

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



SISTEMA DE IRRIGACIÓN IOT PARA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

PROYECTO ELECTRÓNICO 2

Integrantes:

Omar Gonzales Huisa
Jorge Aldana Zurita
Gabriel Espinosa Calderón
Christian Guzmán Meneses
Pierre Vara Tirado
Sebastián Morón Larrea
Erik Miranda Zárate
José Tofeño Arroyo

Profesor: Andrés Flores

Lima, abril de 2024

Problemática

Objetivos

Lista de exigencias

Lista de exigencias			Página 1 de 3
			Edición: 3era
Proyecto:		Sistema de Irrigación IoT para Agricultura de Precisión	Fecha: 04/04/2024
			Revisado:
Cliente:		Vitícola S.A.C.	Elaborado: Grupo 3
Fechas (cambios)	Deseo o Exigencia	Descripción	Responsable
04/04/2024	Exigencia	Función principal: Desarrollar un sistema de riego inteligente para cultivos de uva de mesa utilizando tecnología IoT. El sistema captará parámetros del suelo, fertilización e irrigación, utilizando sensores para monitorear y enviar datos a una plataforma centralizada. Además, se implementará un dashboard funcional para el agricultor encargado, proporcionándole una interfaz de usuario amigable para monitorear el estado de los sensores, la batería de estos y recibir alertas.	Grupo 3
04/04/2024	Exigencia	Geometría: Se distribuirá una red de equipos que consiste en dos unidades de sensado por área de cultivo.	
04/04/2024	Exigencia	Señales: Cada unidad de sensado adquirirá las siguientes señales: <ul style="list-style-type: none">- Humedad del suelo en 3 profundidades distintas.- Conductividad Eléctrica del suelo.	Jorge Aldana Omar Gonzales José Tofeño
04/04/2024	Deseo	Señales: Adquirir los parámetros ambientales de la estación meteorológica Davis Vantage Pro2 y mostrarlo en el dashboard.	David Miranda José Tofeño
04/04/2024	Exigencia	Comunicaciones: Se aplicará comunicación inalámbrica entre los sensores y el centro de mando. Además, se mandarán datos de parámetros ambientales a un plataforma Web mediante WIFI. EL usuario podrá enviar órdenes al sistema, mediante internet.	Gabriel Espinosa
04/04/2024	Deseo	Comunicaciones: Transmisión de los datos de la unidad de control a Internet mediante el protocolo MQTT aprovechando la eficacia, escalabilidad y ligereza para que el producto sea aplicable a zonas rurales	Gabriel Espinosa

			Página 2 de 3
Lista de exigencias			Edición: 3era
04/04/2024	Deseo	Software: Se implementará un software, de código abierto, para la gestión avanzada de la programación de los dispositivos de instrumentación y la central de control. Esto facilitará la comunicación bidireccional y el intercambio refinado de las variables ambientales de los cultivos, las cuales son meticulosamente registradas por los sensores, hacia la estación central de mando.	David Miranda
04/04/2024	Exigencia	Energía: Se requerirá un voltaje de 220 VAC para el funcionamiento de la estación de control y el accionamiento de las válvulas.	Sebastian Moron Christian Guzmán
04/04/2024	Exigencia	Energía: Se requerirá un sistema de baterías para el sistema de sensores que alimenta el sistema durante 6 meses.	Jorge Aldana Omar Gonzales
04/04/2024	Exigencia	Seguridad: La instalación de la instrumentación de medición tendrá una cubierta protectora para la preservación del equipamiento electrónico de cualquier agente externo, para la integridad de los cultivos de uva de mesa y para la seguridad de agricultores al momento de interactuar con los cultivos.	Jorge Aldana Sebastian Moron
04/04/2024	Exigencia	Fabricación: Se utilizarán materiales de origen nacional e importados según su disponibilidad en el mercado y diseño. Se considerarán materiales que no generen daños ni a los cultivos ni a los agricultores. También, materiales que protejan a los equipos del contacto con el agua y suciedad.	Jorge Aldana Christian Guzman
04/04/2024	Exigencia	Control de calidad: Los equipos de medición podrán ser calibrados para asegurar su correcto funcionamiento previo a su instalación. Se realizará el monitoreo de la correcta medición del sensor.	Jorge Aldana
04/04/2024	Exigencia	Control y electrónica (Hardware): Se diseñarán equipos de medición para la obtención de datos ambientales. Así, estos equipos se desplegarán en un área de cultivo para adquirir muestras y transmitir las por comunicación inalámbrica.	Gabriel Espinosa Jorge Aldana Omar Gonzales José Tofeño
04/04/2024	Exigencia	Control y electrónica (Hardware): Se diseñará un dispositivo para gestionar la información de los equipos de medición desplegados en campo. También, deberá poder recibir y enviar información de manera inalámbrica a los equipos de medición y a la internet. Además, gestionará la apertura y cierre de válvulas electromecánicas.	Gabriel Espinosa Pierre Vara Christian Guzman

			Página 3 de 3
Lista de exigencias			Edición: 3era
04/04/2024	Exigencia	Montaje: Se instala un dispositivo de control que gestione la información de la red de sensores, la comunicación a internet y el funcionamiento de válvulas.	Pierre Vara
04/04/2024	Deseo	Montaje: Se distribuirá la red de equipos en el campo de cultivo de Vitícola teniendo en consideración los sectores de riego.	Jorge Aldana
04/04/2024	Deseo	Uso: El producto se implementará en el área de cultivo al aire libre. Así, se dejarán los equipos de instrumentación estacionarios y válvulas alimentadas con grupos electrógenos.	Pierre Vara Sebastian Moron
04/04/2024	Deseo	Mantenimiento: Se deberá realizar mantenimientos correctivos a los sensores como a la planta de control cada 6 meses para corroborar su correcto funcionamiento	Omar Gonzales Sebastian Moron
04/04/2024	Exigencia	Costos: El costo inicial de los equipos que constituirán el sistema de sensores y el de riego rondará entre los 400 dólares. Por otro lado, el precio por hora de trabajo por cada alumno será de 75 soles considerando que el proyecto durará aproximadamente 4 meses (640 horas).	Jorge Aldana
04/04/2024	Exigencia	Plazos: El diseño funcional del sistema deberá estar lista para la primera semana de julio del 2024.	Gabriel Espinosa

Requerimientos Técnicos:

Fase 1: Planificación y Diseño

1. Identificar las necesidades del usuario, métricas a mostrar, así como funcionalidades para el Dashboard
2. Diseño de la UI/UX a través de la creación de mockups y prototipos del Dashboard, enfocándose en la experiencia del usuario y en la presentación de datos.

Fase 2: Configuración del Entorno de Desarrollo

1. Selección de tecnologías, es decir optar por un stack tecnológico tanto para el frontend como para el backend

Fase 3: Desarrollo Backend

1. Modelado de datos, el diseño de un esquema de datos acorde a las necesidades de información del Dashboard.
2. APIs RETful o GraphQL, el desarrollo de endpoints de API necesarios para el CRUD (create, read, update and data)
3. Integración de fuente de datos el cual consiste en implementar la lógica para integrar variadas fuentes de datos
4. Seguridad: implementación de la autenticación, autorización además de medidas de seguridad para proteger datos, así como los accesos a la API

Fase 4: Desarrollo Frontend

1. Estructura de la aplicación, creación de la estructura base de la aplicación.
2. Implementar componentes UI para las variadas secciones del Dashboard (gráficos, tablas, etc), en síntesis el desarrollo de componentes.
3. Integración del backend; es decir, conectar el frontend con el backend mediante llamadas API para fetchear y el envío de datos.
4. Realizar pruebas para asegurar que la interfaz (UI/UX) no presente bugs.

Fase 5: Testing y Despliegue

1. Pruebas unitarias y de integración; escribir y ejecutar pruebas tanto para el backend como para el frontend, con la finalidad de asegurar el funcionamiento esperado.
2. Despliegue
3. Implementar herramientas de monitoreo para rastrear el rendimiento del servicio

Fase 6: Mantenimiento y Actualizaciones

1. Recopilación de feedback
2. Implementación de mejoras así como de nuevas funcionalidades en base al feedback recibido

Requerimientos técnicos:

Sistema:

- El sistema debe consistir elementalmente de una unidad de control y dos unidades de sensado. La unidad de control recolectará los parámetros medidos por cada unidad de sensado.

Unidad de control

- La unidad de control deberá administrar las unidades de sensado, y la información que recibe de ellos
- Esta unidad debe ser gestionada con un microcontrolador. Este microcontrolador deberá estar apto para funcionar en un modo de ahorro de energía
- Se deben enviar los datos a internet: se alojará y gestionará la data de una aplicación web. Por tanto el diseño debe incluir un módulo que facilite la comunicación Wi-Fi

Escalabilidad:

- El sistema podrá ser fácilmente escalado para contar con un mayor número de sensores
-
- La unidad de control debe ser configurada para poder gestionar un gran número de sensores

Sensores

- Cada unidad de sensado contará con tres sensores de humedad capacitivos a tres diferentes profundidades, con el propósito de detectar la presencia de agua en cada uno de los puntos críticos del bulbo radicular de la planta. Estos sensores deben tener un error no mayor al 5%, para ir de acuerdo con los estándares de productos existentes.
- **Nuevo:** Considerando el entorno y la movilidad que requerirán los sensores. Internamente se deben considerar conectores seguros, que se fijen correctamente (e.g.: JST)
- **Nuevo: se requerirá un sensor adicional para cada unidad de sensado. Para ...**

Actuadores

- El sistema brindará al usuario la posibilidad de controlar el accionamiento de válvulas que controlen el riego
- Estas válvulas deberán poder trabajar en 12 V

Comunicación de sensores

- Se requerirá el uso de una tecnología IoT de alto alcance y de bajo consumo de energía
- La comunicación debe poder alcanzar una distancia de 1 km sin ningún inconveniente.
- La comunicación debe contemplar que no se dé un cruce o pérdida de información durante la comunicación
- La comunicación debe operar en el espectro de bandas industriales, científicas y médicas (ISM) libres de licencia
- La comunicación debe consistir en módulos de Transmisión y Recepción. Cada módulo debe poder funcionar bidireccionalmente.
- El sistema debe contar con antenas amplificadoras para garantizar el envío y recepción de información.

Dimensiones

- El diseño tridimensional debe contemplar el uso de antenas para la comunicación
- La unidad de control requerirá un modelo tridimensional hermético y transportable. Debe poder alojar el microcontrolador, módulo de comunicación a sensores, módulo de comunicación a internet y componentes para la energización. Para ello se debe contar con un agarradero para su transporte y una tapa.
- Dado que la unidad de sensado deberá medir la humedad en tres profundidades y ser enterrada, su modelo tridimensional tiene que disponer de tres estacas de las profundidades diferentes.
- Su material debe ser capaz de resistir la humedad y no deteriorarse. Además, este debe ser lo suficientemente hermético para impedir el paso de partículas y objetos del suelo

Energización

- La unidad de control funcionará con la energía proveniente de la red eléctrica (en este caso: grupo electrógeno), para ello se debe usar un circuito de potencia que permita obtener un voltaje de 3.3 V.
- El sistema debe tener un conector tipo enchufe a la toma eléctrica.

- Cada unidad de sensado debe estar apta para trabajar con baterías de 3.7 V.
- El sistema de energización de la unidad debe ser desarrollado de manera que

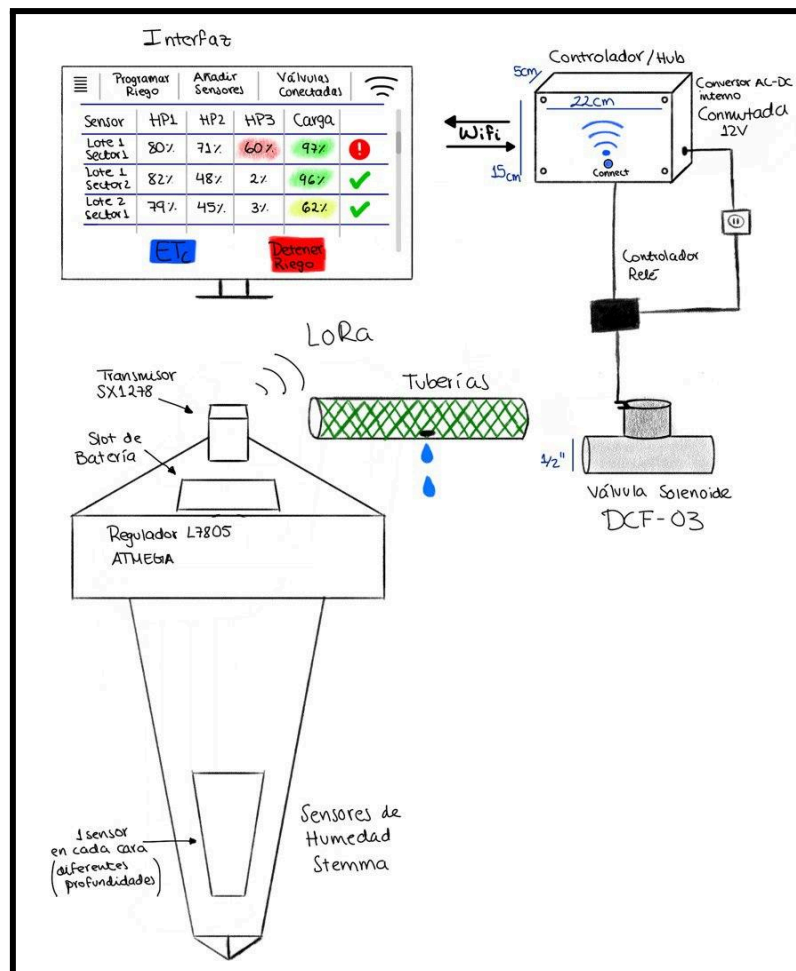
Despliegue de información

- Se debe reunir toda la información recolectada en un aplicativo web
- El aplicativo debe mostrar en tiempo real los valores de cada parámetro captado
- Mediante este aplicativo, el usuario podrá accionar las válvulas manejando un estado de ON/OFF
- **Nuevo: el usuario podrá definir los horarios y calendarizar el riego en la aplicación, que cambiará el estado de las válvulas automáticamente**
- El usuario podrá visualizar mediante gráficas el cambio de las variables a medir
- La interfaz para el usuario será en un entorno visualmente amigable
- El usuario deberá poder definir el intervalo de tiempo entre cada registro de datos.

Almacenamiento de información (Nuevo)

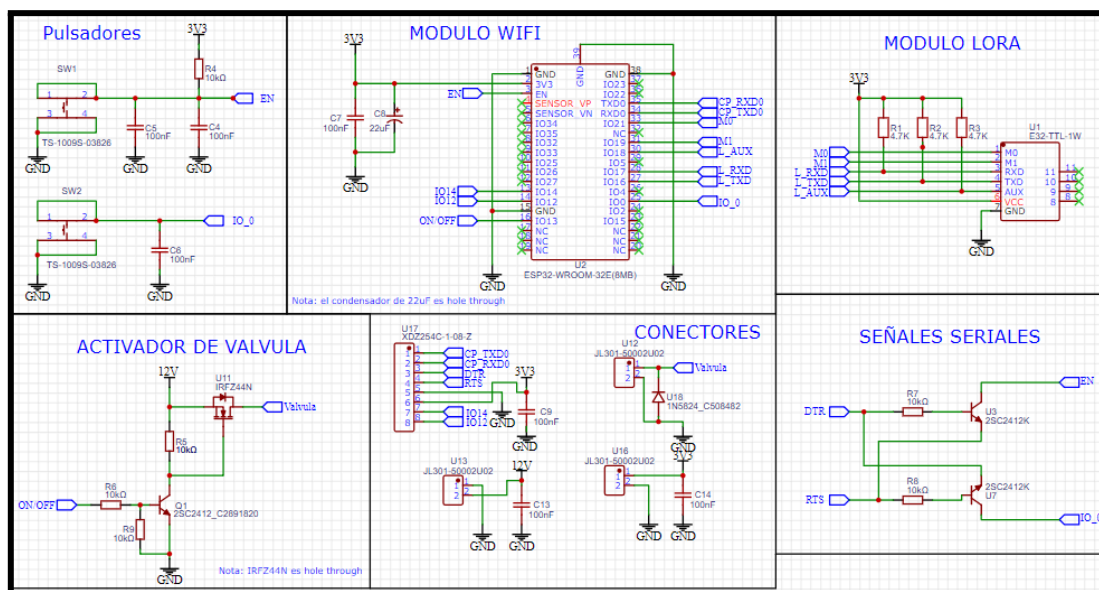
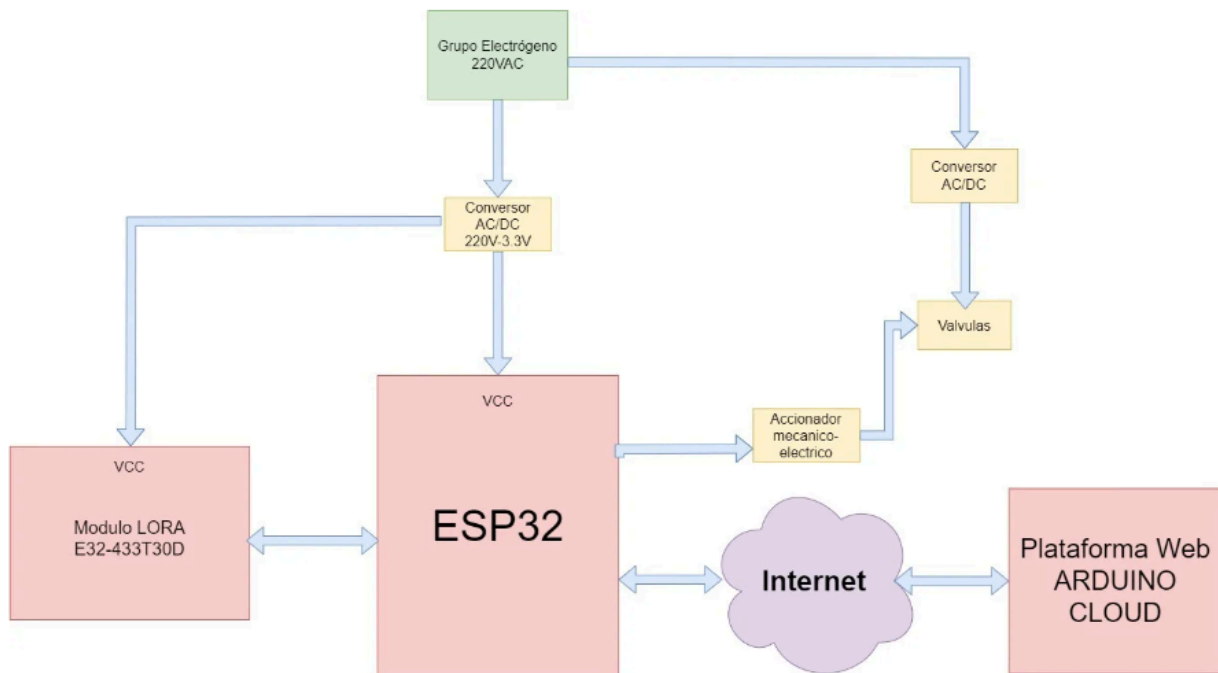
- El sistema debe almacenar los valores de las variables en una base de datos.
- Cada registro debe indicar la medición de cada variable (Humedad 1, Humedad 2, Humedad 3, Conductividad, Nivel de Batería). Además el registro debe indicar la fecha y hora de recolección.

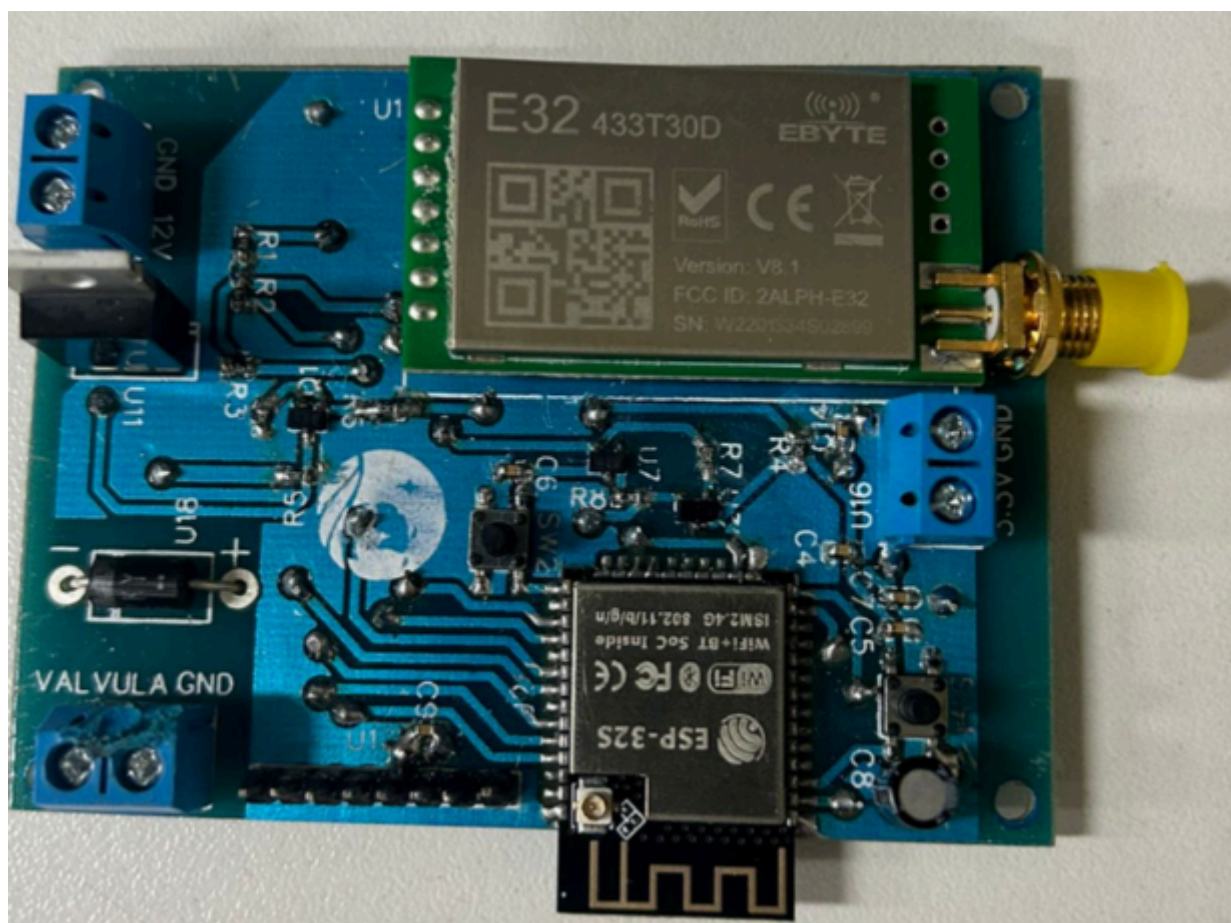
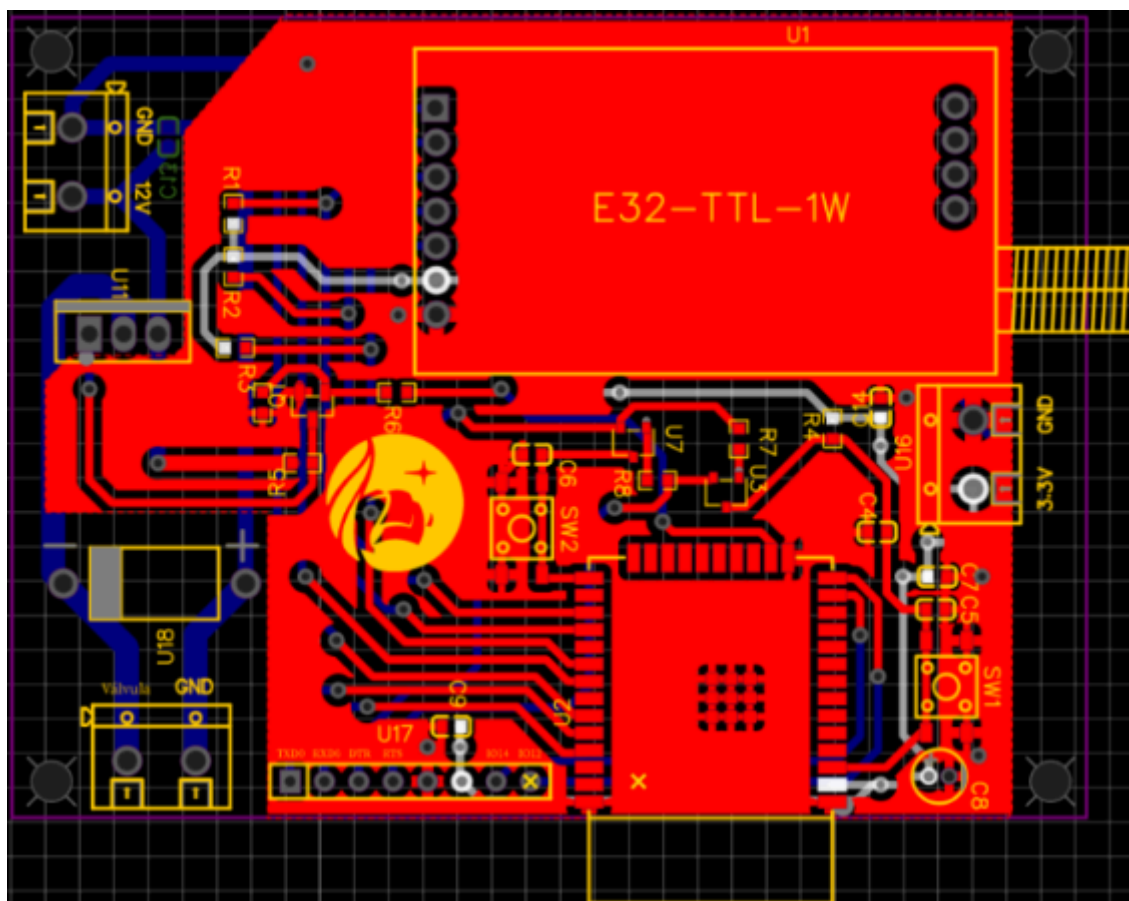
Descripción del Diseño Definitivo



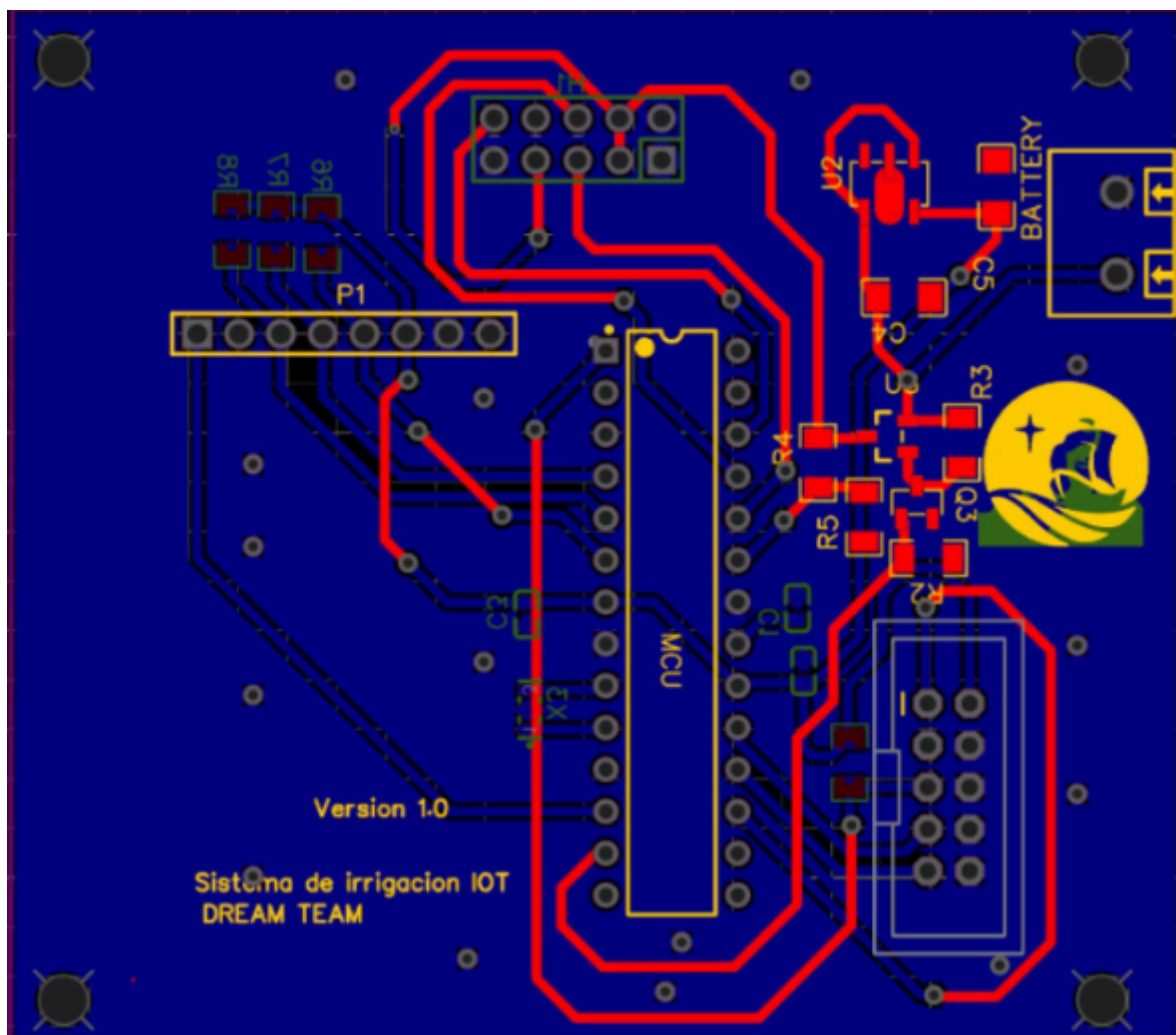
Unidad de control

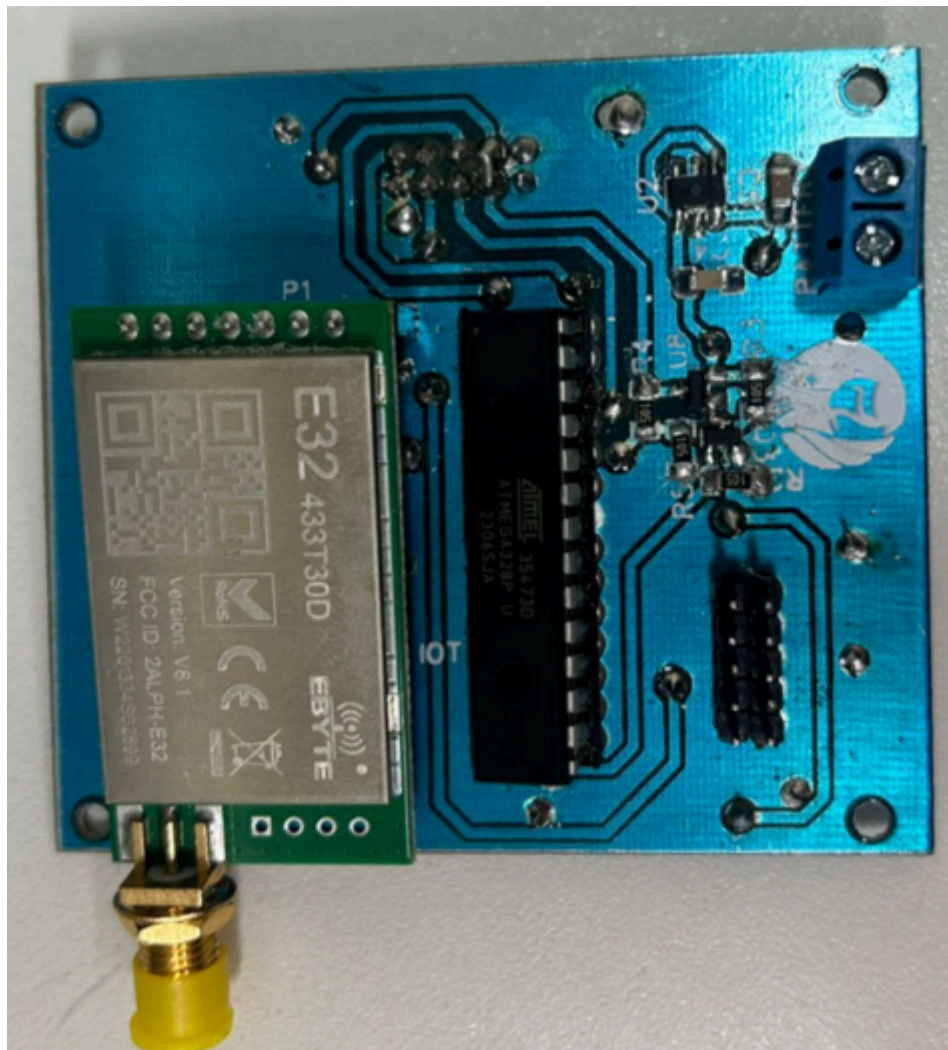
UNIDAD DE CONTROL



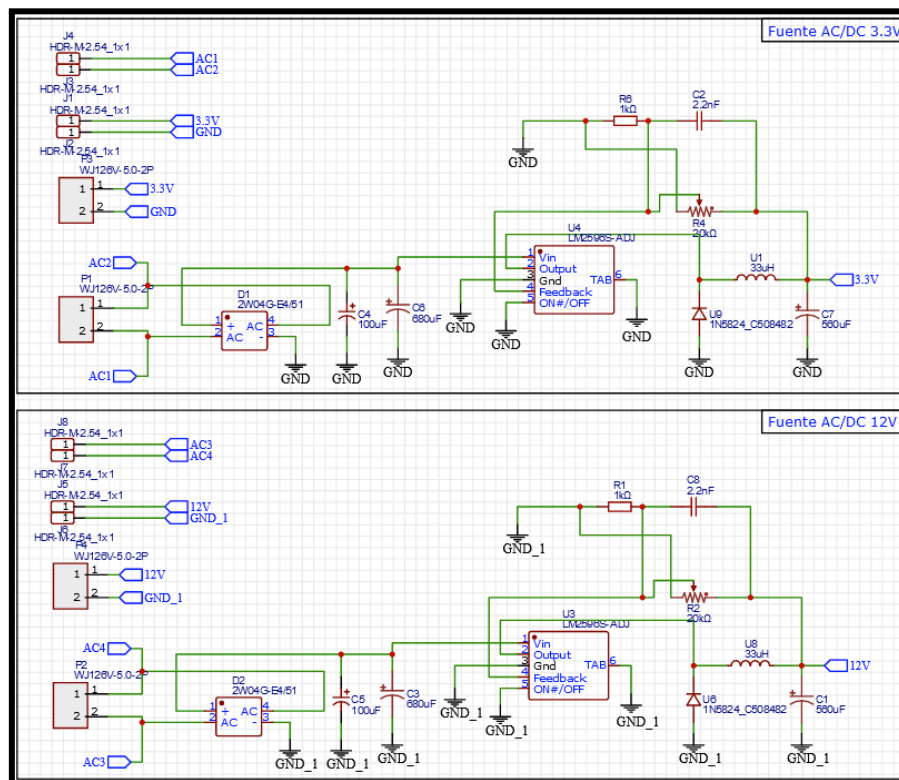


Unidad de sensado

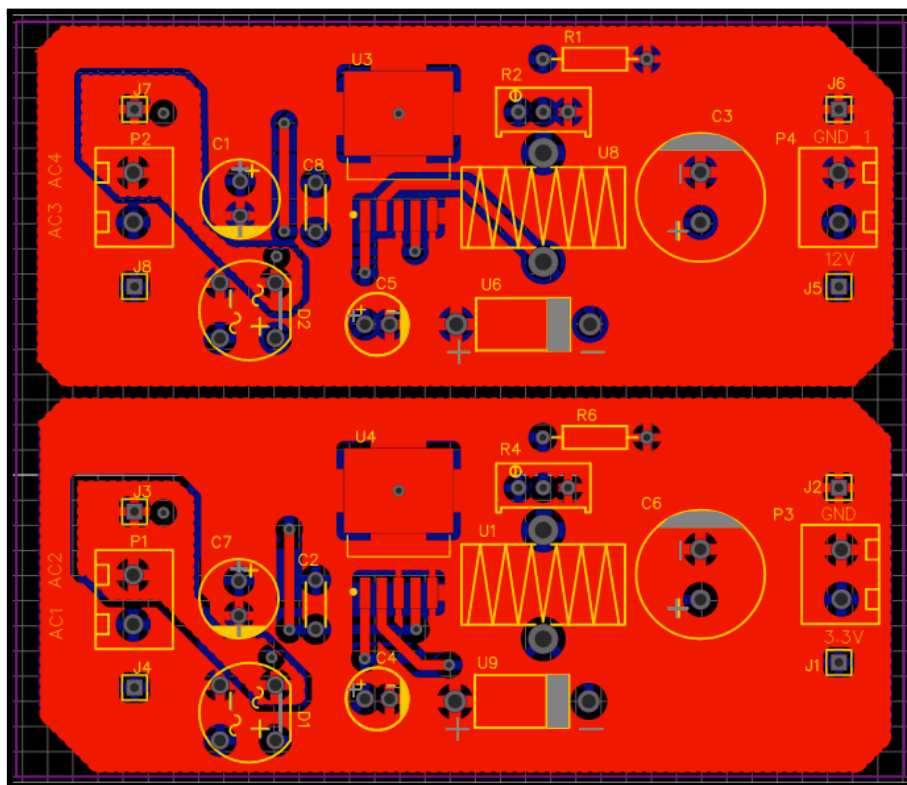




Fuente AC/DC 3.3V y 12V:



Se unificaron los PCB 's (Fuente AC/DC 3.3V y 12V) para optimizar el tamaño; se tiene en cuenta la disipación de calor pues el desarrollo del PCB unificado (ubicación de los componentes y huecos de disipación) va acorde a los modelos comerciales.



Presupuesto

Para Proyecto Electrónico 1 tuvimos un presupuesto de \$300, o S/1080 para desarrollar la totalidad del sistema. Si bien casi todo el presupuesto fue utilizado, no todo terminó siendo parte del prototipo final. El costo de cada parte del sistema se muestra en las siguientes tablas.

Unidad de Sensado			
Componente	Precio Unitario (S/)	Cantidad	Total (S/)
XC6220B331 Regulador Lineal	4	1	4
Batería 3.7V 3AH	24.9	2	49.8
ATMega328P	26	1	26
Crystal 8MHz	1	1	1
Sensor de Humedad HW390	7	3	21
MOSFET BSS84P	1.22	1	1.22
MOSFET 2N7002	1	1	1
Módulo LoRA	80	1	80
Portabaterías	3	1	10
Adicionales	10	1	3
Fabricación	36	1	36
		Total	233.02

Unidad de Control			
Componente	Precio Unitario (S/)	Cantidad	Total (S/)
Switches	0.4	2	0.8
ESP32	25	1	25
LoRA	80	1	80
IRFZ44N	2	1	2
2SC2412	1	3	3
1N5824	0.7	1	0.7
Adicionales	15	1	15
Fabricación	36	1	36
		Total	162.5

Energía y Válvulas			
Componente	Precio Unitario (S/)	Cantidad	Total (S/)
Válvula Solenoide	29	1	29
Transformador	30	1	30
LM2596-ADJ	5	2	10
Bobina 33uH	2	2	4
Adicionales	12	2	24
Fabricación	18	2	36
		Total	133

Dado que se implementaron dos unidades de sensado, una unidad de control y una unidad de energía y válvulas, el costo del sistema implementado resultó en, aproximadamente, 762 soles. Para Proyecto Electrónico 2 se estima que los costos de los componentes y fabricación serán similares a los de PE1, pero hay costos adicionales que debemos tener en cuenta. Por ejemplo, es importante considerar el precio del sensor de EC y el envío de los nuevos PCBs. A continuación se muestra un estimado de los nuevos costos, en base a promedios.

	Precio (S/)	Cantidad	Total
Costo Base	762	1	
Sensor EC		2	

Conversor Step-Up		2	
Envío PCBs		1	