: Exp. Ing. Julián Bustamante (TECHREA S.A.)

Jurados:

Dr. Ing. Javier Andrés Rodolfi (UTN-FRSTec)

Mg. Lic. Leopoldo Zingone (FIUBA)

Exp. Ing. Felipe Calaverucha (FIUBA)

CONCLUSIONES

Conclusiones

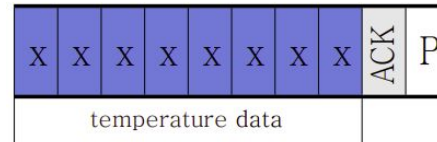
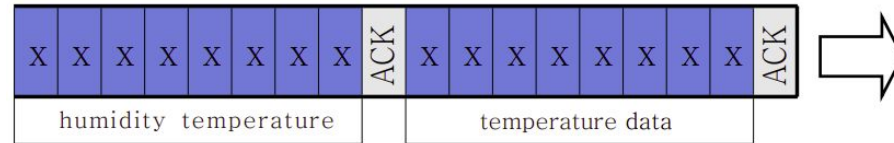
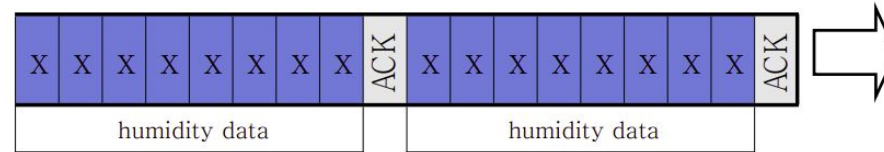
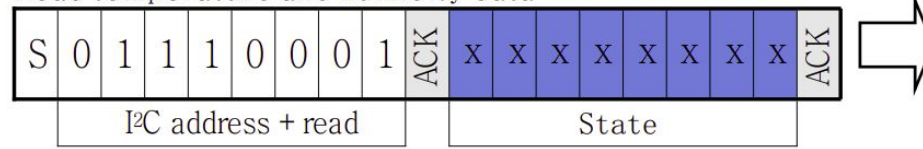
- Se fabricó un prototipo funcional y se lo instaló en un cultivo agrícola.
- Se desarrolló el firmware sobre un sistema operativo de tiempo real.
- Se configuraron paneles de visualización en ThingsBoard.

Próximos pasos

- Realizar un nuevo diseño del hardware que integre a todo el sistema y no utilice módulos por separado.
- Implementar un mecanismo de actualización de firmware remoto.
- Incluir soporte para trabajar con energías renovables.
- Aumentar la seguridad al enviar los datos al servidor utilizando SSL.

**!MUCHAS GRACIAS;
¿PREGUNTAS?**

Read temperature and humidity data



Host to slave
 Slave to host
 ACK
 S Start
 P Stop



ÍNDICE UV



El UV es el indicador de la intensidad de los rayos ultravioletas y de su capacidad para dañar nuestra piel.
Consúltalo a diario en tu móvil o en www.aemet.es

@fannycentiestetica