



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

SISTEMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE
PARÁMETROS AMBIENTALES BÁSICOS EN
AGRICULTURA DE GRAN EXTENSIÓN MEDIANTE
APLICACIÓN WEB.

INDICE

VOLUMEN 1

Autor:

Marcos Serrano Pérez

Director:

Pablo Bosque Obón

Datos del proyecto

Documento	INDICE
Número de volumen	VOLUMEN 1
Cliente	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA TRABAJO FIN DE GRADO
Autor	MARCOS SERRANO
Fecha	31/08/2023
Firma	



1. INDICE

2. MEMORIA

0. Objeto.....	4
1. Alcance.....	5
2. Antecedentes.....	6
2.1 Medida de pH del suelo.....	6
2.2 Medida de la humedad de la tierra.....	7
2.3 Medida de la temperatura.....	9
2.4 Medida de la radiación UV.....	10
3. Normas y referencias.....	11
3.1 Dispositivos Legales y normas aplicadas.....	11
3.2 Programas de cálculo.....	12
3.3 Plan de gestión de calidad.....	12
3.4 Bibliografía.....	12
4. Abreviaturas y Definiciones.....	15
4.1 Definiciones.....	15
4.2 Abreviaturas.....	17
5. Requisitos de Diseño.....	18
5.1 Requisitos por parte del cliente.....	18
5.2 Emplazamiento y entorno socioeconómico.....	19
5.3 Legislación, reglamentación y normativa aplicada.....	19
5.4 Estudios realizados para la solución adoptada.....	19
5.5 Elementos externos al proyecto.....	20
5.6 Aplicación práctica	21
5.6.1Exposición de los hechos.....	21



5.6.2 Solución.....	21
6. Análisis de Soluciones.....	22
6.1 Fuentes de alimentación.....	23
6.2 Firmware.....	27
6.3 Carcasa.....	29
6.4 Elementos de entrada.....	32
6.4.1 Sensores de temperatura.....	32
6.4.1.1 Sensores integrados.....	32
6.4.1.2 Termopares.....	32
6.4.1.3 Termistores.....	33
6.4.2 Sensores de humedad de tierra.....	33
6.4.2.1 Sensores resistivos.....	33
6.4.2.2 Sensores capacitivos.....	34
6.5 Interfaz de usuario.....	35
6.6 Almacenamiento de datos.....	38
6.7 Unidad de control.....	40
6.8 Comunicación.....	44
7. Resultados finales.....	46
7.1 Fuentes de alimentación.....	46
7.2 Interfaz de usuario.....	47
7.3 Almacenamiento de información.....	49
7.4 Transferencia de información.....	49
7.5 PCB S_01.....	49



7.6 PCB C_01.....	51
8. Planificación.....	53
8.1 Etapas del proceso.....	53
8.2 Cronograma de fabricación.....	54
9. Orden de Prioridad.....	55

3. ANEXOS

1. Documentación de Partida.....	2
2. Cálculos.....	3
2.1 Carcasa.....	3
2.2 Planos y Pistas.....	3
2.3 Cálculos S_01.....	4
2.3.1 Consumo convertidor Boost.....	4
2.3.2 Consumo regulador de tensión de 3,3V.....	5
2.3.3 Consumo de cargador de batería.....	6
2.3.4 Duración de la batería.....	6
2.3.5 Sensor de temperatura LM35.....	8
2.3.6 Sensor de humedad.....	9
2.3.7 Sensor UV.....	10
2.3.8 Sensor pH.....	10
2.3.9 Modulo de comunicación LoRa.....	11
2.4 Cálculos C_01.....	12



2.4.1 Fuente de alimentación.....	12
2.4.2 Consumo regulador de tensión.....	12
2.4.3 Calculo de elementos de protección.....	13
2.4.4 Calculo de elementos de filtrado.....	14
3. Software de la aplicación.....	16
4. Hojas de características.....	23
5. Diagramas de flujo de S.....	24
5.1 Diagrama de flujo de PCB S_01.....	24
5.2 Diagrama de flujo de PCB C_01.....	25

4. PLANOS

000.01 Dibujo de Conjunto General.....	3
Grupo 100.....	4
Grupo 100.00.....	4
100.01 Dibujo de Conjunto S_01.....	4
Grupo 110.....	5
110.00 Diagrama de Bloques.....	5
110.01 Esquema Eléctrico.....	6
110.02 Listado de componentes.....	7
110.03 Plano de Pistas TOP.....	8
110.04 Plano de Pistas BOTTOM.....	9
110.05 Serigrafía TOP.....	10



110.06 Serigrafia BOTTOM.....	11
110.07 Mascarilla TOP.....	12
110.08 Mascarilla BOTTOM.....	13
110.09 Modelo 3D.....	14
Grupo 120.....	15
120.01 Carcasa Sensorizador.....	15
Grupo 130.....	16
130.01 Tapa Sensorizador.....	16



Grupo 200.....	17
Grupo 200.00.....	17
200.01 Dibujo de Conjunto C_01.....	17
Grupo 210.....	18
210.00 Diagrama de Bloques.....	18
210.01 Esquema Eléctrico.....	19
210.02 Listado de componentes.....	20
210.03 Plano de Pistas TOP.....	21
210.04 Plano de Pistas BOTTOM.....	22
210.05 Serigrafía TOP.....	23
210.06 Serigrafía BOTTOM.....	24
210.07 Mascarilla TOP.....	25
210.08 Mascarilla BOTTOM.....	26
210.09 Modelo 3D.....	27
Grupo 220.....	28
220.01 Carcasa Centralita.....	28
Grupo 230.....	29
230.01 Tapa Centralita.....	29



5. PLIEGO DE CONDICIONES

1. Condiciones técnicas.....	3
1.1 Características de los materiales.....	3
1.2 Verificación Previa.....	3
1.3 Calidad de los materiales.....	4
1.4 Ejecución del producto y montaje.....	4
1.5 Puesta en marcha del sistema.....	5
1.6 Precauciones.....	5
2. Condiciones Económicas.....	6
2.1 Parte Contratante. Derechos y deberes.....	6
2.1.1 Derechos.....	6
2.1.2 Deberes.....	6
2.2 Parte Contratada. Derechos y deberes.....	7
2.2.1 Derechos.....	7
2.2.2 Deberes.....	7
2.3 Contrato.....	8
3. Condiciones administrativas.....	11
3.1 Documentación base.....	11
3.2 Criterios para la modificación del proyecto original.....	11
4. Condiciones legales.....	12
4.1 Limitaciones de suministros.....	12
4.2 Reglamento y normativa aplicable.....	12



4.2.1 Normativa de seguridad.....	12
4.2.2 Normativas generales.....	13
4.2.3 Normativas de proyecto.....	13
4.2.4 Normativas específicas.....	14
4.2.5 Normas aplicable por mercado CE.....	15

6. MEDICIONES

1. Partida de materiales y componentes.....	2
1.1 Componentes internos de la PCB S_01.....	2
1.2 Componentes internos de la PCB C_01	4
1.3 Componentes externos a las PCBs.....	5
2. Partida de Montaje.....	6
3. Partida de Pruebas y Ensayo.....	7
3.1 Partida de Pruebas.....	7
3.2 Partida de Ensayos.....	7
4. Partida de Embalaje y logística.....	8

7. PRESUPUESTO

1. Introducción.....	2
2. Partida de componentes y materiales.....	2
2.1 Componentes internos de PCB S_01.....	2
2.2 Componentes internos de PCB C_01.....	4
2.3 Componentes externos.....	5
3. Partida de montaje.....	6



4. Partida de Pruebas y Ensayos.....	7
4.1 Partida de Pruebas.....	7
4.2 Partida de Ensayos.....	7
5. Partida de Embalaje y logística.....	8
6. Presupuesto y Valoración global.....	9

8. EXPEDIENTE TECNICO

1. Identificación y descripción del utillaje.....	3
2. Declaración de conformidad y marcado CE.....	4
2.1 Declaración de Conformidad.....	4
2.2 Marcado CE.....	4
3. Manual.....	6
3.1 Generalidades.....	6
3.2 Calibrado e instalación del equipo.....	7
3.2.1 Calibrado.....	7
3.2.1.1 Calibrado de sensores.....	7
3.2.1.2 Calibrado de conexión LoRa.....	7
3.2.2 Instalación del equipo.....	7
3.2.2.1 Instalación del dispositivo Sensorizado.....	7
3.2.2.2 Instalación del dispositivo Centralita.....	8
3.3 Procesos de utilización.....	8
3.3.1 Usos inadecuados.....	10
3.3.2 Recomendaciones.....	10



3.4 Posibles problemas.....	10
3.5 Consultas de usuarios.....	10
3.6 Garantía y Mercado CE.....	11
4. ANEXOS.....	13
ANEXO 1 - Declaración de conformidad.....	13
ANEXO 2 - Chapa de marcado CE.....	15



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

SISTEMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE
PARÁMETROS AMBIENTALES BÁSICOS EN
AGRICULTURA DE GRAN EXTENSIÓN MEDIANTE
APLICACIÓN WEB.

MEMORIA VOLUMEN 2


Autor:

Marcos Serrano Pérez

Director:

Pablo Bosque Obón

Datos del proyecto

Documento	MEMORIA
Número de volumen	VOLUMEN 2
Cliente	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA TRABAJO FIN DE GRADO
Autor	MARCOS SERRANO
Fecha	31/08/2023
Firma	



Contenido

0. Objeto.....	4
1. Alcance.....	5
2. Antecedentes.....	6
2.1 Medida de pH del suelo.....	6
2.2 Medida de la humedad de la tierra.....	7
2.3 Medida de la temperatura.....	9
2.4 Medida de la radiación UV.....	10
3. Normas y referencias.....	11
3.1 Dispositivos Legales y normas aplicadas.....	11
3.2 Programas de cálculo.....	12
3.3 Plan de gestión de calidad.....	12
3.4 Bibliografía.....	12
4. Abreviaturas y Definiciones.....	15
4.1 Definiciones.....	15
4.2 Abreviaturas.....	17
5. Requisitos de Diseño.....	18
5.1 Requisitos por parte del cliente.....	18
5.2 Emplazamiento y entorno socioeconómico.....	19
5.3 Legislación, reglamentación y normativa aplicada.....	19
5.4 Estudios realizados para la solución adoptada.....	19
5.5 Elementos externos al proyecto.....	20



5.6 Aplicación práctica	21
5.6.1 Exposición de los hechos.....	21
5.6.2 Solución.....	21
6. Análisis de Soluciones.....	22
6.1 Fuentes de alimentación.....	23
6.2 Firmware.....	27
6.3 Carcasa.....	29
6.4 Elementos de entrada.....	32
6.4.1 Sensores de temperatura.....	32
6.4.1.1 Sensores integrados.....	32
6.4.1.2 Termopares.....	32
6.4.1.3 Termistores.....	33
6.4.2 Sensores de humedad de tierra.....	33
6.4.2.1 Sensores resistivos.....	33
6.4.2.2 Sensores capacitivos.....	34
6.5 Interfaz de usuario.....	35
6.6 Almacenamiento de datos.....	38
6.7 Unidad de control.....	40
6.8 Comunicación.....	44
7. Resultados finales.....	46



7.1 Fuentes de alimentación.....	46
7.2 Interfaz de usuario.....	47
7.3 Almacenamiento de información.....	49
7.4 Transferencia de información.....	49
7.5 PCB S_01.....	49
7.6 PCB C_01.....	51
8. Planificación.....	53
8.1 Etapas del proceso.....	53
8.2 Cronograma de fabricación.....	54
9. Orden de Prioridad.....	55



0. Objeto

En el presente documento, exponemos el objeto de este proyecto que es el diseño y desarrollo de un sistema de control y seguimiento de parámetros ambientales básicos en agricultura de gran extensión mediante aplicación WEB

El producto se configura como un aparato de control de las condiciones básicas a tener en cuenta en grandes extensiones de árboles frutales, pudiendo tener un seguimiento de todas estas propiedades a través del teléfono móvil.

Este aparato se caracteriza por tener acceso a las propiedades medidas desde dispositivos móviles u otros con sistema operativo Android o IOS.

El principal cometido del sistema, sistema para agricultura tecnificada, consiste en realizar un seguimiento de los parámetros más importantes de la agricultura (humedad de la tierra, temperatura ambiental, PH del suelo y radiación solar) para lograr conocer y anticiparse, pudiendo así proteger los frutos y que tengan una mejor calidad.

El sistema completo está desarrollado por dos elementos, cada elemento tiene varios modos de funcionamiento:

1. Módulo Sensorizado:

- Modo <<Sleep>>. Es el modo en el que el sistema no realiza ninguna acción, además en este modo los consumos de batería son muy bajos.
- Modo <<Comunicación>>. El sistema está intercambiando los datos recogidos por los sensores con el módulo de Registro.
- Modo <<Adquisición>>. Sistema activado que lee los valores de los sensores y los compara con los valores anteriores, en caso de ser diferente el valor se procede a enviar.

2. Módulo de Registro:

- Modo <<Sleep>>. El sistema no realiza ninguna acción, por tanto, se mantiene dormido, de este modo apenas tiene consumo energético.
- Modo <<Comunicación>>. El sistema se encuentra activado, ya que hay intercambio de los datos leídos de los sensores por parte del módulo de sensorizado.



La información pertinente, que son los valores de todos los parámetros se podrá observar en una aplicación en el smartphone del cliente a través de una aplicación dedicada para eso. Por otro lado, el módulo Sensorizado cuenta con una barra LED que muestra el nivel de batería del que dispone el sistema, para así poder facilitar su mantenimiento.

1. Alcance

El sistema de agricultura tecnificada desarrollado está diseñado para colocarse en plantaciones de diferentes extensiones y poder tener un control sobre las condiciones climáticas que más afectan a las instalaciones frutales. De esta forma se puede prever el momento óptimo de recogida del fruto o la elección de siembra de un tipo de frutal sobre el resto.

El proyecto consiste en realizar mediciones de los valores más relevantes de las instalaciones frutales como son: PH de la tierra, temperatura ambiente, radiación UV y humedad del suelo. Toda esta información recogida a través de los sensores podrá ser accesible para el usuario a través de una aplicación móvil.

La medida de humedad de la tierra vendrá dada por una relación en la capacitancia entre 2 electrodos, su rango de medida se produce en tensión, donde 0 V corresponde a 0% de humedad en el suelo y 5V corresponde a 100% de humedad en el suelo.

El rango de temperaturas que se van a medir oscila entre (-20°C) y (50°C), dichos valores son extremos, lo que dificulta en gran medida que se pueda alcanzar en las áreas geográficas donde se pretende implantar dicho producto.

La medida correspondiente al PH del suelo se realiza en valores comprendidos entre 3 y 9. Estos valores se modificarán en pasos de 0,1, por otro lado, los valores típicos oscilan entre 5,5 y 7,5.

Además de todos estos parámetros, también se realiza la medición de la radiación UV, los valores entre los que se mueve esta medida van desde longitudes de onda UV de 200 nm hasta longitudes de onda de 370 nm, lo que corresponde con niveles de radiación UV comprendidos entre 0 y 11+.

Todos estos valores serán accesibles por parte del usuario a través de una aplicación móvil.



2. Antecedentes

2.1 Medida de PH del suelo.

El PH del suelo es una de las principales características a la hora de instalar cualquier plantación, independientemente de que tipo de vegetal vayas a elegir. Todas las plantas tienen un PH óptimo en el que su desarrollo es pleno (PH tiene relación directa con la absorción de los nutrientes por parte del suelo), tener control sobre esta característica permite elegir con mayor precisión el tipo de variedad frutal óptima para el terreno.

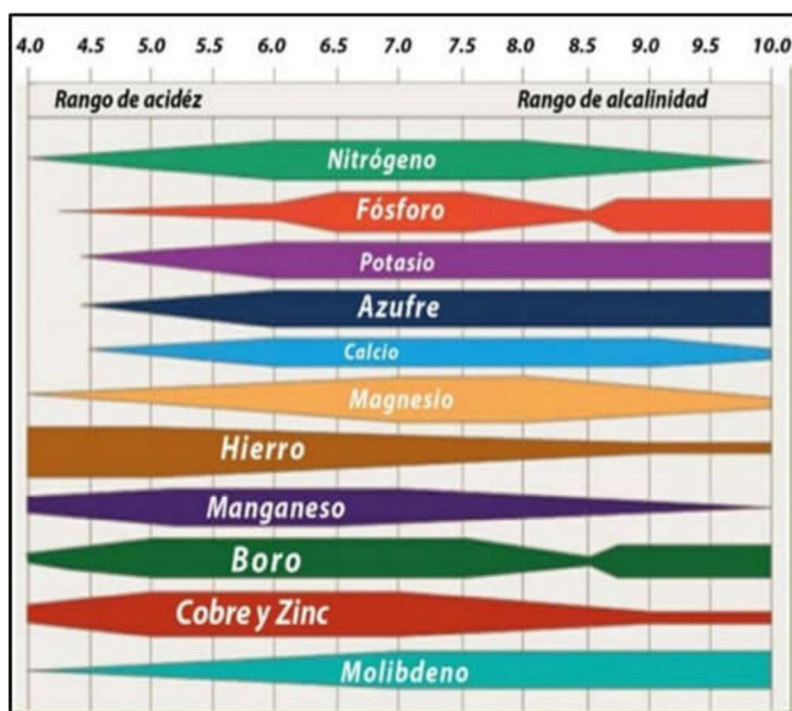


Ilustración 1. Nutrientes según acidez de la tierra

Anteriormente, los agricultores no tenían herramientas accesibles para medir esta variable, la forma más utilizada era acudir a un laboratorio para realizar un estudio de PH de una muestra de tierra.

Frente a los altos costos de los laboratorios para realizar estas pruebas, han aparecido formas más caseras de medir esta propiedad. Entre estas formas destacan los equipos caseros de medición de PH



del suelo, en ellos se utiliza una tabla de colores para indicar la acidez o alcalinidad del medio. Para ello toman muestras de tierra y las ponen en contacto con agua destilada, posteriormente se introducen tiras de papel que reaccionan con la sustancia del frasco y a partir del color resultante del papel se puede estimar el PH del suelo.

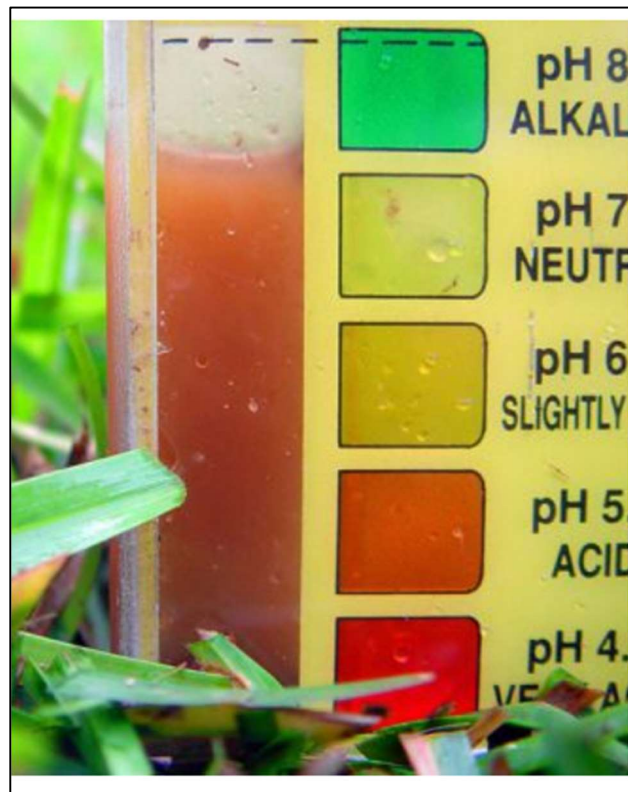


Ilustración 2. Prueba de reacción de PH

2.2 Medida de la humedad de la tierra.

La humedad de la tierra es un factor de vital importancia para el adecuado desarrollo de las plantas, esta propiedad afecta directamente al rendimiento, puesto que sin la humedad necesaria las plantas no pueden desarrollarse de forma óptima.

El contenido de humedad del suelo determina la cantidad de agua presente en el suelo y el potencial de humedad muestra el grado en que el agua se adhiere a las partículas del suelo, ya que afecta el



contenido de aire del suelo y salinidad. Con los valores obtenidos se puede establecer la frecuencia de riego junto con la cantidad de agua a aplicar para el correcto desarrollo de la planta.

Actualmente existen en el mercado instrumentos capaces de medir esta propiedad, estos instrumentos se introducen en el suelo a través de 2 picas y mediante la conductividad entre las 2 picas que funcionan como electrodos se determina la humedad del medio. El inconveniente de estos instrumentos es que para poner conocer el valor tienes que acudir al propio campo donde está colocado el instrumento.



Ilustración 3. Instrumento de medida de humedad de la tierra

En el mercado hay infinidad de instrumentos similares, muchos de ellos aparte de medir humedad, también son capaces de medir el PH y la temperatura. Dado su precio asequible son de los modelos más extendidos en las extensiones agrícolas.



2.3 Medida de temperatura.

Antiguamente la temperatura se ha medido mediante termómetros de mercurio, donde este líquido asciende por un tubo de vidrio alcanzando un cierto nivel dependiendo de la temperatura del ambiente a la que se encontraba expuesto.



Ilustración 4. termómetro de mercurio

Debido a que este líquido es altamente contaminante y cancerígeno. Por esta razón se decidió apostar por otras tecnologías, con ayuda de la evolución electrónica, se apostó por sensores de temperatura electrónicos, dispositivos que son más pequeños y manejables.



Ilustración 5. Termómetro digital

2.4 Medida de radiación UV

Antiguamente, la radiación UV procedente del sol era un patrón al que no se le prestaba demasiada atención. Se conocían algunos de los efectos que tenía esta radiación sobre la piel humana, pero actualmente también se ha prestado una mayor importancia a sus efectos sobre la piel de los frutales. Estos efectos pueden provocar una maduración anómala de la fruta según la zona que se encuentre expuesta a estos rayos.

Antiguamente no se disponían de instrumentos capaces de medir estos rayos solares, pero con el avance de la electrónica, ahora se encuentran dispositivos sensorizados capaces de medirlos.



Ilustración 6. Medidor digital de radiación UV

Estos dispositivos facilitan mucho la lectura de estos rayos, esta clase de instrumentos también se pueden usar para las aplicaciones agrícolas para tener un control sobre cómo afecta una cantidad determinada sobre los frutales.

3. Normas y referencias

3.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

- Reglamento CE 1275/2008.
- UNE 157001:2014. Elaboración formal de proyectos
- UNE-EN ISO 9001:2015. Sistema de Calidad.
- EN 61730. Módulos fotovoltaicos de uso terrestre
- Directiva 2011/65/UE. Directiva RoHS
- Directiva 2012/19/UE. Directiva WEEE-RAEE
- Directiva 2010/30/UE. Directiva de Etiquetado Energético.
- Mercado CE



3.2 Programas de cálculo

- KiCad EDA, versión 5.99, Free Software

KiCad es una herramienta de diseño electrónico libre, utilizada para crear esquemas y diseños de circuitos impresos.

- Autodesk Inventor 2024, Student Version

Autodesk Inventor es un programa de modelado paramétrico de sólidos en 3D producido por la empresa Autodesk.

3.3 Plan de gestión de calidad

El producto se ha desarrollado según la aplicación en el ámbito electrónico de la norma UNE-EN-ISO 9001:2015, se trata de una norma internacional que justifica los requerimientos para un sistema de gestión de calidad, por medio de:

- Demostrar la capacidad para proporcionar productos que satisfagan los requerimientos del cliente
- A través de la eficiencia del sistema, se trata de aumentar la satisfacción final del cliente.

3.4 Bibliografía

[1] (Tecnología LoRa y LoRaWAN)

<https://www.catsensors.com/es/lorawan/tecnologia-lora-y-lorawan>

[2] (Communication SoftwareSerial using RS485 module with ESP32)

<https://forum.arduino.cc/t/communication-softwareserial-using-rs485-module-with-esp32/932789>

[3] (ESP32 with MODBUS RTU RS485 Protocol Using Arduino IDE)

<https://microdigisoft.com/esp32-with-modbus-rtu-rs485-protocol-using-arduino-ide/>



[4] (Módulo Interfaz RS485)

<https://www.carrod.mx/products/modulo-convertidor-de-serial-rs485-a-ttl>

[5] (MQTT: The Standard for IoT Messaging)

<https://mqtt.org/>

[6] (What is MQTT and How It Works)

<https://randomnerdtutorials.com/what-is-mqtt-and-how-it-works/>

[7] (LoRa Architecture)

<https://www.3glteinfo.com/lora/lora-architecture/>

[8] (Qué es y cómo medir el pH de la tierra)

<https://www.agroptima.com/es/blog/medir-ph-tierra/>

[9] (Cómo medir y corregir problemas de pH del suelo. Aplicación de enmiendas)

<https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/12/17/como-medir-y-corregir-problemas-de-ph-del-suelo-aplicacion-de-enmiendas/>

[10] (La humedad del suelo y como monitorearla)

<https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/la-humedad-del-suelo-y-como-monitorearla>

[11] (¿Qué Filamento elegir para mi impresora 3D?)

<https://www.3dnatives.com/es/filamento-elegir-impresora-3d-100620212/>

[12] (ESP 32 WROOM-32 Documentation)



<https://www.espressif.com/en/support/documents/technical-documents?keys=Esp32+WROOM+32>

[13] (Empezando a trabajar con LoRaWAN)

<https://becolve.com/blog/empezando-a-trabajar-con-lorawan-iii/>

[14] (MQTT Key Features)

<https://www.hivemq.com/mqtt/mqtt-protocol/>

[15] (Información sobre Azure-MQTT con IoT Hub)

<https://github.com/MicrosoftDocs/azure-docs.es-es/blob/master/articles/iot-hub/iot-hub-mqtt-support.md>

[16] (Sensores de Humedad)

<https://www.guilcor.es/content/37-le-capteur-d-humidite-resistif>

[17] (Higrómetro Capacitivo)

<https://www.luisllamas.es/sensor-de-humedad-del-suelo-capacitivo-y-arduino/#:~:text=Un%20higr%C3%B3metro%20capacitivo%20es%20un,peores%20caracter%C3%ADsticas%20que%20los%20capacitivos.>



4. Abreviaturas y Definiciones

4.1 Definiciones

- *Compatibilidad Electromagnética*: Se produce cuando un aparato funciona de forma adecuada en un ambiente electromagnético, ya que no se producen perturbaciones electromagnéticas que afecten a otros dispositivos de radio.

- *AO*: Amplificador Operacional, elemento electrónico integrado en un chip, generalmente de silicio, que puede hacer múltiples funciones dentro de un sistema electrónico. Desde la realización de operaciones hasta la de hacer las labores de independizar partes de un mismo sistema.

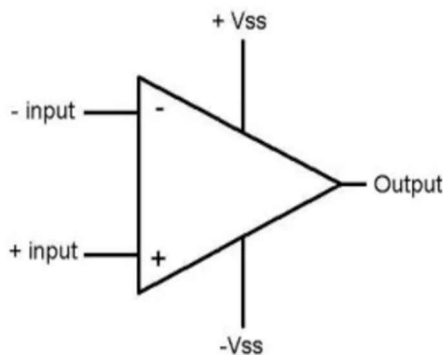


Ilustración 7 esquemático
Amplificador operacional Básico



Ilustración 8 Amplificador
operacional encapsulado

- *Rail to Rail*: Denominación que se le da a algunos Amplificadores Operacionales cuya principal característica es que a la salida se pueden llegar a obtener los valores de tensión a los que se encuentra alimentado. De manera coloquial pueden llegar a ambos railes, superior e inferior.



- *LoRa*: técnica de comunicación física de largo alcance por radio, basada en técnicas de modulación de espectro ensanchado derivadas de la tecnología “CSS”.

- *LM35*: Se trata de un sensor de temperatura analógico con una precisión de 1 °C. Dicho sensor tiene un rango de medida desde -55°C hasta 150°C. La salida es lineal y cada grado Celsius equivale a 10mV. Tiene un rango de operación entre 4V y 30V.



Ilustración 9. Sensor LM35, encapsulado TO92-3

- *Conversor Boost*: Se trata de un convertidor DC/DC que obtiene a su salida una tensión continua mayor que a su entrada. Se trata de un tipo de fuente de alimentación conmutada que contiene al menos dos interruptores semiconductores (diodo y transistor) y al menos un elemento para almacenar energía (condensador o bobina)

- *Shields*: Son tarjetas de expansión diseñadas para ser usadas en placas Arduino. Estas placas se colocan encima de la placa principal de Arduino con el fin de extender sus capacidades sin requerir un circuito complejo.



4.2 Abreviaturas

Abreviatura	Significado
DC	Corriente Continua
PCB	Printed Circuit Board (Placa de circuito impreso)
ISO	Organización Internacional de Estandarización
SW	Switch (Pulsador)
V	Tensión (Voltios)
I	Corriente (Amperios)
R	Resistencia (Ohm)
GND	Masa
GPIO	General Purpose Input/Output (Entradas y salidas de propósito general)
SSL	Security Socket Layer
TLS	Transport Layer Security

Tabla 1 Abreviaturas



5. Requisitos de Diseño

5.1 Requisitos por parte del cliente

Se pretende diseñar un sistema de control y seguimiento de los parámetros ambientales básicos que más influencia tienen en la agricultura de gran extensión, con las siguientes características:

- Proyecto formado por dos sistemas, uno de ellos alimentado a través de una placa solar, cumpliendo con la norma EN 61730 y otro con suministro de energía alterna de 230V, cumpliendo las normativas de Baja Tensión (2014/35/UE), y compatibilidad electromagnética
- Comunicación LoRa entre sistemas, usando el módulo RFM95.
- Entradas analógicas y digitales
- Salidas digitales
- Microprocesador principal de ambos sistemas de ESPRESSIF SYSTEMS, de la familia ESP32.
- Conexión a internet mediante WI-FI con antena PCB integrada
- Alojamiento en plástico propio para cada uno de los sistemas.
- Pulsador de Reset para un reinicio de los sistemas durante la fase de programación de las unidades de control.
- Resolución en la medida de la temperatura de 10 mV/°C
- Rango de temperaturas a medir entre -20°C hasta 50 °C
- Rango de medida de radiación UV entre 0 y 11.
- Rango de medida de pH entre 4 y 11



5.2 Emplazamiento y entorno socioeconómico y ambiental

El sistema de control y seguimiento de parámetros ambientales básicos está enfocado a un tipo de público que está relacionado con la agricultura de gran extensión, ya que todos los parámetros que se miden ayudan a la toma de decisiones por parte de los agricultores. Todos los usuarios podrán ver a través de una aplicación móvil los valores de los sensores de sus plantaciones desde cualquier sitio donde haya conexión a internet, para así tener una información actualizada de sus cultivos.

Al ser un producto formado por dos sistemas, su emplazamiento es diferente. Uno de ellos, el encargado de la toma de medidas se ubicará en una zona elegida por el agricultor dentro del propio cultivo donde se pueda satisfacer los requisitos de luz solar para el correcto funcionamiento.

5.3 Legislación, reglamentación y normativas aplicables

Dentro de la legislación que atañe a esta clase de sistemas, se tendrá en cuenta que los componentes y elementos que forman parte de este producto cumplan con la normativa ambiental RoHS, normativa incluida en la Directiva 2011/65/UE, que garantiza que los sistemas son seguros tanto para el medio ambiente y que no supone peligro alguno para la salud.

5.4 Estudios realizados para la solución adoptada

En los últimos tiempos la escasez de agua ha sido un problema general, mucho más grave para los agricultores ya que sin esa agua no pueden desarrollar su actividad. Con estos problemas mucha gente ha empezado a preocuparse por el uso ineficiente del agua y buscan soluciones eficientes con el fin de aprovechar mucho mejor este



bien natural. Actualmente, existen dispositivos capaces de gestionar la cantidad de agua que se destina para el riego de cultivos, sin embargo, estos sistemas operan con el tiempo que las electroválvulas de riego se mantienen activadas haciendo que no se destine toda el agua necesaria para los cultivos.

La implementación de esta solución permite realizar una lectura de los principales valores que intervienen a la hora de realizar cultivos de forma eficiente permitiendo conocer entre otros parámetros la humedad que contiene la tierra permitiendo así ajustar mucho mejor los tiempos de riego. Por otro lado, también permite conocer parámetros cruciales a la hora de elegir una variedad frutal por encima de otra, ya que cada frutal necesita unas condiciones diferentes.

5.5 Elementos externos al proyecto

El módulo “Centralita” desarrollado dispone de comunicación inalámbrica vía WIFI, lo que hace necesario disponer de este tipo de conexión en el emplazamiento donde se ubique el módulo.

Esta comunicación será proporcionada por el router del usuario que tendrá que estar colocado a una distancia cercana a este módulo, también se podrían colocar amplificadores de señal WIFI para lograr esta comunicación.

Dicho módulo se alimenta a partir de la red eléctrica, por lo que debe de estar aislado y protegido, para no tener problemas de interferencias electromagnéticas. Para evitar dicha problemática y para cumplir con la normativa, será obligatorio añadir un filtro EMC.



5.6 Aplicación práctica

5.6.1 Exposición de los hechos

A la hora de realizar una instalación agrícola aparecen una serie de dudas, desde decidir qué clase de frutal se quiere plantar hasta cuales son las formas de maximizar la producción de esta. En primer lugar, no todos los frutales se pueden plantar en el mismo tipo de tierra, ya que los requerimientos nutricionales son diferentes, en caso de que la instalación sea de regadío, se necesita conocer cuánta cantidad de agua se suministra a los frutales y cómo es afecta.

Por otro lado, para lograr maximizar tanto la producción como la calidad de los productos que se cultivan es necesario tener control sobre otras variables que afectan directamente al fruto como son la temperatura y la radiación UV, sin descuidar el efecto del agua sobre el fruto.

5.6.2 Solución

Hace unos años la solución a este problema era acudir al campo a “medir” de forma visual como era la evolución de los frutales, además de no contar con aparatos tan precisos que permiten medir tantas características, lo que hacía que solo se pudiera apreciar el efecto de la humedad y de la temperatura.

Con el sistema desarrollado, ya no hace falta tener que acudir al campo para poder tener una lectura rápida de las características ya comentadas, desde un dispositivo móvil se va a poder hacer y así tomar mejores decisiones con una mayor exactitud.

En caso de las instalaciones de regadío, se podrá controlar mucho mejor el agua que se utiliza, evitando así un gran gasto, permitiendo dar a los árboles la cantidad que necesiten.



6. Análisis de Soluciones

En este apartado se van a desarrollar las diferentes alternativas planteadas para el desarrollo del proyecto, tratando de seguir una serie de pautas para obtener un diseño robusto capaz de cumplir con la normativa actual y tratando de que no tenga un precio demasiado elevado.

Los criterios de selección son:

- Disponibilidad del mercado: En los últimos años se han desarrollado versiones más modernas de dispositivos y circuitos integrados, haciendo que los modelos anteriores se vuelvan obsoletos. Hoy en día sigue habiendo una escasez de componentes electrónicos, lo que dificulta obtener el componente deseado.
- Precio: Es uno de los factores a tener en cuenta en la elección de los componentes, se buscan los componentes con mejor calidad, pero con un menor coste.
- Tamaño: Se requiere de componentes pequeños para que el diseño final de ambos dispositivos sea pequeño, ya que al estar colocado en la naturaleza no tenga un gran impacto medioambiental.
- Consumo: Se requiere un bajo consumo por parte de ambos dispositivos, para hacer que tengan una alta eficiencia. Por otro lado, uno de los sistemas cuenta con una batería recargable, lo que hace que el consumo sea clave para la duración de la batería y los procesos de carga y descarga.
- Legislación: Tanto los componentes como los sistemas tienen que cumplir una serie de directivas, las que se aplican son:



- Directiva 2012/19/UE, sobre los residuos generados de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)
- Directiva 2011/65. RoHS. Restricciones en la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- Directiva 2014/30/UE. Directiva de Compatibilidad electromagnética.
- Marcado CE (Localización y colocación). El marcado CE se debe colocar en el producto final de forma que sea legible, visible e imborrable. Cuando no sea posible colocarlo en el propio producto final, se procederá a su colocación tanto en los documentos adjuntos como en el embalaje. Este marcado se coloca antes de introducir este producto al mercado.

6.1 Fuente de alimentación

FUENTES DE ALIMENTACIÓN

Cada uno de los sistemas tiene una alimentación diferente, lo que muestra dos variantes a la hora de alimentar los sistemas. En el mercado nos encontramos con diferentes formas de alimentación.

- **Baterías:**

Se trata de una fuente de alimentación portátil que se puede adaptar a los requerimientos del sistema. Es una fuente de energía portátil y fácilmente adaptable al sistema donde se coloque. Por otro lado, esta fuente de energía es limitada, lo que obliga a colocar un cargador si se quiere extender su durabilidad como fuente de energía.



Ilustración 10 Batería

- Energía solar:

Es una fuente de alimentación escalable, se puede adaptar a los requerimientos del sistema, en caso de que el sistema a alimentar se ubique lejos de una toma de alimentación esta opción puede suponer una buena elección.



Ilustración 11 Célula solar

Como principal problemática de este sistema, si no hay luz no se produce energía, por tanto, no se puede disponer de energía en todo momento. Además de esto hay que añadir que se necesita de una gran zona para colocar este sistema.

- Conversores AC/DC.



Es una de las formas las habituales de alimentar a los sistemas a partir de la red eléctrica (230V), en caso de que el sistema se encuentre cerca de una toma de alimentación supone una forma fácil de alimentar los sistemas, usando una fuente conmutada.



Ilustración 12 Fuente de Alimentación Conmutada AC/DC

Las fuentes de alimentación cuentan con un tamaño reducido, lo que facilita su usabilidad en todos los proyectos de pequeño tamaño, pero aportan ruido al sistema, elemento a tener en cuenta si el sistema con el que se trabaja tiene medidas de sensores, lo que haría que aparecieran falsas medidas. Estos elementos tienen una eficiencia entre el 80% y 90% lo que la hace como una variable para tener en cuenta.

- Convertidores DC/DC

Esta es una de las formas mas usadas para amplificar/atenuar una tensión continua dentro de un sistema en caso de que haya diferentes valores de alimentación. Estos componentes cuentan con una eficiencia ente el 85% y 98%, superior a la que proporcionan los conversores AC/DC.

Por otro lado, estos elementos son chips, que se colocan dentro de la PCB, integrados dentro del sistema.

- Conexión a Red:



Para esta forma de alimentación harían falta todos los elementos, transformador, puente rectificador de diodos y condensador de filtrado, no sería una buena elección en caso de tener la toma de alimentación alejada del sistema.

Para nuestro dispositivo sensorizado, se necesitan dos niveles de alimentación, 5V para alimentar los sensores y 3,3V para alimentar al controlador y al módulo LoRa.

Al tratarse de un sistema que se coloca lejos de cualquier toma de alimentación la mejor opción es un sistema mixto formado por una batería recargable junto con energía solar enlazados con un chip de carga de batería.

En la placa Centralita, se necesita una tensión continua y estable, ya que todos los componentes se alimentan a la misma tensión, en caso de variaciones esto puede ocasionar un mal funcionamiento. Se puede optar por alimentación mediante la red eléctrica haciendo uso de una fuente conmutada con la que se lograría obtener un valor muy estable de salida.

En caso de usar baterías, estas obligatoriamente tendrían que estar cargadas en el momento de utilizar los dispositivos. Esto haría que la duración del producto fuera corta, para ello también hay que considerar formas de recargar esas baterías.

Al entrar la tensión en las placas y tiene que ser adaptada para no dañar los dispositivos, para ello se deben colocar conversores AC/DC, en caso de alimentación a partir de red eléctrica o conversores DC/DC en caso de tener que atenuar/elevar la tensión.



6.2 Firmware

Debido a que el sistema está formado por dos placas con diferente funcionalidad, se creará un firmware diferente para cada una de ellas, ya que cada una tiene unas exigencias. En cuanto al sistema sensorizado, este se encarga de leer el estado de los sensores y una vez hecho transmite la información al otro modulo a través de LoRa. Esta lectura de valores se realiza en periodos de 15 minutos, ya que son variables atmosféricas cuya tasa de cambio es lenta dentro de un espacio de tiempo de 1h. Una vez recogidos los datos, se envían desde el dispositivo sensorizado hasta la centralita mediante LoRa.

DIAGRAMA DE CONEXIÓN LoRa

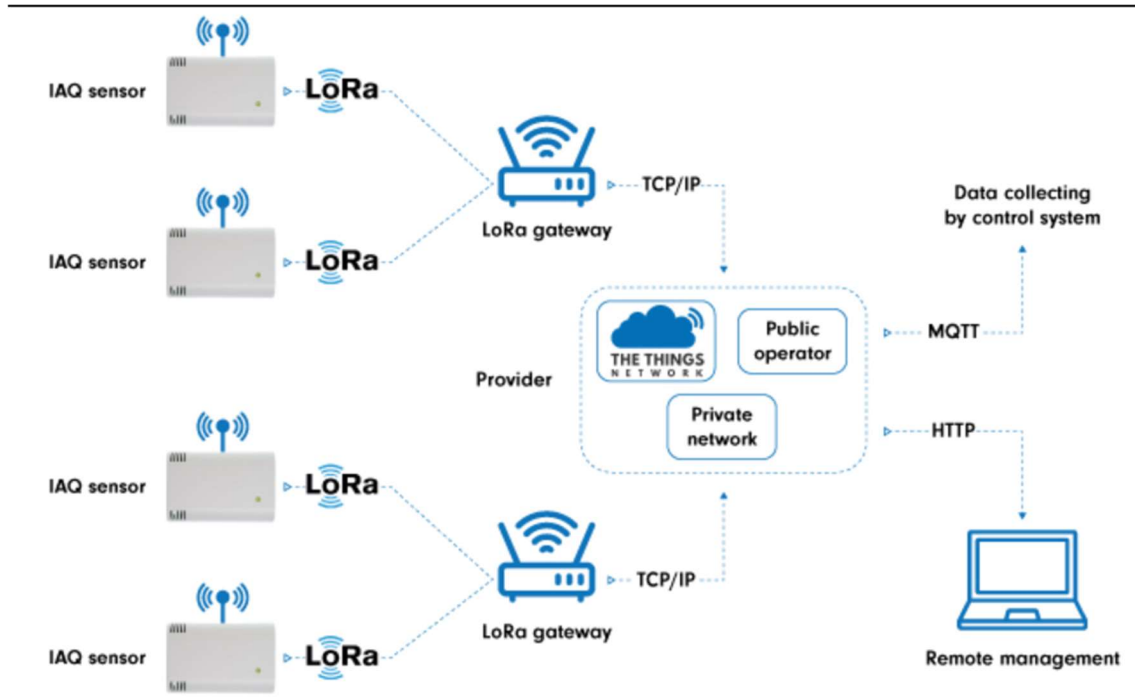


Ilustración 13 Diagrama de conexión LoRa



Por otro lado, la función principal de la Centralita es recoger todos los datos de los módulos de sensores y enviarlos al servidor web para ser almacenados (Anexos: 3. Conexión con el servidor). Para estos procedimientos cuenta con un módulo LoRa configurado como receptor y el microcontrolador ESP 32 cuenta con el wifi activado.

DIAGRAMA DE ENLACE A SERVIDOR WEB MQTT

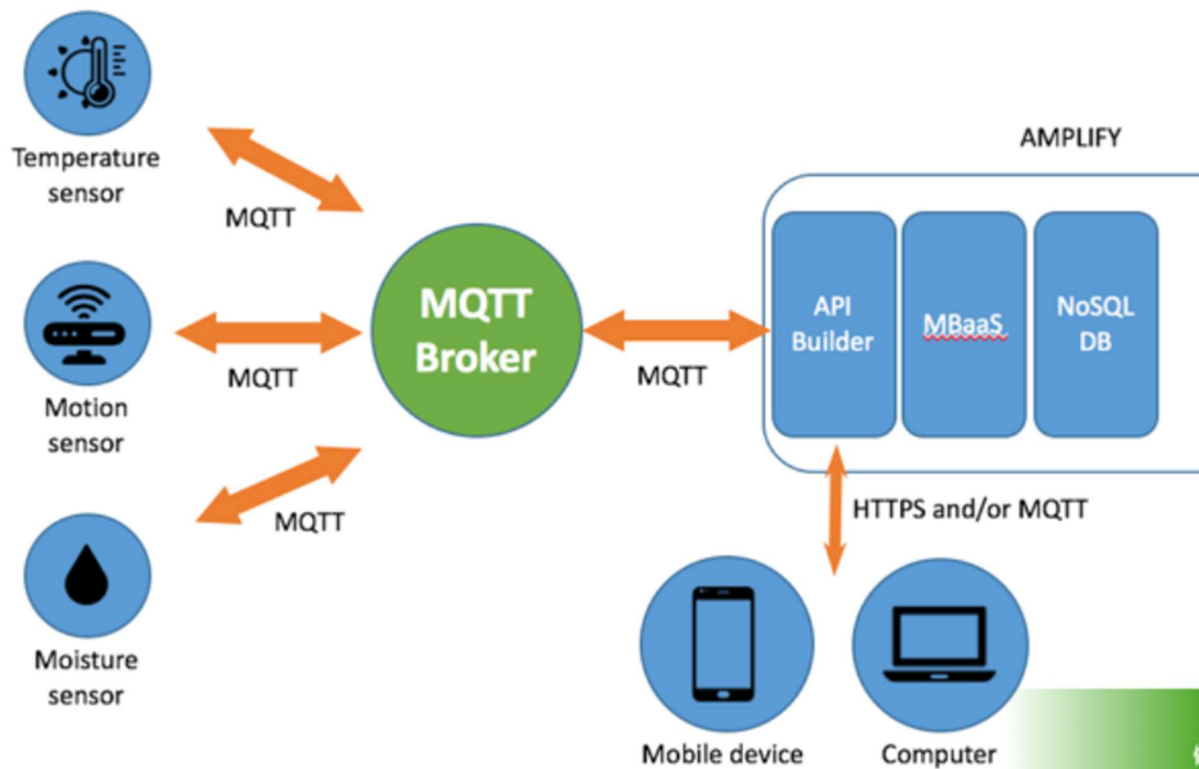


Ilustración 14 Diagrama de enlace de servidor web mediante MQTT



6.3 Carcasa

MATERIALES DE FABRICACIÓN DE CARCASA

La carcasa es el elemento donde se emplaza la placa, ya que una de las placas se tiene que colocar en el exterior, el material elegido para esta carcasa tiene que poder aguantar de forma correcta las condiciones meteorológicas a las que va a estar expuesta.

Para este elemento, el método de fabricación elegido es la impresión 3D ya que se trata de un proceso que no requiere grandes tiempos de fabricación, además permite aportar flexibilidad al proceso.

En cuanto a la forma de imprimir en 3D, se opta por una forma de extrusión por adición de material capa a capa, ya que se pueden realizar piezas sólidas con geometrías variadas.

A la hora de imprimir la carcasa hay que tener en cuenta que material se va a emplear, ya que uno de los dispositivos se va a colocar en el exterior, lo que va a tener que ser resistente a la temperatura, al desgaste producido por el sol y a las lluvias, para ello se comparan diferentes tipos de materiales:

- *ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno)*

Se trata de un polímero termoplástico muy utilizado en impresión en 3D por inyección. Es un plástico fuerte y resistente.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">- Buena resistencia a la abrasión	<ul style="list-style-type: none">- Emisiones nocivas- Fuerte olor durante la



<ul style="list-style-type: none">- Postproceso con acetona- Puede ser procesado y pintado	<ul style="list-style-type: none">impresión- Sensible a la radiación UV
---	--

Tabla 2 Comparación ABS

- *PLA (Ácido poliláctico)*

Se trata del filamento más usado en impresión 3D, es un material biodegradable fabricado a partir del almidón extraído de la remolacha o trigo.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">- Biodegradable- Buena resistencia UV- Sin olor	<ul style="list-style-type: none">- Baja resistencia a la humedad

Tabla 3 Comparación PLA

- *Nylon*

Se trata de un material con un 15% de fibra de carbono, material especialmente resistente y duradero, lo que lo hace perfecto para objetos que deben someter esfuerzos mecánicos.

Cuenta con una elevada resistencia al desgaste lo que hace que sea un gran candidato para la fabricación de repuestos industriales con baja demanda.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">- Buena resistencia mecánica- Buena resistencia química- Sin olor	<ul style="list-style-type: none">- Mala resistencia a la humedad

Tabla 4 Comparación Nylon



- *PETG*

Este material es uno de los más usados para 3D, cuenta con buena resistencia química y mecánica además de no desprender olores. Debido a su resistencia, dureza y facilidad de impresión se considera como uno de los mejores sustitutos al ABS.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">- Resistencia a la humedad- Resistencia química- Reciclable- Resistencia a la abrasión	<ul style="list-style-type: none">- No tiene alta resistencia a la temperatura- No es biodegradable- No es pintable

Tabla 5 Comparación PETG

Una vez realizada la comparación de estos materiales de impresión 3D, la mejor opción para esta clase de proyecto es el PETG.

Este producto se va a colocar en el exterior, lo que hace que se encuentre expuesto a la humedad y al sol, lo que hace que pueda aguantar estas situaciones ambientales duras. Además, al contar con resistencia química, esto favorece la durabilidad del equipo, ya que el material se deteriora más lentamente al estar expuesto a los rayos UV. Al no contar con buena resistencia a altas temperaturas, se puede ver como un punto a tener en cuenta, pero debido a que en el exterior no se alcanzan temperaturas muy altas, este material podrá aguantar fácilmente aun durante la etapa estival.



6.4 Elementos de entrada

Al tratarse de un sistema sensorizado los dispositivos de entrada son los diferentes sensores empleados. (Sensor de Temperatura, Sensor de pH, Sensor de humedad y Sensor UV)

6.4.1 Sensor de Temperatura

SENSORES DE TEMPERATURA

Uno de los elementos medidos es la temperatura, ya que es necesario conocer la temperatura exterior. Para este caso, hemos tenido varias opciones de sensores.

6.4.1.1 Sensores Integrados

Tiene la funcionalidad de medir la temperatura ambiental, para ello se ha elegido el sensor LM35DZ.

Se trata de un sensor lineal cuya salida es analógica, con una pendiente de 10 mV/°C. Esta clase de sensores tienen un amplio rango de medida (-55°C—150°C), junto con un tamaño muy pequeño, ya que este sensor va integrado en un encapsulado TO-92-3.

6.4.1.2 Termopares

Un termopar es un sensor formado por la unión de dos metales que producen una diferencia de potencial en función de la temperatura de los extremos del sensor.



Su funcionamiento se basa en el efecto Seebeck. La ventaja que tiene es que son sensores baratos con un amplio rango de medida, por contra, su dependencia no es lineal, por lo que es necesario realizar tablas que registran la relación entre los extremos según la temperatura.

6.4.1.3 Termistores

Un termistor es un tipo de sensor resistivo, cuyo valor de resistencia varía en función de la temperatura. Existen de dos tipos, PTC (Coeficiente de Temperatura Positivo) y NTC (Coeficiente de Temperatura Negativo). La relación entre la temperatura y la resistencia resulta exponencial, pero se puede linealizar haciendo uso de una resistencia linealizadora, de manera que la temperatura sea proporcional a la tensión generada. El rango de temperatura es algo limitado comparado con otro tipo de sensores, en cambio cuenta con buena precisión y gran sensibilidad.

6.4.2 Sensores de humedad de tierra

Otra de las características principales a tener en cuenta en las instalaciones es el control de la humedad. Para esta medida tenemos varios tipos de sensores.

6.4.2.1 Sensores resistivos

Utiliza la conductividad eléctrica del agua para estimar cuánta cantidad de humedad se encuentra en la tierra. Su resistencia varía de forma exponencial inversa a con la humedad. Suelen estar formados por electrodos de metales nobles depositados en un sustrato por técnicas de fotorresistencia.



Ilustración 15 Sensor de humedad resistivo

6.4.2.2 Sensores capacitivos

Un higrómetro capacitivo es un sensor que mide la humedad del suelo mediante la variación de la capacitancia. Este tipo de sensores tienen la ventaja de no tener problemas de oxidación de los electrodos además de poseer mejor precisión, problema que si tienen los sensores resistivos.

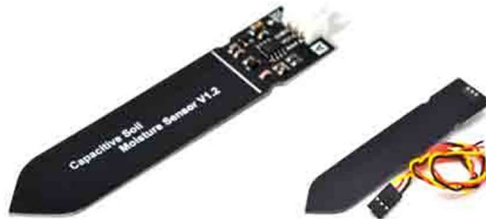


Ilustración 16 Sensor de humedad capacitivo



6.5 Interfaz con el usuario

INTERFAZ DE USUARIO

En este proyecto la conectividad con el usuario es primordial, ya que es la única forma que va a tener de acceder a todos los datos leídos.

Teniendo en cuenta que hoy en día todo el mundo tiene acceso a un teléfono móvil con conexión a internet, la mejor opción para que el usuario consulte los datos es a través de una APP.

Al ser una aplicación diferente para cada usuario, esto hace que cada uno tenga sus propias credenciales para poder acceder.



PANTALLA DE INICIO



Ilustración 17 Pantalla de inicio

Después, en la propia aplicación puedes ver la posición geográfica de las instalaciones junto con un listado de estas. En cada localidad se puede ver los valores actuales medidos, por otro lado, también se puede acceder a un histograma de cada una de las variables, así el usuario puede tener una visión global de cómo evolucionan los parámetros de sus instalaciones.



PANTALLA DE INSTALACIONES

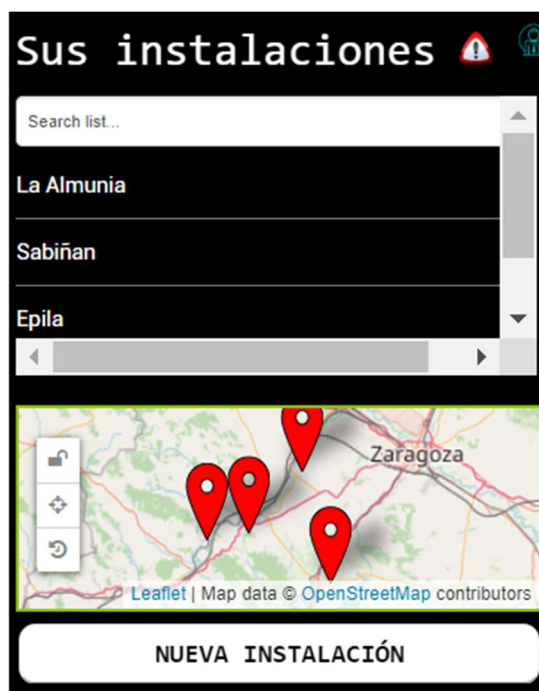


Ilustración 18 Pantalla de listado de instalaciones

Esta es la pantalla principal de la aplicación, ya que desde aquí el usuario puede seleccionar los terrenos que quiere tiene en propiedad, ya sea de forma visual a través de un mapa, como a través de un listado con todos los lugares.

En esta pantalla, también aparecen un apartado de “Alerta” en la parte superior. Este apartado aporta notificaciones al usuario en caso de que alguno de los valores medidos se encuentre en valores extremos indicando terreno donde se produce y medida que provoca la alarma.

Por otro lado, el usuario tiene opción de añadir un nuevo campo, pudiendo configurar tanto el frutal que se planta como la localización haciendo uso del botón “Nueva Instalación”.



PANTALLA DE CREACIÓN DE EXPLOTACIÓN AGRICOLA

Ilustración 19 Pantalla de creación de nuevos terrenos

Sin embargo, cada parcela agrícola cuenta con un conjunto de dispositivos definidos, para asignar cada paquete de sensores a un campo se puede realizar introduciendo un código alfanumérico que estará ubicado dentro del módulo sensorizado o a partir del escaneo de un código QR.

6.6 Almacenamiento de datos

Para almacenar la información recopilada del sistema se puede optar por recurrir a varias formas, se puede guardar datos de forma física a través de memorias USB o discos duros, estos sistemas ofrecen seguridad ante posibles vulneraciones de seguridad, por otra parte, al poseer partes mecánicas los posibles fallos son mucho mayores.



Por otro lado tenemos el almacenamiento en Nube, en este sistema los datos se guardan en servidores alejados de la fuente de recopilación, lo que otorga un nivel de seguridad mayor en caso de destrucción del dispositivo.

Actualmente, para proyectos industriales se decanta por el almacenamiento en nube, ya que esto permite realizar diferentes operaciones con los datos recogidos (Representar los datos, enviarlos a aplicaciones móviles o manipularlos). Por otra parte, para poder realizar esta forma de almacenamiento se necesita conexión a internet.

Para este proyecto se opta por la solución de almacenamiento en nube, ya que se dispone de una aplicación que muestra los valores leídos. Para almacenar estos datos en nube hacemos uso de bases de datos SQL dentro del Broker Azure IoT hub.

Todos los datos registrados en la placa sensorizada (Temperatura, humedad del suelo, pH del suelo y radiación UV) se almacenan en bases de datos SQL.



6.7 Unidad de Control

UNIDAD DE CONTROL

En el mercado hay una amplia variedad de controladores que pueden realizar las funciones que se necesitan para este proyecto. Al tener dos dispositivos con diferentes funcionalidades los requisitos son diferentes. Uno de los dispositivos necesita tener varias GPIO para la lectura de los sensores, además de necesitar GPIO para el envío de datos mediante protocolo SPI al módulo LoRa. El otro de los dispositivos necesita poder transmitir datos a través de WIFI. Dentro de la variedad de microcontroladores que hay en el mercado, se comparan los siguientes:

- ESP 32:

Se trata de un controlador muy usado para múltiples aplicaciones, ya que cuenta con WIFI y bluetooth incorporado, cuenta con un gran número de GPIO, tiene soporte para ADC, DAC, I2C, SPI y UART. Además, cuenta con una amplia comunidad y soporte para programación en Arduino IDE. Su principal inconveniente es su consumo energético, ya que puede ser elevado cuando se usa WIFI o Bluetooth.



Ilustración 20 ESP 32 WROOM 32

- Arduino UNO:

Se trata de una de las plataformas de desarrollo más accesibles del mercado, cuenta con 14 pines digitales y 6 entradas analógicas, además cuenta con comunicación SPI e I2C. Este microcontrolador cuenta con una gran compatibilidad ya que en el mercado se pueden encontrar diferentes shields para ampliar funcionalidades.

Como inconvenientes a este controlador son que no posee ni WIFI ni bluetooth, elementos importantes en cualquier proyecto donde la comunicación sea importante.



Ilustración 21 Arduino Uno



- STM32F103C8:

Respecto a este controlador destaca su compatibilidad con Arduino lo que hace que pueda ser programado usando la Arduino IDE. Otro de los puntos a favor es su alimentación, ya que se puede alimentar con tensiones de hasta 2V hasta 3,6V, lo que es muy adecuado para alimentar con baterías y puede ser empelado en aplicaciones de bajo consumo. En cuanto a puertos, cuenta con los mismos que los otros controladores. Como desventajas de este controlador destacan que no cuentan con WIFI o bluetooth.

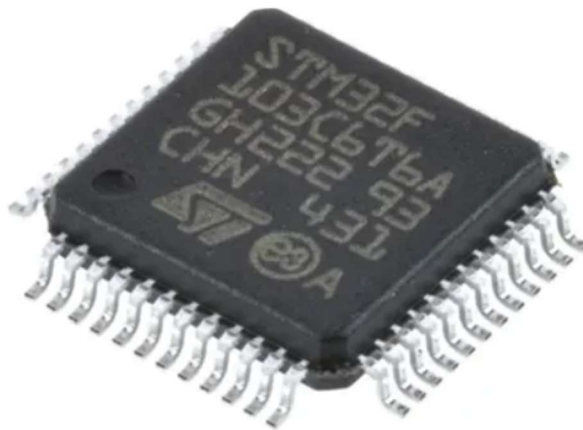


Ilustración 22 Chip STM32F103C8

- ATmega2560:

Se trata de un microcontrolador producido por Atmel, este sistema cuenta con gran capacidad de memoria, siendo uno de los que más memoria flash tiene en el mercado. En cuanto a GPIOs cuenta con un alto número de ellas, en total 86. Respecto a la alimentación, acepta niveles de alimentación de 5V. Como desventajas de este controlador destaca su rendimiento cuando hablamos de velocidad y procesamiento, además de que no es el microcontrolador con mejor eficiencia energética.

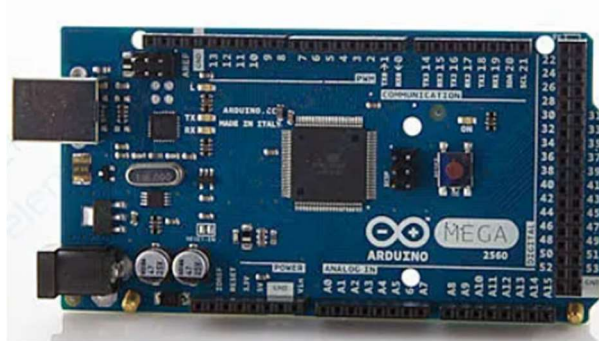


Ilustración 23 Arduino Mega (chip ATmega2560)

- Onion Omega2+:

Es un microcontrolador muy diferente al resto, ya que este puede ejecutar un sistema operativo basado en Linux, lo que lo convierte en un pequeño ordenador. Como principales ventajas destaca que cuenta con WIFI lo que facilita la implementación de proyectos IoT. Al poder ejecutar Linux permite la programación en múltiples lenguajes, en cuanto a tamaño, posee un diseño compacto, lo que la hace una buena opción cuando el espacio es un hándicap.



Ilustración 24 Onion Omega2+

Entre todas las opciones nombradas, las que más interesan para este proyecto son aquellas que cuentan con WIFI y un gran número de puertos GPIO, destaca ESP32 y



Onion omega2+. Por otro lado, el ESP 32 es la opción elegida por el cliente, además de contar con los requerimientos que son necesarios para este proyecto.

6.8 Comunicación

COMUNICACIÓN

En el ámbito de la comunicación entre dispositivos y entre el controlador que se conecta con los periféricos, existen diferentes protocolos de comunicación.

Para conectar los dispositivos entre sí se puede realizar de varias formas, mediante medios cableados o medios inalámbricos

- Los medios cableados constan de un bus de comunicaciones donde se unen todos los dispositivos de la red. Presentan esta serie de ventajas y desventajas:

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">- Velocidad de transmisión alta- Bajo nivel de interferencias- Alta seguridad en la transmisión	<ul style="list-style-type: none">- Necesidad de instalación- Coste elevado- Dificultad para mover puntos de red

Tabla 6 Comparación comunicación por cable

- Los medios inalámbricos son aquellos medios donde la información se transmite a través de ondas electromagnéticas, se trata de un medio que no necesita instalación, solo hay que garantizar que los dispositivos a conectar tengan el puerto de comunicación adecuado. Este medio presenta ventajas y desventajas



Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">- Facilidad de conexión- Coste reducido- Facilidad de movimiento de puntos de red	<ul style="list-style-type: none">- Velocidad de transmisión baja- Interferencia con otras señales- Menor seguridad

Tabla 7 Comparación comunicación inalámbrica

Analizando las dos formas de transmisión a partir de las tablas de ventajas e inconvenientes, se ha optado por un protocolo de comunicación cableado en la placa sensorizada para conectar los sensores con el controlador. Teniendo en cuenta que tanto la placa como los sensores están en una posición fija, el modo cableado es la mejor opción.

Por otro lado, para conectar ambas placas se ha optado por el medio inalámbrico, ya que ambas placas pueden estar separadas hasta varios kilómetros, en caso de usarse cable sería mucho más costoso para el proyecto además de poder verse afectada la comunicación. Entre todos los protocolos inalámbricos que existen en el mercado se ha optado por LoRa, este protocolo nos permite enviar datos a largas distancias, con el problema de la velocidad de transmisión, pero viendo que el envío de datos no va a ser de forma continua supone la mejor opción.

Respecto a las comunicaciones entre una de las placas y el servidor WEB se realiza de forma inalámbrica haciendo uso de WIFI, usando el protocolo de red MQTT para conectar el controlador con AZURE IoT Hub.



7. Resultados finales

RESULTADOS FINALES

7.1 Fuente de Alimentación

Finalmente, cada una de las placas se va a alimentar de una manera determinada. Esta elección viene dada por la ubicación que tiene cada una de las placas.

Para el dispositivo sensorizado, donde está la placa S_01, este se ubica en mitad de la instalación agrícola, lo que hace imposible que pueda llegar alimentación de 230V, por tanto, se ha preferido usar una batería recargable que se recargue gracias a una celda solar. Ya que dentro de este sistema hay elementos que funcionan a 5V, se ha incluido un convertidor Boost para elevar la tensión de la batería de 3,7V a 5V. Por otro lado, el resto de los dispositivos funcionan a una tensión de 3,3V, por tanto, se aprovecha esa tensión elevada de 5V para obtener los 3,3V gracias a un regulador lineal.

Para el dispositivo de centralita, al ubicarse cerca de una toma de alimentación de 230V, se ha preferido la alimentación desde la red eléctrica. En esta placa todos los elementos se alimentan a la misma tensión (3,3V), esta tensión tiene que ser estable sin fluctuaciones, para lograr esta función hacemos uso de una fuente de alimentación AC/DC que hace pasar de 230V de la red eléctrica a 5V, después se hace uso de un regulador de tensión que atenúa la tensión de 5V a 3,3V, obteniendo un valor fijo sin fluctuaciones para poder alimentar los diferentes dispositivos.



7.2 Interfaz de usuario

Para que el usuario pueda ver todos los datos registrados por los sensores, este hará uso de una aplicación que tendrá instalada en su teléfono. En primer lugar, todo usuario tendrá unas credenciales propias (Usuario y Contraseña) para poder acceder a su perfil propio.

Una vez que se entra en la app aparece una lista de las instalaciones agrícolas que tienes añadidas en el sistema, pudiendo filtrar por localidad en caso de que se quiera ver solo las instalaciones de ese lugar. Por otro lado, también tienes un mapa donde aparecen la localización.



Ilustración 25 Pantalla de inicio

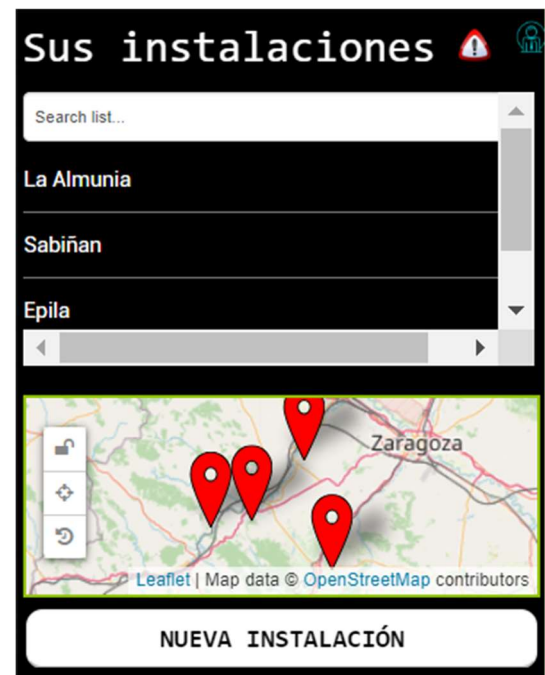


Ilustración 26 Pantalla de instalaciones

En esta app también hay una opción en caso de que el usuario adquiera nuevos terrenos con otros frutales de que los pueda añadir dentro de la aplicación.



Ilustración 27 Pantalla de creación de nuevos terrenos

Dentro de la pantalla de creación de un nuevo campo el usuario tiene que elegir una serie de parámetros propios del terreno que quiere añadir al sistema. En primer lugar, tiene que añadir el tipo de fruta que se cultiva en ese terreno, por otro lado, tiene la posibilidad de fijar la localidad donde se encuentra el terreno a través del nombre o a través de la posición geográfica a través del mapa. Por otro lado, cada terreno cuenta con un dispositivo sensorizado, para enlazar ese dispositivo con el perfil del nuevo terreno que se está creando el usuario tiene 2 opciones, introducir el código de emparejamiento o escanear un código QR con la cámara del dispositivo.



7.3 Almacenamiento de la información

Todo el almacenamiento de los datos se realiza en la nube. El dispositivo Centralita se conectará a internet mediante el wifi del usuario, este dispositivo es el encargado de recibir todos los datos del dispositivo sensorizado para posteriormente ser enviados al servidor web.

Dentro del servidor web todos los datos son almacenados en bases de datos SQL, y organizados para poder ser mostrados en la aplicación móvil. Para poder mostrar los valores almacenados en el servidor, la aplicación envía una petición de lectura de los datos deseados.

7.4 Transferencia de información

El sistema está formado por 3 partes, 2 dispositivos (Centralita y sensorizado) y servidor WEB, la forma en la que están conectados entre sí es muy diferente, ya que al servidor WEB solo se conecta el dispositivo Centralita. Por otro lado, ambos dispositivos están conectados a través de LoRa. En el siguiente diagrama se muestra como fluye la información desde los sensores hasta el servidor WEB.

7.5 PCB S _ 01

En esta placa se encuentra un procesador ESP 32 WROOM-32 junto con un módulo de comunicaciones LoRa RFM95W además de todas las etapas de acondicionamiento de señal de los sensores.

- *Alimentación:*

Esta placa cuenta con una batería recargable de 3,7V y 1,8Ah que se carga gracias a una célula solar, ambos componentes se conectan a la placa gracias a



conectores terminales con tornillo. Puesto que los sensores se alimentan a 5V, a la salida de la batería se coloca un convertidor BOOST, que incrementa la tensión de 3,7V a 5V. A partir de la tensión de 5V se coloca un regulador de tensión lineal de 3,3V para alimentar la parte de control (ESP 32 y módulo LoRa)

- *Elementos de Control*

El controlador instalado es de la familia ESP 32 que cumple con todos los requerimientos y dispone de las siguientes funciones:

- conexión Wifi y Bluetooth
- Soporta protocolos de comunicación I2C, SPI, I2S y UART
- Contiene 34 pines GPIO para ser programados en diferentes funciones.

- *Conexión con ESP 32:*

Todos los elementos se conectan al controlador de la siguiente manera.

- VDD: Señal de alimentación a 3,3V
- EN: Patilla de habilitación, en ella está conectado el pulsador de RESET.
- IO12, IO13, IO14, IO27: Estas 4 GPIO corresponden a la conexión mediante SPI entre el ESP32 y el módulo LoRa.
- IO15: Salida que controla el reset del módulo LoRa
- IO18: Entrada del sensor de temperatura
- IO21: Entrada del sensor de radiación UV
- IO23: Entrada del sensor de humedad
- GND: Conexión a tierra del sistema



- *Conectores:*

Los conectores son de salida de señal de 5,08mm de paso con sujeción mediante tornillo. Se usan de diferentes pines según la aplicación.

- Conectores de 2 pines solo se usan para alimentación, batería y panel solar.
- Conector de 3 pines, se usan para los sensores de 3 hilos (humedad, UV y temperatura.
- Conector de 4 pines, se usan para la conexión del sensor de pH.

7.6 PCB C_01

En esta placa se encuentra un procesador ESP 32 WROOM-32 junto con un módulo de comunicaciones LoRa RFM95W.

- *Alimentación*

Esta PCB cuenta con una entrada desde la Red eléctrica de 230V a través de un bloque terminal con tornillo de paso 7,65 mm.

Como medidas de protección frente sobre corrientes y sobretensiones se colocan un varistor y un fusible reseteable, ambos componentes dimensionados para los consumos del circuito.

Esta alimentación será adaptada gracias a una fuente conmutada AC/DC para convertir la tensión de la red 230V a 5V.

- *Elementos de Control*

El controlador instalado es de la familia ESP 32 que cumple con todos los requerimientos y dispone de las siguientes funciones:



- conexión Wifi y Bluetooth
 - Soporta protocolos de comunicación I2C, SPI, I2S y UART
 - Contiene 34 pines GPIO para ser programados en diferentes funciones.
-
- *Conexión con ESP 32*

Todos los elementos se conectan al controlador de la siguiente manera.

- VDD: Señal de alimentación a 3,3V
 - EN: Patilla de habilitación, en ella está conectado el pulsador de RESET.
 - IO 5, IO 16, IO 17 , IO 18 : Estas 4 GPIO corresponden a la conexión mediante SPI entre el ESP32 y el módulo LoRA.
 - IO 19: Salida que controla el reset del módulo LoRa
-
- *Conectores*

En esta placa solo hay un conector, es el de entrada de la alimentación.

Se utiliza un conector terminal con tornillo como sujeción del cable, tiene 2 pines de entrada con un paso de 7,65mm, ya que las tensiones de entrada son altas al venir desde la red eléctrica.



8. Planificación

8.1 Etapas del proceso

1. Especificaciones
2. Estudio de mercado
3. Viabilidad
4. Diagrama de bloques
5. Esquemas eléctricos
6. Diseño de PCB
7. ficheros PCB
8. Pliego de condiciones
9. Diseño de carcasas
10. Listas materiales
11. presupuesto
12. Mediciones
13. Anexos
14. Memoria
15. Índice



8.2 Cronograma de fabricación.

2023	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	
Etapas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1. Especificaciones	█	█															
2. Estudio de mercado		█															
3. Viabilidad			█														
4. Diagrama de bloques				█	█												
5. Esquemas eléctricos					█	█	█										
6. Diseño de PCB						█	█										
7. ficheros PCB							█	█									
8. Pliego de condiciones								█	█	█							
9. Diseño de carcasas									█	█	█						
10. Lista materiales											█	█					
11. presupuesto												█	█				
12. Mediciones													█	█			
13. Anexos														█	█	█	
14. Memoria															█	█	
15. Índice																█	
	Semana 1	08/05/2023														Semana 16	21/08/2023

Ilustración 28, Cronograma de fabricación de los dispositivos



9. Orden de prioridad

Siguiendo la norma 157001:2014 y prestando especial atención a la Responsabilidad Penal y Civil que se asume una vez se firman cada uno de los documentos básicos que forman el proyecto, se establece el siguiente orden de prioridad:

1. Planos
2. Pliego de Condiciones
3. Presupuesto
4. Mediciones
5. Memoria
6. Anexos
7. Índice



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

SISTEMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE
PARÁMETROS AMBIENTALES BÁSICOS EN
AGRICULTURA DE GRAN EXTENSIÓN MEDIANTE
APLICACIÓN WEB.

ANEXOS

VOLUMEN 3


Autor:

Marcos Serrano Pérez

Director:

Pablo Bosque Obón

Datos del proyecto

Documento	ANEXOS
Número de volumen	VOLUMEN 3
Cliente	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA TRABAJO FIN DE GRADO
Autor	MARCOS SERRANO
Fecha	31/08/2023
Firma	



Contenido

1. Documentación de Partida.....	2
2. Cálculos.....	3
2.1 Carcasa.....	3
2.2 Planos y Pistas.....	3
2.3 Cálculos S_ 01.....	4
2.3.1 Consumo convertidor Boost.....	4
2.3.2 Consumo regulador de tensión de 3,3V.....	5
2.3.3 Consumo de cargador de batería.....	6
2.3.4 Duración de la batería.....	6
2.3.5 Sensor de temperatura LM35.....	8
2.3.6 Sensor de humedad.....	9
2.3.7 Sensor UV.....	10
2.3.8 Sensor pH.....	10
2.3.9 Modulo de comunicación LoRa.....	11
2.4 Cálculos C_01.....	12
2.4.1 Fuente de alimentación.....	12
2.4.2 Consumo regulador de tensión.....	12
2.4.3 Calculo de elementos de protección.....	13
2.4.4 Calculo de elementos de filtrado.....	14
3. Software de la aplicación.....	16
4. Hojas de características.....	23



5. Diagramas de flujo de S.....	24
5.1 Diagrama de flujo de PCB S_01.....	24
5.2 Diagrama de flujo de PCB C_01.....	25



1. Documentación de partida

Según lo acordado con el cliente, es necesario que el producto se adhiera a la normativa sobre compatibilidad electromagnética y que sus características cumplan con las directivas correspondientes.

Se establece el marcado CE según la normativa requerida la cual se compone de la Directiva RoHS, Directiva WEE, Directiva de Baja Tensión y Directiva de Compatibilidad Electromagnética.

Garantizando el cumplimiento de la normativa mencionada anteriormente, se posibilita la comercialización del dispositivo entre los Estados Miembros de la Comunidad Europea.

La primera directiva mencionada es la RoHS, 2011/65/UE, que trata los temas de restricciones a la utilización de determinadas sustancias o compuestos peligrosos en aparatos eléctricos y electrónicos. En esta directiva se restringe el uso de seis sustancias para el uso en diseño electrónico.

La segunda directiva es la Directiva WEE (2012/19/UE), en esta se muestran de forma específica las obligaciones por parte de los productores en cuanto a la gestión de residuos de aparatos electrónicos.

En tercer lugar, está la directiva 2014/35/UE de Baja Tensión. En la cual se trata sobre la armonización de las legislaciones de los Estados Miembros en materia de comercialización.

Por último, se incluye la Directiva 2014/30/UE, donde se establecen las reglas relativas a la compatibilidad electromagnética entre los aparatos eléctricos y electrónicos en la Unión Europea.



2. Cálculos

2.1 carcasa

Ambas carcasas se van a fabricar en material PETG, ya que es el que mejor aguanta todas las condiciones atmosféricas a las que se va a exponer a estos dispositivos.

En cuanto a la profundidad de la carcasa, se tiene en cuenta que debajo de la placa se ubica la batería recargable, además cuenta con varios orificios donde se colocan prensaestopas que serán la salida de los cables de los sensores. Para facilitar la colocación de todos los componentes, en la parte superior hay una ranura donde se coloca la célula solar, lo que hace que dicho componente otorgue la altura total de la carcasa.

Por otro lado, se ha tenido en cuenta la sujeción de la placa a la carcasa mediante pilares, para evitar así las posibles vibraciones ni movimientos indebidos, para ello se emplean 3 tornillos con métrica M3.

En cuanto a la tapa de dicha carcasa, se ha diseñado de forma que una vez fijada sea lo más hermética posible. Esta tapa se enlazará con la carcasa a través de 4 tornillos de métrica M4

En cuanto a la profundidad de esta carcasa, al no tener elementos salientes, la profundidad es mucho menor que la S_01. Esta carcasa sólo cuenta con un agujero de entrada que se corresponde al cable de alimentación. Aunque no tenga mucha profundidad con la idea de evitar vibraciones o movimientos no deseados, se colocan 4 pilares para anclar la placa C_01 mediante tornillos de métrica M3, los mismos tornillos que se emplean en la placa anterior.

En cuanto a la tapa de esta carcasa, se ha optado por la misma idea que la carcasa anterior, haciendo que la tapa y la carcasa sean lo más herméticas posibles. Dicha tapa va anclada mediante tornillos de métrica M4.

2.2 Planos y pistas

El proyecto está compuesto por 2 PCBs, estas placas son bicapa, una capa TOP y una BOTTOM con el fin de simplificar el ruteo de los componentes.



En ambas placas se han añadido planos de masa por ambas caras con la finalidad de reducir el ruido y las interferencias del circuito.

Respecto a la anchura de las pistas, se tiene en cuenta la norma UNE 20-621-84/3. El ancho de la pista viene dado por la corriente que la atraviesa, por tanto, las pistas de alimentación tienen una mayor anchura que las de envío de datos.

En la placa C_01, la zona antes de la fuente de alimentación tiene una anchura mucho mayor que el resto de las pistas de las placas (1mm). A partir de la fuente de alimentación, las pistas que siguen correspondiendo a la alimentación tienen una anchura de 0,45mm que tiene como límite de corriente 1A lo que hace que haya margen ya que nuestro sistema consume 0,62A, mientras que el resto de las pistas donde solo se envían datos cuentan con una anchura de 0,25mm.

En la placa S_01, las anchuras de pista se corresponden con las de la placa C_01, salvo por aquellas de 1mm, ya que la placa S_01 no cuenta con una fuente de alimentación.

2.3 Cálculos S_01

2.3.1 Convertidor Boost

Esta placa está alimentada a través de una batería recargable de 3,7V, pero algunos de los elementos conectados necesitan alimentación de 5V. Para lograr esa tensión de alimentación se coloca un convertidor elevador Boost

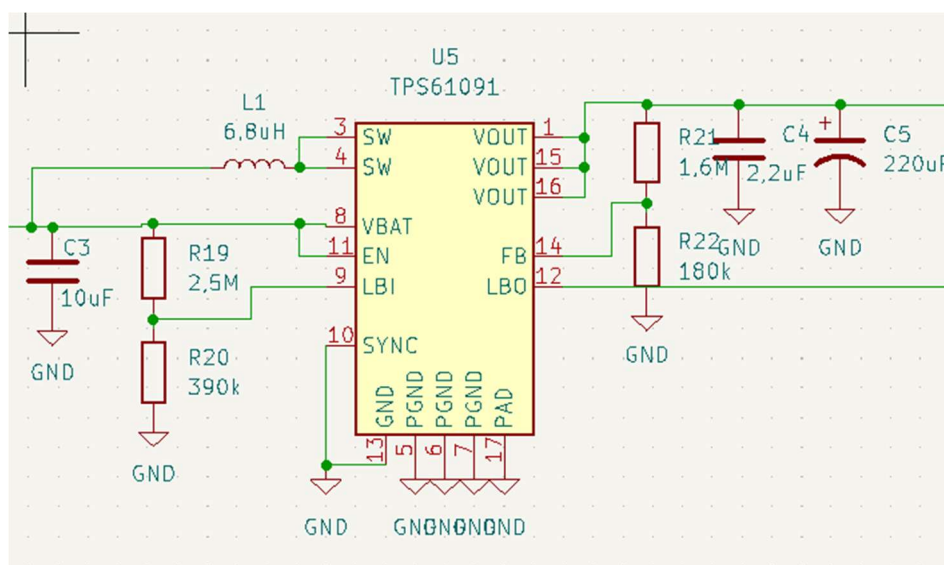


Ilustración 1 Convertidor Boost



En el datasheet del fabricante proponen el montaje que se ha elegido para obtener la salida de 5V a partir de 3,7V.

2.3.2 Consumo regulador de tensión de 3,3V

Aprovechando que tanto el microcontrolador como del módulo LoRa se alimentan a 3,3V se hace uso de la tensión elevada de 5V.

Para este componente hay que conocer la corriente que lo atraviesa, ya que conocemos la diferencia de tensión entre ambos extremos del componente.

Para este caso particular se reduce la tensión desde 5V hasta 3,3V.

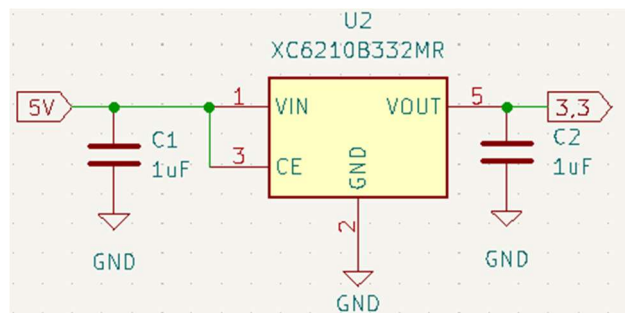


Ilustración 2 Regulador de tensión de 3,3V

Respecto a la corriente como los únicos componentes que funcionan a esta tensión son el controlador ESP 32 (240mA) y el módulo LoRa (120mA)

$$P_{LDO} = (V_{in} - V_{out}) * I ; 5V - 3,3V = 1,7V ; I = 360mA$$
$$1,7V * 360mA = 612 mW$$

2.3.3 Cargador batería

Este sistema se alimenta con una batería, para evitar que haya problemas en el sistema cuando la carga de la batería se agote se escoge una batería recargable. Para poder cargar dicha batería se coloca un chip de carga que se alimente a partir de una célula solar.

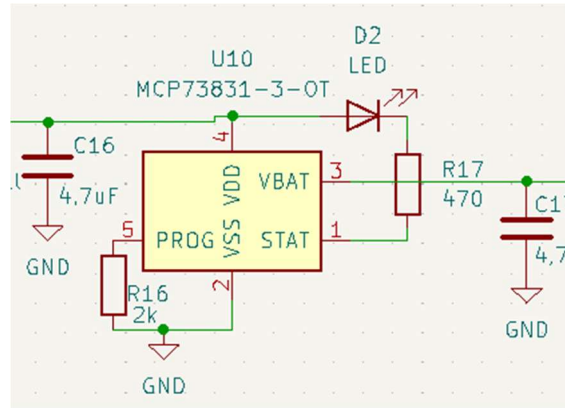


Ilustración 3 Circuito de carga de la batería

Este chip de carga genera a la batería una tensión un poco superior a la tensión de la batería, 4,2V para poder alimentar de forma correcta la batería.

2.3.4 Duración de la batería

Hay que tener en cuenta la capacidad de la batería, 1,8Ah en nuestro caso, por otro lado, hay que estimar cuál es el consumo de nuestro sistema al que va conectado la batería para poder estimarlo.

$$Duración = \frac{Capacidad\ de\ la\ batería}{Consumo\ del\ sistema}$$

Consumo del sistema = 360mA

Capacidad de la batería = 1,8Ah

$$Duración: \frac{1,8Ah}{0,36A} = 5h\ (18000s)$$

La batería tardará en descargarse 5h en caso de estar el sistema consumiendo corriente todo el tiempo. En este proyecto, el sistema se activará cada 15 minutos para la lectura de los sensores y transmisión de los datos un tiempo de 20 segundos. Esto hace que la duración de la batería sea mucho mayor.



$$\text{Duración Batería: } \frac{18000s \text{ (Tiempo de duración total)}}{4 * \frac{20s}{h} \text{ (Tiempo activo por hora)}} = 225h$$

Con este tiempo activado por hora, la batería ofrece un tiempo de uso de 225h

Por otro lado, en nuestro sistema, la batería es recargable lo que hace que la duración sea mucho mayor, por tanto, hay que ver cuánta es la carga que se transfiere a la batería a través de la siguiente expresión:

$$\text{Carga transferida (Ah)} = \text{Corriente de Carga (A)} * \text{Tiempo de Carga (h)}$$

Al cargarse mediante una celda solar, en el mejor caso, podemos estimar el número medio de horas de luz que hay en un país como España son 12h, para obtener una referencia de carga a lo largo del año.

$$\text{Carga transferida: } 205mA * 12h = 2460mAh = 2,46Ah$$

Con este resultado Podemos afirmar que la batería no se va a descargar en ningún momento, lo que hace que el sistema tenga una duración infinita

2.3.5 Sensor de temperatura LM35

El sensor de temperatura LM35 se va a colocar fuera de la PCB S_01, para unirlo a la PCB se va a realizar a través de un conector colocado en uno de los extremos.

Este sensor se alimenta a 5V, cuenta con una precisión de 10mV/°C, lo que hace que cuente con mucha precisión. Este sensor puede medir tensiones positivas como negativas, se encuentra alimentado entre 0V y 5V esto hace que no pueda dar mas tensión que esa. Al contar con una salida acorde a las entradas del controlador, si acondicionamiento de la señal es mínima.

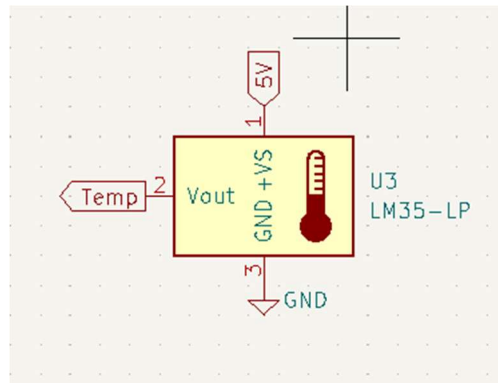


Ilustración 4 Esquema conexión sensor Lm35dz

Aunque dicho sensor puede medir temperaturas positivas y negativas, en el sistema cuando se obtengan 0V, significará que nos encontramos en el mínimo de rango de medida del sensor.

2.3.6 Sensor de humedad

El sensor de humedad se coloca clavado dentro de la tierra, por tanto, para conectarlo a la PCB a través de un bloque terminal de 3 pines (Alimentación, salida de datos y tierra).

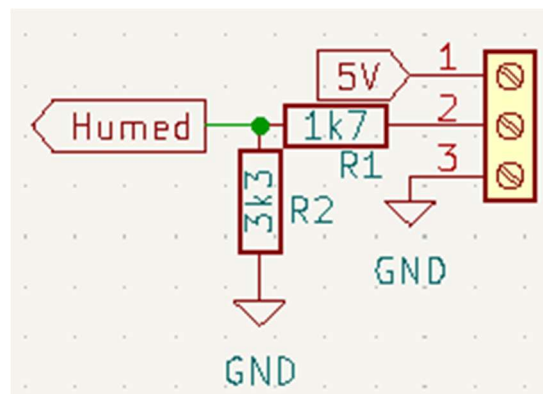


Ilustración 5 Esquema atenuador de sensor de humedad

Como la salida máxima que puede dar el sensor son 5V hay que acondicionar esa tensión entre los valores permitidos por el microcontrolador (3,3V), para ello, se coloca un divisor resistivo.

$$V_o = 5V * \frac{3k3}{3k3 + 1k7}$$



2.3.7 Sensor UV

Este sensor también se coloca fuera de la PCB, por eso se conecta a través de un bloque terminal con 3 pines. Este sensor ofrece una salida entre 0V y 1V.

Por tanto, para acondicionar la señal del sensor para la entrada del microcontrolador (0-3,3V), se hace uso de una etapa amplificadora no inversora basado en amplificador operacional.

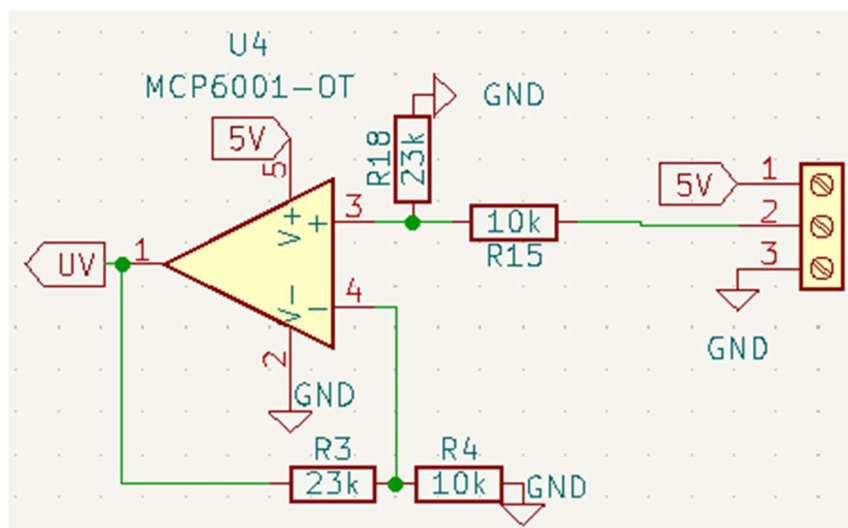


Ilustración 6 Circuito de condicionamiento de señal sensor de radiación UV

$$V_o = \left(1 + \frac{23k}{10k}\right) * V_{sensor}$$

2.3.8 Sensor pH

Este sensor se clava en la tierra para medir el pH, este sensor es diferente al resto, ya que tiene 4 hilos, por ende, se utiliza un bloque terminal de 4 pines. Este sensor utiliza el protocolo de comunicación RS485, por tanto, hay que añadir un bloque entre la entrada del sensor y la entrada de datos del microcontrolador.

En este bloque se realiza la conversión de los valores de los datos leídos a través de RS485 para que el microcontrolador los pueda recibir de forma correcta.

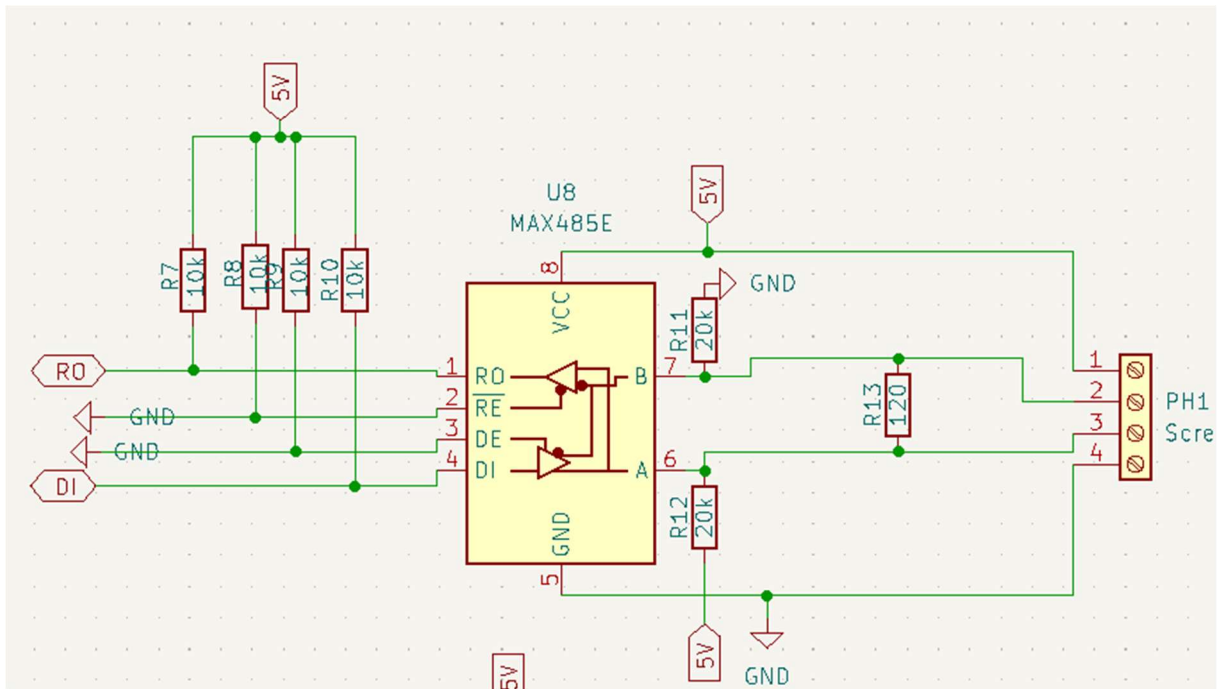


Ilustración 7 Circuito de recepción de datos mediante RS485

2.3.9 Módulo de comunicación LoRa

Para la comunicación entre las placas, al estar separadas ambas placas por varios kilómetros, la comunicación se realiza mediante LoRa. Este módulo se conecta al microcontrolador mediante el protocolo de comunicación SPI, este esquema se usa en ambas placas.

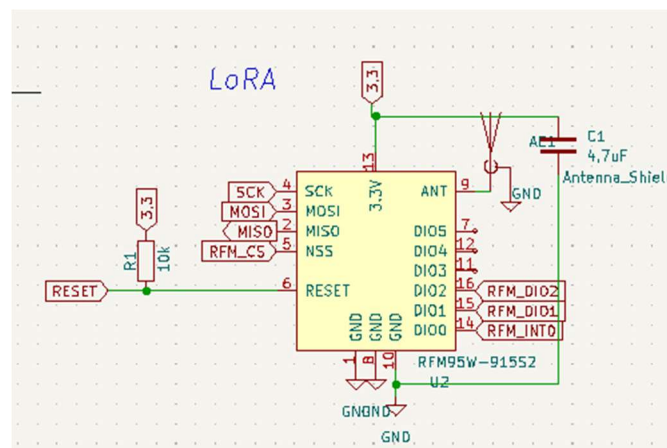


Ilustración 8 Módulo LoRa



Para reiniciar el módulo en caso de que haya fallos, se realiza a partir de una patilla del microcontrolador, este se reiniciará cuando por la patilla reset haya un “0” lógico.

2.4 Cálculos C_01

2.4.1 Fuente de alimentación

Esta placa se alimenta directamente a la red eléctrica, para ello se usa una fuente de alimentación conmutada, cuya entrada es 230V y la salida es 5V.

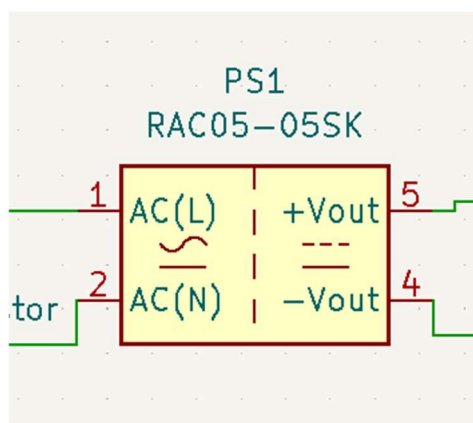


Ilustración 9 Fuente de alimentación conmutada

$$P_i = V * I; 230V * 100mA = 23W$$

$$P_{out}; 5V * 0,62 = 3,1W$$

A partir de esta fuente se distribuye la corriente para el resto de los componentes, la corriente que demanda cada componente es:

- ESP 32: Consume 0,5mA, ya que en estará transmitiendo datos por WIFI y con los picos de corriente de 500mA, se calcula el consumo en el peor caso.
- Modulo LoRa: Consume 120mA, ya que también está recibiendo datos del otro módulo.

2.4.2 Consumo de regulador de tensión



Para mantener una tensión estable para alimentar tanto el microcontrolador como el módulo LoRa se hace uso de un regulador de tensión, que atenúa la tensión de 5V (Salida de la fuente de alimentación) a 3,3V.

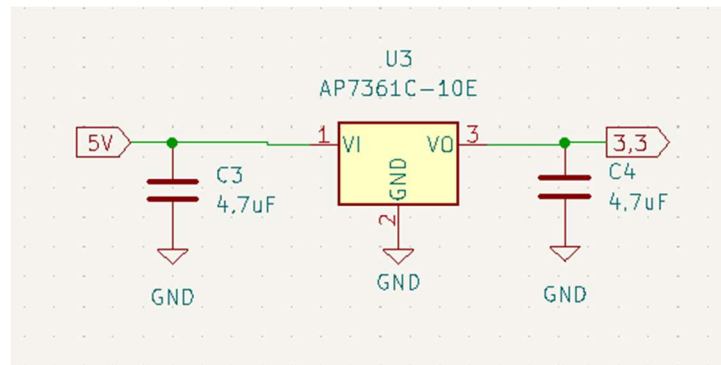


Ilustración 10 Regulador de tensión de 3,3V

Para asegurar que la salida sea lo más estable posible se ha elegido un regulador con una tensión de Drop-out muy baja (0,36V).

Para verificar que el sistema funcionará de forma correcta hay que verificar si no hay problemas de disipación de potencia.

$$P_{reg} = (V_i - V_o) * I; P_{reg} = (5V - 3,3V) * 0,62A = 1,054W$$

No hay problemas de potencia, ya que la máxima potencia que aguanta este componente son 1,2W.

2.4.3 Cálculo de elementos de protección

Los elementos de protección del sistema se colocan entre el bloque terminal de entrada y la fuente de alimentación. Estos elementos son Fusible y Varistor. Dichos componentes se encargan de proteger el sistema de sobretensiones y sobre corrientes.

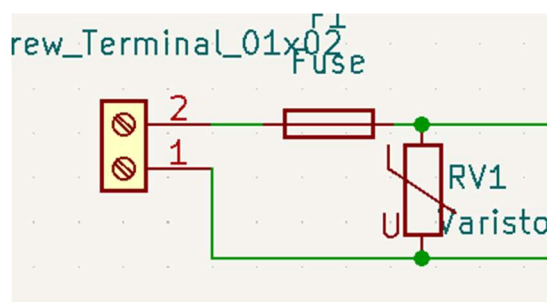


Ilustración 11 Fusible y Varistor, elementos de protección



- *Fusible*: Este componente se ha elegido en función de la fuente de alimentación, en este caso, el sistema no supera los 5W, existe una demanda de corriente máxima a la red eléctrica es de 100mA. Aunque este valor de corriente no se va a alcanzar, se elige al ser el valor máximo que puede demandar la fuente de alimentación. Para elegir este componente se hace de forma conservadora, teniendo en cuenta las restricciones comerciales y valores disponibles en el mercado, se elige un fusible de 1A.

- *Varistor*: Este componente se encarga de proteger el sistema frente a los picos de tensión, se coloca en paralelo con la fuente de alimentación, se trata de una resistencia variable con la tensión que bajará su valor cuando la tensión aumente.

El valor elegido llega hasta una tensión de 360V, puesto que la tensión de la red eléctrica es 230V eficaces, para mantener un margen de seguridad en el sistema se ha escogido este valor del componente.

2.4.4 Calculo de elementos de filtrado

A continuación de la fuente de alimentación se han colocado 2 condensadores. Estos 2 elementos tienen la función de filtrar y atenuar el rizado generado y poder obtener la tensión menos fluctuante posible. El primer condensador es de filtrado de la señal de entrada, mientras que el segundo se corresponde a atenuar una frecuencia determinada.

$$C_{filtrado} = \frac{I}{f * \Delta V_0}$$

De la fuente de alimentación y del sistema se obtiene estos valores

$$f = 130kHz; \Delta V_0 = 0,05V; I = 0,62A$$

$$C_{filtrado} = \frac{0,62}{130kHz * 0,05V} = 95,38\mu F \approx 100\mu F$$

El principal condensador de filtrado es C5, por tanto, se elige el valor de 100uF, aun siendo suficiente con un único condensador

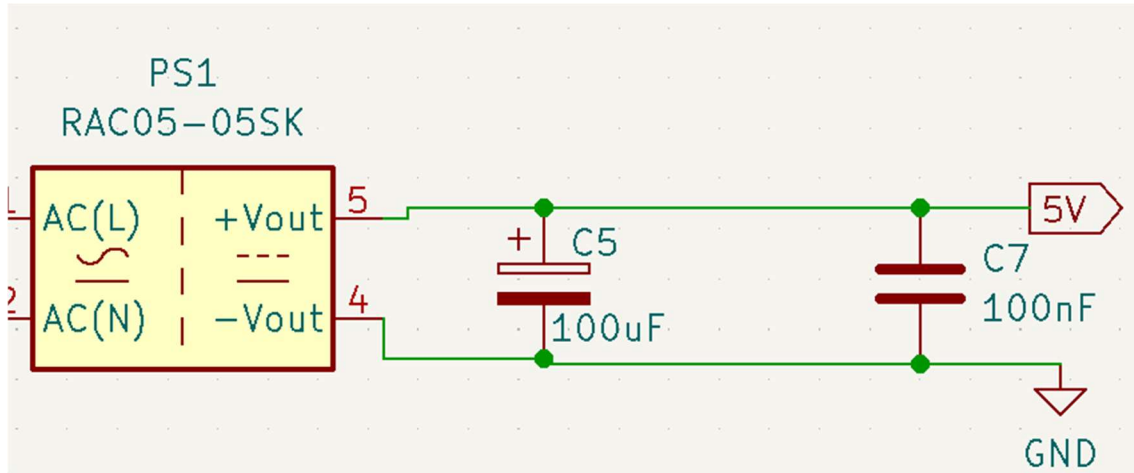


Ilustración 12 Condensadores de filtrado



3. Software de la aplicación

SOFTWARE DE LA APLICACIÓN

Para transmitir los datos desde el ESP32 al servidor Web hacemos uso del WIFI del microcontrolador que se conectará a la red del usuario, para conectar el ESP 32 con el servidor Web hacemos uso del protocolo de red MQTT.

SUBROUTINA LECTURA DE SENSORES

En primer lugar, tenemos que leer los datos de los sensores a partir de funciones propias.

```
import machine
import time
from network import LoRa
import ubinascii
import ustruct

# --- Configuraciones de LoRa ---
lora = LoRa(mode=LoRa.LORA)

# --- Configuraciones de ADC ---
adc_temp = machine.ADC(machine.Pin(32)) # LM35DZ (Temperatura)
adc_humidity = machine.ADC(machine.Pin(33)) # Sensor capacitivo (Humedad)
adc_uv = machine.ADC(machine.Pin(34)) # Gravity V2 (UV)

# --- Configuraciones de UART para RS485 ---
uart = machine.UART(1, baudrate=9600, tx=17, rx=16) # Para el sensor Renke (pH)

# --- Funciones de lectura de sensores ---

def read_temperature():
    value = adc_temp.read()
    voltage = (value / 4095) * 3.3
    temperature = voltage * 100
    return temperature

def read_humidity():
    value = adc_humidity.read()
    humidity = (value / 4095) * 100
    return humidity
```



```
def read_uv():
    value = adc_uv.read()
    uv_index = (value / 4095) * 12 # Ejemplo, adaptar según las especificaciones
    return uv_index

def read_ph():
    uart.write(b'READ?') # Ejemplo, consulta la documentación del sensor Renke
    time.sleep(1)
    response = uart.read()
    if response:
        ph_value = ustruct.unpack('<f', response)[0] # Asumiendo un float de 4
    return ph_value
return None
```

Ilustración 13 Rutinas de lectura de sensores

SUBROUTINA ENVIO DE DATOS SENSORES POR LoRa

Una vez que tenemos los valores medidos de los sensores ya se pueden enviar los datos por LoRa desde un dispositivo al otro. Para el envío se empaquetan todos los valores en una misma variable.

```
def send_lora_data():
    while True:
        temperature = read_temperature()
        humidity = read_humidity()
        uv = read_uv()
        ph = read_ph()

        # Crear el mensaje para enviar
        msg = 'Temp:{},Hum:{},UV:{},pH:{}'.format(temperature, humidity, uv, ph)

        # Enviar mensaje vía LoRa
        lora_sock = socket.socket(socket.AF_LORA, socket.SOCK_RAW)
        lora_sock.setblocking(True)
        lora_sock.send(msg)

        print("Mensaje enviado:", msg)
        time.sleep(60) # Espera 1 minuto antes de enviar de nuevo

# --- Llamar a la función principal ---
send_lora_data()
```

Ilustración 14 Rutina de envío de datos, usando LoRa



```
from network import LoRa
import socket
import time

# Inicialización de LoRa en modo LoRa (y no LoRaWAN)
lora = LoRa(mode=LoRa.LORA)

def receive_lora_data():
    s = socket.socket(socket.AF_LORA, socket.SOCK_RAW)
    s.setblocking(False)

    while True:
        data = s.recv(128) # 128 es solo un tamaño de buffer de ejemplo; ajusta
        if data:
            print("Datos recibidos:", data.decode())
            send_to_azure(data.decode())
            time.sleep(5)
```

Ilustración 15 Rutina de recepción de datos para LoRa

Una vez que se han enviados los datos, hay que programar el segundo módulo LoRa para que reciba todos los datos de los sensores que posteriormente serán enviados al servidor web usando el wifi del controlador ESP32.



RUTINA DE ENVIO DE DATOS AL SERVIDOR MEDIANTE MQTT

```
import network
from umqtt.simple import MQTTClient

# Configuración de WiFi
SSID = 'tu_SSID'
PASSWORD = 'tu_PASSWORD'
wlan = network.WLAN(network.STA_IF)
wlan.active(True)
wlan.connect(SSID, PASSWORD)
while not wlan.isconnected():
    time.sleep(1)
print('Conectado a WiFi!')

# Configuración MQTT para Azure IoT Hub
MQTT_SERVER = 'nombredehub.azure-devices.net'
DEVICE_ID = 'id_del_dispositivo_receptor'
SAS_TOKEN = 'tu_token_SAS_generado'
client = MQTTClient(DEVICE_ID, MQTT_SERVER, user=MQTT_SERVER + '/' + DEVICE_ID, password=SAS_TOKEN, port=8883, ssl=True)

def send_to_azure(data):
    topic = 'devices/{}/messages/events/'.format(DEVICE_ID)
    client.publish(topic, data)
    print("Datos enviados a Azure:", data)

# Llamada a la función principal de recepción
receive_lora_data()
```

Ilustración 16 Configuración de WIFI y servidor web

En el momento en el que se reciben los datos ya se puede configurar el servidor web para proceder a enviar los datos al servidor a través de MQTT. En primer lugar, hay que configurar la red WIFI que se va a usar para enviar los datos a través de MQTT. Una vez realizada la configuración, continua con la configuración del protocolo MQTT para Azure IoT Hub, para ello se realiza con una serie de parámetros propios del servidor, como son: dirección del servidor, identificación, token de enlace y por último la petición de cliente)



RUTINA DE CREACIÓN DE LA TABLA DE LA BASE DE DATOS SQL

```
CREATE TABLE SensorData (  
    id INT PRIMARY KEY IDENTITY(1,1),  
    device_id NVARCHAR(255),  
    timestamp DATETIME DEFAULT GETDATE(),  
    temperature FLOAT,  
    humidity FLOAT,  
    uv FLOAT,  
    pH FLOAT  
);
```

Ilustración 17 rutina de creación de una tabla en SQL

Para mantener un orden de los datos, en a base de datos se guardan los datos en tablas, para ello hay que conocer de que tipo de dato son los valores que se van a guardar.

CREACIÓN DEL SERVIDOR WEB EN AZURE

```
using System;  
using System.Data.SqlClient;  
  
public static async Task Run(string myIoTHubMessage, ILogger log)  
{  
    log.LogInformation($"C# Queue trigger function processed: {myIoTHubMessage}");  
  
    string connectionString = "tu_cadena_de_conexión_a_Azure_SQL"; // Asegúrate de guardar esto de forma segura, posiblemente en Azure Key Vault.  
    using (SqlConnection conn = new SqlConnection(connectionString))  
    {  
        conn.Open();  
        var insertQuery = "INSERT INTO SensorData (device_id, temperature, humidity, uv, pH) VALUES (@deviceId, @temperature, @humidity, @uv, @pH)";  
  
        using (SqlCommand cmd = new SqlCommand(insertQuery, conn))  
        {  
            cmd.Parameters.AddWithValue("@deviceId", "id_del_dispositivo_receptor");  
            cmd.Parameters.AddWithValue("@temperature", /* extraer valor de temperatura de myIoTHubMessage */);  
            cmd.Parameters.AddWithValue("@humidity", /* extraer valor de humedad de myIoTHubMessage */);  
            cmd.Parameters.AddWithValue("@uv", /* extraer valor de UV de myIoTHubMessage */);  
            cmd.Parameters.AddWithValue("@pH", /* extraer valor de pH de myIoTHubMessage */);  
  
            await cmd.ExecuteNonQueryAsync();  
        }  
    }  
}
```

Ilustración 18 Creación del servidor web en Azure

Para crear el servidor web se utiliza lenguaje SQL en lugar de Python como en el resto de las rutinas que se ejecutan en estos dispositivos.



CREACIÓN DE LA APLICACIÓN MOVIL

```
from flask import Flask, jsonify
import pyodbc

app = Flask(__name__)

@app.route('/getSensorData', methods=['GET'])
def get_data():
    # Conexión a Azure SQL
    conn = pyodbc.connect('tu_cadena_de_conexión_a_Azure_SQL')
    cursor = conn.cursor()

    cursor.execute("SELECT * FROM SensorData ORDER BY timestamp DESC LIMIT 10") # Obtiene los últimos 10 registros, por ejemplo
    records = cursor.fetchall()

    # Convertir registros a un formato que pueda ser enviado como JSON
    data = [{"id": record[0], "device_id": record[1], "timestamp": record[2], "temperature": record[3], "humidity": record[4], "uv": record[5], "ph": record[6]} for record in records]

    return jsonify(data)

if __name__ == "__main__":
    app.run(debug=True)
```

```
pip install kivy
import kivy
from kivy.app import App
from kivy.uix.boxlayout import BoxLayout
from kivy.uix.label import Label
from kivy.network.urlrequest import UrlRequest

kivy.require('1.11.0')

class SensorApp(App):

    def build(self):
        self.b = BoxLayout(orientation='vertical')
        self.fetch_data()
        return self.b

    def fetch_data(self):
        api_url = 'http://your_server_address/getSensorData'
        request = UrlRequest(api_url, self.on_success, on_failure=self.on_failure, on_error=self.on_error)
```

Ilustración 19 Rutinas de creación de la aplicación móvil

Una vez que tenemos la aplicación creada se procede a incorporar las variables. Para poder tener acceso al servidor web hay que realizar peticiones de lectura a través de la API del servidor para que se puedan utilizar esos datos.



```
def on_success(self, request, response):
    for item in response:
        temp = "Temperature: {}".format(item["temperature"])
        hum = "Humidity: {}".format(item["humidity"])
        uv = "UV: {}".format(item["uv"])
        ph = "pH: {}".format(item["pH"])

        self.b.add_widget(Label(text=temp))
        self.b.add_widget(Label(text=hum))
        self.b.add_widget(Label(text=uv))
        self.b.add_widget(Label(text=ph))
        self.b.add_widget(Label(text='-----'))

def on_failure(self, request, result):
    print("Failed to get data")

def on_error(self, request, error):
    print("Error getting data:", error)

if __name__ == '__main__':
    SensorApp().run()
```

Ilustración 20 Funciones de la aplicación Web

Durante todo el proceso de desarrollo del código, todo el generado para los microcontroladores se ha realizado en Python, mientras que para el servidor web se ha usado SQL.



4. Hojas de características

En este apartado se incluyen los datasheet de los componentes más importantes dentro de los dispositivos sensorizado y centralita.

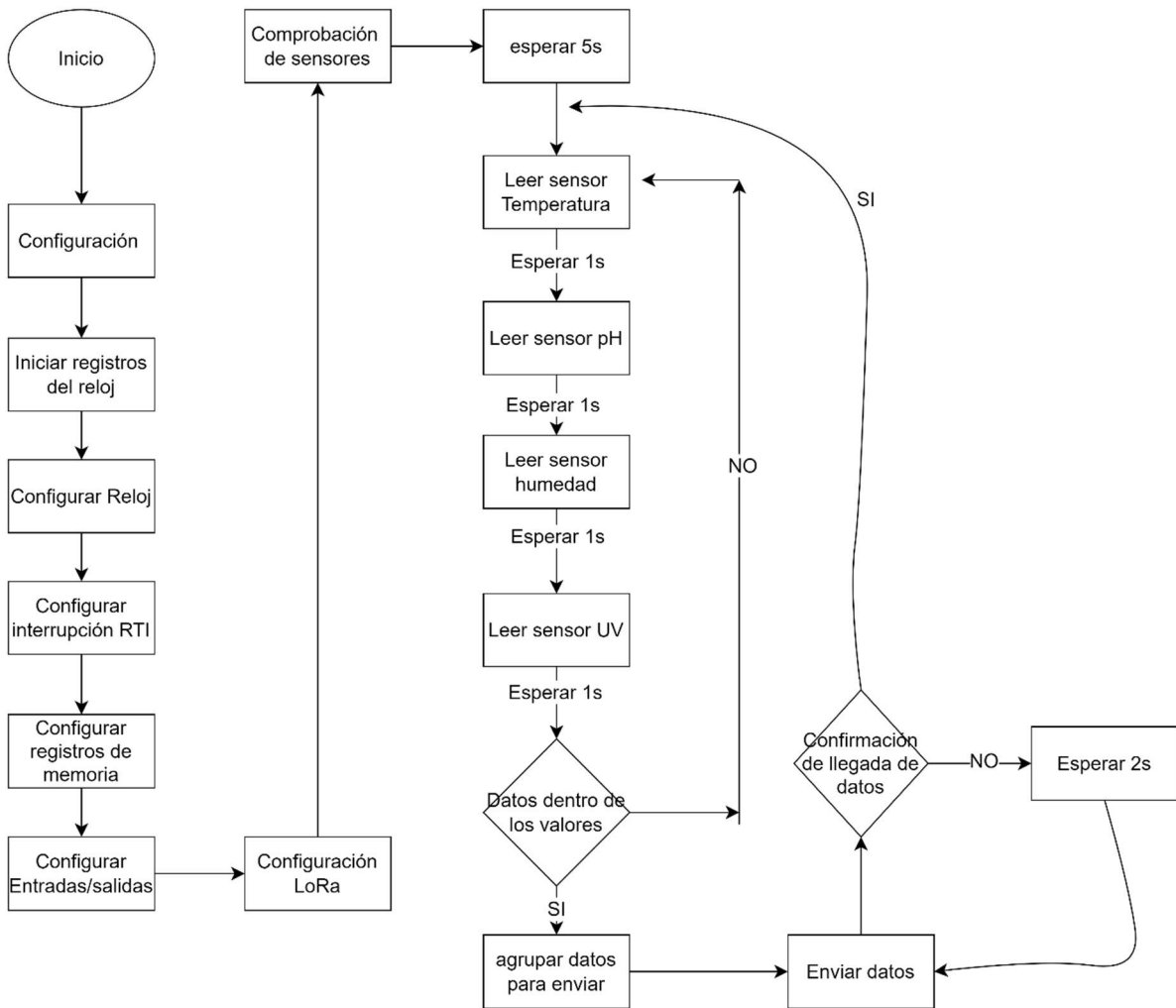
Los componentes son:

- Microcontrolador ESP 32
https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32e_esp32-wroom-32ue_datasheet_en.pdf
- Fuente de Alimentación conmutada
https://recom-power.com/pdf/Powerline_AC-DC/RAC05-K.pdf
- Célula solar
<https://waf-e.dubudisk.com/anysolar.dubuplus.com/techsupport@anysolar.biz/O18Ae0K/DubuDisk/www/Gen3/SM531K08L%20DATA%20SHEET%20202007.pdf>
- Modulo RFM95W
https://www.rfsolutions.co.uk/downloads/1463993415RFM95_96_97_98W.pdf
- Chip de carga de la batería
<https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/MCP73831-Family-Data-Sheet-DS20001984H.pdf>



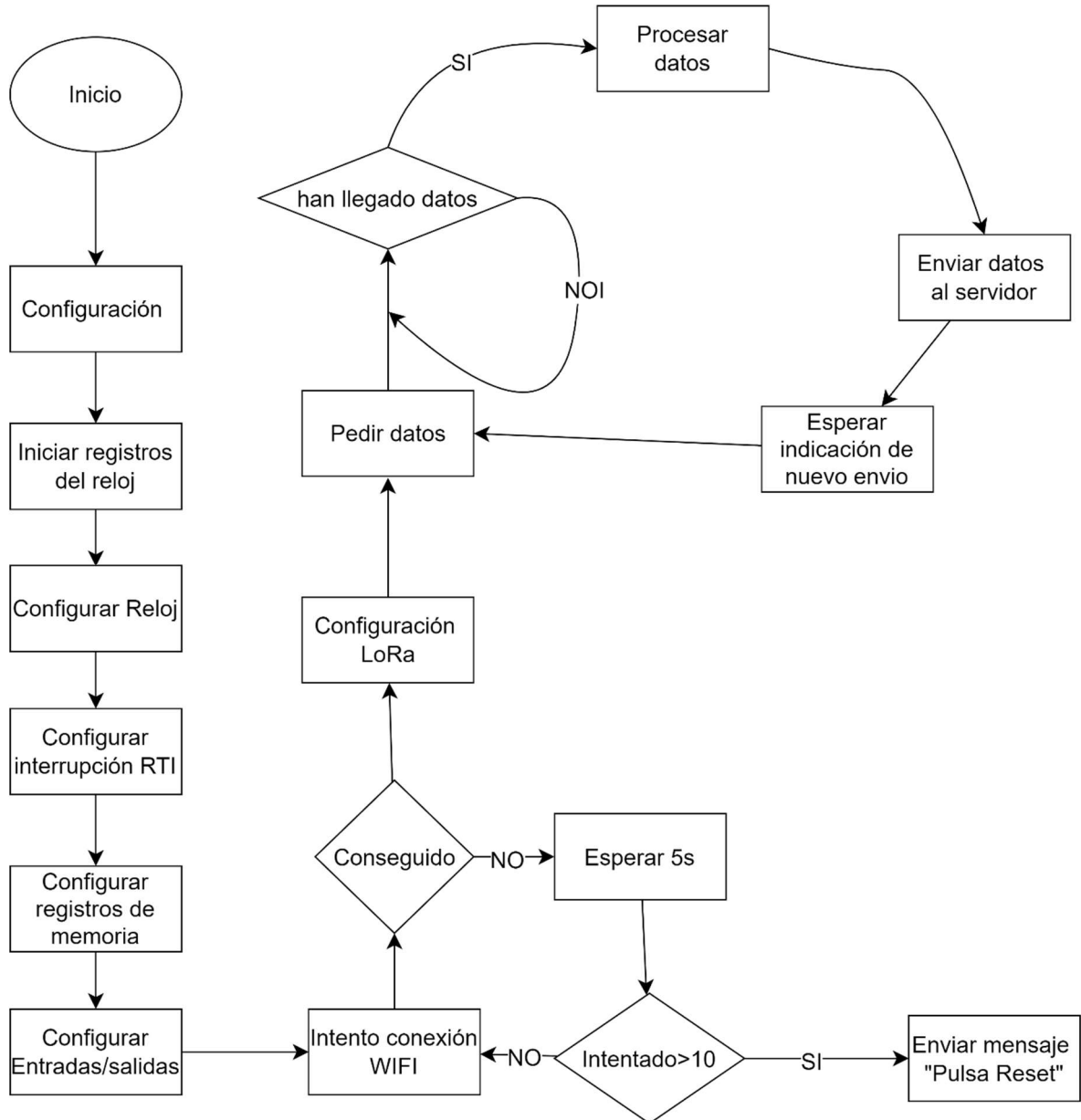
5. Diagramas de flujo del software

5.1 Diagrama de flujo PCB S_01





5.2 Diagrama de flujo PCB C_01





Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

SISTEMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE
PARÁMETROS AMBIENTALES BÁSICOS EN
AGRICULTURA DE GRAN EXTENSIÓN MEDIANTE
APLICACIÓN WEB.

PLANOS

VOLUMEN 4


Autor:

Marcos Serrano Pérez

Director:

Pablo Bosque Obón

Datos del proyecto

Documento	PLANOS
Número de volumen	VOLUMEN 4
Cliente	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA TRABAJO FIN DE GRADO
Autor	MARCOS SERRANO
Fecha	31/08/2023
Firma	

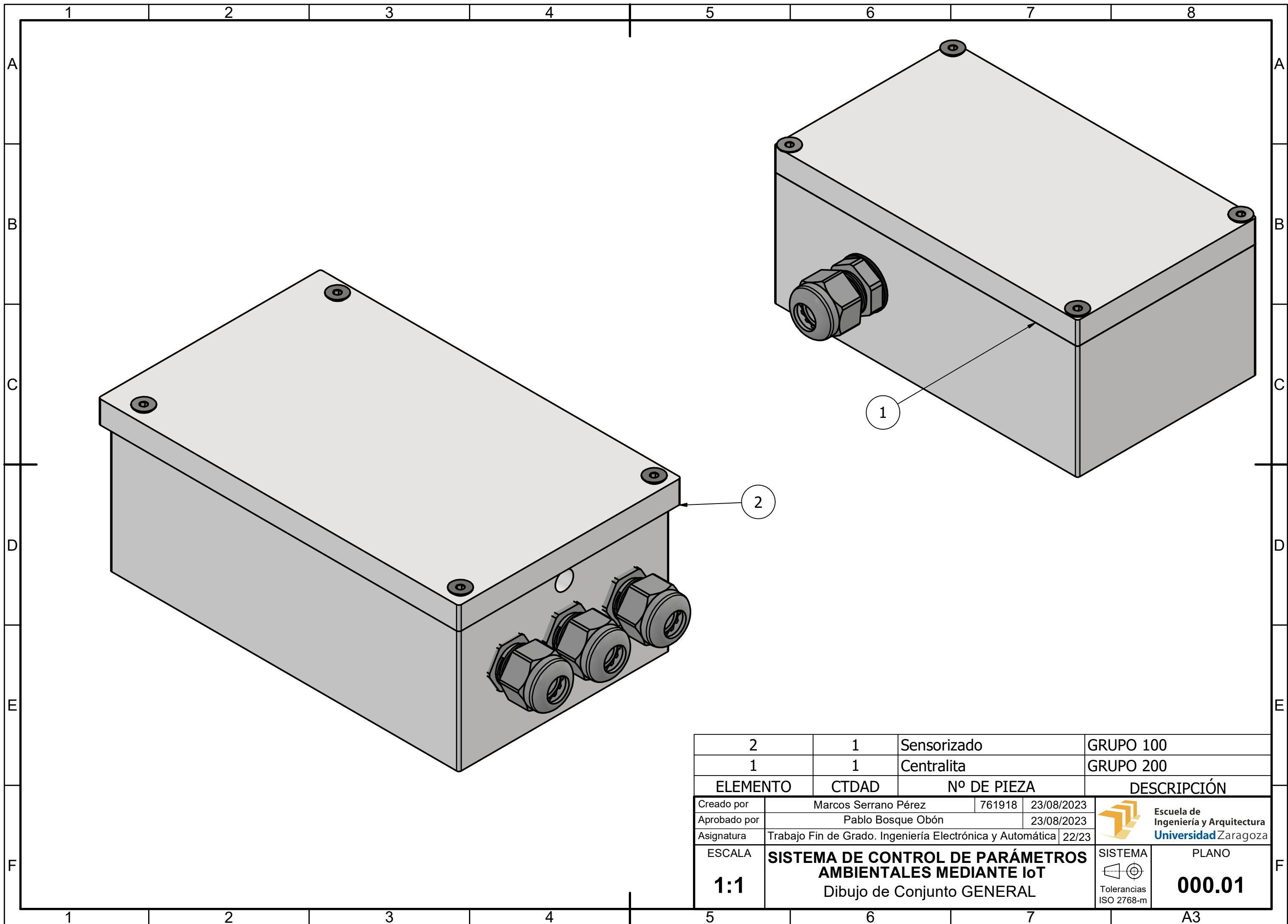


Contenido

000.01 Dibujo de Conjunto General.....	3
Grupo 100	4
Grupo 100.00.....	4
100.01 Dibujo de Conjunto S_01.....	4
Grupo 110.....	5
110.00 Diagrama de Bloques.....	5
110.01 Esquema Eléctrico.....	6
110.02 Listado de componentes.....	7
110.03 Plano de Pistas TOP.....	8
110.04 Plano de Pistas BOTTOM.....	9
110.05 Serigrafía TOP.....	10
110.06 Serigrafía BOTTOM.....	11
110.07 Mascarilla TOP.....	12
110.08 Mascarilla BOTTOM.....	13
110.09 Modelo 3D.....	14
Grupo 120.....	15
120.01 Carcasa Sensorizador.....	15
Grupo 130.....	16
130.01 Tapa Sensorizador.....	16

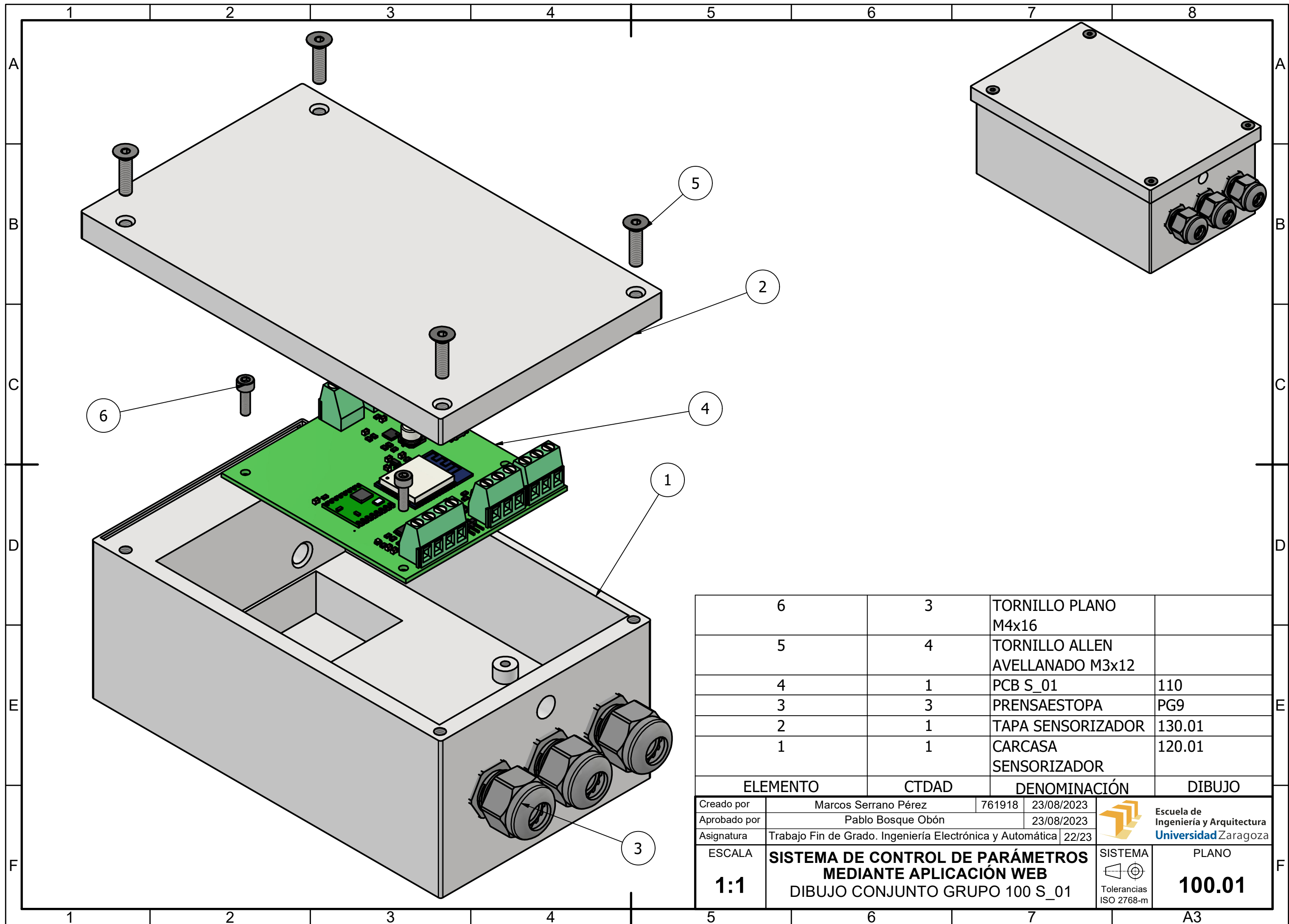


Grupo 200.....	17
Grupo 200.00.....	17
200.01 Dibujo de Conjunto C_01.....	17
Grupo 210.....	18
210.00 Diagrama de Bloques.....	18
210.01 Esquema Eléctrico.....	19
210.02 Listado de componentes.....	20
210.03 Plano de Pistas TOP.....	21
210.04 Plano de Pistas BOTTOM.....	22
210.05 Serigrafía TOP.....	23
210.06 Serigrafía BOTTOM.....	24
210.07 Mascarilla TOP.....	25
210.08 Mascarilla BOTTOM.....	26
210.09 Modelo 3D.....	27
Grupo 220.....	28
220.01 Carcasa Centralita.....	28
Grupo 230.....	29
230.01 Tapa Centralita.....	29




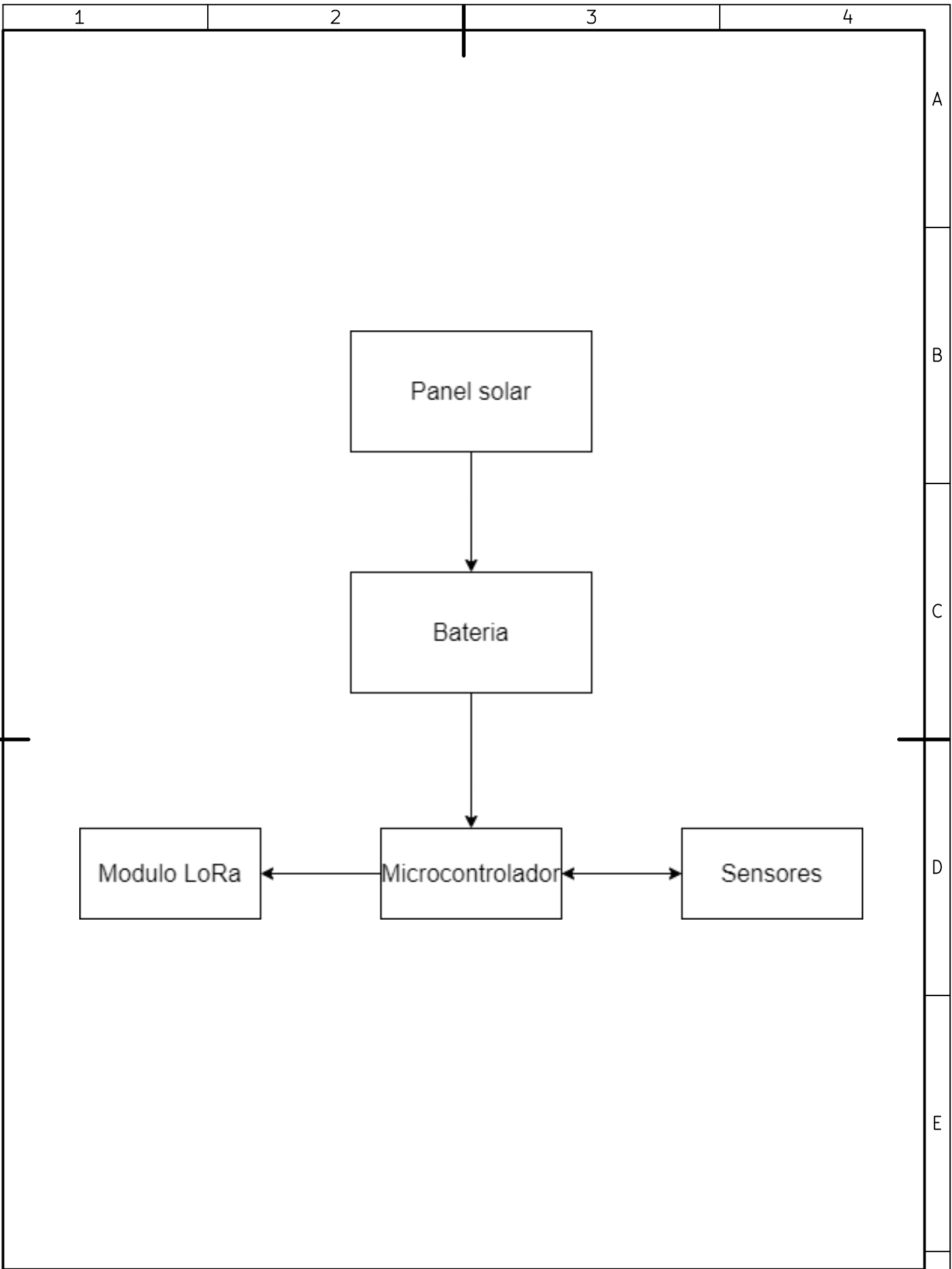
2	1	Sensorizado	GRUPO 100
1	1	Centralita	GRUPO 200
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
Creado por	Marcos Serrano Pérez	761918	23/08/2023
Aprobado por	Pablo Bosque Obón		23/08/2023
Asignatura	Trabajo Fin de Grado. Ingeniería Electrónica y Automática		22/23
ESCALA	SISTEMA DE CONTROL DE PARÁMETROS AMBIENTALES MEDIANTE IoT Dibujo de Conjunto GENERAL		SISTEMA PLANO 000.01
	1:1		Tolerancias ISO 2768-m


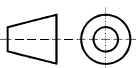
Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



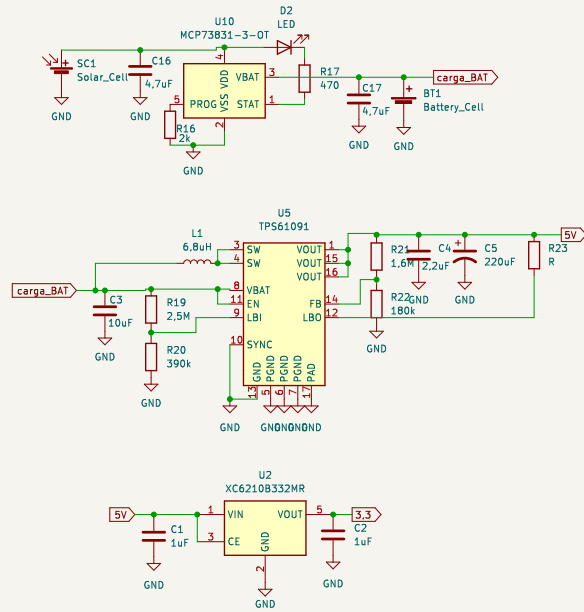
6	3	TORNILLO PLANO M4x16	
5	4	TORNILLO ALLEN AVELLANADO M3x12	
4	1	PCB S_01	110
3	3	PRENSAESTOPA	PG9
2	1	TAPA SENSORIZADOR	130.01
1	1	CARCASA SENSORIZADOR	120.01
ELEMENTO	CTDAD	DENOMINACIÓN	DIBUJO

Creado por	Marcos Serrano Pérez	761918	23/08/2023	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Aprobado por	Pablo Bosque Obón		23/08/2023	
Asignatura	Trabajo Fin de Grado. Ingeniería Electrónica y Automática		22/23	
ESCALA	1:1		SISTEMA 	PLANO
	SISTEMA DE CONTROL DE PARÁMETROS MEDIANTE APLICACIÓN WEB		Tolerancias ISO 2768-m	100.01
	DIBUJO CONJUNTO GRUPO 100 S_01			A3

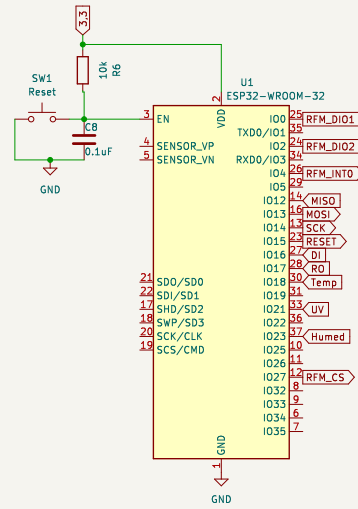


Dibujado	2023-08-16	Marcos Serrano Pérez		SISTEMA	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	2023-08-18	Pablo Bosque Obón			
Asignatura	Trabajo de Fin de Grado				
ESCALA 1:1	Sistema de Control y seguimiento de parámetros básicos en agricultura basado en IOT DIAGRAMA DE BLOQUES				Plano 110.00
Grado en Ingeniería Electrónica y Automática					Hoja 1 de 1

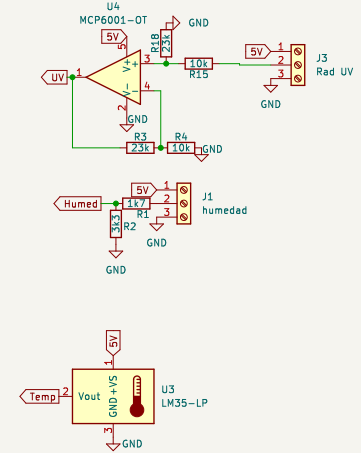
Alimentación



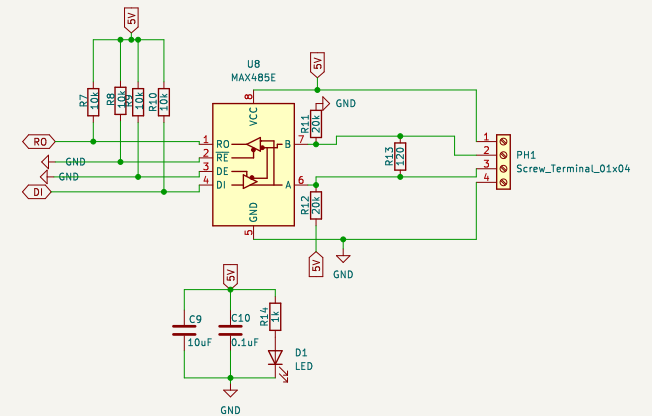
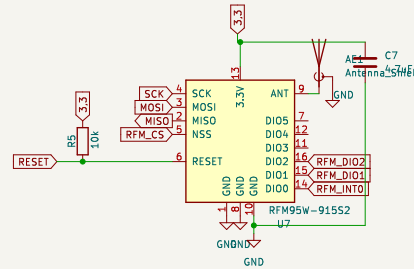
CONTROLADOR




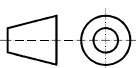

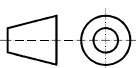

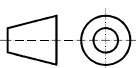
SENSORES



LoRA



Dibujado	2023-08-16	Marcos Serrano Pérez		SISTEMA	
Comprobado	2023-08-18	Pablo Bosque Obón			
Asignatura	Trabajo Final de Grado				
ESCALA	SISTEMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE PARÁMETROS BÁSICOS EN AGRICULTURA DE GRAN EXTENSIÓN MEDIANTE IOT.				Plano
1:1	Esquema Electrónico				110.01
Grado en Ingeniería Electrónica y Automática					Hoja 1 de 1

1	2		3	4																																																																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Proveedor</th> <th>Identificación particular</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Condensador cerámico, 1uF</td><td>Digikey</td><td>1uF</td><td>2</td></tr> <tr><td>Resistencia SMD</td><td>Farnell</td><td>2k7</td><td>1</td></tr> <tr><td>Resistencia SMD</td><td>Farnell</td><td>3K3</td><td>1</td></tr> <tr><td>Amplificador Operacional</td><td>Farnell</td><td>AO rail to rail</td><td>1</td></tr> <tr><td>Condensador electrolítico</td><td>Digikey</td><td>220uF</td><td>1</td></tr> <tr><td>Condensador cerámico</td><td>Digikey</td><td>1uF</td><td>2</td></tr> <tr><td>Condensador cerámico</td><td>Digikey</td><td>4,7uF</td><td>3</td></tr> <tr><td>Condensador cerámico</td><td>Digikey</td><td>0,1uF</td><td>2</td></tr> <tr><td>Condensador cerámico</td><td>Digikey</td><td>10uF</td><td>2</td></tr> <tr><td>MAX485E</td><td>Digikey</td><td>-</td><td>1</td></tr> <tr><td>MCP73831-3-OT</td><td>Digikey</td><td>Chip de carga de baterías</td><td>1</td></tr> <tr><td>Resistencia SMD</td><td>Digikey</td><td>20k</td><td>2</td></tr> <tr><td>Resistencia SMD</td><td>Digikey</td><td>120</td><td>1</td></tr> <tr><td>Resistencia SMD</td><td>Digikey</td><td>10K</td><td>6</td></tr> <tr><td>Resistencia SMD</td><td>Digikey</td><td>2k</td><td>1</td></tr> <tr><td>Resistencia SMD</td><td>Digikey</td><td>470</td><td>1</td></tr> <tr><td>Resistencia de precisión SMD</td><td>Digikey</td><td>10k</td><td>6</td></tr> <tr><td>Resistencia de precisión SMD</td><td>Digikey</td><td>23k</td><td>2</td></tr> <tr><td>Bloque Terminal 2 pines</td><td>Digikey</td><td>Terminal de conexión</td><td>3</td></tr> <tr><td>Bloque Terminal 3 pines</td><td>Digikey</td><td>Terminal de conexión</td><td>2</td></tr> <tr><td>Bloque terminal 4 pines</td><td>Digikey</td><td>Terminal de conexión</td><td>1</td></tr> <tr><td>Resistencia SMD</td><td>Digikey</td><td>1,6M</td><td>1</td></tr> <tr><td>Resistencia SMD</td><td>Digikey</td><td>2,5M</td><td>1</td></tr> <tr><td>Resistencia SMD</td><td>Digikey</td><td>180k</td><td>1</td></tr> <tr><td>Resistencia SMD</td><td>Digikey</td><td>390k</td><td>1</td></tr> <tr><td>Conector Pinheader</td><td>Digikey</td><td>Bloque con 3 pines</td><td>1</td></tr> <tr><td>ESP 32-WROOM 32</td><td>Digikey</td><td>Microprocesador ESP 32</td><td>1</td></tr> <tr><td>RFM95W</td><td>Digikey</td><td>Modulo LoRA</td><td>1</td></tr> <tr><td>Regulador Lineal 3,3V</td><td>Digikey</td><td>Regulador de 5V a 3,3V</td><td>1</td></tr> <tr><td>TPS61030RSAR</td><td>Digikey</td><td>Regulador Boost</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>				Descripción	Proveedor	Identificación particular	Cantidad	Condensador cerámico, 1uF	Digikey	1uF	2	Resistencia SMD	Farnell	2k7	1	Resistencia SMD	Farnell	3K3	1	Amplificador Operacional	Farnell	AO rail to rail	1	Condensador electrolítico	Digikey	220uF	1	Condensador cerámico	Digikey	1uF	2	Condensador cerámico	Digikey	4,7uF	3	Condensador cerámico	Digikey	0,1uF	2	Condensador cerámico	Digikey	10uF	2	MAX485E	Digikey	-	1	MCP73831-3-OT	Digikey	Chip de carga de baterías	1	Resistencia SMD	Digikey	20k	2	Resistencia SMD	Digikey	120	1	Resistencia SMD	Digikey	10K	6	Resistencia SMD	Digikey	2k	1	Resistencia SMD	Digikey	470	1	Resistencia de precisión SMD	Digikey	10k	6	Resistencia de precisión SMD	Digikey	23k	2	Bloque Terminal 2 pines	Digikey	Terminal de conexión	3	Bloque Terminal 3 pines	Digikey	Terminal de conexión	2	Bloque terminal 4 pines	Digikey	Terminal de conexión	1	Resistencia SMD	Digikey	1,6M	1	Resistencia SMD	Digikey	2,5M	1	Resistencia SMD	Digikey	180k	1	Resistencia SMD	Digikey	390k	1	Conector Pinheader	Digikey	Bloque con 3 pines	1	ESP 32-WROOM 32	Digikey	Microprocesador ESP 32	1	RFM95W	Digikey	Modulo LoRA	1	Regulador Lineal 3,3V	Digikey	Regulador de 5V a 3,3V	1	TPS61030RSAR	Digikey	Regulador Boost	1	A
Descripción	Proveedor	Identificación particular	Cantidad																																																																																																																													
Condensador cerámico, 1uF	Digikey	1uF	2																																																																																																																													
Resistencia SMD	Farnell	2k7	1																																																																																																																													
Resistencia SMD	Farnell	3K3	1																																																																																																																													
Amplificador Operacional	Farnell	AO rail to rail	1																																																																																																																													
Condensador electrolítico	Digikey	220uF	1																																																																																																																													
Condensador cerámico	Digikey	1uF	2																																																																																																																													
Condensador cerámico	Digikey	4,7uF	3																																																																																																																													
Condensador cerámico	Digikey	0,1uF	2																																																																																																																													
Condensador cerámico	Digikey	10uF	2																																																																																																																													
MAX485E	Digikey	-	1																																																																																																																													
MCP73831-3-OT	Digikey	Chip de carga de baterías	1																																																																																																																													
Resistencia SMD	Digikey	20k	2																																																																																																																													
Resistencia SMD	Digikey	120	1																																																																																																																													
Resistencia SMD	Digikey	10K	6																																																																																																																													
Resistencia SMD	Digikey	2k	1																																																																																																																													
Resistencia SMD	Digikey	470	1																																																																																																																													
Resistencia de precisión SMD	Digikey	10k	6																																																																																																																													
Resistencia de precisión SMD	Digikey	23k	2																																																																																																																													
Bloque Terminal 2 pines	Digikey	Terminal de conexión	3																																																																																																																													
Bloque Terminal 3 pines	Digikey	Terminal de conexión	2																																																																																																																													
Bloque terminal 4 pines	Digikey	Terminal de conexión	1																																																																																																																													
Resistencia SMD	Digikey	1,6M	1																																																																																																																													
Resistencia SMD	Digikey	2,5M	1																																																																																																																													
Resistencia SMD	Digikey	180k	1																																																																																																																													
Resistencia SMD	Digikey	390k	1																																																																																																																													
Conector Pinheader	Digikey	Bloque con 3 pines	1																																																																																																																													
ESP 32-WROOM 32	Digikey	Microprocesador ESP 32	1																																																																																																																													
RFM95W	Digikey	Modulo LoRA	1																																																																																																																													
Regulador Lineal 3,3V	Digikey	Regulador de 5V a 3,3V	1																																																																																																																													
TPS61030RSAR	Digikey	Regulador Boost	1																																																																																																																													
				B																																																																																																																												
				C																																																																																																																												
				D																																																																																																																												
				E																																																																																																																												
<table border="1"> <tr> <td>Dibujado</td> <td>2023-08-16</td> <td>Marcos Serrano Pérez</td> <td></td> <td>SISTEMA</td> <td rowspan="3">  </td> </tr> <tr> <td>Comprobado</td> <td>2023-08-18</td> <td>Pablo Bosque Obón</td> <td></td> <td>  </td> </tr> <tr> <td>Asignatura</td> <td colspan="3">Trabajo de Fin de Grado</td> <td></td> </tr> </table>				Dibujado	2023-08-16	Marcos Serrano Pérez		SISTEMA		Comprobado	2023-08-18	Pablo Bosque Obón			Asignatura	Trabajo de Fin de Grado				F																																																																																																												
Dibujado	2023-08-16	Marcos Serrano Pérez		SISTEMA																																																																																																																												
Comprobado	2023-08-18	Pablo Bosque Obón																																																																																																																														
Asignatura	Trabajo de Fin de Grado																																																																																																																															
ESCALA 1:1	Sistema de Control y seguimiento de parámetros básicos en agricultura basado en IOT LISTADO DE COMPONENTES			Plano 110.02																																																																																																																												
Grado en Ingeniería Electrónica y Automática				Hoja 1 de 1																																																																																																																												
				A4																																																																																																																												

1

2

3

4

A

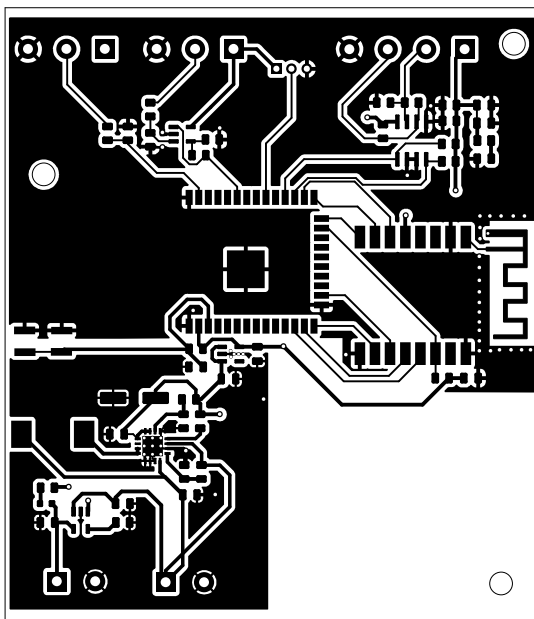
B

C

D

E

F



Dibujado	2023-08-16	Marcos Serrano Pérez		SISTEMA	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	2023-08-18	Pablo Bosque Obón			
Asignatura	Trabajo Final de Grado				
ESCALA	Sistema de Control y seguimiento de parámetros básicos en agricultura de gran extensión basado en IOT Plano de Pistas TOP				Plano 110.03
Grado en Ingeniería Electrónica y Automática					Hoja 1 de 1
					A4

1

2

3

4

A

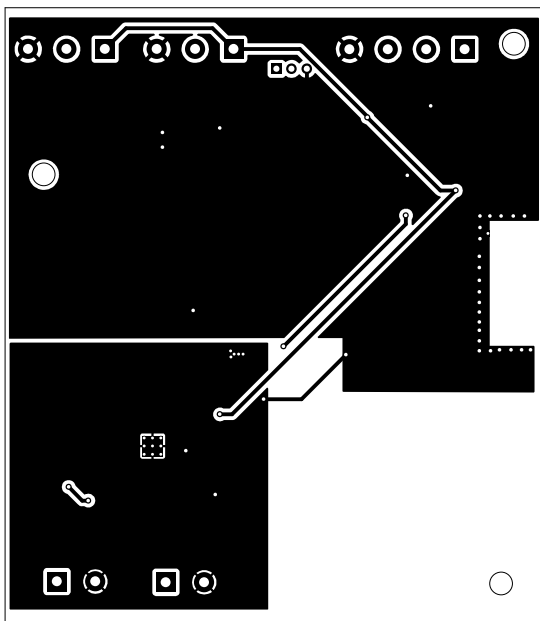
B

C

D

E

F



Dibujado	2023-08-16	Marcos Serrano Pérez		SISTEMA	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	2023-08-18	Pablo Bosque Obón			
Asignatura	Trabajo Final de Grado				
ESCALA	Sistema de Control y seguimiento de parámetros básicos en agricultura de gran extensión basado en IOT Plano de Pistas BOTTOM				Plano 110.04
Grado en Ingeniería Electrónica y Automática					Hoja 1 de 1
					A4

1

2

3

4

A

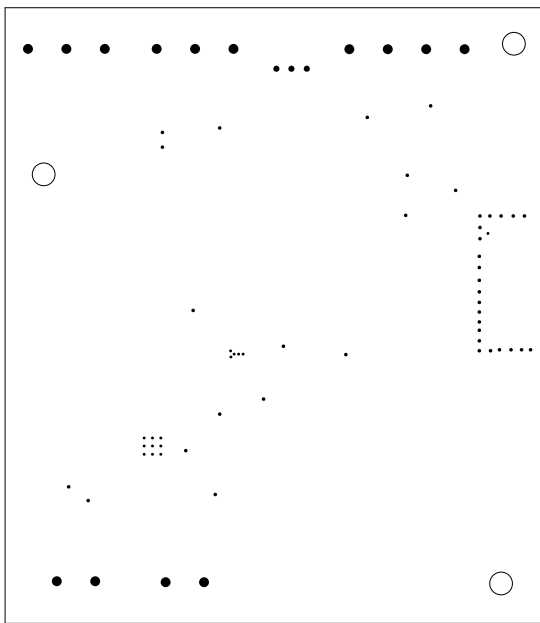
B


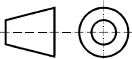
C

D

E

F



Dibujado	2023-08-16	Marcos Serrano Pérez		SISTEMA	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	2023-08-18	Pablo Bosque Obón			
Asignatura	Trabajo Final de Grado				
ESCALA	Sistema de Control y seguimiento de parámetros básicos en agricultura de gran extensión basado en IOT Serigrafía BOTTOM				Plano 110.06
Grado en Ingeniería Electrónica y Automática					Hoja 1 de 1
					A4

1

2

3

4

A

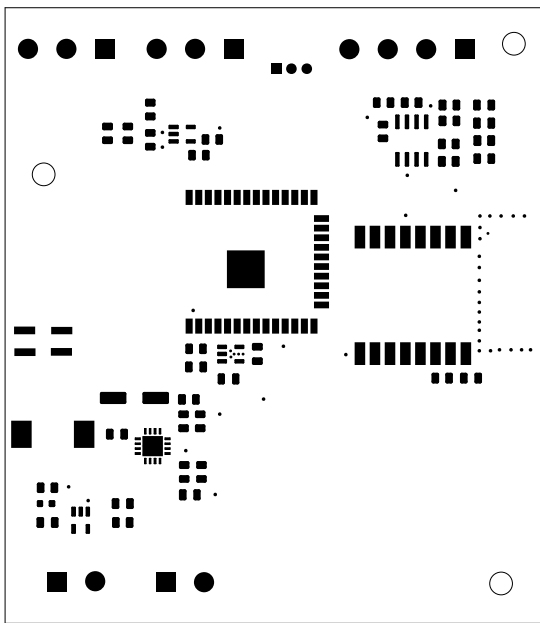
B

C

D

E

F



Dibujado	2023-08-16	Marcos Serrano Pérez		SISTEMA	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	2023-08-18	Pablo Bosque Obón			
Asignatura	Trabajo Final de Grado				
ESCALA	Sistema de Control y seguimiento de parámetros básicos en agricultura de gran extensión basado en IOT Mascarilla TOP				Plano 110.07
Grado en Ingeniería Electrónica y Automática					Hoja 1 de 1

1

2

3

4

A

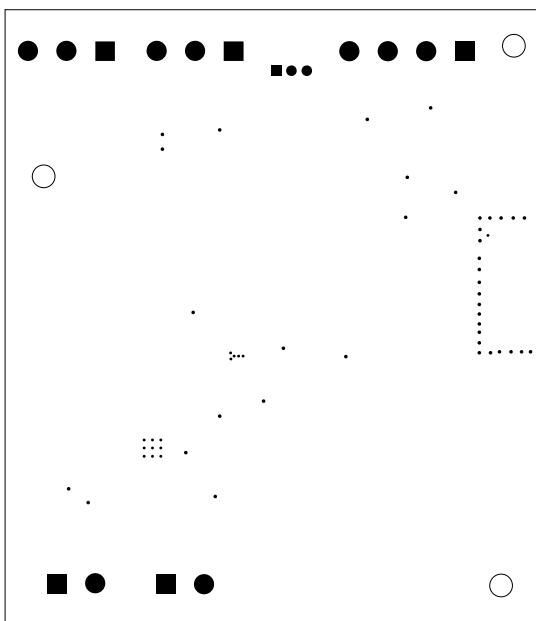
B

C

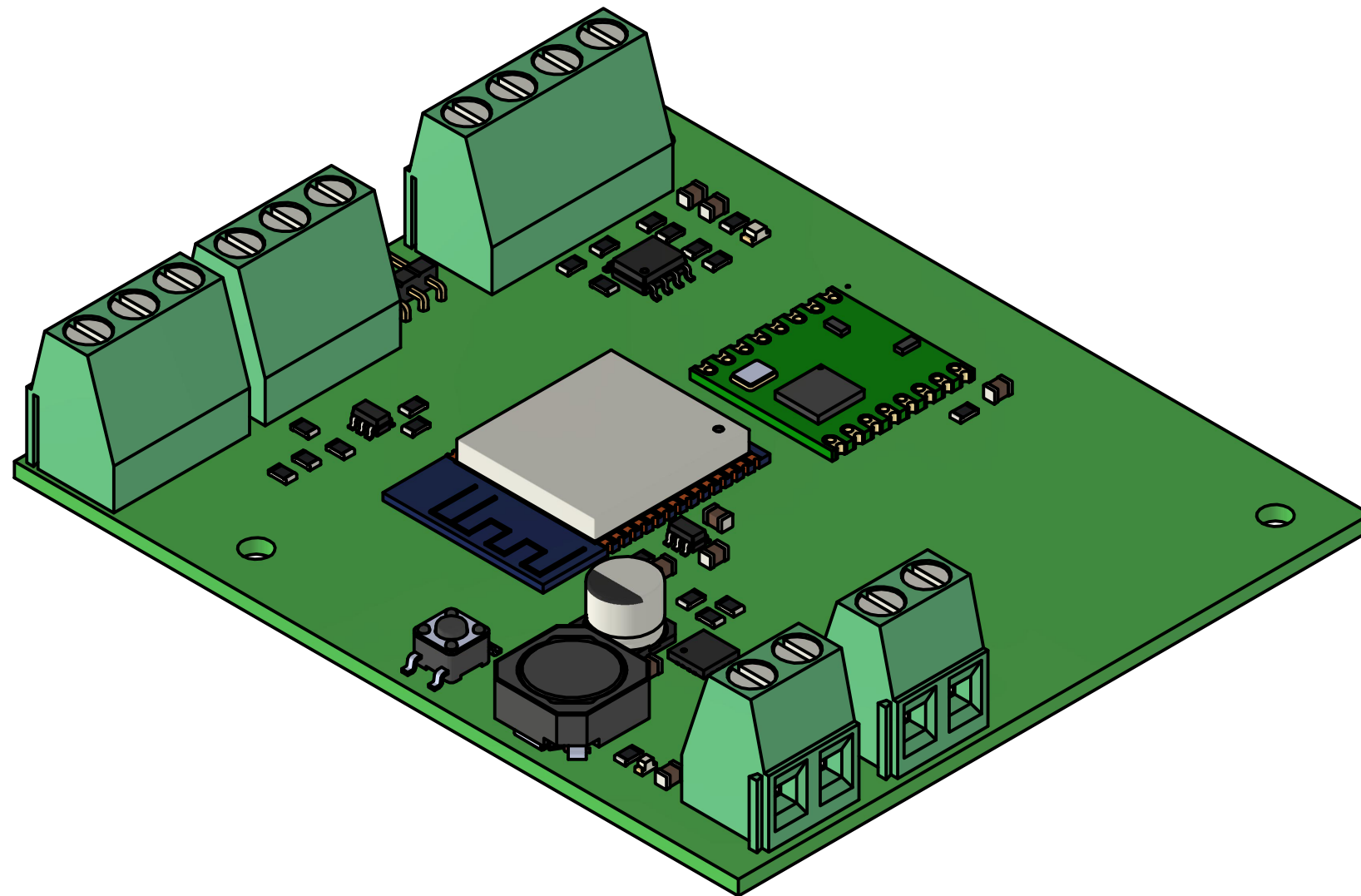
D

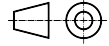
E

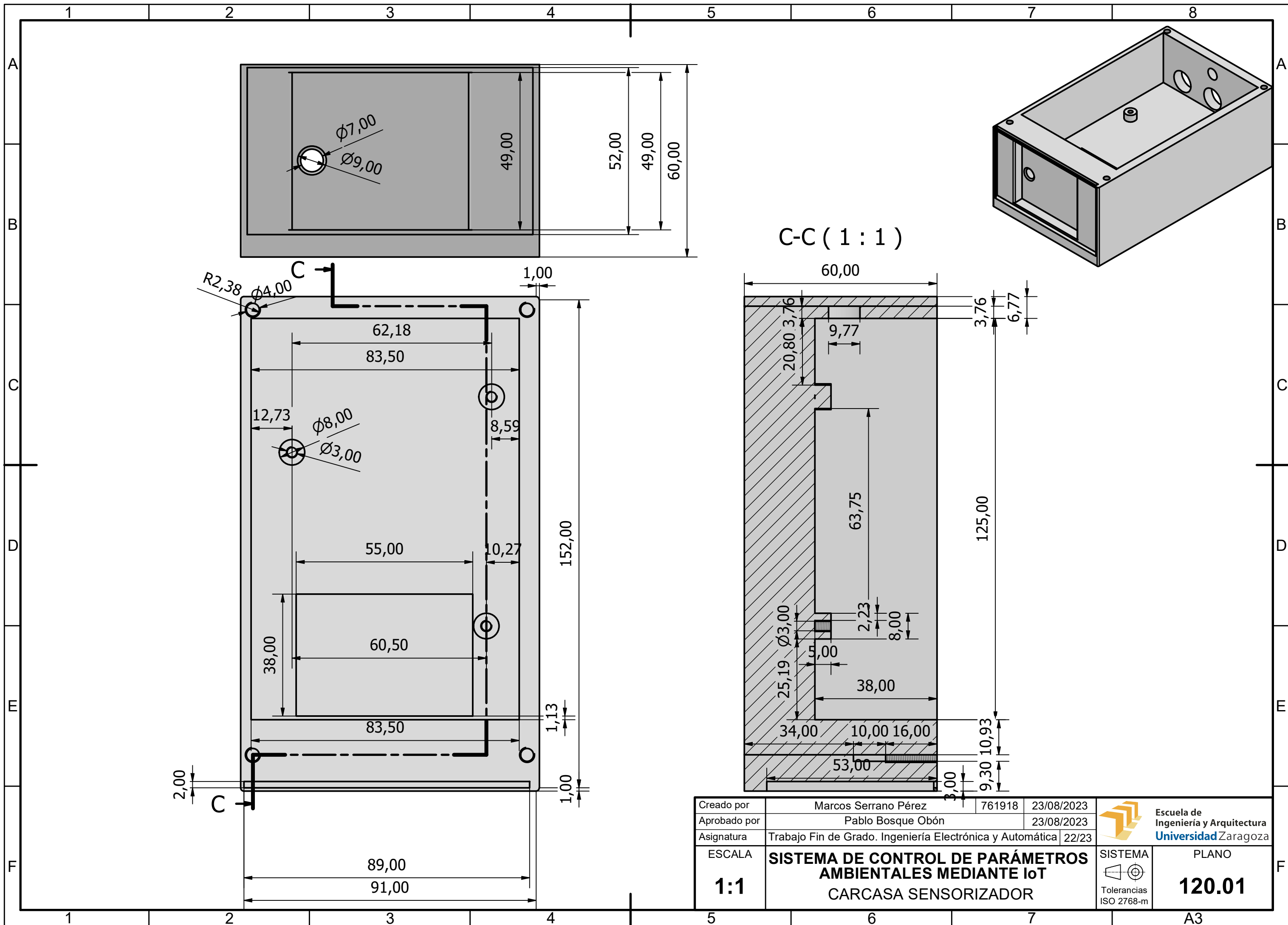
F



Dibujado	2023-08-16	Marcos Serrano Pérez		SISTEMA	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	2023-08-18	Pablo Bosque Obón			
Asignatura	Trabajo Final de Grado				
ESCALA	Sistema de Control y seguimiento de parámetros básicos en agricultura de gran extensión basado en IOT Mascarilla BOTTOM				Plano 110.08
Grado en Ingeniería Electrónica y Automática					Hoja 1 de 1
					A4

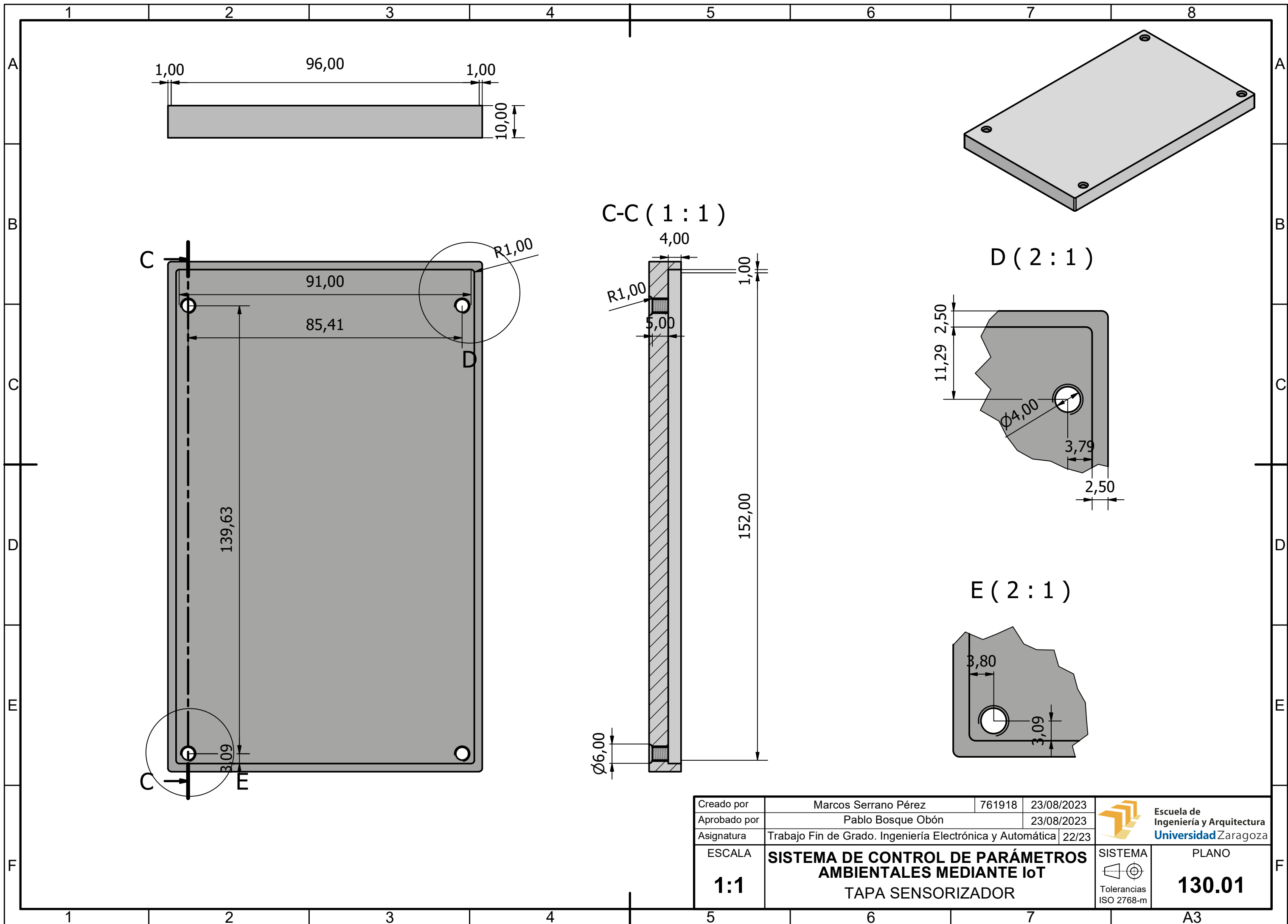


Creado por	Marcos Serrano Pérez	761918	23/08/2023	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	
Aprobado por	Pablo Bosque Obón		23/08/2023		
Asignatura	Trabajo Fin de Grado. Ingeniería Electrónica y Automática			22/23	
ESCALA	1:1			SISTEMA  Tolerancias ISO 2768-m	PLANO 110.09



Creado por	Marcos Serrano Pérez	761918	23/08/2023
Aprobado por	Pablo Bosque Obón		23/08/2023
Asignatura	Trabajo Fin de Grado. Ingeniería Electrónica y Automática 22/23		
ESCALA	1:1		
SISTEMA DE CONTROL DE PARÁMETROS AMBIENTALES MEDIANTE IoT			
CARCASA SENSORIZADOR			

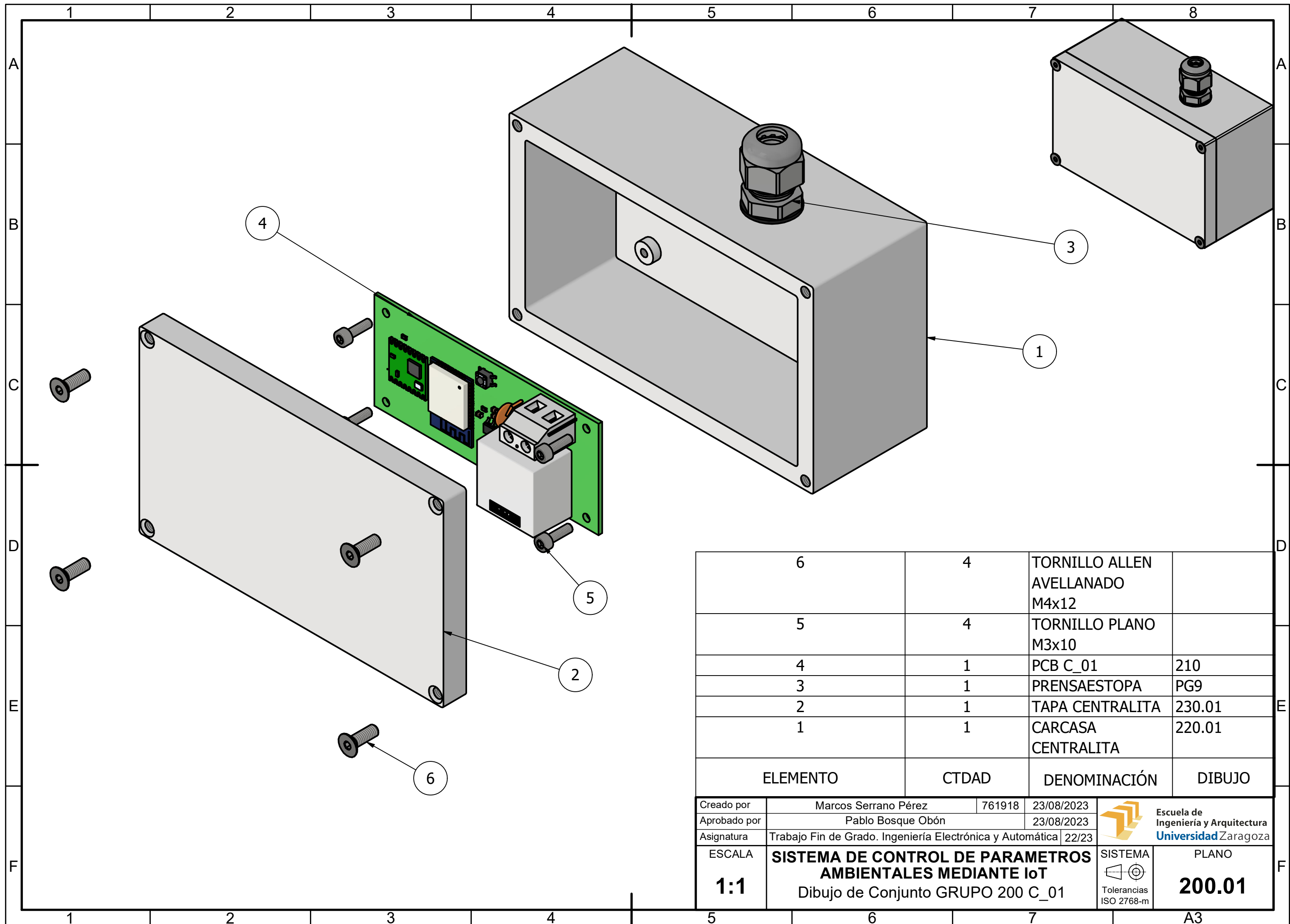
 Tolerancias ISO 2768-m	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
	PLANO 120.01



Creado por	Marcos Serrano Pérez	761918	23/08/2023
Aprobado por	Pablo Bosque Obón		23/08/2023
Asignatura	Trabajo Fin de Grado. Ingeniería Electrónica y Automática 22/23		
ESCALA	1:1		

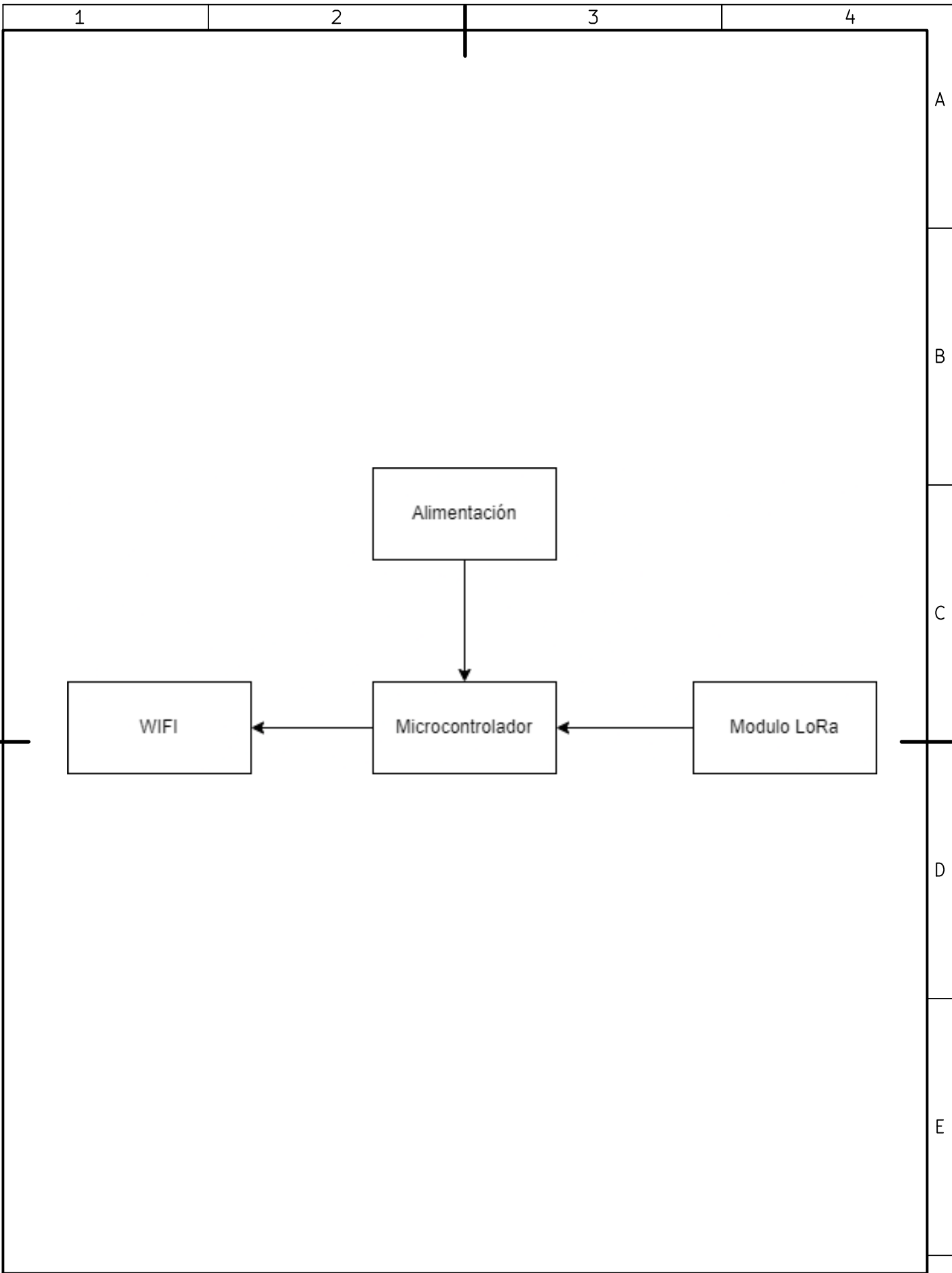
	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
	Universidad Zaragoza
SISTEMA	PLANO
	130.01


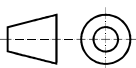
SISTEMA DE CONTROL DE PARÁMETROS AMBIENTALES MEDIANTE IoT
TAPA SENSORIZADOR



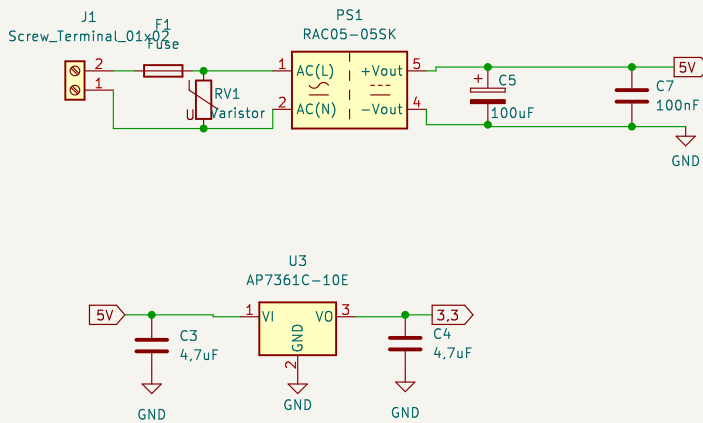
6	4	TORNILLO ALLEN AVELLANADO M4x12	
5	4	TORNILLO PLANO M3x10	
4	1	PCB C_01	210
3	1	PRENSAESTOPA	PG9
2	1	TAPA CENTRALITA	230.01
1	1	CARCASA CENTRALITA	220.01
ELEMENTO	CTDAD	DENOMINACIÓN	DIBUJO

Creado por	Marcos Serrano Pérez	761918	23/08/2023	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Aprobado por	Pablo Bosque Obón		23/08/2023	
Asignatura	Trabajo Fin de Grado. Ingeniería Electrónica y Automática			22/23
ESCALA	SISTEMA DE CONTROL DE PARAMETROS AMBIENTALES MEDIANTE IoT			SISTEMA
1:1	Dibujo de Conjunto GRUPO 200 C_01			 Tolerancias ISO 2768-m
				PLANO 200.01

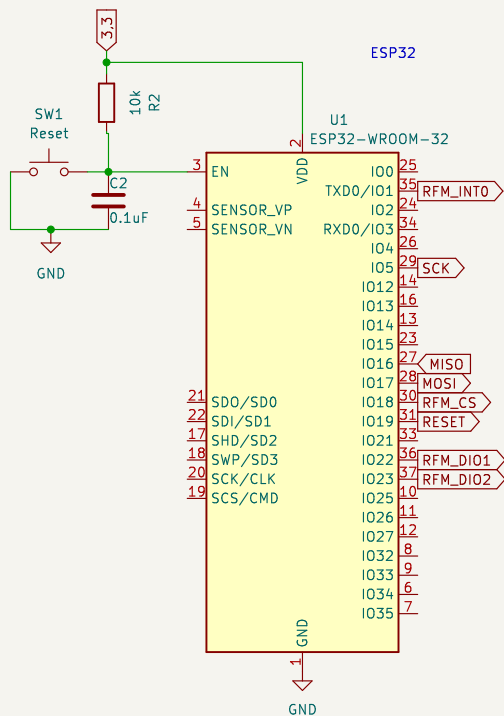


Dibujado	2023-08-16	Marcos Serrano Pérez		SISTEMA	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	2023-08-18	Pablo Bosque Obón			
Asignatura	Trabajo de Fin de Grado				
ESCALA	Sistema de Control y seguimiento de parámetros básicos en agricultura basado en IOT DIAGRAMA DE BLOQUES				Plano 210.00
Grado en Ingeniería Electrónica y Automática					Hoja 1 de 1

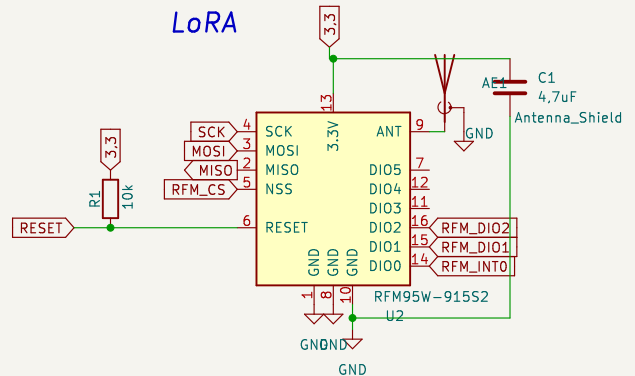
Alimentación



Control



LoRA



Dibujado	2023-08-16	Marcos Serrano Pérez	SISTEMA	
Comprobado	2023-08-18	Pablo Bosue Obón		
Asignatura	Trabajo Final de Grado			
ESCALA	Sistema de control y seguimiento de parámetros básicos en agricultura basado en IOT			Plano
1:1	Esquema Electrónico			210.10
Grado en Ingeniería Electrónica y Automática				Hoja 1 de 1
				A4

1

2

3

4

A

B

C

D

E

F

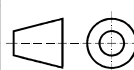
Descripción	Proveedor	Identificación particular	Cantidad
ESP 32-WROOM 32	Digikey	ESP 32	1
RFM95W	Digikey	Modulo LoRA	1
Bloque Terminal 2 pines	Digikey	Bloque Terminal paso de 7,62mm	2
RAC05-05SK	Digikey	Fuente de alimentación conmutada	1
Fusible reiniciable	Digikey	-	1
Varistor	Digikey	-	1
Regulador Lineal 3,3V	Digikey	Regulador lineal, 5V a 3,3V	1
Condensador Ceramico	Digikey	4,7uF	3
Condensador Ceramico	Digikey	0,1uF	1
Resistencia SMD	Digikey	10k	2
Condensador Electrolitico	Digikey	100uF	1
Condesador ceramico	Digikey	22uF	1
Condensador Ceramico	Digikey	100nF	1
Pulsador	Digikey	SW1	1

Dibujado 2023-08-16 Marcos Serrano Pérez

Comprobado 2023-08-18 Pablo Bosque Obón

Asignatura Trabajo de Fin de Grado

SISTEMA

Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

ESCALA

1:1

Sistema de Control y seguimiento de parámetros básicos en agricultura basado en IOT

LISTADO DE COMPONENTES

Plano

210.02

Grado en Ingeniería Electrónica y Automática

Hoja 1 de 1

A4

1

2

3

4

A

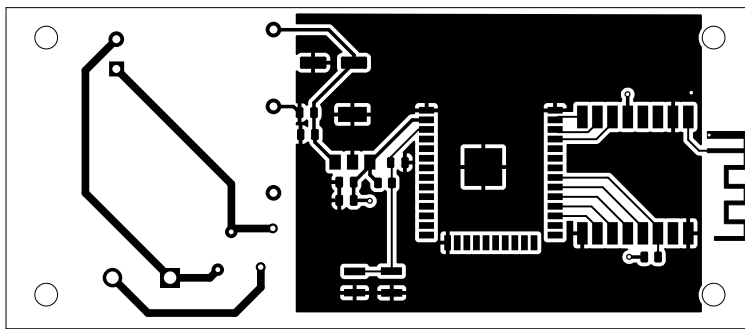
B

C

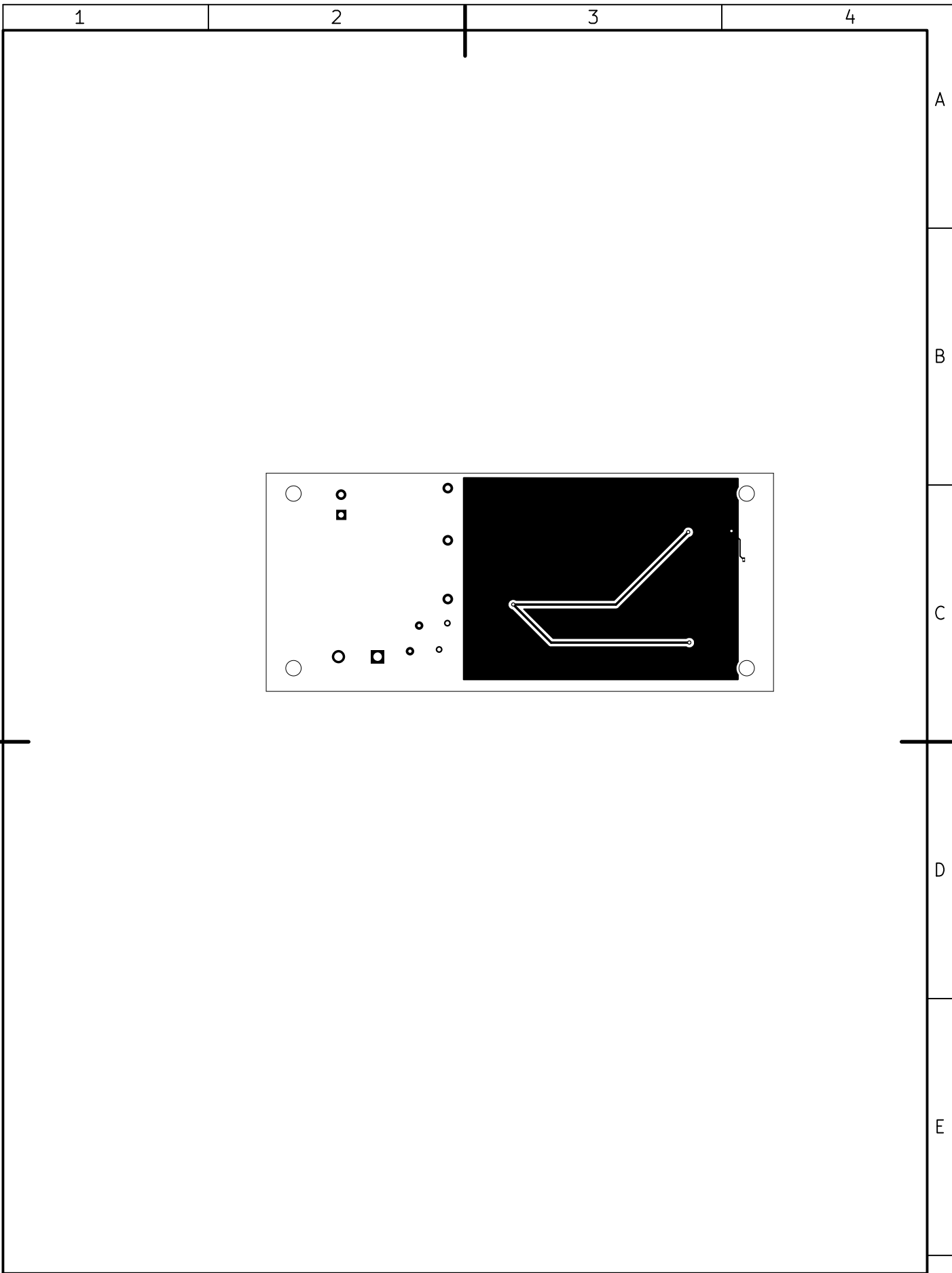
D


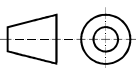
E

F



Dibujado	2023-08-16	Marcos Serrano Pérez		SISTEMA	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	2023-08-18	Pablo Bosque Obón			
Asignatura	Trabajo de Fin de Grado				
ESCALA	PROYECTO	Sistema de Control y seguimiento de parámetros básicos en agricultura basado en IOT Plano de Pistas TOP			Plano 210.03
		Grado en Ingeniería Electrónica y Automática			Hoja 1 de 1



Dibujado	2023-08-16	Marcos Serrano Pérez		SISTEMA	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	2023-08-18	Pablo Bosque Obón			
Asignatura	Trabajo de Fin de Grado				
ESCALA	PROYECTO	Sistema de Control y seguimiento de parámetros básicos en agricultura basado en IOT Plano de Pistas BOTTOM			Plano 210.04
		Grado en Ingeniería Electrónica y Automática			Hoja 1 de 1

1

2

3

4

A

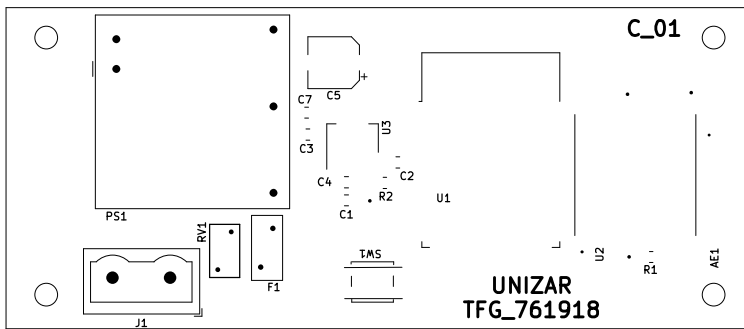
B

C

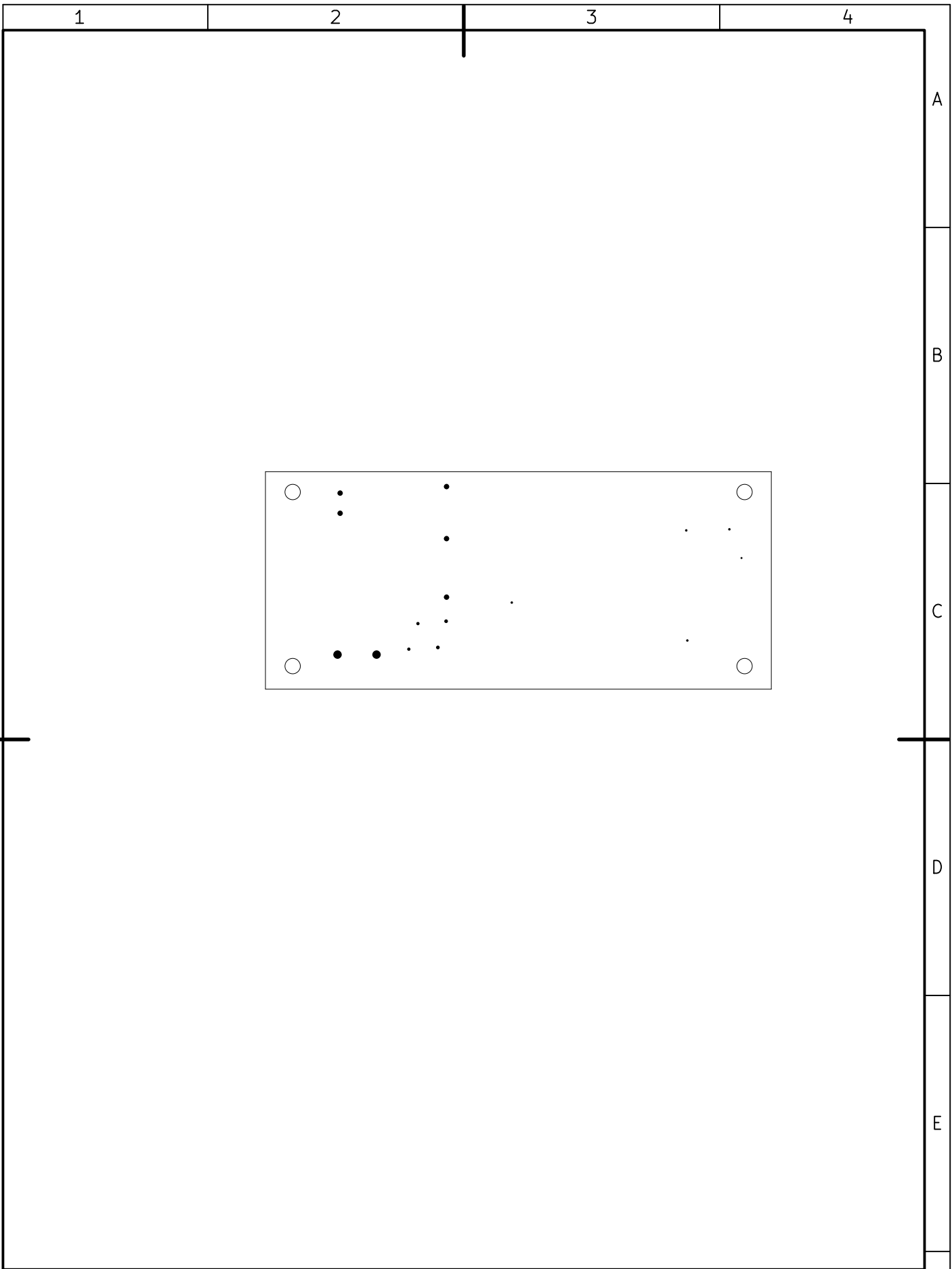
D


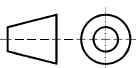
E

F



Dibujado	2023-08-16	Marcos Serrano Pérez	SISTEMA	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	2023-08-18	Pablo Bosque Obón		
Asignatura	Trabajo de Fin de Grado			
ESCALA	PROYECTO	Sistema de Control y seguimiento de parámetros básicos en agricultura basado en IOT	Plano	
1:1		Serigrafía TOP	210.05	
Grado en Ingeniería Electrónica y Automática			Hoja 1 de 1	



Dibujado	2023-08-16	Marcos Serrano Pérez		SISTEMA	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	2023-08-18	Pablo Bosque Obón			
Asignatura	Trabajo de Fin de Grado				
ESCALA	PROYECTO	Sistema de Control y seguimiento de parámetros básicos en agricultura basado en IOT Serigrafía BOTTOM			Plano 210.06
		Grado en Ingeniería Electrónica y Automática			Hoja 1 de 1
					A4

1

2

3

4

A

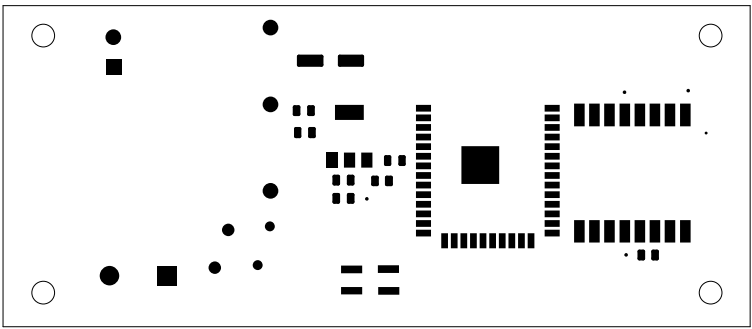
B

C

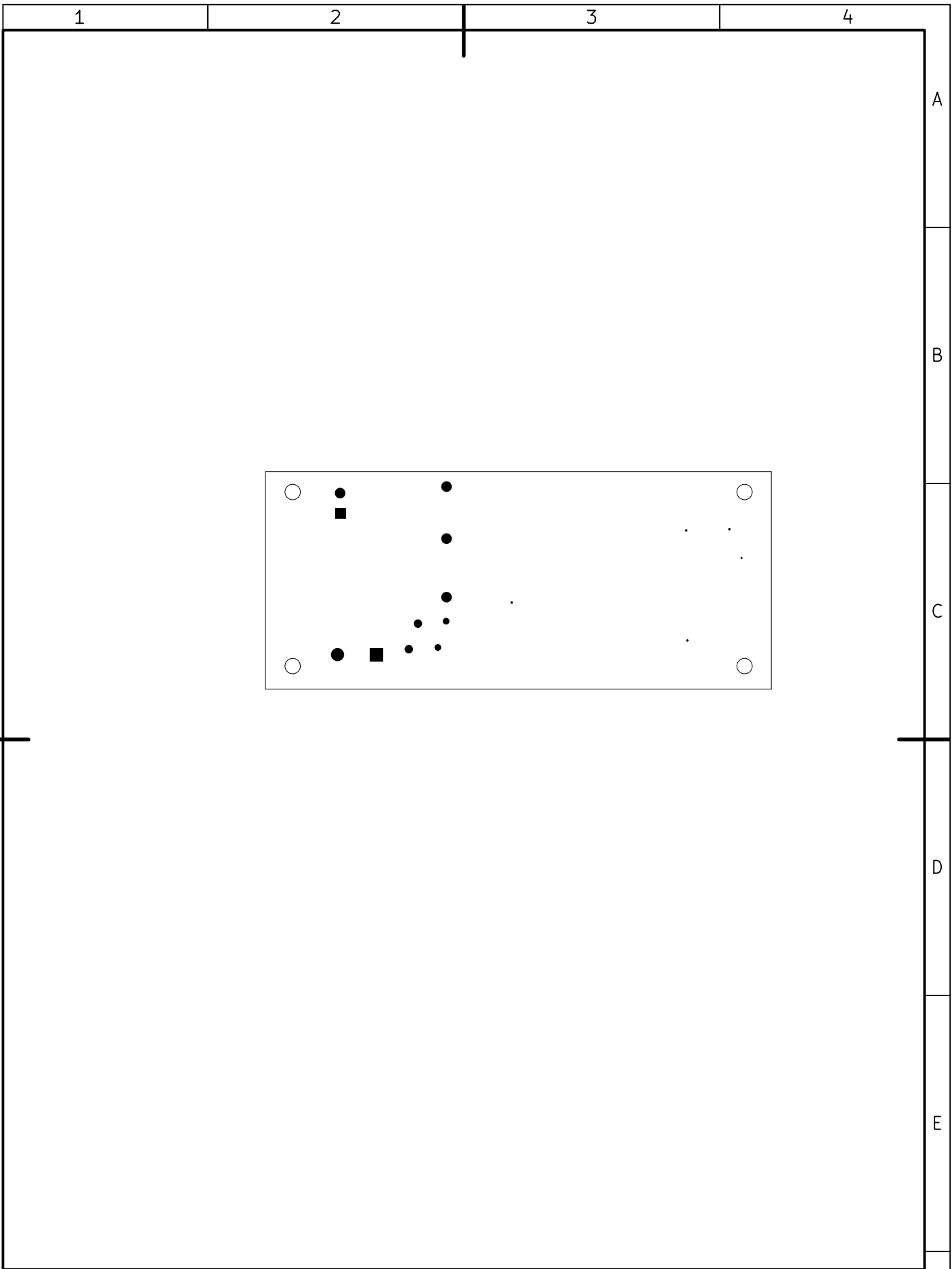
D


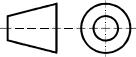
E

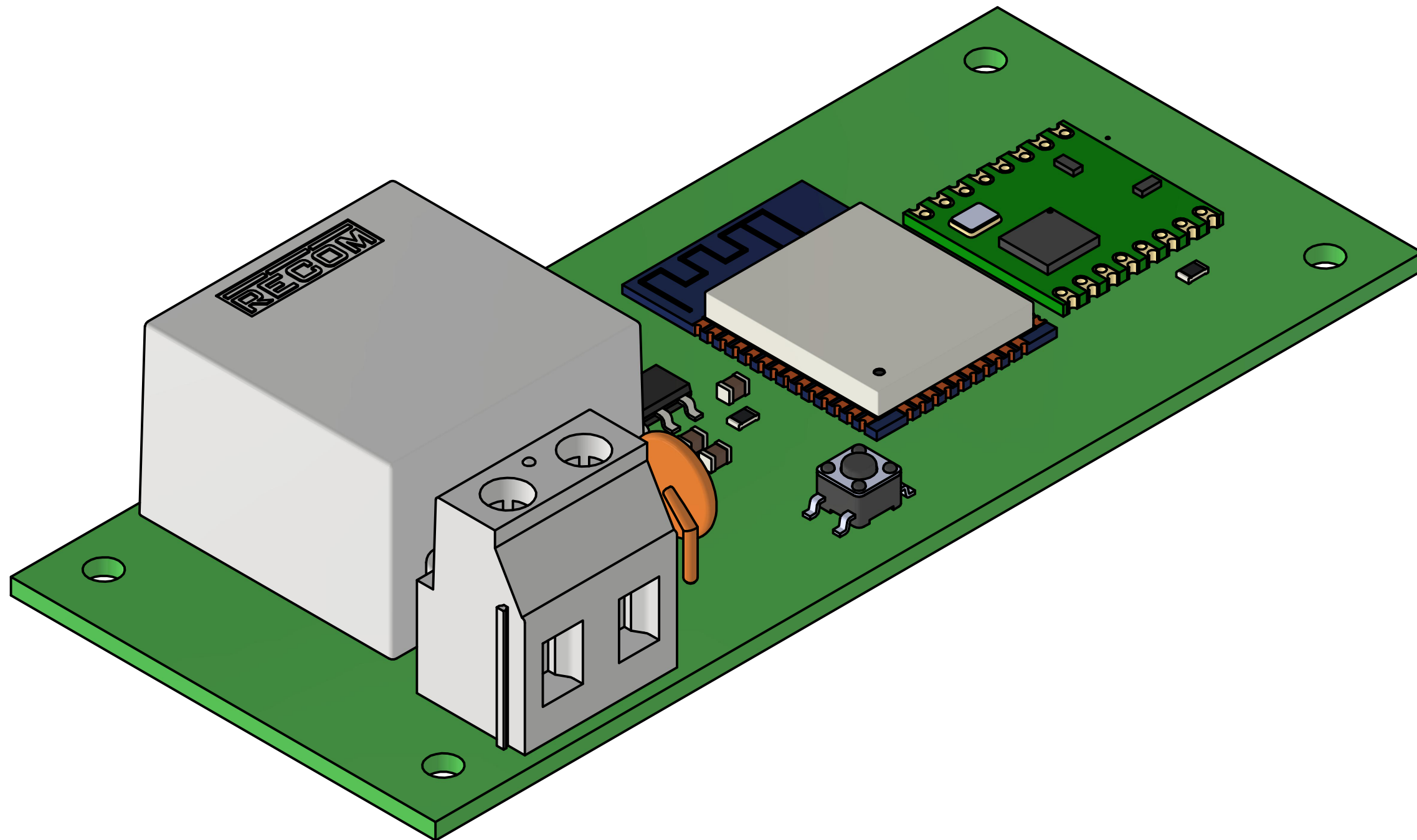
F


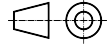


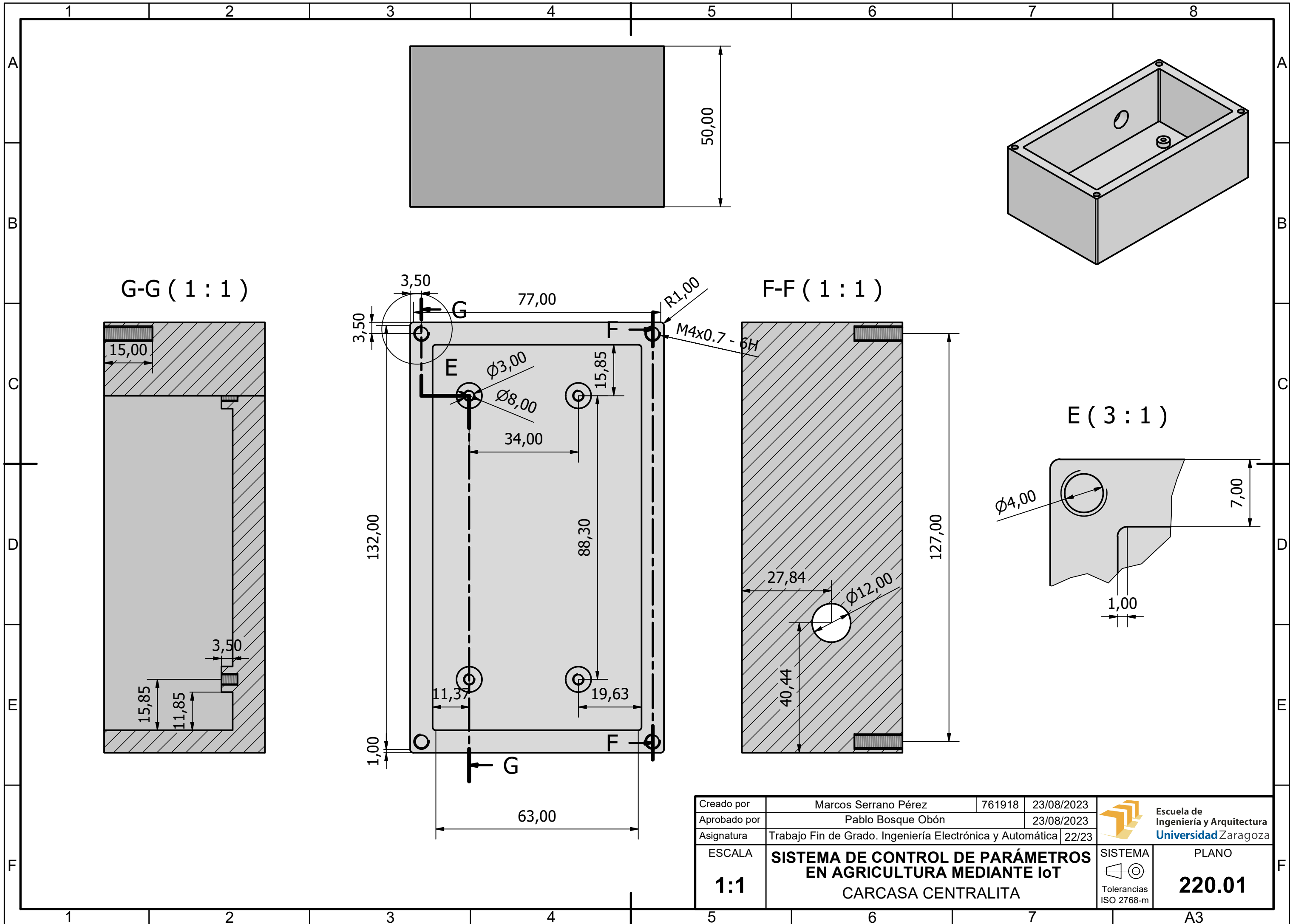
Dibujado	2023-08-16	Marcos Serrano Pérez		SISTEMA	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	2023-08-18	Pablo Bosque Obón			
Asignatura	Trabajo de Fin de Grado				
ESCALA	PROYECTO	Sistema de Control y seguimiento de parámetros básicos en agricultura basado en IOT Mascarilla TOP			Plano 210.07
		Grado en Ingeniería Electrónica y Automática			Hoja 1 de 1



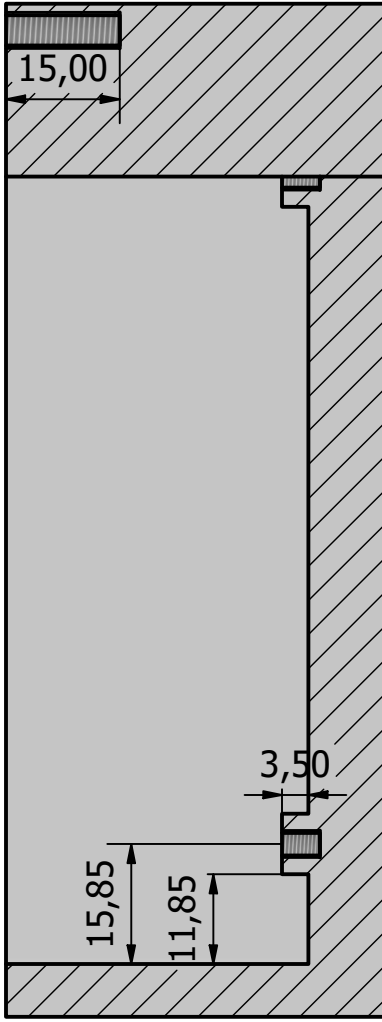
Dibujado	2023-08-16	Marcos Serrano Pérez		SISTEMA	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	2023-08-18	Pablo Bosque Obón			
Asignatura	Trabajo de Fin de Grado				
ESCALA	PROYECTO	Sistema de Control y seguimiento de parámetros básicos en agricultura basado en IOT Mascarilla BOTTOM			Plano 210.08
		Grado en Ingeniería Electrónica y Automática			Hoja 1 de 1



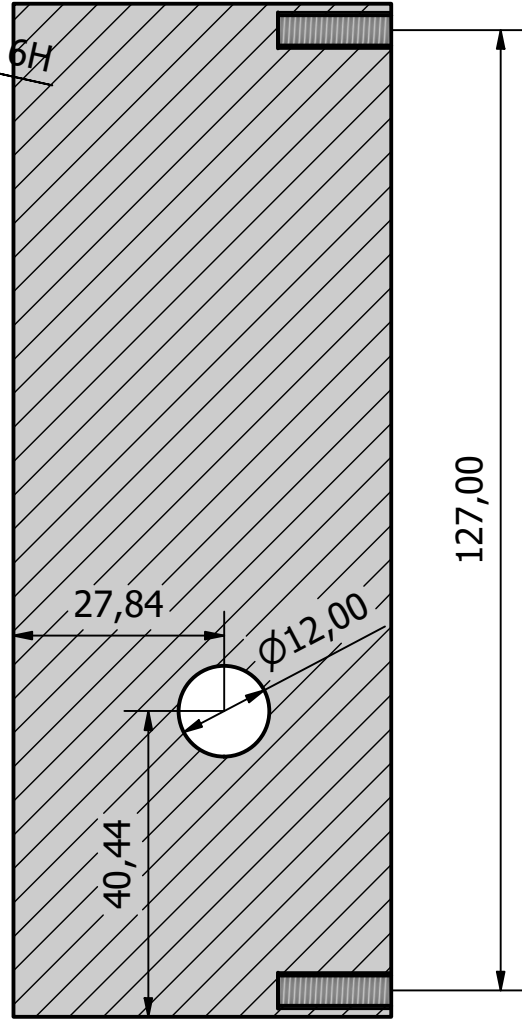
Creado por	Marcos Serrano Pérez	761918	23/08/2023	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Aprobado por	Pablo Bosque Obón		23/08/2023	
Asignatura	Trabajo Fin de Grado. Ingeniería Electrónica y Automática			22/23
ESCALA	1:1			SISTEMA  Tolerancias ISO 2768-m
	SISTEMA DE CONTROL DE PARÁMETROS AMBIENTALES MEDIANTE IoT MODELO 3D CENTRALITA			PLANO 210.09



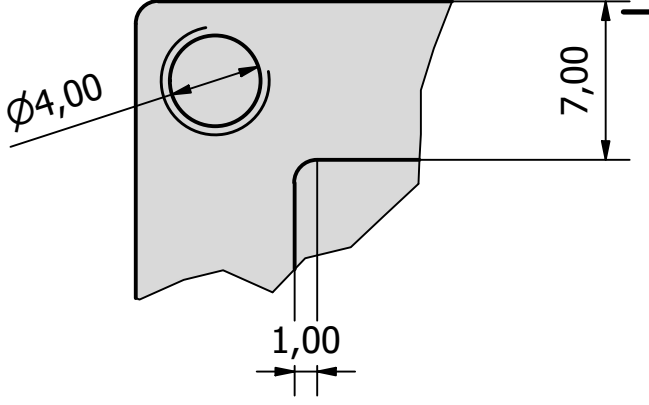
G-G (1 : 1)





F-F (1 : 1)

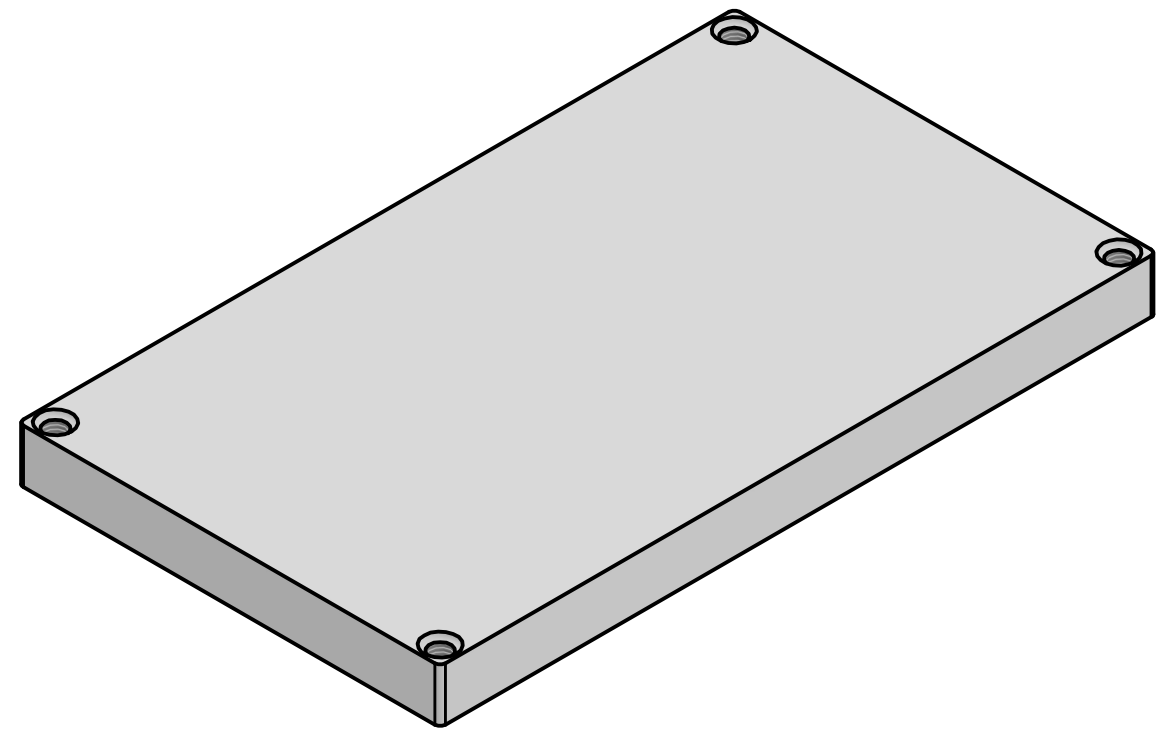
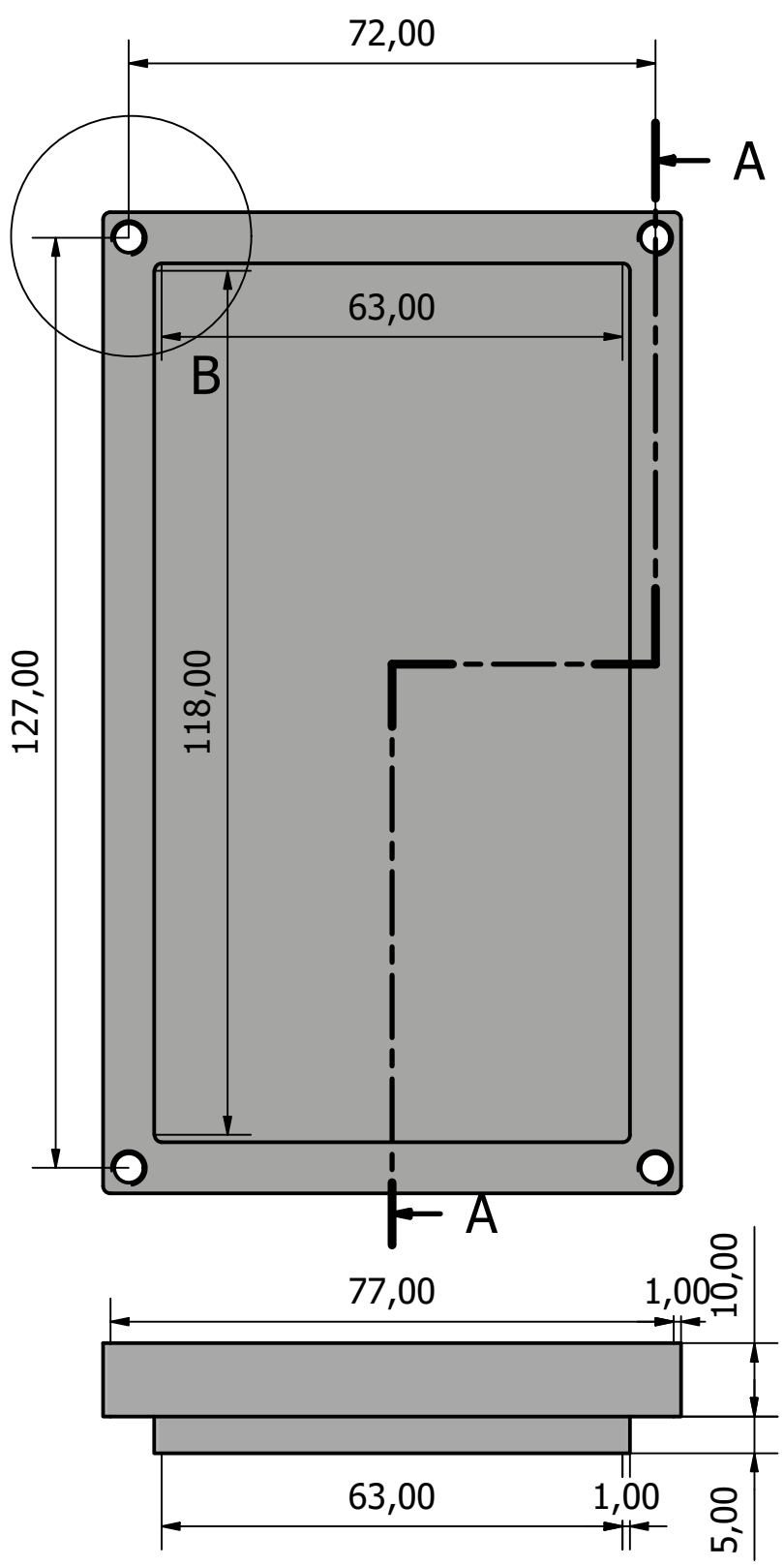
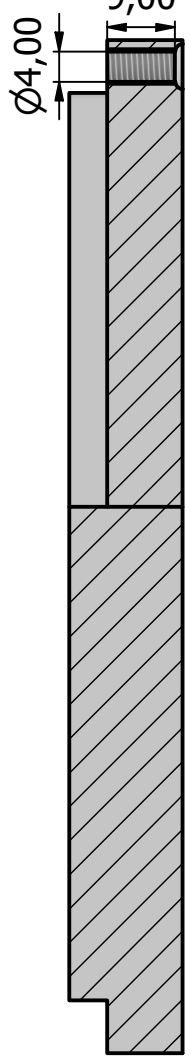


E (3 : 1)

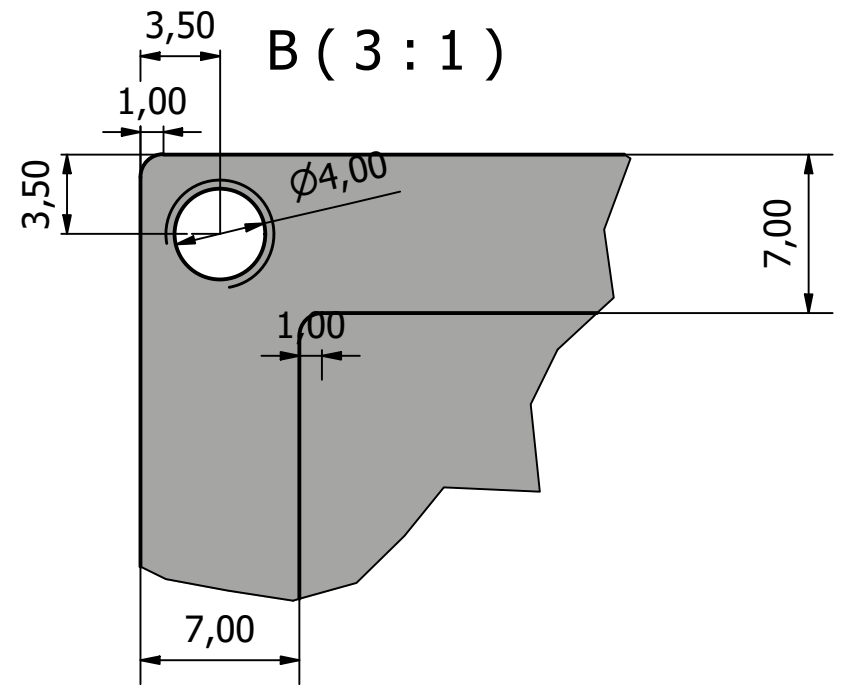



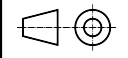
Creado por	Marcos Serrano Pérez	761918	23/08/2023	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Aprobado por	Pablo Bosque Obón		23/08/2023	
Asignatura	Trabajo Fin de Grado. Ingeniería Electrónica y Automática			22/23
ESCALA	1:1			SISTEMA  Tolerancias ISO 2768-m
	SISTEMA DE CONTROL DE PARÁMETROS EN AGRICULTURA MEDIANTE IoT			PLANO
	CARCASA CENTRALITA			220.01

A-A (1:1)



B (3:1)



Creado por	Marcos Serrano Pérez	761918	23/08/2023	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Aprobado por	Pablo Bosque Obón		23/08/2023	
Asignatura	Trabajo Fin de Grado. Ingeniería Electrónica y Automática			22/23
ESCALA	1:1			SISTEMA  Tolerancias ISO 2768-m
	SISTEMA DE CONTROL DE PARÁMETROS AMBIENTALES MEDIANTE IoT TAPA CENTRALITA			PLANO 230.01



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

SISTEMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE
PARÁMETROS AMBIENTALES BÁSICOS EN
AGRICULTURA DE GRAN EXTENSIÓN MEDIANTE
APLICACIÓN WEB.

PLIEGO DE CONDICIONES VOLUMEN 5


Autor:

Marcos Serrano Pérez

Director:

Pablo Bosque Obón

Datos del proyecto

Documento	PLIEGO DE CONDICIONES
Número de volumen	VOLUMEN 5
Cliente	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA TRABAJO FIN DE GRADO
Autor	MARCOS SERRANO
Fecha	31/08/2023
Firma	



Contenido

1. Condiciones técnicas.....	3
1.1 Características de los materiales.....	3
1.2 Verificación Previa.....	3
1.3 Calidad de los materiales.....	4
1.4 Ejecución del producto y montaje.....	4
1.5 Puesta en marcha del sistema.....	5
1.6 Precauciones.....	5
2. Condiciones Económicas.....	6
2.1 Parte Contratante. Derechos y deberes.....	6
2.1.1 Derechos.....	6
2.1.2 Deberes.....	6
2.2 Parte Contratada. Derechos y deberes.....	7
2.2.1 Derechos.....	7
2.2.2 Deberes.....	7
2.3 Contrato.....	8
3. Condiciones administrativas.....	11
3.1 Documentación base.....	11
3.2 Criterios para la modificación del proyecto original.....	11
4. Condiciones legales.....	12
4.1 Limitaciones de suministros.....	12



4.2 Reglamento y normativa aplicable.....	12
4.2.1 Normativa de seguridad.....	12
4.2.2 Normativas generales.....	13
4.2.3 Normativas de proyecto.....	13
4.2.4 Normativas específicas.....	14
4.2.5 Normas aplicable por mercado CE.....	15



1. Condiciones Técnicas

1.1 Características de los materiales.

Para elegir los materiales se tendrán en cuenta que sean de alta calidad con el fin de garantizar su durabilidad dentro del proyecto, además estos componentes tendrán que cumplir con las normativas RoHS y RAEE, junto con la legislación europea. Cumpliendo todas estas normativas aseguramos que el dispositivo no contiene materiales contaminantes, y también poder tener las garantías de que cuando los materiales estén obsoletos haya facilidad para reciclarlos.

1.2 Verificación Previa

Una vez se haya construido el producto completo y después de que se hayan realizado los ensayos comentados en el documento “Mediciones”, se procederá a realizar una serie de inspecciones (mecánicas, oculares y eléctricas) cuya finalidad es cumplir las características solicitadas por parte del cliente.

A parte de esas pruebas, también se quiere garantizar que el dispositivo sea seguro para el usuario y cumpla la reglamentación europea, por lo que posteriormente se realizará el marcado CE.

Principales verificaciones:

- Repetitividad
- Fiabilidad del dispositivo: Se elegirán de forma al azar dispositivos para medir humedad, temperatura, pH y UV.
- Satisfacer los requerimientos impuestos por parte del usuario respecto a la facilidad de uso y en la fase de diseño.
- Conectividad: Elegir parejas de dispositivos y lograr que se transmitan datos de forma correcta.



1.3 Calidades de materiales

En cuanto a la calidad, la que se exige para cada uno de los componentes, conectores, PCBs (Placas de Circuito Impreso), y carcasa cumplen con la normativa que se describe en la sección de condiciones legales.

Elementos destacables:

- Componentes electrónicos:

Todos los componentes electrónicos que están en las PCBs deben seguir la directiva ROHS, con la cual se reducen los costes para la gestión de residuos al finalizar la vida útil del producto.

- Carcasa:

La carcasa que alberga las placas de circuito impreso ha de haber superado los ensayos IP, se debe de asegurar la protección completa frente al polvo en el interior y contra salpicaduras de agua (IP64)

- Conectores:

Todos aquellos elementos utilizados para conectar elementos externos a las PCBs en el interior de la carcasa y el conexionado que debe realizar el usuario debe cumplir con la reglamentación de Baja Tensión para asegurar la seguridad eléctrica del conjunto.

1.4 Ejecución del producto y montaje

El proceso de producción del producto consta de varias etapas y será realizado por personal cualificado y especializado en las diferentes tareas, dichas etapas son:

- Diseño y desarrollo de esquemáticos y planos de las placas PCBs.
- Compra de componentes siguiendo los esquemas eléctricos y asegurando que todos cumplan con la normativa ROHS.
- Fabricación de PCBs y posteriormente soldado de los componentes necesarios
- Mecanizado y serigrafía de las carcasas.
- Ensayos y pruebas necesarias para la colocación del marcado CE para su posterior comercialización.



En cuanto al cableado externo a las placas, éste será de cobre, con una sección igual o mayor a 1,5 mm², por otro lado, para cumplir con la normativa de baja tensión el aislante del cableado debe de estar libre de halógenos.

Dentro de las carcasas, las placas de circuito impreso serán ensambladas mediante tornillos, haciendo que sea de fácil sustitución y accesibilidad.

En cuanto a la posición final del producto, en el dispositivo sensorizado, las salidas de los sensores se tienen que ubicar en la parte inferior, mientras que la placa solar se tiene que colocar en la parte superior para asegurar que reciba luz solar.

Por otro lado, respecto al dispositivo que hace las funciones de centralita solo hay que garantizar que la entrada del cable de alimentación no esté bloqueada.

1.5 Puesta en marcha del sistema.

Las parejas de dispositivos estarán configuradas de fábrica y enlazadas entre ellas además de encontrarse conectadas con el servidor. El cliente deberá seguir una serie de instrucciones de instalación de ambos dispositivos. Una vez instalados los dos dispositivos, el resto de la configuración será a través del servidor donde estarán enlazados los dispositivos.

1.6 Precauciones

El dispositivo no presenta ningún peligro para el usuario, ya que se trata de un sistema donde los elementos que tiene una mayor tensión están protegidos tanto por conectores además de contar con carcasas de plástico, material aislante.

Como precauciones de cara a la salud del sistema está la función de mantener limpia la membrana transparente que cubre la celda solar, por otro lado, no cubrir la salida del sensor de temperatura cuando el sistema se instale de forma definitiva.



2. Condiciones económicas

2.1 Parte Contratante. Derechos y deberes

2.1.1 Derechos del contratante

1. Derecho a recibir un prototipo electrónico de acuerdo con las especificaciones técnicas acordadas en el contrato
2. Derecho a recibir información clara y actualizada de los avances del proyecto. (resultado de pruebas, informe de progreso u otra documentación relevante)
3. Derecho a realizar modificaciones en el proyecto inicial, previa evaluación técnica y aprobación por parte de la parte contratista.
4. Derecho a recibir garantías de calidad adecuadas para el proyecto electrónico.
5. Derecho a recibir soporte técnico de calidad.
6. Derecho a proteger la propiedad intelectual del contratista.
7. Derecho a guardar la confidencialidad de la parte contratada.
8. Derecho a recibir el prototipo dentro de los límites temporales acordados y en conformidad con los estándares de calidad fijados.
9. Derecho a resolver el contrato en caso de incumplimiento grave por la parte contratada.
10. Derecho a solicitar la documentación completa del proyecto, incluyendo manual de usuario, memoria, planos técnicos, cálculos u otros documentos necesarios para el uso o mantenimientos del producto.

2.1.2 Deberes

1. Deber de facilitar el acceso a los recursos y materiales necesarios para la ejecución del proyecto, en caso de ser solicitado por la parte contratada.
2. Deber de proporcionar a la parte contratista información y requisitos necesarios para el desarrollo del proyecto de forma clara y precisa.
3. Deber de realizar los pagos acordados en los plazos establecidos en el contrato acorde a los objetivos y avances del proyecto.



4. Deber de dar una respuesta clara y oportuna al contratista en caso de realizar modificaciones en el proyecto. En caso de no hacerlo, en el plazo de 3 semanas, el contratista podrá tomar la mejor decisión de cara al desarrollo del proyecto.
5. Deber de cumplir con los acuerdos de protección de la propiedad intelectual y a su vez de los acuerdos de confidencialidad, solicitando autorización al contratista en caso de querer usar algún tipo de información.
6. En el caso de hacer alguna serie de problemas durante el desarrollo del proyecto, tiene el deber de cooperar con la parte contratista.

2.2 Parte Contratada. Derechos y deberes

2.2.1 Derechos

1. Derecho a recibir la documentación técnica y los recursos para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.
2. Derecho a recibir una compensación económica acordada en términos y condiciones en el contrato.
3. Derecho a recibir por parte del cliente instrucciones claras y precisas sobre las especificaciones del producto.
4. Derecho a proponer modificaciones al proyecto inicial siempre y cuando se ajusten a los criterios establecidos y previa aprobación del cliente.
5. Derecho a solicitar cambios en los plazos de entrega en casos de circunstancias imprevistas o modificaciones en los requerimientos acordados entre ambas partes.
6. Derecho a la confidencialidad de todo tipo de información proporcionada por el cliente.

2.2.2 Deberes

1. Deber de cumplir con los términos y condiciones establecidos en el contrato de forma profesional, ética y responsable.
2. Deber de desarrollar prototipos técnicos de acuerdo con las especificaciones técnicas y de calidad acordadas.



3. Deber de garantizar que el prototipo cumple con todas las regulaciones y normativas aplicables, tanto nacionales como internacionales.
4. Deber de mantener una comunicación efectiva con el cliente, manteniendo informada esta parte sobre posibles problemas, soluciones propuestas y progresos del proyecto.
5. Deber de proporcionar unas garantías de calidad y soporte técnico adecuado, además de proporcionar las instrucciones necesarias para la correcta utilización del prototipo por parte del cliente.
6. deber de proteger la confidencialidad de la información dada por el cliente al igual que la propiedad intelectual del proyecto.
7. Deber de documentar de manera precisa y detallada todas las etapas de desarrollo del proyecto, incluyendo cambios realizados, pruebas realizadas y soluciones propuestas.
8. Una vez finalizado el proyecto, tiene el deber de proporcionar todos los resultados, materiales generados y documentación durante el desarrollo del proyecto.

2.3 Contrato

Se formaliza bajo el presente contrato el desarrollo de un prototipo electrónico, de acuerdo con las siguientes cláusulas.

El presente contrato se formaliza a través de la firma de las partes y entrará en vigor desde la fecha de firma de este.

Plazos de ejecución:

1. El desarrollo del proyecto se llevará a cabo en un plazo temporal estimado de 2 a 6 meses a partir de la fecha del inicio del proyecto, previo acuerdo entre ambas partes.
2. La parte contratista deberá presentar informes de progreso y avances del proyecto de forma periódica para evaluar y verificar el cumplimiento de plazos fijados.
3. Una vez sea entregado y aceptado el documento el Pliego de Condiciones por ambas partes, se iniciará el desarrollo del proyecto.



Extinción de contrato:

1. El presente contrato podrá ser extinto a través mutuo acuerdo entre las partes, por incumplimiento de alguna de las partes o circunstancias que imposibiliten la ejecución del proyecto, siempre justificada de manera correcta y comunicada por escrito.

Pagos:

1. El pago por el desarrollo del proyecto se efectuará de la siguiente forma:
 - 20% del precio en el momento de la firma del contrato.
 - 30% del precio en el momento de finalización del diseño de las PCBs.
 - 30% del precio en el momento de realizar las pruebas de funcionamiento, cuando los prototipos estén ensamblados.
 - 20% del precio en el momento de entrega del proyecto funcional.
2. La parte contratada correrá con los gastos de embalaje del aparato, mientras que la parte contratante asumirá los gastos de envío.
3. Los pagos serán realizados en euros y deberán ser efectuados en un plazo de 15 días desde el momento de entrega de los documentos correspondientes y presentación de las facturas pertinentes.
4. En caso de retraso en los pagos de la parte contratante, la parte contratada podrá detener de forma temporal el desarrollo del proyecto hasta satisfacer los pagos pendientes.

Garantía:

1. La garantía es de 3 años y durante ese periodo, la totalidad de los gastos generados en reparaciones o modificaciones serán asumidos por la parte contratada.
2. Ante cualquier problema, defecto o desperfecto, la parte contratante deberá notificar a la parte contratada durante el periodo de garantía, el contratista deberá responder y tomar las acciones necesarias.

Confidencialidad:

1. Ambas partes se comprometen a mantener la confidencialidad de toda la información y documentación generada e intercambiada durante el desarrollo del proyecto.



2. La información confidencial incluye datos técnicos, planos, esquemas, algoritmos, documentación o cualquier otra información considerada de sensible.

Propiedad Intelectual:

1. La parte contratante poseerá la titularidad de los derechos de propiedad intelectual sobre el proyecto desarrollado, incluyendo cualquier documentación generada.
2. La parte contratante otorga a la parte contratada una licencia no exclusiva de utilización de la propiedad intelectual de la parte contratante con el único propósito de desarrollar el prototipo según lo estipulado en este contrato.

Resolución de conflictos y Ley aplicable:

1. El presente contrato se regirá bajo las leyes vigentes en España.
2. En caso de controversia o conflicto relacionado con el contrato, las partes de forma amistosa tratarán de resolverlo, en caso de no lograrse, será sometido a los tribunales competentes.



3. Condiciones administrativas

3.1 Documentación base

Los documentos que forman este proyecto son los siguientes:

- Índice
- Memoria
- Anexos
- Planos
- Pliego de condiciones
- Mediciones
- Presupuesto

3.2 Criterios para la modificación del proyecto original

Una vez firmada la conformidad del proyecto, no se podrá solicitar ningún cambio en cuanto al diseño del aparato

Como excepción, se podrán solicitar cambios siempre y cuando se encuentre en fase de diseño y no se haya fabricado ninguna unidad. Se aceptará la sustitución de componentes debido a algún comportamiento inesperado.

Una vez superada la fase de diseño únicamente se podrá modificar bajo una serie de casos:

- Error en el diseño
- Riesgo para la salud

En caso de existir modificaciones después de superar la fase de diseño, la partida de presupuesto no se podrá modificar. Para realizar las modificaciones deberá de haber un pacto entre ambas partes.



4. Condiciones Legales

4.1 Limitación de suministros

Dada la situación actual, el mercado global se encuentra en escasez de componentes debido a la escasez de semiconductores.

En caso de verse afectado en algún aspecto del desarrollo, la parte contratada se deberá poner en contacto con la parte contratante.

4.2 Reglamento y normativa aplicable

4.2.1 Normativa de seguridad

El Real Decreto 1627/1997 en su artículo 4, por el que se establecen las disposiciones mínimas en seguridad y salud en proyectos.

En este proyecto se siguen los siguientes grupos de normas:

- Normativas Generales
- Normas del proyecto
- Normativas específicas
- Normas aplicables por mercado CE

Para obtener el mercado CE se aplicarán una serie de ensayos para realizar los trámites impuestos por el organismo de control, para que este proyecto sea comercializado en la comunidad europea las normas son:

- UNE 157001:2014. Criterios generales para elaboración de documentos de un proyecto técnico
- Directiva UE 2017/2102. RoHS
- Directiva 2012/19/UE. Directiva WEE
- Directiva 2014/30/UE. Compatibilidad electromagnética
- Directiva 2014/35/UE. Baja tensión
- Reglamento (UE) 2017/1369 Etiquetado energético



4.2.2 Normativas generales

- Directiva 2014/30/CE, Directiva de Compatibilidad Electromagnética.
- UNE 157001:2014. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico
- UNE-EN ISO 9001:2015. Norma de Sistema de Calidad.
- Directiva 2017/2102/UE, Directiva RoHS. Real Decreto 219/2013
- Directiva 2012/19/UE, Directiva WEE. Real Decreto 110/2015
- R.D. 1390/2011. Directiva EdL.
- R.D. 187/2011. Directiva ErP.
- Directiva 2014/35/UE. Baja tensión (LVD).

4.2.3 Normas del proyecto

Al ser un producto presentado y desarrollado en un país europeo, este proyecto debe cumplir unas normas básicas, que son:

- UNE 157001:2014. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- UNE-EN ISO 128-100:2020. Dibujos técnicos. Principios generales de representación.
- UNE 82100-0:2014. Magnitudes y unidades. Principios generales.
- UNE 1120:1996. Dibujos técnicos. Tolerancias de cotas lineales y angulares.
- UNE 1027:1995. Dibujos técnicos. Plegado de planos.
- UNE 82100-1:2014. Magnitudes y unidades. Espacio y tiempo.
- UNE 82100-5:2014. Magnitudes y unidades. Electricidad y magnetismo.
- UNE 82100-6:2014. Magnitudes y unidades. Luz y radiaciones electromagnéticas.
- UNE 82100-11:2014. Magnitudes y unidades. Signos y símbolos matemáticos para su uso en las ciencias físicas y en tecnología.
- UNE-EN ISO 3098-5:2001. Documentación técnica de productos. Escritura. Escritura en diseño asistido por ordenador (DAO), del alfabeto latino, las cifras y los signos. (ISO 3098-5:1998).
- UNE-EN ISO 6433:2012. Documentación técnica de producto. Referencias de partes. (ISO 6433:2012).



- UNE-EN ISO 9000:2015. Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario (ISO 9000:2015).
- UNE-EN IEC/IEEE 82079-1:2020 y UNE-EN 82079-1:2015 de preparación de instrucciones de uso. Estructura, contenido y presentación. Principios generales y requisitos detallados.

4.2.4 Normativas específicas

- UNE-EN 175101-802:1999. Especificación particular: Conectores de dos partes para circuitos impresos con un gran número de contactos sobre una rejilla base de 2.54mm, en 3 o 4 filas.
- UNE 21302-300:2004. Vocabulario electrónico. Medidas e instrumentos de medida eléctricos y electrónicos. Términos generales relativos a las medidas.
- UNE-EN 61076-4-102:1997. Conectores con aseguramiento de la calidad para uso en aplicaciones analógicas de corriente continua y baja frecuencia, y en aplicaciones digitales de transmisión de datos de alta velocidad. Conectores para circuito impreso. Sección 102: Especificación particular para conectores unipolares de dos partes, para usos múltiples en unidades enchufables; con características de pre centrado, codificación y conexión anticipada, con cuadrícula métrica de acuerdo con la Norma CEI 60917. (Ratificada por AENOR en noviembre de 2001).
- UNE-EN 61076-2-102:2003. Conectores para equipos electrónicos. Conectores circulares de calidad asegurada. Especificación particular para clavijas y bases para fuentes externas de alimentación en baja tensión.
- UNE 20-531-73 Series de valores nominales para resistencias y condensadores
- UNE-EN 16602-70-12:2016. Aseguramiento de los productos espaciales. Reglas de diseño para las placas de circuitos impresos.
- UNE-EN 60529:2018. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE EN 60320-2-2; 2000 Conectores para usos domésticos y usos generales y análogos. Parte 2: Conectores de interconexión para materiales eléctricos domésticos y análogos.



4.2.5 Normas aplicables por mercado CE

- UNE 157001:2014. Criterios generales para la elaboración formal de documentos que constituyen un proyecto técnico.
- UNE-EN ISO 9001:2015. Sistema de Calidad. Requisitos (ISO 9001:2015).
- Directiva UE 2017/2102. ROHS. Real Decreto 219/2013.
- Directiva 2012/19/UE. Directiva WEE. Real Decreto 110/2015.
- Reglamento (UE) 2017/1369. Etiquetado energético.
- Directiva 2014/35/UE. Baja tensión (LVD).



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

SISTEMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE
PARÁMETROS AMBIENTALES BÁSICOS EN
AGRICULTURA DE GRAN EXTENSIÓN MEDIANTE
APLICACIÓN WEB.

MEDICIONES

VOLUMEN 6


Autor:

Marcos Serrano Pérez

Director:

Pablo Bosque Obón

Datos del proyecto

Documento	MEDICIONES
Número de volumen	VOLUMEN 6
Cliente	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA TRABAJO FIN DE GRADO
Autor	MARCOS SERRANO
Fecha	31/08/2023
Firma	



Contenido

1. Partida de materiales y componentes.....	2
1.1 Componentes internos de la PCB S_01.....	2
1.2 Componentes internos de la PCB C_01	4
1.3 Componentes externos a las PCBs.....	5
2. Partida de Montaje.....	6
3. Partida de Pruebas y Ensayo.....	7
3.1 Partida de Pruebas.....	7
3.2 Partida de Ensayos.....	7
4. Partida de Embalaje y logística.....	8



1. Partida de materiales y componentes

1.1 Componentes internos de la PCB S_01

Descripción	Proveedor	Fabricante	Identificación particular	Cantidad
Condensador cerámico	Digikey	Samsung Electro-Mechanics	1uF	2
Resistencia SMD	Farnell	MULTICOMP PRO	2k7	1
Resistencia SMD	Farnell	VISHAY	3K3	1
Amplificador Operacional	Farnell	MICROCHIP		1
Condensador electrolítico	Digikey	Panasonic Electronic Components	220uF	1
Condensador cerámico	Digikey	Samsung Electro-Mechanics	1uF	2
Condensador cerámico	Digikey	Samsung Electro-Mechanics	4,7uF	3
Condensador cerámico	Digikey	Samsung Electro-Mechanics	0,1uF	2
Condensador cerámico	Digikey	Samsung Electro-Mechanics	10uF	2
MAX485E	Digikey	Analog Devices Inc./Maxim Integrated	-	1
MCP73831-3-OT	Digikey	Microchip Technology	Chip de carga de baterías	1
Resistencia SMD	Digikey	Susumu	20k	2
Resistencia SMD	Digikey	Panasonic Electronic Components	120	1
Resistencia SMD	Digikey	YAGEO	10K	6
Resistencia SMD	Digikey	Stackpole Electronics Inc	2k	1
Resistencia SMD	Digikey	TE Connectivity Passive Product	470	1
Resistencia de precisión SMD	Digikey	Stackpole Electronics Inc	10k	2
Resistencia de precisión SMD	Digikey	Viking Tech	23k	2
Bloque Terminal 2 pines	Digikey	Phoenix Contact	Terminal de conexión	3
Bloque Terminal 3 pines	Digikey	Phoenix Contact	Terminal de conexión	2
Bloque terminal 4 pines	Digikey	Phoenix Contact	Terminal de conexión	1



Resistencia SMD	Digikey	TE Connectivity Passive Product	1,6M	1
Resistencia SMD	Digikey	Susumu	2,5M	1
Resistencia SMD	Digikey	Panasonic Electronic Components	180k	1
Resistencia SMD	Digikey	Susumu	390k	1
Conector Pinheader	Digikey	Mill-Max Manufacturing Corp.	Bloque con 3 pines	1
ESP 32-WROOM 32	Digikey	Espressif Systems	Microprocesador ESP 32	1
RFM95W	Digikey	RF Solutions	Modulo LoRA	1
Regulador Lineal 3,3V	Digikey	Torex Semiconductor Ltd	Regulador de 5V a 3,3V	1
TPS61030RSAR	Digikey	Texas Instruments	Regulador Boost	1



1.2 Componentes internos de la PCB C_01

Descripción	Proveedor	Fabricante	Identificación particular	Cantidad
ESP 32-WROOM 32	Digikey	Espressif Systems	Microprocesador ESP 32	1
RFM95W	Digikey	RF Solutions	Modulo LoRA	1
Bloque Terminal 2 pines	Digikey	Phoenix Contact	Bloque terminal paso de 7,62mm	2
RAC05-05SK	Digikey	Recom Power	Fuente de alimentación conmutada	1
Fusible reiniciable	Digikey	EPCOS - TDK Electronics	-	1
Varistor	Digikey	EPCOS - TDK Electronics	-	1
Regulador Lineal 3,3V	Digikey	Diodes Incorporated	Regulador Lineal de 5V a 3,3V	1
Condensador Ceramico	Digikey	Samsung Electro-Mechanics	4,7uF	3
Condensador Ceramico	Digikey	KYOCERA AVX	0,1uF	1
Resistencia SMD	Digikey	YAGEO	10k	2
Condensador Electrolitico	Digikey	KEMET	100uF	1
Condesador ceramico	Digikey	Samsung Electro-Mechanics	22uF	1
Condensador Ceramico	Digikey	KYOCERA AVX	100nF	1
Pulsador	Digikey	E-SWITCH	SW1	1



1.3 Componentes externos a las PCBs

Descripción	Proveedor	Fabricante	Cantidad	PCB Asignada
Sensor PH	Alibaba	RENKE	1	S_01
Sensor de humedad	Amazon	AZDelivery	1	S_01
Sensor de temperatura	Digikey	Texas Instruments	1	S_01
Sensor de Radiación UV	Farnell	DFROBOT	1	S_01
Celda solar	Digikey	ANYSOLAR Ltd	1	S_01
batería	RS	RS PRO	1	S_01
Cableado de Alimentación			1	C_01
Tornillo M3x10 Allen	RS	RS PRO	7	S_01; C_01
Tornillo M4x16 avellanado	RS	RS PRO	8	S_01;C_01
PCB S_01	JLC PCB	JLC PCB	1	S_01
PCB C_01	JLCPB	JLC PCB	1	C_01
Carcasa	Fabricación propia		2	S_01; C_01



2. Partida de montaje

Descripción	Descripción	Fabricante
Fabricación PCBs	Fabricación de las PCBs	JLC PCB
Montaje PCBs	Montaje de todos los componentes internos en las PCBs	Empresa propia
Mecanizado carcasa	Construcción y montaje de carcasas	Empresa propia
Interconexión de placas y montaje en la caja	Montaje de PCBs en las carcasas, junto con los elementos externos necesarios	Empresa propia
Inicialización	Configuración e inicialización del sistema	Empresa propia



3. Partida de Pruebas y ensayos.

3.1 Partida de pruebas

Descripción	Fabricante	Cantidad
Comprobación montaje S_01	Empresa propia	1
Comprobación montaje C_01	Empresa propia	1
Verificación de funciones	Empresa propia	2
Inspección de carcasa	Empresa propia	2
Verificación Software PCB	Empresa propia	2
Verificación montaje completo	Empresa propia	2

3.2 Partida de Ensayos

Descripción	Fabricante	Normativa	Cantidad
Ensayo de humedad	ITA	UNE-EN 60512-11-12	1
Ensayo de variaciones de tensión	ITA	UNE-EN 61000-4- 11:2021	1
Ensayo de resistencia térmica	ITA	UNE-EN 60512-11-9	1
Ensayo de Campos de Radiofrecuencia	ITA	UNE-EN 61000-4- 3:2007	1
Ensayo de puesta a tierra	ITA	UNE-EN 50491:2010	1



4. Partida de Embalaje y logística

Descripción	Fabricante	Dimensiones	Cantidad
Caja de cartón de una onda con acolchado de espuma	Ratioform	200 mm x 200 mm x 30 mm	1
Manual de instrucciones	Empresa propia	100 mm x 150 mm x 20 mm	1
Bolsa de plástico para manual de instrucciones con cierre adhesivo	Bolsas para todo	100 mm x 150 mm	1
Bolsa de acolchado de plástico para proteger PCB S_01. Cierre adhesivo	Bolsas para todo	90 mm x 90 mm	1
Bolsa de acolchado de plástico para proteger PCB C_01. Cierre Adhesivo	Bolsas para todo	140 mm x 6 mm	1



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

SISTEMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE
PARÁMETROS AMBIENTALES BÁSICOS EN
AGRICULTURA DE GRAN EXTENSIÓN MEDIANTE
APLICACIÓN WEB.

PRESUPUESTO

VOLUMEN 7


Autor:

Marcos Serrano Pérez

Director:

Pablo Bosque Obón

Datos del proyecto

Documento	PRESUPUESTO
Número de volumen	VOLUMEN 7
Cliente	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA TRABAJO FIN DE GRADO
Autor	MARCOS SERRANO
Fecha	31/08/2023
Firma	



Contenido

1. Introducción.....	2
2. Partida de componentes y materiales.....	2
2.1 Componentes internos de PCB S_01.....	2
2.2 Componentes internos de PCB C_01.....	4
2.3 Componentes externos.....	5
3. Partida de montaje.....	6
4. Partida de Pruebas y Ensayos.....	7
4.1 Partida de Pruebas.....	7
4.2 Partida de Ensayos.....	7
5. Partida de Embalaje y logística.....	8
6. Presupuesto y Valoración global.....	9



1. Introducción

En el presente documento se detalla el presupuesto general del proyecto, todos los precios se expresan en euros (€). Todos los precios indicados no tienen IVA aplicado, indicado así por los proveedores en su política de ventas y precios. Al tratarse de un proyecto desarrollado en España, hay que añadir un 21% de IVA.

Todos los precios han sido consultados en las webs oficiales de los proveedores. Todos los proveedores muestran descuentos por volumen de compra, por tanto, al comprar un mayor volumen de componentes, menor será el coste por unidad de componente y por tanto menor será el coste para el cliente.

Todos los precios se han obtenido respecto al mes de julio de 2023, por lo que es posible que haya modificaciones en los precios en el momento de aceptación del presupuesto.

2. Partida de componentes y materiales

2.1 Componentes internos de PCB S_01

Descripción	Proveedor	Identificación particular	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Condensador cerámico, 1uF	Digikey	1uF	2	0,09€	0,18€
Resistencia SMD	Farnell	2k7	1	0,02€	0,02€
Resistencia SMD	Farnell	3K3	1	0,06€	0,06€
Amplificador Operacional	Farnell	AO rail to rail	1	0,3€	0,3€
Condensador electrolítico	Digikey	220uF	1	0,09€	0,09€
Condensador cerámico	Digikey	1uF	2	0,09€	0,18€
Condensador cerámico	Digikey	4,7uF	3	0,09€	0,27€
Condensador cerámico	Digikey	0,1uF	2	0,09€	0,18€
Condensador cerámico	Digikey	10uF	2	0,09€	0,18€
MAX485E	Digikey	-	1	5,99€	5,99€
MCP73831-3-OT	Digikey	Chip de carga de baterías	1	0,7€	0,7€
Resistencia SMD	Digikey	20k	2	0,45€	0,9€
Resistencia SMD	Digikey	120	1	0,58€	0,58€



Resistencia SMD	Digikey	10K	6	0,09€	0,54€
Resistencia SMD	Digikey	2k	1	0,09€	0,09€
Resistencia SMD	Digikey	470	1	0,09€	0,09€
Resistencia de precisión SMD	Digikey	10k	6	1,7€	10,2€
Resistencia de precisión SMD	Digikey	23k	2	1,21€	2,42€
Bloque Terminal 2 pines	Digikey	Terminal de conexión	3	1,0 €	3,0€
Bloque Terminal 3 pines	Digikey	Terminal de conexión	2	1,52€	3,04€
Bloque terminal 4 pines	Digikey	Terminal de conexión	1	2,03€	2,03€
Resistencia SMD	Digikey	1,6M	1	0,6€	0,6€
Resistencia SMD	Digikey	2,5M	1	0,08€	0,08€
Resistencia SMD	Digikey	180k	1	0,28€	0,28€
Resistencia SMD	Digikey	390k	1	0,43€	0,43€
Conector Pinheader	Digikey	Bloque con 3 pines	1	2,6€	2,6€
ESP 32-WROOM 32	Digikey	Microprocesador ESP 32	1	2,71€	2,71€
RFM95W	Digikey	Modulo LoRA	1	16,0€	16€
Regulador Lineal 3,3V	Digikey	Regulador de 5V a 3,3V	1	0,73€	0,73€
TPS61030RSAR	Digikey	Regulador Boost	1	2,69€	2,69€
				TOTAL	57,88€



2.2 Componentes internos de PCB C_01

Descripción	Proveedor	Identificación particular	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
ESP 32-WROOM 32	Digikey	ESP 32	1	2,71€	2,71€
RFM95W	Digikey	Modulo LoRA	1	16,0€	16,0€
Bloque Terminal 2 pines	Digikey	Bloque Terminal paso de 7,62mm	2	1,0€	2,0€
RAC05-05SK	Digikey	Fuente de alimentación conmutada	1	10,49€	10,49€
Fusible reiniciable	Digikey	-	1	0,95€	0,95€
Varistor	Digikey	-	1	0,42€	0,42€
Regulador Lineal 3,3V	Digikey	Regulador lineal, 5V a 3,3V	1	0,51€	0,51€
Condensador Ceramico	Digikey	4,7uF	3	0,09€	0,27€
Condensador Ceramico	Digikey	0,1uF	1	0,09€	0,09€
Resistencia SMD	Digikey	10k	2	0,09€	0,18€
Condensador Electrolitico	Digikey	100uF	1	0,62€	0,62€
Condesador ceramico	Digikey	22uF	1	0,12€	0,12€
Condensador Ceramico	Digikey	100nF	1	0,09€	0,09€
Pulsador	Digikey	SW1	1	0,38€	0,38€
				TOTAL	34,80€



2.3 Componentes externos a las PCBs

Descripción	Proveedor	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Sensor PH	Alibaba	1	42,0€	42,0€
Sensor de humedad	Amazon	1	5,99€	5,99€
Sensor de temperatura (LM35CZ)	Digikey	1	6,28€	6,28€
Sensor de Radiación UV	Farnell	1	5,43€	5,43€
Celda solar	Digikey	1	17,68€	17,68€
batería	RS	1	16,50€	16,50€
Cableado de Alimentación	RS	1	2,132€	2,132€
Tornillo M3x10 Allen	RS	7	0,249€	1,743€
Tornillo M4x16 avellanado	RS	8	0,356€	2,848€
PCB S_01	JLC PCB	1	4,00€	4,00€
PCB C_01	JLPCB	1	5,80€	5,80€
Carcasa	Fabricación propia	2	5,21€	10,42€
			TOTAL	120,82€



3. Partida de Montaje

Horas necesarias	Descripción	Fabricante	Precio Unitario	Precio Total
6	Fabricación de las PCBs	JLC PCB	9,80€	58,8€
10	Montaje de todos los componentes internos en las PCBs	Empresa propia	10,00€	100,00€
8	Construcción y montaje de carcasas	Empresa propia	10,00€	80,00€
2	Montaje de PCBs en las carcasas, junto con los elementos externos necesarios	Empresa propia	10,00€	20,00€
22	Configuración e inicialización del sistema	Empresa propia	12,00€	264,00€
			TOTAL	522,80€



4. Partida de pruebas y Ensayos

4.1 Partida de Pruebas

Descripción	Fabricante	Horas necesarias	Precio Unitario	Precio Total
Comprobación montaje S_01	Empresa propia	1,5	12,00€	18,00€
Comprobación montaje C_01	Empresa propia	1,5	12,00€	18,00€
Verificación de funciones	Empresa propia	2	15,00€	30,00€
Inspección de carcasa	Empresa propia	0,5	7,50€	3,75€
Verificación Software PCB	Empresa propia	0,5	12,00€	6,00€
Verificación montaje completo	Empresa propia	2,5	15,00€	37,5€
			TOTAL	113,25€

4.2 Partida de Ensayos

Descripción	Fabricante	Horas necesarias	Precio Unitario	Precio Total
Ensayo de humedad	ITA	1	150,00€	150,00€
Ensayo de variaciones de tensión	ITA	1	150,00€	150,00€
Ensayo de resistencia térmica	ITA	1	150,00€	150,00€
Ensayo de Campos de Radiofrecuencia	ITA	1	150,00€	150,00€
Ensayo de puesta a tierra	ITA	1	150,00€	150,00€
			TOTAL	750,00€



5. Partida de Embalaje y logística

Descripción	Fabricante	Horas necesarias	Precio Unitario	Precio Total
Caja de cartón de una onda con acolchado de espuma	Ratioform	0,25	12,00€	3 €
Manual de instrucciones	Empresa propia	0,5	6,50€	3,25€
Bolsa de plástico para manual de instrucciones con cierre adhesivo	Bolsas para todo	0,5	1,68€	0,84€
Bolsa de acolchado de plástico para proteger PCB S_01. Cierre adhesivo	Bolsas para todo	0,2	1,89€	0,378€
Bolsa de acolchado de plástico para proteger PCB C_01. Cierre Adhesivo	Bolsas para todo	0,2	1,89€	0,378
			TOTAL	7,846€



6. Presupuesto y valoración global

Descripción	Precio Total
Componentes internos de PCB S_01	57,88€
Componentes internos de PCB C_01	34,80€
Componentes externos a las PCBs	120,82€
Partida de montaje	522,80€
Partida de Pruebas	113,25€
Partida de Ensayos	750,00€
Partida de Embalaje y Logística	7,846€
TOTAL	1607,396€

El precio del proyecto desarrollado es de 1607,396€, se trata del precio unitario para poder desarrollarlo. Se trata de un precio algo elevado, evaluando los diferentes costes se aprecia que la partida de Ensayos supone una gran parte del presupuesto general. Por otro lado, esta parte solo se desarrolla una vez, por lo tanto, cuanto mayor sea el número de unidades que realizas, menor será el coste general que supondrá esta parte.

Otros de los gastos son propios de cada unidad como son coste de los componentes, placas o embalajes.

Omitiendo los costes de pruebas, ensayos y logística se obtiene el valor real del producto, lo que hace que al final el valor del producto es de 736,3€.



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

SISTEMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE
PARÁMETROS AMBIENTALES BÁSICOS EN
AGRICULTURA DE GRAN EXTENSIÓN MEDIANTE
APLICACIÓN WEB.

EXPEDIENTE TECNICO VOLUMEN 8

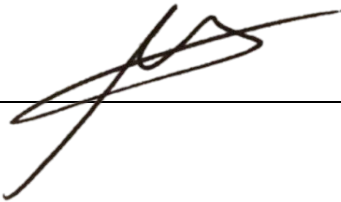
Autor:

Marcos Serrano Pérez

Director:

Pablo Bosque Obón

Datos del proyecto

Documento	EXPEDIENTE TECNICO
Número de volumen	VOLUMEN 8
Cliente	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA TRABAJO FIN DE GRADO
Autor	MARCOS SERRANO
Fecha	31/08/2023
Firma	



Contenido

1. Identificación y descripción del utillaje.....	3
2. Declaración de conformidad y marcado CE.....	4
2.1 Declaración de Conformidad.....	4
2.2 Marcado CE.....	4
3. Manual.....	6
3.1 Generalidades.....	6
3.2 Calibrado e instalación del equipo.....	7
3.2.1 Calibrado.....	7
3.2.1.1 Calibrado de sensores.....	7
3.2.1.2 Calibrado de conexión LoRa.....	7
3.2.2 Instalación del equipo.....	7
3.2.2.1 Instalación del dispositivo Sensorizado.....	7
3.2.2.2 Instalación del dispositivo Centralita.....	8
3.3 Procesos de utilización.....	8
3.3.1 Usos inadecuados.....	10
3.3.2 Recomendaciones.....	10
3.4 Posibles problemas.....	10
3.5 Consultas de usuarios.....	10
3.6 Garantía y Marcado CE.....	11



4. ANEXOS.....	13
ANEXO 1 - Declaración de conformidad.....	13
ANEXO 2 - Chapa de marcado CE.....	15



1. Identificación y descripción del utillaje

Marca	MARCOS SERRANO
Denominación	Sistema de control agrícola
Tipo	Dispositivo Electrónico
Fecha	08/2023
Nº de serie	12354

Tabla 1, Identificación del sistema



2. Declaración de Conformidad y Mercado CE

2.1 Declaración de conformidad.

La declaración "CE" de conformidad del producto contiene:

- Datos del fabricante
- Identificación de la persona que firma
- Descripción del aparato (Marca, Modelo, Nº de serie)
- Referencias a las directivas y normas empleadas
- Año de colocación del Mercado CE

(Ver ANEXO 1: Declaración de conformidad)

Cuando el conjunto de dispositivos sea entregado al usuario contendrá:

- Declaración de Conformidad
- Manual de Instrucciones
- Mercado CE del propio producto

2.2 Mercado CE.

El mercado CE contendrá las siguientes características:

- Estará compuesto por las iniciales <CE>, diseñadas de la siguiente forma:

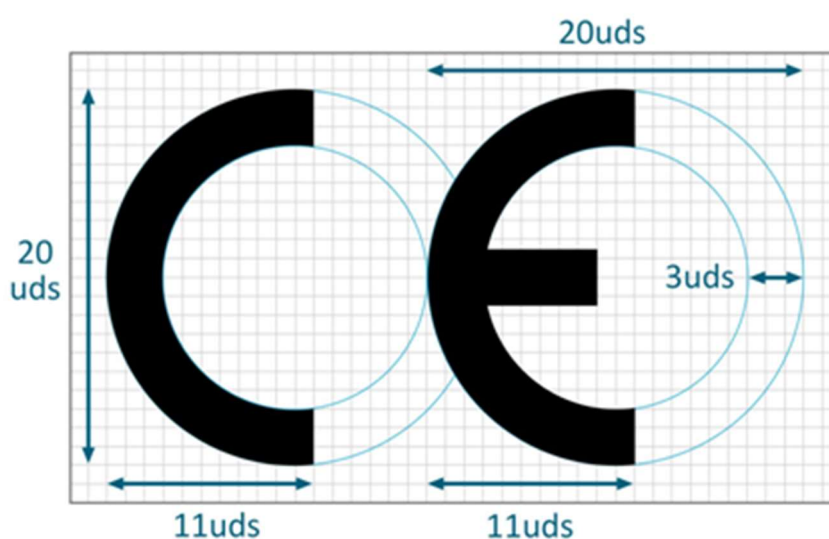


Ilustración 1, Medidas del Mercado CE



- Siempre deben conservarse las proporciones del logotipo <CE>,
- Respecto a la dimensión vertical, esta no podrá ser inferior a 5mm, con la excepción de maquinaria de pequeño tamaño.

(Ver ANEXO 2: Chapa de marcado CE)



3. Manual

3.1 Generalidad

Atención:

Preste especial atención al presente documento, en caso de tener alguna duda contacte con su distribuidor. No respetar las normas indicadas por parte del fabricante puede ocasionar daños graves a los dispositivos provocando daños a su salud. En el caso de que haya desperfectos en el producto, póngase en contacto con el servicio técnico. Bajo ningún concepto intente manipular el producto por su cuenta.

VISITE NUESTRO SITIO WEB PARA INFORMARSE SOBRE:

- Manuales de usuario
- Información sobre nuestros servicios
- Catálogo de productos
- Soluciones a nuevos problemas

NOTA:

ADVERTENCIA - Información importante sobre seguridad

Recomendaciones generales

Información medioambiental

Conexión Eléctrica:

- Asegúrese de que las especificaciones eléctricas de la placa coinciden con las de suministro de su instalación.
- Utilice una toma con aislamiento de conexión a tierra correctamente instalada
- Bajo ningún concepto sustituya ni cambie el cable de suministro de red. En caso de tener que hacerlo, póngase en contacto con el servicio técnico.
- Asegúrese de no provocar daños en el enchufe ni en el cable de alimentación.
- Conecte a la toma de corriente el enchufe una vez haya terminado la instalación del producto.
- No desconecte el dispositivo estirando directamente del cable de alimentación. Tire siempre desde el enchufe.



DESECHO DEL EQUIPO:

- Desenchufar el equipo de la toma de alimentación
- Cortar el cable de alimentación a la red y desecharlo

Especificaciones Técnicas:

- Alimentación: Conexión a red (Dispositivo Centralita), Célula solar (Dispositivo Sensorizado)
- Carcasa: Plástico tipo PETG
- Protección: Sobrecorrientes y sobretensiones.
- Dimensión carcasa S_01:
- Dimensión carcasa C_01:

3.2 Calibrado e instalación del equipo

3.2.1 Calibrado

3.2.1.1 Calibrado de sensores

El calibrado se realiza de forma automática, al ser sensores de condiciones atmosféricas, hay que realizar este proceso bajo condiciones estables en el momento de la configuración.

3.2.1.2 Calibrado de conexión LoRa

Este calibrado se realiza de forma automática, para ello solo hay que mantener a los equipos a una distancia controlada (En torno a 5 m)

3.2.2 Instalación del equipo

3.2.2.1 Instalación del dispositivo sensorizado



El dispositivo donde se conectan todos los sensores atmosféricos debe colocarse en un espacio libre de obstáculos que imposibiliten el paso de los rayos solares. Además, debe colocarse mediante algún elemento de sujeción (Bridas o cuerda) a un poste que lo mantenga en posición vertical. Se debe de garantizar que los sensores que miden parámetros de la tierra puedan ser clavados en ésta sin que el cable se encuentre demasiado tenso.

Desde el momento en el que se conecta la batería recargable al sistema, este activará los sensores y resto de componentes, por lo que el sistema empezará a registrar datos. En caso de detectarse problemas de mal funcionamiento consulte el apartado de Problemas Frecuentes, lo encontrará en el presente documento. En caso de no encontrar su problema, póngase en contacto con servicio técnico para encontrar una solución a su problema.

3.2.2.2 Instalación del dispositivo Centralita

El dispositivo que se encarga de recopilar los datos para enviarlos al servidor web debe colocarse cerca de una toma de corriente, en caso de que el usuario quiera el dispositivo lo puede colocar encima de una mesa o tenerlo anclado a la pared.

Una vez conectado el sistema a la red eléctrica, este se activará y empezará a recopilar todos los datos enviados del dispositivo sensorizado y posteriormente volcados en el servidor web.

3.3 Proceso de Utilización.

Una vez que se alimenten ambos dispositivos empezaran a funcionar, para que empiecen a contar de forma correcta hay que presionar el pulsador de RESET, así empieza el conteo desde el principio.

Después de realizar este proceso, el usuario tendrá facilidad para ver la lectura de los sensores gracias a una aplicación móvil, donde en primer lugar tendrá que acceder con su usuario y contraseña. Después, dispondrá de elementos visuales que le permitirán conocer la posición de los terrenos y pulsando sobre ellos podrá conocer el estado todas las variables medidas.

Ejemplo de visualización de Aplicación WEB:



Ilustración 2, Pantalla de acceso a la aplicación

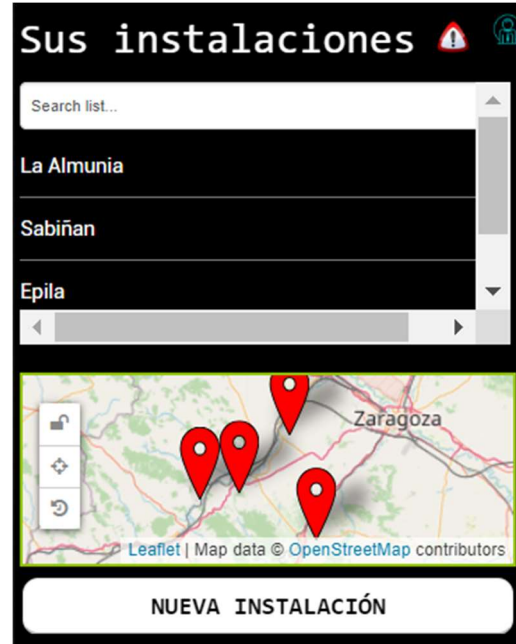


Ilustración 3, Pantalla de terrenos



Ilustración 4 Pantalla de creación de nuevo terreno

En cada terreno hay un dispositivo sensorizado, para poder enlazar dicho dispositivo con la aplicación se necesita introducir un código alfanumérico o escanear un QR que se encontrará serigrafiado en la carcasa del sistema.



3.3.1 Usos inadecuados

- No colocar el dispositivo sensorizado en zonas de sombra, ya que no podrá mantener cargada su batería.

3.3.2 Recomendaciones

- No se recomienda colocar el dispositivo sensorizado en lugares inestables o en lugares con alta afluencia animal que pueda ocasionar desperfectos.
- Una vez instalados los sensores, tratar de no manipularlos, ya que la medida se verá afectada, produciendo errores.

3.4 Posibles problemas

- Lectura de un sensor “NULL”:

Se trata de un sensor mal conectado o cuyo cableado se encuentra en mal estado, lo que hace que el sistema no pueda acceder a la lectura del valor, para solucionarlo hay que ir al dispositivo sensorizado y verificar si el sensor está bien colocado y verificar la conexión de este con la placa.

- No se envían datos de sensores:

Se trata de un problema en la comunicación ya sea entre los módulos como un problema con el wifi a la hora de conectarse con el servidor wifi. Para solucionar este problema, presionar los pulsadores de reset de ambos dispositivos, en caso de que el problema sea persistente ponerse en contacto con el servicio técnico.

3.5 Consultas de Usuarios

¿Qué hacer en caso de lectura errónea de un sensor?

En el caso donde el problema sea persistente, acudir al módulo sensorizado, ver que sensor es el que da el fallo, en caso de ser uno de los sensores que se clavan



en la tierra, solo tendrá que sacarlo de la tierra, con cuidado limpiará el sensor y lo volverá a clavar en la tierra, en un lugar diferente al antiguo. En caso de ser un sensor solar, tendrá que limpiar el sensor sin moverlo de su lugar. Si el problema se vuelve crónico llame al servicio técnico.

El sistema lleva varios días sin actualizar los valores, ¿Qué problema puede tener?

Este problema puede surgir por varios motivos:

1. Se puede dar el caso que la membrana protectora de la placa solar se encuentre totalmente manchada, haciendo imposible que pase la luz y por tanto el sistema se ha quedado sin alimentación al descargarse la batería por completo.
2. Fallo en el sistema de lectura de sensores, para tratar de solucionar este problema deberá pulsar el pulsador de RESET de la placa durante 5s. Con este tiempo, el sistema se resetea por completo, lo que hará que vuelva a leer bien los valores. En caso de persistir el problema, contacte con su distribuidor.

Alguno de mis sensores ha sufrido daños, ¿Qué debo hacer?

En estos casos hay que sustituir el/los sensores dañados.

Para ello en primer lugar póngase en contacto con su distribuidor y adquiera un nuevo pack de sensores, después siga los pasos de su manual de instrucciones en la sección "Cambio de sensores". (No se olvide una vez cambiados los sensores volver a conectar tanto la batería como la célula solar.

3.6 Garantía y Mercado CE

La presente garantía se verá aplicada en todos los países miembros de la Comunidad Económica Europea, sustituyendo a cualquier otra de toda obligación y responsabilidad.

El fabricante garantiza que el producto en el momento de su comercialización se encuentra en perfecto estado siempre y cuando los requisitos para su correcto



funcionamiento sean claros y estén presentes. Puede darse el caso que debido a un tiempo de funcionamiento prolongado algún componente presente alguna avería, por esta razón, el fabricante otorga un periodo de garantía de 3 años, siempre que el producto no haya sido manipulado de forma inadecuada o que se hayan efectuado cambios en el mismo.

- El producto presenta una garantía de 3 años desde el momento de su adquisición.
- Durante el primer mes desde el momento de la compra, en caso de que el producto presente defectos o mal funcionamiento se procederá a su sustitución.
- La presente garantía no cubre la avería si se ha originado por un uso inadecuado del producto o manipulación por personas ajenas a los servicios técnicos autorizados.
- Queda cubierto cualquier defecto de fabricación, vicio de origen o de transporte, así como la totalidad de los componentes, incluyendo la mano de obra para el reemplazo de las piezas defectuosas.
- Todas las reparaciones producidas durante el periodo de garantía serán efectuadas por personal autorizado en los puntos autorizados, haciendo que solo los gastos de transporte corren por cuenta del cliente.
- En toda reparación, el cliente deberá presentar la presente garantía correctamente cumplimentada junto con la factura, donde aparezca la fecha exacta de posesión del equipo.
- Se exime de toda responsabilidad por daños físicos directos e indirectos generados a personas u objetos durante la manipulación de los productos manufacturados.



4. ANEXOS

ANEXO 1 Declaración de Conformidad



Ilustración 5, Declaración de Conformidad

Declara que el diseño y fabricación del equipo que forman parte de:

MARCA	MARCOS SERRANO
MODELO	FARMBIT 001
Nº DE SERIE	0001
AÑO DE FABRICACIÓN	2023

Tabla 2 Identificación del sistema



Son conformes a las disposiciones de las Directivas del Nuevo Enfoque:

REFERENCIA	TÍTULO
2014/35/UE	Directiva de Baja Tensión
2014/30/UE	Directiva de Compatibilidad Electromagnética
2012/19/UE	Directiva de residuos de Aparatos Electrónicos RAEE
2011/65/UE	Directiva ROHS II
2009/125/CE	Directiva de Diseño Ecológico

Tabla 3, Normativas aplicadas en la declaración de Conformidad

- Normas armonizadas que dan presunción de conformidad con los correspondientes requisitos esenciales de seguridad de las Directivas de Nuevo Enfoque:

Norma UNE-EN 61000-1-2-2018, Compatibilidad Electromagnética.

Decisión 768/2008/CE Mercado CE. En nombre de la empresa EINA firma esta declaración

Apellidos, Nombre: Serrano Pérez, Marcos

Fecha: 29 de agosto de 2023

Firma:



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

SISTEMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE PARÁMETROS
AMBIENTALES BÁSICOS EN AGRICULTURA DE GRAN
EXTENSIÓN MEDIANTE APLICACIÓN WEB.

Expediente técnico Vol 8

Fecha Revisión: 31/08/2023

Revisión nº 0

ANEXOS 2 Chapa de Mercado CE



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

MARCOS SERRANO
ZARAGOZA

SISTEMA DE CONTROL DE PARÁMETROS AMBIENTALES EN AGRICULTURA

N.º DE SERIE: 0001

AÑO DE FABRICACIÓN: 2023



Ilustración 6, Chapa de Mercado CE