Fecha de envío: 20/05/2024

SISTEMA DE MEDICIÓN DE HUMEDAD Y TEMPERATURA DE SUELOS PARA EL JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ JOSÉ CELESTINO MUTIS.

SOIL HUMIDITY AND TEMPERATURE MEASUREMENT SYSTEM FOR THE JOSÉ CELESTINO MUTIS BOTANICAL GARDEN OF BOGOTÁ.

Paola Tatiana Novoa Socha[1], Alejandro Rojas Ramos[2], Aldemar Fonseca Velásquez[3], Lili Vega[4], Claudia Porras[5].

Resumen*:* En la agronomía moderna, una gestión eficaz del riego es esencial para garantizar la productividad de los cultivos y proteger los recursos hídricos. Uno de los mayores desafíos para los agricultores es el riego excesivo, que provoca la degradación del suelo, la pérdida de nutrientes y costos adicionales; y por otro lado el riego insuficiente que implicaría un nivel de humedad inferior al rango apropiado para las plantas. Para resolver este problema, presentamos un proyecto que se centra en el desarrollo de un sistema de monitoreo de la

[1] Tecnóloga en Electrónica Industrial. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Semillero DERIVE

[2] Tecnólogo en Electrónica Industrial. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Semillero DERIVE

[3] Ingeniero Electrónico, MsC Ingeniería Biomédica. Profesor de planta Universidad Distrital Francisco José de Caldas, grupo de investigación INTEGRA. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7904-4676

[4] Referencia Lili Vega

[5] Referencia Claudia Porras

humedad y temperatura del suelo basado en sensores. Nuestro proyecto busca no solo resolver un problema común en la agronomía, sino también a promover la innovación y la introducción de tecnologías avanzadas en beneficio de la sociedad y el medio ambiente. La implementación de sistemas de seguimiento en la humedad y la temperatura del suelo es un paso hacia un futuro sostenible y rentable.

Palabras clave: Sensores, adquisición de datos, IoT, diseño web, procesamiento de datos, microcontrolador.

Abstract: In modern agronomy, effective irrigation management is essential to ensure crop productivity and protect water resources. One of the biggest challenges for farmers is over-irrigation, which causes soil degradation, nutrient loss and additional costs. To solve this problem, we present a project that focuses on the development of a sensor-based soil humidity and temperature monitoring system. Our project seeks not only to solve a common problem in agronomy, but also to promote innovation and the introduction of advanced technologies for the benefit of society and the environment. The implementation of soil moisture and temperature monitoring systems is a step towards a sustainable and profitable future.

Key Words: Sensors, data acquisition, IoT, Web design, data processing, microcontroller.

1. Introducción

Los sensores de humedad y temperatura aunados al internet de las cosas IoT, están teniendo un gran impacto en una amplia gama de aplicaciones, desde la agricultura y la manufactura hasta los hogares inteligentes. Con la tecnología IoT se permiten la recopilación instantánea

de datos para tomar decisiones más inteligentes y eficientes; y promete aplicaciones más acordes con los requerimientos específicos en muchos aspectos de nuestra vida diaria.

De acuerdo con Hernández Cesar los dispositivos IoT en la actualidad han aumentado debido a las capacidades de conectividad que tienen esos dispositivos para ayudar a las tareas de los seres humanos [1]. Los avances tecnológicos permiten una interoperabilidad con los dispositivos electrónicos cada vez mejor, por ejemplo, las nuevas gamas de microcontroladores de bajo costo, que permiten la transmisión de datos y comunicación con servicios de la nube; donde finalmente se puede alojar una aplicación web para la visualización de los datos obtenidos [2]. Sabiendo esto, se puede decir que para un dispositivo IoT en la actualidad, el componente principal utilizado es un microcontrolador que cuente con tecnología Wifi, Bluetooth o alguna forma de comunicación inalámbrica, con lo cual se obtiene un dispositivo que facilita el monitoreo y control del sistema en cualquier parte del mundo [3].

Para mantener el nivel de humedad adecuado, el primer paso requerido es tener los datos disponibles, para así realizar el control y mantener en buen estado el suelo o los cultivos necesarios. En la actualidad este tipo de requerimientos se pueden satisfacer por medio de la tecnología IoT que contribuyen a evitar los bajos rendimientos y perdidas agrícolas, con ayuda de sensores y un control remoto en los terrenos [4]. Este tipo de tecnología implementada ayuda al usuario a tener un manejo del sistema de manera remota, observando el cambio de las variables importantes en sus suelos desde plataformas diseñadas y bases de datos de los datos de humedad y temperatura requerida para cada cultivo o suelo [5].

Como lo planteó Carrillo, Miguel, la conexión a distintos dispositivos electrónicos a través de esta tecnología de comunicación cumple con el objetivo de compartir información y así mantener un control responsable, utilizando como herramienta el IoT para ayudar en la toma de decisiones para los riegos de mejor manera, y así mismo realizar mediciones en distintos terrenos a diferentes climas que son importantes para la producción agrícola [6].

En este contexto, se plantea este proyecto que se realiza con el fin de permitir un control adecuado de los suelos. Para lo cual, se realiza un monitoreo de la humedad y temperatura por medio de sensores, se recolecta la información por medio de un microcontrolador que usa tecnología IoT y finalmente se lleva a servicios de la nube para el almacenamiento y visualización de los datos. Se espera que la implementación del sistema de monitoreo y control de humedad y temperatura del suelo diseñado con tecnología IoT contribuya a la sostenibilidad agrícola al reducir el desperdicio de agua, preservar la calidad del suelo y aumentar la productividad de los cultivos. Además, se espera tener un impacto positivo en la conservación de recursos hídricos y la reducción del impacto ambiental.

2. Desarrollo del tema

La contribución del proyecto se fundamenta en el funcionamiento integrado de la adquisición de datos por medio de los sensores de humedad del suelo y temperatura, la transmisión de los datos a la nube y la aplicación web para la visualización de los datos. El desarrollo de la parte de adquisición de datos y transmisión a la nube se realiza utilizando el microcontrolador ESP32; mientras que la aplicación web se realiza utilizando el lenguaje de programación

HTML, CSS, JS, lo anterior probado en un entorno controlado. A continuación, se presenta una descripción de cada uno de los componentes utilizados.

2.1. Estructura del hardware del proyecto

A continuación, se presenta el diagrama de bloques del sistema general:

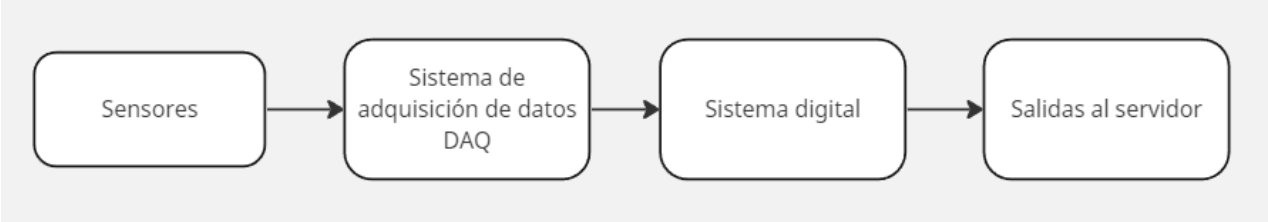

Figura 1 Diagrama de bloques del sistema general.

En la Figura 1 se presenta el diagrama de bloques estructural; el primer bloque representa los sensores, en el cual se seleccionan los sensores con mejor adaptación al entorno establecido. Para el sensor de humedad del suelo se emplea el HD-38 y para el sensor de temperatura se trabaja con el PT100 de 3 hilos. El siguiente bloque es el sistema de adquisición de datos DAQ, el cual permite realizar la recolección de los datos y, por último, el bloque de salidas al servido, el cual es donde se hace la recolección y almacenamiento de datos vía internet de cada sensor y esto serán visualizados en una página web.

El módulo de memoria, es un módulo compatible con memorias micro SD comúnmente empleadas en teléfonos móviles, tiene varias aplicaciones como registrador de datos, audio, vídeo y gráficos.

El módulo ampliará enormemente la capacidad de la ESP32 LILYGO, cuenta con una interfaz SPI y fuente de alimentación de 3.3V a 5V.

Para el acondicionamiento de los sensores se diseña un circuito para el sensor de humedad del suelo, este nos permitirá reducir el ruido logrando disminuir la variación de estos datos, para el sensor de temperatura se emplea el módulo MAX31865, para el desarrollo del proyecto se realiza el siguiente código para la configuración del MAX31865.

Algunas de las características a resaltar del módulo MAX31865:

- Permite obtener de forma sencilla y confiable las mediciones de temperatura de los sensores PT100 de 2, 3 o 4 hilos, convierte la señal analógica a digital, con una resolución de 15 bits, generando así una resolución nominal de 0.03125°C.
- Permite la configuración del número de hilos que posee el sensor, esta configuración depende de tres jumpers que se encuentran impresos en la pcb del módulo [7].
- Tensión de operación 3- 5VDC.
- Precisión: 0.5°C
- Resolución de 15 bits
- Modo de salida: Protocolo SPI.

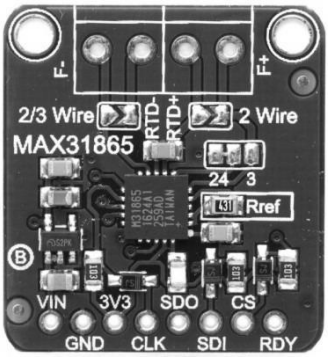

Figura 2 Modulo MAX31865. Fuente: https://www.sigmaelectronica.net/wp-content/uploads/2019/09/TARJ-MAX31865.jpg

Figura 2. Es el módulo MAX31865 empleado para la calibración del sensor de temperatura tiene diferentes configuraciones que se pueden ajustar dentro de la placa, en este caso depende de los cables que tenga el sensor la configuración es desde 2 a 4 cables máximo.

Diseño de circuito para el sensor de humedad del suelo:

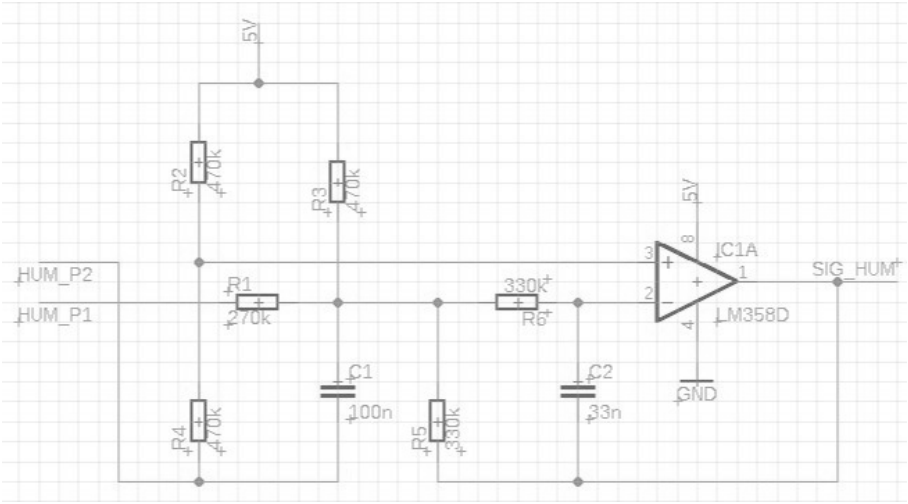

Figura 3 Esquemático circuito para estabilizar el sensor de humedad del suelo.

Figura 3. Este circuito se emplea para estabilizar el sensor de humedad del suelo, los componentes empleados son el amplificador operacional LM358P, resistencias de 470k, 270k, 330k y 2 condensadores de 100nF y 33nF se alimenta el amplificador operacional a 5V.

2.2. Módulo de adquisición de datos en el firmware

El sistema de adquisición de datos tiene la finalidad de obtener los datos de los sensores de humedad del suelo y temperatura, después se realiza un procesamiento digital de estos datos por medio del microcontrolador ESP32. Esto se desarrolla a través ambiente (IDE) Arduino.

```
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
#include "FS.h"
#include <Adafruit_MAX31865.h>
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <math.h>

#define MOSI_PIN 23
#define MISO_PIN 19
#define SCK_PIN 18
#define CS_SD 5       // Pin de chip select para la tarjeta SD
#define CS_TEMP 15      // Pin de chip select para el sensor de temperatura
#define RREF      430.0
#define RNOMINAL  100.0
//valores para configurar la rt
#define uS_TO_S_FACTOR 1000000  /* Conversion factor for micro seconds to seconds */
#define TIME_TO_SLEEP 30       /* Time ESP32 will go to sleep (in seconds) */



RTC_DATA_ATTR int bootCount = 0;
RTC_DATA_ATTR int data2 = 0;
```

Figura 4 Segmento de código en el cual se incluyen las librerías empleadas y las variables

En la Figura 4. Se presenta el código en el cual se procede a la configuración de algunos módulos de hardware utilizados, como lo es el módulo de memoria micro SD y el módulo de acondicionamiento analógico del sensor de temperatura PT100, MAX31865.

```
void humedad(){

  for (int i = 0; i < 20; i++) {
    sensorValue = analogRead(pinHumedad); // Lee el valor analógico del pin A0
    voltaje = sensorValue * (3.3 / 4095); // Convierte el valor leído en voltaje
    voltaje= voltaje+0.07;
    sumVoltaje += voltaje; // Agrega el voltaje actual a la suma total
    delay(500);
  }
  averageVoltaje = sumVoltaje / 20;
  averageVoltaje=averageVoltaje+0.04;
  Serial.println("promedio: "+ String(averageVoltaje, 2));
  //valor_mapeado = map(sensorValue, 0, 4095, 0, 100);
  //Serial.println(valor_mapeado);
  y = (1.1065*(pow(averageVoltaje,5))-9.4343*(pow(averageVoltaje,4))+30.327*(pow(averageVoltaje,3))-45.387
  Serial.println(y);
  Serial.println(" humedad");
}
```

Figura 5 Función de la obtención de datos del sensor de humedad.

Figura 5. Se obtiene los datos del sensor de humedad, convierte el valor leído en voltaje, se realiza un promedio de los datos para obtener un valor más preciso del ADC.

```
void setup() {

  Serial.begin(9600);
  Serial.println();

  ++bootCount;
  Serial.println("Boot number: " + String(bootCount));
  esp_sleep_enable_timer_wakeup(TIME_TO_SLEEP * uS_TO_S_FACTOR);
  delay(1000);

  SPI.begin(SCK_PIN, MISO_PIN, MOSI_PIN);

  // Inicializa la tarjeta micro SD
  while(!SD.begin(CS_SD)) {
    Serial.println("Error al inicializar la tarjeta SD");
  }

  // Inicializa el sensor de temperatura
  thermo.begin(MAX31865_3WIRE);

  pinMode(CS_SD, OUTPUT);
  pinMode(CS_TEMP, OUTPUT);

  // Desactiva ambos dispositivos al inicio
  digitalWrite(CS_SD, HIGH);
  digitalWrite(CS_TEMP, HIGH);
}
```

Figura 6 A continuación del código con la función void setup donde se realiza toda la configuración e iniciación del código y la función humedad para la configuración y adquisición de datos del sensor de humedad.

Figura 6 es la función setup en el cual se realiza la inicialización de la ESP32 a 9600 baudios, se inicia el protocolo SPI: MOSI, MISO y SCK.

2.3. Calibración de sensores

Es importante calibrar los sensores con respecto a valores de referencia, para tener certeza en los datos obtenidos. Se emplearon diferentes metodologías para la calibración del sensor:

2.3.1 Diseño de circuito

Se realiza el diseño de un circuito que nos permita reducir el ruido y mantenga estable el sensor para esto se empleó el LM358P que se alimenta a 5VDC, resistencias y condensadores como se muestra en la Figura 3.

2.3.2 Ajustes en la programación

Se realizan pequeños ajustes en la programación de aproximadamente ±3 % de los valores, esto para acercaros a los datos reales.

2.3.3 Pruebas y comparación con sensores del JBB

La última y mas importante prueba es la de comparar una gran cantidad de datos con uno de los sensores del Jardín Botánico ya calibrado en este caso se emplea el ProCheck (Es un sensor agroambiental el cual permite sensar la humedad del suelo, temperatura y otras medidas, contaba con una memoria de 5.000 lecturas y conexión al PC mediante cable USB) se realizaba la comparación y después se ajusta en la programación. De esta forma se logró obtener valores precisos e idénticos al ProCheck

2.4. Desarrollo de la aplicación web

El desarrollo de la página web se realiza mediante Visual Studio Code (VS Code) es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft. Es un software libre y multiplataforma [8]. Por medio de este editor podemos desarrollar el código para una página web que consta del HTML, CSS Y JS, lo que equivale a nuestro front end. Es decir, en este apartado se ve todo lo que ve el usuario la parte visual, imágenes, interacción con botones, gráficos y muchas funciones más.

Y nuestro back end, se compone del FLASK, el microcontrolador ESP32 LILYGO, PYTHON y otras funciones más, el cual es la parte encargada de obtener los datos, hacer la conexión de internet, enviar los datos, guardar los datos, publicar los datos y demás funciones.

Ambas son importantes para lograr obtener un desarrollo web ordenado, fácil de interpretar para el usuario y efectivo.

```
templates > index.html
<!DOCTYPE html>
<html lang="es">
  <head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <meta name="viewport" content="width=device-width">
    <link href="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@5.3.3/dist/css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet" integrity="
    <link href="..\static\css\style.css" rel="stylesheet" />
    <link rel="icon" href="..\static\imagenes\arbol2.ico" type="imagenes/arbol2.ico">
    <title>Inicio UD-JBB</title>
  </head>
  <body class="body-index">
    <header class="head-index">
      <h1 class="logo-container">
        <img src="..\static\imagenes\logoJBB.png" alt="logoJBB"">
        <img src="..\static\imagenes\logoUD.png" alt="logo"">
      </h1>
    </header>
    <div class="container">
      <div class="backbox">
        <div class="loginMsg">
          <p class="title">MONITOREO DE HUMEDAD Y TEMPERATURA DEL SUELO EN EL JARDÍN BOTÁNICO</p>
        </div>
      </div>
    </div>
      <!-- backbox -->
```

Figura 7 Index.html de la página web

Figura 7. Es la pagina principal de la página donde el usuario se encuentra con una interfaz para ingresar sesión con unas credenciales que asignamos nosotros, ya que esta pagina es única y exclusiva del personal del JBB por lo que no será posible crear una cuenta.

Figura 8 Diseño de la página “inicio de sesión”.

En la Figura 9 se muestra la parte del diseño y estilo que le queremos dar a la página se posiciona cada uno de los elementos donde deseemos, siguiendo la teoría de los colores para mantener unas pautas en la combinación de colores y la armonía lo cual permite que sea un ambiente amigable para el usuario al momento de hacer uso de la plataforma.

El algoritmo contiene numerosas líneas de código. Sin embargo, dado que muchas de estas líneas son repetitivas para cada ítem, se han omitido para simplificar la presentación. En su lugar, se muestra solo una parte representativa, enfocándose en los elementos más relevantes, como gráficos de barras, colores, y posicionamiento.

static > css > style.css > .sidebar-list

```
.body-index{
  background-image: url('../imagenes/fondo.jpeg');
  background-size: cover;
  background-position: right top;
  background-repeat: no-repeat;
  background-attachment: fixed;
  font-family: 'Roboto', sans-serif;
  margin: 0;
}
/*esto sirve para colocar el cabezado donde aparecen los logos*/
.head-index{
  background-color: rgba(255, 255, 255, 0.479);
  padding: 5px 0;
}
/*esto me ayuda a cuadrar los elementos dentro del contenedor de las imagenes (encabezado)*/
.logo-container {
  display: flex;
  justify-content: flex-end; /* Alinea los elementos al final del contenedor (derecha) */
  align-items: center; /* Alinea los elementos verticalmente en el centro */
  margin-right: 10px; /* Ajusta este valor según sea necesario */
}

.logo-container img {
  margin-left: 30px; /* Espacio entre las imágenes */
}

/*aca se arregla donde aparece el cuadro azul transparente*/
.container{
    /*border:1px solid white;*/
    width: 200%;
    height: 300px;
    position: absolute;
```

Figura 9 Configuración de estilo (Style.css)

En la Figura 10 se muestra la configuración del Dashboard, es decir, la página que después de realizar el ingreso de usuario aquí ya puede visualizar los datos, interactuar con la graficas.

De igual forma al ser un código extenso se enseña lo más importante, que son las librerías, los gráficos y las demás cosas visuales como son los iconos, fuente, etc.

templates > dj admin.html

```
1  <!DOCTYPE html>
2  <html lang="es">
3    <head>
4      <meta charset="utf-8">
5      <meta name="viewport" content="width=device-width,initial-scale=1.0">
6      <meta name="viewport" content="width=device-width">
7      <title>UD-JBB</title>
8
9      <!-- Montserrat Font -->
10     <link href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Montserrat:wght@100;200;300;400;500;600;700;800;900&display=sw
11
12     <!-- Material Icons -->
13     <link href="https://fonts.googleapis.com/icon?family=Material+Icons+Outlined" rel="stylesheet">
14     <link href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Material+Symbols+Outlined" rel="stylesheet" />
15
16
17     <!-- Custom CSS -->
18     <link href="..\static\css\style.css" rel="stylesheet" />
19     <link rel="icon" href="..\static\imagenes\arbol2.ico" type="imagenes/arbol2.ico">
20   </head>
21   <body class="body-admin">
22     <div class="grid-container">
23
24       <!-- Header -->
25       <header class="header">
26         <div class="menu-icon" onclick="openSidebar()">
27           <!-- <span class="material-icons-outlined">menu</span> -->
28         </div>
29         <div class="header-left">
30           <h1>Medición de humedad del suelo y temperatura</h1>
31           <!-- <span class="material-icons-outlined">search</span> -->
32         </div>
```

Figura 10 Configuración del Dashboard

En la Figura 11 se muestra el complemento de la Figura 10 en esta página se visualizan los datos mediante un Dashboard, y también un panel de selección del punto.

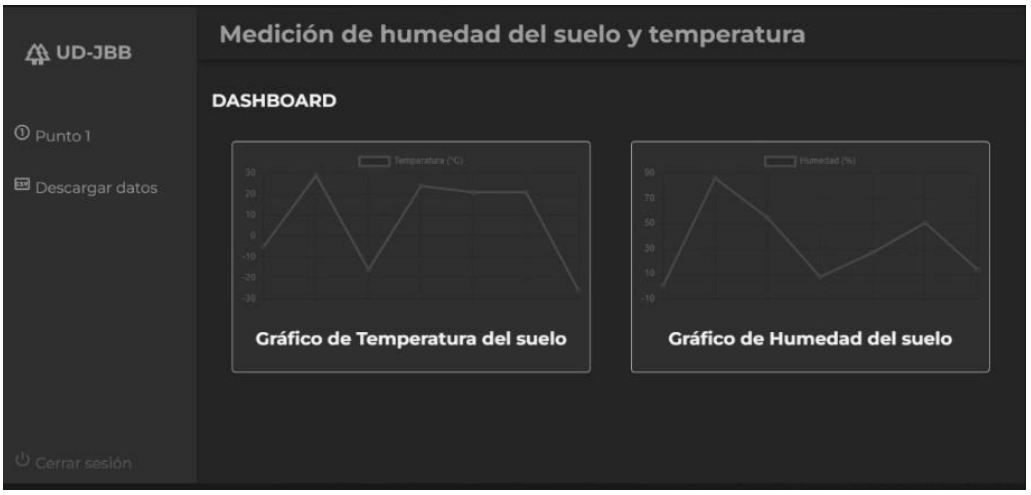

Figura 11. Dashboard de la página web.

La Figura 11 Es la visualización del dashboard en este apartado el usuario ya puede ver las graficas e interactuar con ellas, también puede descargar un Excel con los datos obtenidos.

2.5. Diseño de la PCB

Es importante tener todos los componentes en un solo lado ordenado, evitando las desconexiones y que esto pueda ocasionar un corto y afectar alguno de los componentes por lo que es indispensable el desarrollo de una PCB, para esto empleamos el software de autodesk EAGLE versión 9.2.0 free.

Empezamos desarrollando el esquemático con todos los componentes y módulos que se van implementar en el proyecto, obteniendo el siguiente esquemático.

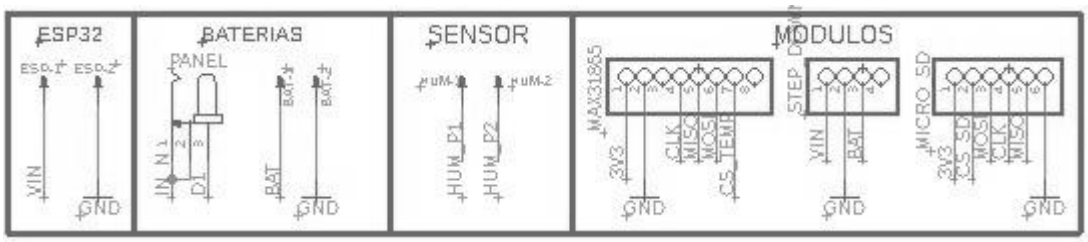

Figura 12 Bloque de la batería, sensor de humedad del suelo y la alimentación de la ESP32, ESP32 LILYGO y módulos.

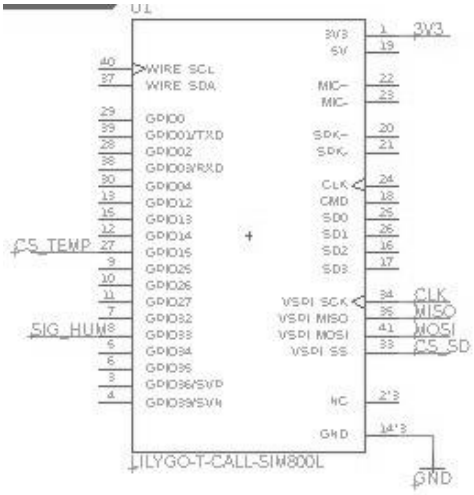

Figura 13 Pines de la ESP32-LILYGO.

Para la parte final se ubican cada uno de los componentes en la board que fueron seleccionados previamente durante el diseño del esquemático, se realizan las vías procurando seguir los estándares de diseño de PCB.

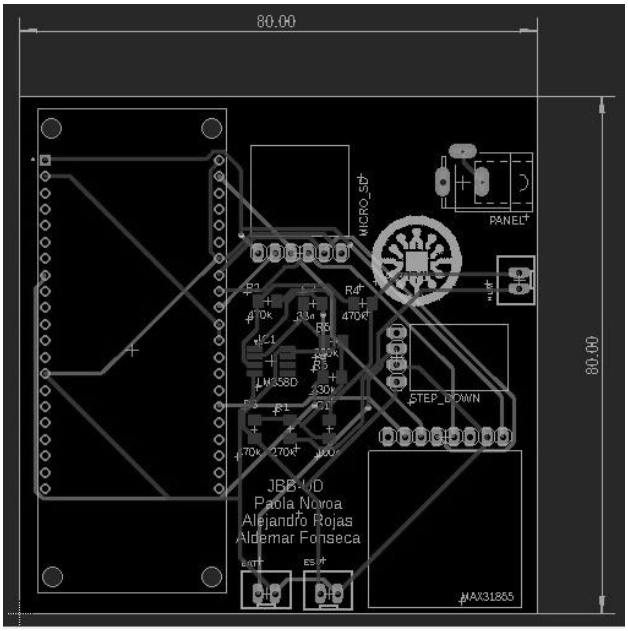

Figura 14 Diseño de la PCB con los componentes y rutas.

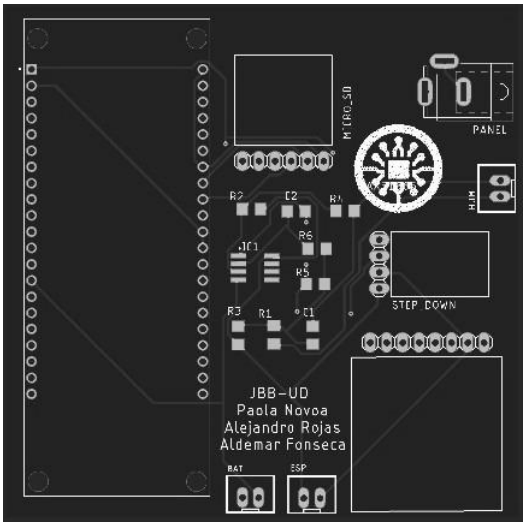

Figura 15 Diseño final de la PCB.

3. Conclusiones

La calibración de los sensores de humedad del suelo y temperatura constituyen un gran porcentaje del trabajo realizado dado que toca ejecutar una gran cantidad de pruebas ajustar el código o diseñar algún circuito para reducir el ruido, comparar con otros instrumentos las mediciones y probarlo en diferentes ambientes y circunstancias.

El uso de tecnología IoT para monitorear la humedad del suelo y la temperatura ofrece una herramienta eficaz para la gestión de recursos agrícolas. Al proporcionar mediciones en tiempo real, el personal del Jardín Botánico puede optimizar el riego y ajustar las prácticas agrícolas para maximizar el rendimiento de los cultivos.

Al implementar un sistema de este tipo, el personal del Jardín Botánico puede reducir los costos asociados con el riego excesivo o insuficiente. Al proporcionar mediciones precisas y en tiempo real, el sistema ayuda a evitar el desperdicio de agua y energía, lo que se traduce en ahorros significativos a largo plazo.

Para el diseño de la PCB es importante tener en cuenta que componentes se van a implementar tener clara sus dimensiones y en caso de ser necesario diseñar el componente, posicionar correctamente los componentes en la PCB para que al momento de enrutar cada componente no se dificulte y tener una buena práctica al momento de realizar esto siguiendo ciertas normas de diseño.

Este proyecto demuestra el potencial de la tecnología IoT en el ámbito agrícola y su capacidad para adaptarse a diferentes tamaños de operaciones. Con la capacidad de agregar sensores

adicionales y expandir la red, el sistema puede escalar para satisfacer las necesidades del Jardín Botánico a medida que sus operaciones crecen o evolucionan.

El desarrollo web utilizando Flask, junto con la implementación del sistema de medición de humedad del suelo y temperatura IoT, representa un avance significativo en la modernización de la gestión agrícola. Esta integración proporciona al personal una plataforma accesible y fácil de usar para monitorear y controlar sus campos desde cualquier ubicación.

4. Referencias

[1] Unirioja.es. [En línea]. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8652919. [Accedido: 19-abril-2024].

[2] Edu.ec. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.ug.edu.ec/items/7e63537b-4b7d-479e-9f2e-84b5024eaf2c. [Accedido: 19-abril-2024].

[3] S. Berrios Gómez, “Diseño de un sistema IOT para el monitoreo y control del cultivo de lechugas en un invernadero”, Universidad Privada de Tacna, 2022. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2362. [Accedido: 19-abril-2024].

[4] C. Maraveas y T. Bartzanas, “Aplicación de internet de las cosas (IoT) para entornos de invernadero optimizados”, Magna Sci. UCEVA, vol. 2, no 2, pp. 253–268, 2022. [En línea]. Disponible en: http://revistas.uceva.edu.co/index.php/magnascientia/article/view/57. [Accedido: 19-abr-2024].

[5] Edu.ec. [En línea]. Disponible en: http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/16834. [Accedido: 19-abril-2024].

[6] M. C. Alarcón, O. A. Hernández, M. Á. S. Martínez, y R. R. Franco, “Sensores y arquitecturas IoT para caracterización de suelos, revisión sistemática de literatura”, RINDERESU, vol. 7, no 1–2, 2023. [En Linea]. Disponible en: http://www.rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/147. [Accedido: 19-abril-2024].

[7] “TARJ MAX31865 - Sigma Electrónica”, Sigma Electrónica. [En línea]. Disponible en: https://www.sigmaelectronica.net/producto/tarj-max31865/. [Accedido: 19-abril-2024].

[8] F. Flores, “Qué es Visual Studio Code y qué ventajas ofrece”, Openwebinars.net, 22-jul-2022. [En línea]. Disponible en: https://openwebinars.net/blog/que-es-visual-studio-code-y-que-ventajas-ofrece/#:~:text=Visual%20Studio%20Code%20. [Accedido: 19-abril-2024]