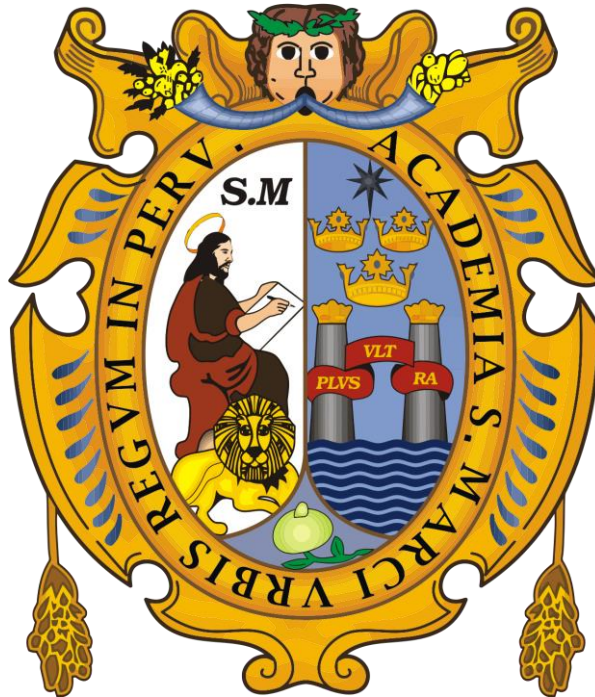


UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMATICA



PROYECTO: SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO POR GOTEO

CURSO:

INTERNET DE LAS COSAS

PROFESOR:

YESSICA ROSAS CUEVA

INTEGRANTES:

- | | |
|----------------------------------|----------|
| ■ Flores Díaz, Juan Elías | 19200015 |
| ■ Guzmán Flores, Patrik Harold | 19200233 |
| ■ Rubina Caldas Max Israel Josue | 19200178 |

2022

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. Estado del arte	4
1.2. Planteamiento del problema	4
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo General	5
1.3.2. Objetivo Específico	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Humedad del suelo	5
2.2. Humedad relativa	5
2.3. Temperatura	6
2.4. Riego por goteo	6
2.5. Arduino IDE	7
2.6. Node Red	7
2.7. MySQL	7
2.8. Plan de maíz	7
2.9. Tinkercad	7
3. COMPONENTES DEL SISTEMA	8
4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	9
4.1. Diseño de la implementación del circuito	10
4.2. Diseño de la implementación en Node Red	10
4.3. Diseño de la base de datos	12
4.4. Implementación del circuito	13
5. RESULTADOS	16
6. CONCLUSIONES	16
7. BIBLIOGRAFÍA	17
8. ANEXOS	18
8.1. Enlace del video	18
8.2. Código fuente	19

INDICE DE FIGURAS

Figura1. <i>Diseño de la conexión del sistema de riego.</i>	10
Figura2. <i>Implementación Node Red</i>	10
Figura3. <i>Lectura de sensor</i>	11
Figura4. <i>Lectura de sensor</i>	11
Figura5. <i>Campos de la tabla 'lectura sensor'</i>	12
Figura6. <i>Registro de las medidas de los sensores en mysql.</i>	12
Figura7. <i>Aplicación del sensor de humedad y sensor de lluvia con la planta de maíz.</i>	13
Figura8. <i>Aplicación del sensor de agua.</i>	13
Figura9. <i>Conexión del DHT22.</i>	14
Figura10. <i>Aplicación de la mini bomba de agua.</i>	14
Figura11. <i>Implementación de tubos filtrantes de agua a la planta de maíz.</i>	15
Figura12. <i>Conexión de sensores, min bomba, cargador de 6v y esp32.</i>	15
Figura13. <i>Implementación del ESP32.</i>	16

1. Introducción

1.1. Estado del arte

En total, se pudo encontrar tres artículos de investigación relacionados al proyecto a tratar.

El primero se titula *Sistema de riego por goteo automático utilizando una red de sensores inalámbricos* (Mayhua. et.al. 2015). En dicho proyecto, para el desarrollo de un sistema de gestión inteligente de riego por goteo utilizando una red de sensores inalámbricos tipo ZigBee. Además, el sistema está conformado por nodos terminales que se encargan de medir las condiciones ambientales del suelo. Los nodos ruteadores encargados de actuar sobre las válvulas solenoides de riego y establecer un tipo de comunicación tipo malla para, de este modo, encaminar las comunicaciones desde y hacia un nodo coordinador. La gestión y control de las funcionalidades del servidor se pueden realizar de forma remota mediante cualquier dispositivo que esté conectado a Internet, incluso desde dispositivos móviles. A partir de este proyecto se ha conseguido un ahorro de hasta 25,62% en el consumo de agua por hectárea y la producción por hectárea ha aumentado en 154.50 Kg, es decir en un 4.41%.

El segundo proyecto se titula *Implementación de un sistema automatizado de riego por goteo parcial* (Chulde, 2017). En este proyecto, mediante la recopilación de información de investigaciones realizadas en una institución universitaria se determinó el porcentaje ideal de humedad. Se utilizó un sistema de monitoreo con red estándar de comunicación, en tiempo real, para la telefonía móvil (GSM) mediante una aplicación móvil para la visualización de información de los sensores del sistema. Se demostró mediante la automatización del sistema un ahorro de agua aproximado del 40% con respecto al modo de riego manual. El sistema automatizado tiene una eficiencia del 98% de aceptabilidad a diferencia del sistema manual.

Por último, el tercer proyecto se titula *Diseño de un sistema automatizado para riego por goteo para palta Hass*. (Salcedo, 2014). En este proyecto, la variable humedad del suelo, se transforma a una señal eléctrica, la cual es acondicionada para su transmisión y posterior procesamiento. Esta información es digitalizada por el conversor análogo digital (ADC), y de esta forma, el controlador decide que acción se debe realizar con el actuador, que se trata de una válvula solenoide. Su operación consiste en la apertura y el cierre de la misma, con el objetivo de limitar el flujo de agua que será aplicada en los cultivos.

Además, se desarrolla un software de monitoreo basado en el programa Labview que permite visualizar la variable de proceso en una interfaz gráfica.

1.2. Planteamiento del problema

Es sabido que, en las zonas rurales, hay problemas de escasez de agua, lo cual afecta gravemente a la agricultura, tanto rudimentaria, como tecnificada. Los periodos de sequía son las principales causas de este problema. Por lo tanto, es necesario producir la mayor cantidad de productos posible con la menor cantidad de agua posible. Ante este problema, proponemos como método de ahorro de agua, un sistema de riego automático por goteo usando IoT.

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema automatizado de riego por goteo usando IoT, el cual podrá ser utilizado para que permita mantener el nivel requerido de agua requerido para cultivar plantas, particularmente una planta de maíz, y reducir el consumo del mencionado recurso hídrico.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Desarrollar la implementación del código y el armado de los materiales electrónicos a usar, para concretar la solución de manera física.
- Ahorrar agua en el cultivo de una planta de maíz.
- Desarrollar una base de datos para almacenar la información enviada por los sensores y un servidor de entorno visual para el monitoreo de los datos obtenidos por los sensores,
- Validar el sistema automatizado a través de simulaciones.

2. Marco teórico

2.1. Humedad del suelo

La humedad del suelo es expresada como la proporción de la masa de humedad con respecto a la masa de la muestra de suelo después de que ha sido secada a un peso constante, o como el volumen de humedad presente respecto al volumen total de la muestra de suelo.

El aporte de agua mediante riego o lluvias a lo largo del ciclo vegetativo del maíz es importante para su crecimiento, desarrollo, sanidad y rendimiento, siendo el requerimiento hídrico del cultivo en todo su ciclo, superior a los 550 milímetros, requiriendo las variedades precoces menos agua que las tardías. Las lluvias excesivas durante el ciclo vegetativo, sobre todo en condiciones de suelos pesados (arcillosos), inciden perjudicando el normal desarrollo de las plantas y el rendimiento.

2.2. Humedad relativa

Se relaciona con el grado de saturación de vapor de agua en el aire, es decir, mide la cantidad de vapor de agua en el aire en relación a la cantidad máxima que puede llegar a retener y se expresa en porcentaje.

La humedad atmosférica afecta la evaporación y en consecuencia, la efectividad de la lluvia o el riego sobre las plantas. La humedad del aire a nivel de las plantas depende de la densidad de la vegetación, la topografía, la naturaleza y la orientación del terreno, del viento y de la precipitación. Un fuerte grado de sequedad en el aire durante una semana o más afectan a las estomas de las hojas (principalmente la más viejas), que no recuperan su estado normal hasta que la humedad vuelve a su nivel habitual durante algunos días. En la noche, el maíz necesita un ambiente fresco y no demasiado húmedo.

2.3. Temperatura

La temperatura es una magnitud física que mide la energía térmica de una sustancia.

La energía térmica tiene que ver con el movimiento de las partículas que forman la materia. Entonces si un cuerpo tiene más temperatura que otro nos referimos a que sus átomos o moléculas se mueven a mayor velocidad. La

temperatura se suele entender relacionada con el calor (energía térmica) o ausencia de calor de un cuerpo.

Para una buena producción de maíz, la temperatura debe oscilar entre 20°C y 30°C, variando según el estado de desarrollo del cultivo conforme se aprecia en el cuadro.

Época	Temperatura Mínima(°C)	Temperatura Óptima(°C)	Temperatura Máxima (°C)
Germinación	10	20 - 25	40
Crecimiento vegetativo	15	20 - 30	40
Floración	20	21 - 30	30

2.4. Riego por goteo

Riego por goteo es un sistema de riego en donde el agua se aplica gota a gota, sin necesidad de mojar toda la superficie del suelo y con mucha frecuencia de aplicación. El agua se aplica en la proximidad de las plantas, mojando un cierto volumen de suelo, que es donde se desarrolla una gran parte del sistema radical. Por otra parte, el agua se suministra con mucha frecuencia, con lo cual el suelo se mantiene siempre a la capacidad de campo o muy próximo a ella, y las plantas lo absorben sin esfuerzo.

2.5. Arduino IDE

Es una aplicación multiplataforma que está escrita en el lenguaje de programación Java. Se utiliza para escribir y cargar programas en placas compatibles con Arduino, pero también, con la ayuda de núcleos de terceros, se puede usar con placas de desarrollo de otros proveedores.

2.6. Node red

Node-RED es una herramienta de programación para conectar dispositivos de hardware, API y servicios en línea de formas nuevas e interesantes.

Proporciona un editor basado en navegador que facilita la conexión de flujos utilizando la amplia gama de nodos de la paleta que se pueden implementar en su tiempo de ejecución.

2.7. MySQL

MySQL es el sistema de administración de bases de datos más popular, desarrollado y proporcionado por MySQL AB. Es un sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario. MySQL fue escrito en C y C++ y destaca por su gran adaptación a diferentes entornos de desarrollo, permitiendo su interacción con los lenguajes de programación más utilizados como PHP, Perl y Java y su integración en distintos sistemas operativos.

2.8. Planta de maíz






El maíz es una planta dotada de una amplia capacidad de respuesta a las oportunidades que ofrece el medio ambiente, y tiene alto nivel de respuesta a los efectos de la luz.

El maíz es muy sensible al estrés hídrico, y el rendimiento de grano puede ser seriamente afectado si se produce sequía durante este período

2.9. Tinkercad

Tinkercad es un software gratuito online creado por la empresa Autodesk, una de las empresas punteras en programas de diseño 3D.

3. Componentes del sistema

ESP32		El módulo ESP32 es una solución de Wi-Fi/Bluetooth todo en uno, integrada y certificada que proporciona no solo la radio inalámbrica, sino también un procesador integrado con interfaces para conectarse con varios periféricos.
DHT22(sensor de temperatura)		El DHT22 es un sensor digital de temperatura y humedad relativa de buen rendimiento y bajo costo. Utiliza un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire circundante, y muestra los datos mediante una señal digital en el pin de datos.
Sensor de humedad del suelo - salida analógica		El sensor de humedad cuenta con dos microsensores calibrados en función de la humedad relativa del área o la zona.
Sensor de lluvia		El sensor de lluvia es un dispositivo que distingue cuando está lloviendo y el nivel de intensidad para activar de manera automática los limpiaparabrisas.
Mini Bomba de agua		Bomba de agua sumergible sin escobillas, lo que la diferencia de las otras bombas que esta va sumergida en el agua ya sea peceras, recipientes,

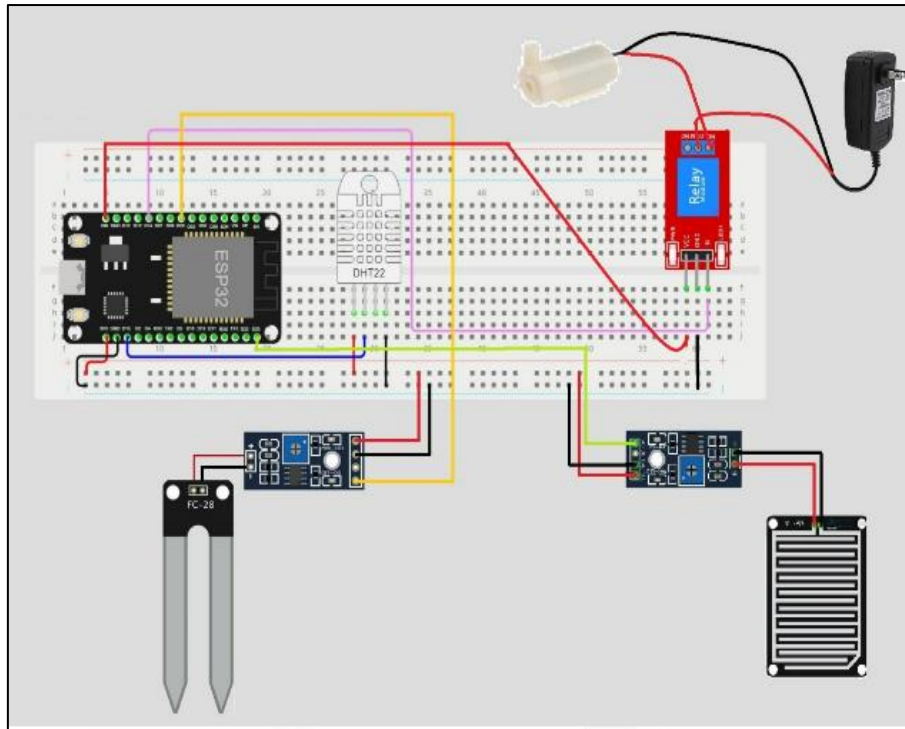
		etc.
Protoboard		Una placa de pruebas o placa de inserción (en inglés protoboard o breadboard) es un tablero con orificios que se encuentran conectados eléctricamente entre sí de manera interna.
Relé con módulo		Es un dispositivo electromagnético que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.
Cargador de 6 voltios		Un cargador generalmente se refiere a un dispositivo que convierte la energía de corriente alterna en corriente continua bajo voltaje.

4. Implementación del sistema

4.1. Diseño de la implementación del circuito.

Figura 1

Diseño de la conexión del sistema de riego.

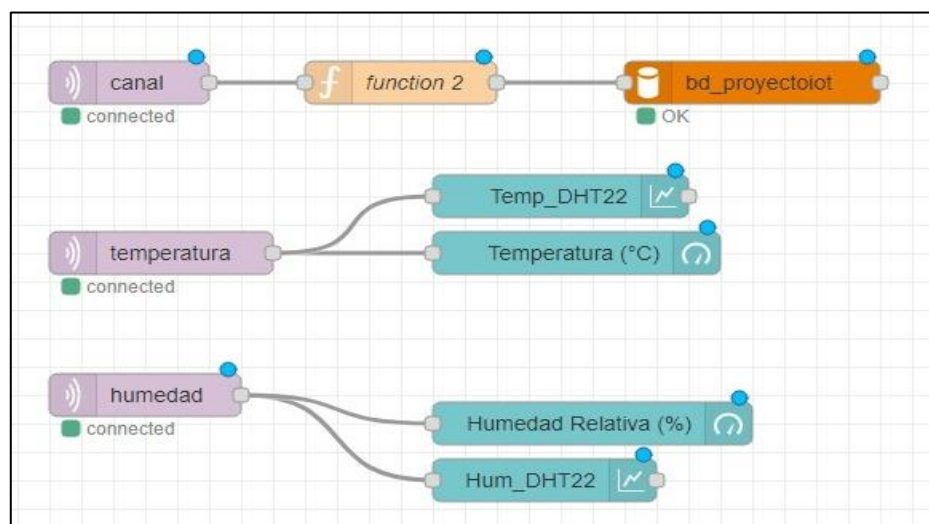


Nota. Diseño de la implementación del sistema de riego.

4.2. Diseño de la implementación en Node Red

Figura 2

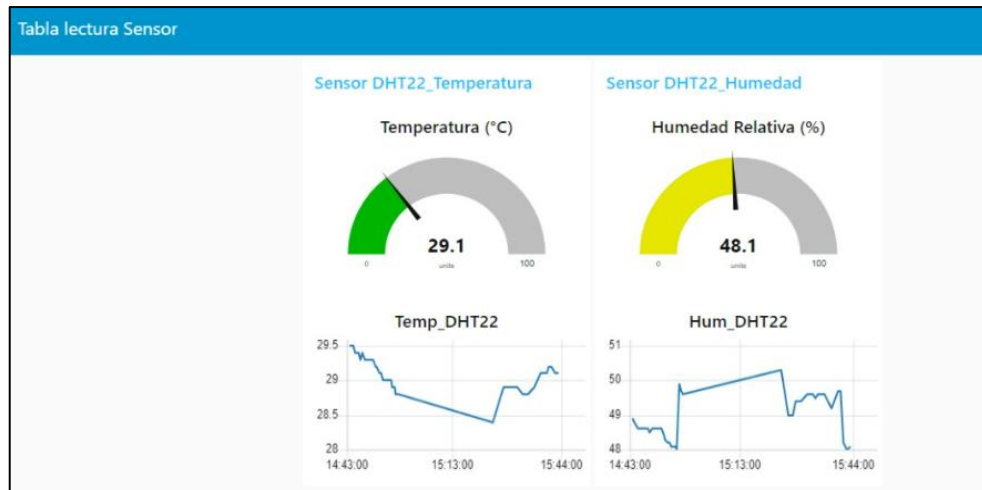
Implementación Node Red



Nota. Diagrama de la implementación de Node Red.

Figura 3

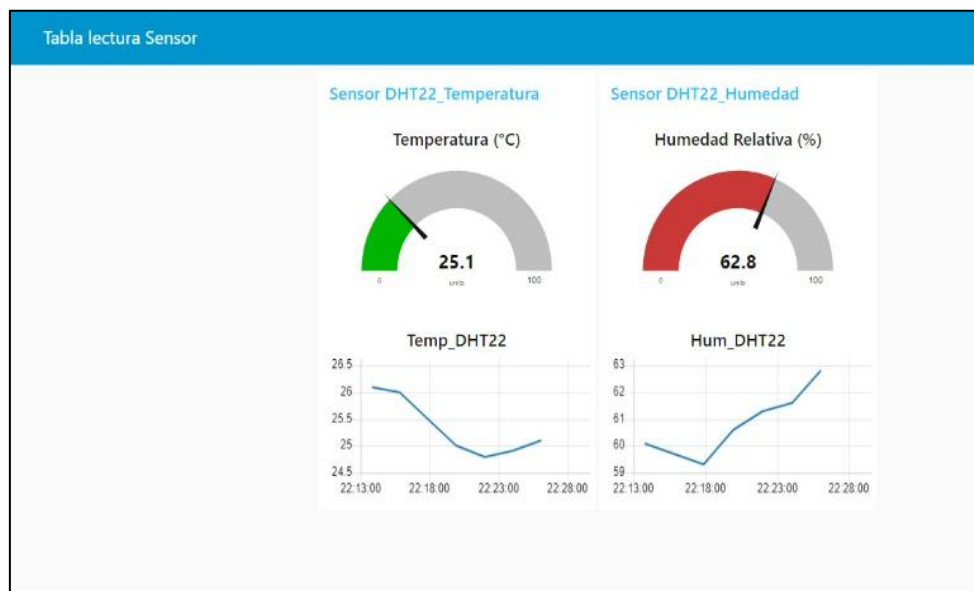
Lectura de sensor



Nota. Registro de datos de temperatura y humedad relativa.

Figura 4

Lectura de sensor en el Dashboard de Node Red



Nota. Registro de datos de temperatura y humedad relativa.

4.3. Diseño de la base de Datos

Figura 5

Campos de la tabla 'lectura sensor'.



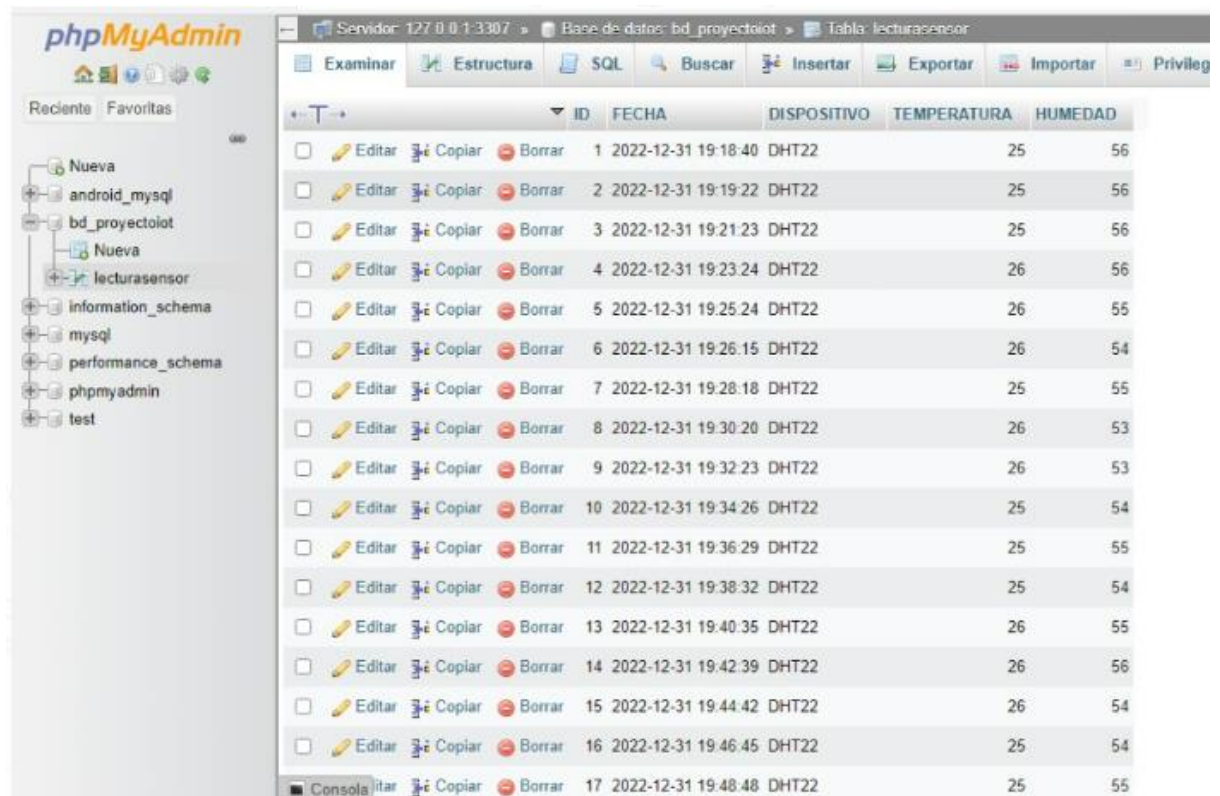
Base de datos: bd_proyectoiot » Tabla: lecturasensor

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra	Acción
1	ID	int(11)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT	Más
2	FECHA	datetime			No	Ninguna			Más
3	DISPOSITIVO	varchar(30)	utf8mb4_general_ci		No	Ninguna			Más
4	TEMPERATURA	float			No	Ninguna			Más
5	HUMEDAD	float			No	Ninguna			Más

Nota. Representación en tablas de las lecturas del sensor.

Figura 6

Registro de las medidas de los sensores en mysql.



Base de datos: bd_proyectoiot » Tabla: lecturasensor

ID	FECHA	DISPOSITIVO	TEMPERATURA	HUMEDAD
1	2022-12-31 19:18:40	DHT22	25	56
2	2022-12-31 19:19:22	DHT22	25	56
3	2022-12-31 19:21:23	DHT22	25	56
4	2022-12-31 19:23:24	DHT22	26	56
5	2022-12-31 19:25:24	DHT22	26	55
6	2022-12-31 19:26:15	DHT22	26	54
7	2022-12-31 19:28:18	DHT22	25	55
8	2022-12-31 19:30:20	DHT22	26	53
9	2022-12-31 19:32:23	DHT22	26	53
10	2022-12-31 19:34:26	DHT22	25	54
11	2022-12-31 19:36:29	DHT22	25	55
12	2022-12-31 19:38:32	DHT22	25	54
13	2022-12-31 19:40:35	DHT22	26	55
14	2022-12-31 19:42:39	DHT22	26	56
15	2022-12-31 19:44:42	DHT22	26	54
16	2022-12-31 19:46:45	DHT22	25	54
17	2022-12-31 19:48:48	DHT22	25	55

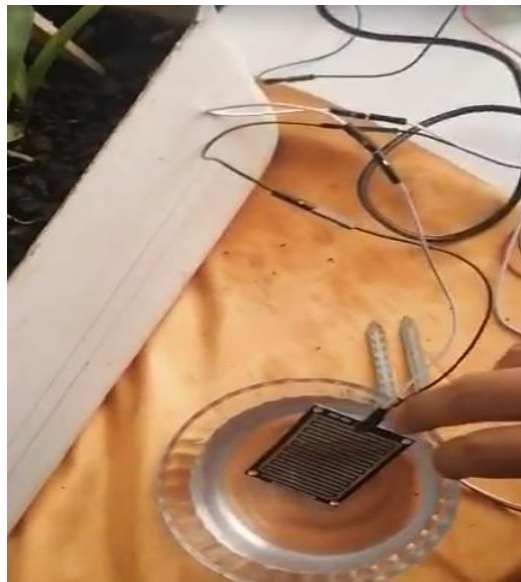
Nota. Registro de datos de los sensores.

4.4. Implementación del circuito

VIDEO: <https://drive.google.com/file/d/1TSR55ohb-kM5SzhlaQZy6DQJQgv4mOO-/view>



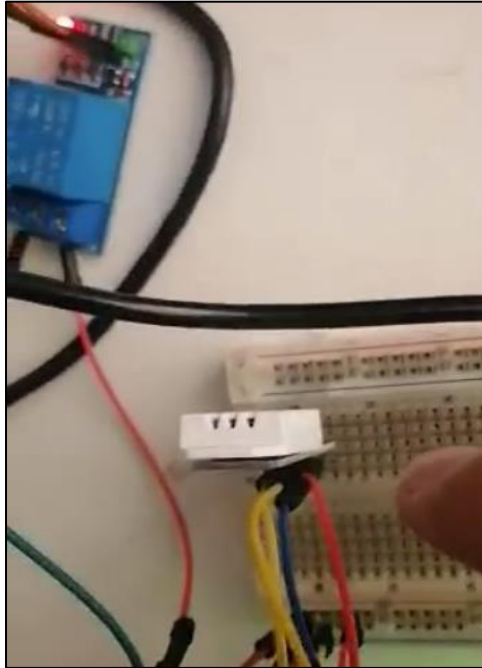
Nota. Representa la conexión de los sensores (lluvia y humedad del suelo).



Nota. El sensor de lluvia registra una medida mayor en una mayor profundidad.

Figura 9

Conexión del DHT22.



Nota. EL sensor DHT22 capta los valores de temperatura.

Figura 10

Aplicación de la mini bomba de agua.



Nota. La minibomba permite fluir el paso del agua.

Figura 11

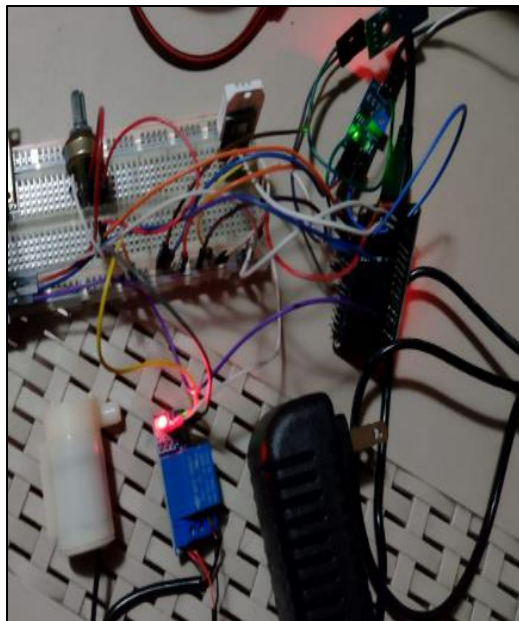
Implementación de tubos filtrantes de agua a la planta de maíz.



Nota. Conexión de un canal para el paso de agua por las plantas.

Figura 12

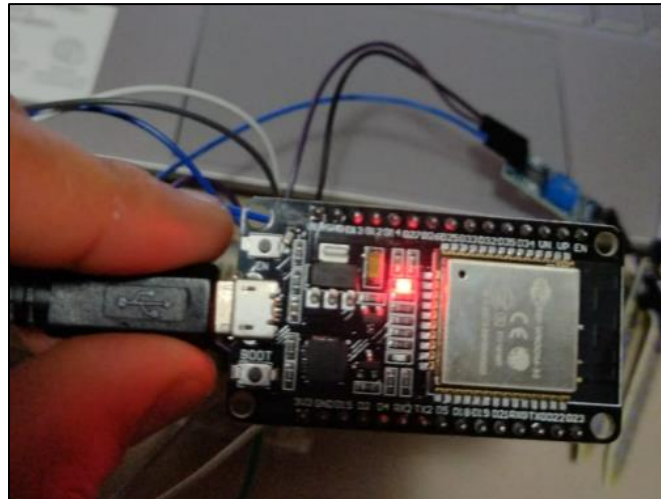
Conexión de sensores, min bomba, cargador de 6v y esp32.



Nota. Circuito de sistema de riego implementado.

Figura 13

Implementación del ESP32.



Nota. Conexión del ESP32 con los sensores.

5. Resultados

- Se puede emplear el sistema de riego implementado para pequeños jardines de casa o biohuertos.
- Nuestro sistema de riego se desempeña correctamente captando las medidas de humedad y temperatura, gracias a los sensores en conexión con el ESP32.
- Se muestra en pantalla (NODE RED) la medida obtenida por el sensor DHT22, gracias a la conexión wifi que proporciona el ESP32.
- El sistema de riego se apaga cuando el sensor de humedad tiene una medida menor a 20 y nuestro sensor de lluvia es mayor a 30.
- El sistema de riego se enciende cuando el sensor de humedad es menor a 20 y el valor de lluvia es menor a 20 y el dht22 mayor a 20.

6. Conclusiones

- La aplicación de un sistema de riego automatizado por goteo, captando las medidas necesarias de humedad y temperatura para una planta de maíz mediante sensores es factible, puesto que logra una optimización del uso del agua al momento de regar las plantas.

- La aplicación de sensores de humedad y circuitos es más eficiente, ya que automatiza el proceso de riego, disminuyendo la mano de obra.

7. Bibliografía

Mayhua López, E., Ludeña Choez, J., Tamayo Bedregal, J., Cuba Reyes, M., Núñez Zambrano, Á., Gonzales Ale, N., & Lozada Herrera, D. (2015). Sistema de riego por goteo automático utilizando una red de sensores inalámbricos. *Revista de Investigación Arequipa*, 7, 69-92.

Chulde Quiróz, K. A. (2017). Implementación de un sistema automatizado de riego por goteo parcial, a campo abierto en el Centro Experimental del Riego de la Facultad de Recursos Naturales (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Salcedo Torres, A. D. (2014). Diseño de un sistema automatizado para riego por goteo para palta Hass.

A. Castellanos-Navarrete, A. Chocobar, R. A. Cox, S. Fonteyne, B. Govaerts, N. Jespers, F. Kienle, K. D. Sayre y N. Verhulst. (2013). Contenido de humedad del suelo. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Mexico, Pag. 1

Humedad, Clase 4. Recuperado de: <http://meteorito.mx/clases/documentos/Clase-Humedad.pdf>

Tema 9: Calor y Temperatura. Recuperado de: [T9_2ESO_Calor_Temperatura_v2016.pdf](http://apuntesmareaverde.org.es/T9_2ESO_Calor_Temperatura_v2016.pdf) (apuntesmareaverde.org.es)

JOSE LUIS FUENTES YAGIIE (1991). CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DEL RIEGO POR GOTEO. Servicio de Extensión Agraria. Madrid, España.

Arduino anuncia placa FPGA, ATmega4809 en Uno Wi-Fi mk2, IDE basado en la nube y hardware IoT. Recuperado de: <https://www.electronicsworld.com/news/products/bus-systems-sbcs/arduino-announced-fpga-board-new-atmega-uno-wi-fi-2018-05/>

<https://nodered.org/>

<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/179/pfc2475.pdf>

Deras Flores (2020), Guía técnica para el cultivo de maíz. Técnico Programa Granos Básicos. El Salvador

<http://www.uhu.es/osl/wp-content/uploads/2018/05/Manual-de-TinkerCad..pdf>

8. Anexos

8.1. Enlace del video

https://drive.google.com/file/d/1TSR55ohb-kM5SzhlaQZy6DQJQgv4mOO-/view?usp=share_link

8.2. Código fuente

```
#include <WiFi.h> // Con el ESP8266: #include <ESP8266WiFi.h>
#include <PubSubClient.h> //Librería que se utiliza como un cliente MQTT
#include "DHT.h" //Librería para el sensor DHT22
#define DHT_PIN 23 //Se define el pin del DHT23 en el pin23
#define DHT_TIPO DHT22 //Se define el tipo de DHT : 22
const int sensor_suelo = 25; //Sensor de humedad de suelo conectado al pin 25
const int sensor_lluvia = 13; //Sensor de lluvia conectado al pin 13
int rele = 14; //Rele conectado al pin 14

DHT dht(DHT_PIN,DHT_TIPO); //Se define los valores del dht

const char* ssid = "TENDA"; //Id de la red WiFi
const char* password = "24047100"; //Password de la red WiFi

char msg[16]; //Variable de tipo char de 16 caracteres
char data_temp[12] = ""; //Variable de tipo char de 12 caracteres
char data_humi[12] = ""; //Variable de tipo char de 12 caracteres
float valor_hum_suelo; //Dato tipo flotante
float valor_lluvia; //Dato tipo flotante

const char* mqtt_server = "broker.hivemq.com"; //Nombre del servidor mqtt

WiFiClient esp32; //Inicializa el nodeMCU WiFi
PubSubClient client(esp32); //Se crea una instancia del objeto del cliente

void config_wifi(){
  Serial.print("Conectandose a la red"); //Imprime en el monitor
  Serial.println(ssid); //Imprime en el monitor
  WiFi.begin(ssid,password); //Se inicia la conexión WiFi
```

```

while(WiFi.status() != WL_CONNECTED){ //En caso de no existir conexión
    delay(500); //Delay de 500 milisegundos
    Serial.print("."); //Imprime '.' en el monitor
}

Serial.println("");
Serial.println("ESP32 CONECTADO, su IP es: "); //Imprime en el monitor
Serial.println(WiFi.localIP()); //Imprime en el monitor la IP local
}

void reconnect(){ //Conexión a broker / Suscribir
    while(!client.connected()){ //Si el modulo no se encuentra conectado se vuelve a reconectar
        Serial.print("Iniciando conexion con Broker.."); //Se imprime en el monitor
        String clientId = "ESP32";
        if(client.connect(clientId.c_str())){ //Si se conecta al broker
            Serial.println("Conectado");
            client.subscribe("esp32iot"); //Topic para suscribir
        }else{ //Si es que no se conecta al broker
            Serial.print("Failed, rc=");
            Serial.print(client.state());
            Serial.println(" esperando 3 segundos");
            delay(3000);
        }
        Serial.println(".....Conexión exitosa");
    }
}

void setup(){
    Serial.begin(115200); //Se inicia la comunicación serial
    config_wifi(); //Se llama a la función config_wifi
    dht.begin(); //Se inicia el dht
    pinMode(sensor_lluvia, INPUT); //Se establece el sensor_lluvia como entrada
    pinMode(rele, OUTPUT); //Se establece el rele como salida

    client.setServer(mqtt_server, 1883); //Se conecta al servidor y al puerto
}

void loop(){
    if(!client.connected()){ //Si se pierde la conectividad
        reconnect(); //Llama a la función reconnect
    }

    client.loop();

    float h = dht.readHumidity(); //Se lee el valor de la humedad del dht22
    float t = dht.readTemperature(); //Se lee el valor de la temperatura del dht22
    float humedad_suelo = analogRead(sensor_suelo); //Se lee el valor del sensor de suelo

```

```

float sens_lluvia= analogRead(sensor_lluvia); //Se lee el valor del sensor de lluvia

valor_hum_suelo = map(humedad_suelo, 1023,250, 0,100);
valor_lluvia = map(sens_lluvia, 1000,0, 0,100);

if(isnan(h)|| isnan(t)){ //Si el valore de la humedad o temperatura es nulo
  Serial.println(F("Failed to read from SHT sensor")); //Se imprime en el monitor un mensaje
de error
}

sprintf(data_temp,"%3.2f",t);//Se convierte el dato de temperatura a tipo char
client.publish("temperatura",data_temp);//Se publica el valor de temperatura en el topico
'temperatura'

sprintf(data_humi,"%3.2f",h);//Se convierte el dato de humedad a tipo char
client.publish("humedad",data_humi);//Se publica el valor de temperatura en el topico
'humedad'

snprintf(msg,16,"%d,%d",int(t),int(h));//Se recibe los valores de la humedad y temperatura
client.publish("canal",msg);//Se publica los valores en el topico 'canal'

Serial.println("*****");
Serial.println("SENSOR DHT22");
Serial.println("-----");
Serial.println("Temp: " + String(t) + "°C");
Serial.println("Humidity: " + String(h) + "%");
Serial.println("");

Serial.println("SENSOR HUMEDAD DEL SUELO");
Serial.println("-----");
Serial.println("Humedad: "+ String(sensor_suelo)+"%");
Serial.println("");

Serial.println("SENSOR DE LLUVIA");
Serial.println("-----");
Serial.println("Lluvia: " +String(sensor_lluvia)+"%");

//ENCENDIDO Y APAGADO DE LA MINIBOMBA
if(valor_hum_suelo<20 && valor_lluvia > 70){ //Si la HS<20 y llueve
  digitalWrite(rele,HIGH);//Se apaga la minibomba
  Serial.println("HS<20 y llueve -> Minibomba apagada");

}else if(valor_hum_suelo<20 && valor_lluvia < 20 && h<20){
  digitalWrite(rele,LOW);//Se enciende la minibomba
  delay(3000); //Retraso de 3000 milisegundos
  digitalWrite(rele,HIGH);//Se apaga la minibomba
  Serial.println("HS<20, no llueve y hum<20 -> Minibomba encendida");
}else if(valor_hum_suelo<20 && h>70 && valor_lluvia<10){

```

```

digitalWrite(rele,LOW);//Se enciende la minibomba
delay(2000);//Retraso de 2000 milisegundos
digitalWrite(rele,HIGH);//Se apaga la minibomba
Serial.println("HS<20, hum>70 y no llueve -> Minibomba encendida");
}else if(humedad_suelo<20 && valor_lluvia<10 && t >35){
digitalWrite(rele,LOW);//Se enciende la minibomba
delay(3000);//Retraso de 3000 milisegundos
digitalWrite(rele,HIGH);//Se apaga la minibomba
Serial.println("HS<20, no llueve y temp>35 -> Minibomba encendida");
}else{
digitalWrite(rele,HIGH);//Se apaga la minibomba
Serial.println("Minibomba apagada");
}

delay(20000);//Retraso de 20000 milisegundos

}

```