



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E
INSTRUMENTACIÓN**

**MONOGRAFÍA PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE TECNÓLOGO
SUPERIOR**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA
UN DOMICILIO PRIVADO CONTROLADO MEDIANTE ARDUINO.”**

AUTOR: SACATORO TOAQUIZA, JUAN ANTONY

DIRECTOR: CALVOPIÑA OSORIO, JENNY PAOLA

LATACUNGA

SEPTIEMBRE, 2021



Objetivo General

- Implementar un sistema de riego automatizado para un domicilio privado controlado mediante Arduino.



Objetivos Específicos

- Investigar qué sensores y actuadores para sistemas de aspersión existen y que sean compatibles con Arduino en páginas oficiales, libros, proyectos de grado, artículos académicos y repositorios digitales.
- Levantar información de las necesidades del domicilio para definir el modo de funcionamiento del sistema de aspersión en base a los elementos compatibles con Arduino disponibles en el mercado.
- Implementar y verificar la operatividad del sistema de aspersión mediante pruebas para determinar las condiciones de funcionamiento óptimo.



Resumen del Proyecto

- Este proyecto fue implementado en una propiedad privada en el cantón Pujilí, utilizando tecnología Arduino. El objetivo del sistema de riego automatizado, es reducir desperdicios en el sistema de distribución de agua que utiliza el método de goteo de método y método de aspersión. También se puede establecer horarios y condiciones en base a la humedad para que el proceso se active de forma automática. Los horarios se definen en tres jornadas; matutinas, vespertino y nocturno para el riego de cultivos mediante el módulo RTC.



- Para la medición de humedad del suelo se utilizó el sensor FC28, estableciéndose tres rangos; húmedo, normal y seco, por lo que la bomba se activa siempre y cuando se encuentre dentro de un horario preestablecido y rango de humedad seco. Además, se colocó un sensor de lluvia que detecta precipitaciones y apaga la bomba de forma automática, para aprovechar el recurso natural.
- La caja de control del sistema tiene una pantalla LCD en la que se puede visualizar los valores detectados por los sensores y luces piloto para indicar el rango de humedad y el estado de la bomba.
- Conjuntamente se elaboró una aplicación para Android, que se conecta al sistema con un módulo Bluetooth HC-05. Desde la aplicación se puede; realizar un control manual mediante botones o mando de voz, visualizar datos de sensores, horarios de riego y estado de la bomba.



- Para proteger los elementos de la caja de control se colocó un sensor PIR, para la activación de una alerta sonora.

Alcance del Proyecto

- La propuesta del trabajo es implementar un sistema de riego automatizado para la distribución del líquido vital en una propiedad privada ubicada en el Cantón Pujilí, donde el principal beneficiario es el propietario
- Con la implementación de este sistema de riego automatizado con componentes electrónicos como el Arduino Uno 320p, diferentes módulos, sensores que son compatibles con esta tecnología, además de utilizar dispositivos que trabajan con corriente alterna como: electrobomba monofásica y luminarias de 110V. Además, el desarrollo de una aplicación para Android para control por mando por voz, control manual del sistema y visualización los datos de los sensores, mostrando al propietario un entorno amigable para una fácil operación de todo el sistema.



Controladores

Arduino Uno

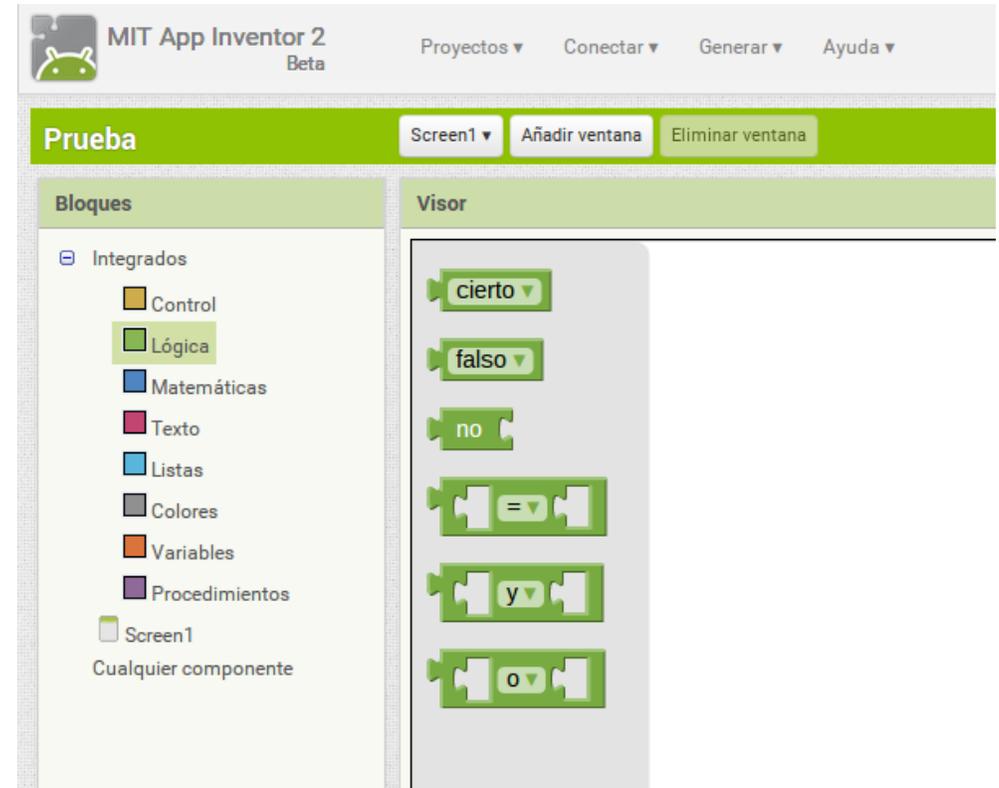
El Arduino Uno es una placa que contiene un microcontrolador ATmega320P donde se deriva el propio nombre de este dispositivo, contiene 14 pines de salidas/entradas digitales de las cuales 6 son salidas PWM y 6 entradas son analógicas, un reloj de 16MHz, una conexión USB, 1 puerto serie hardware (UART) y una alimentación de la placa de 5V



Controladores

App Inventor

El App Inventor es una página en línea donde permite desarrollar aplicaciones para Android, es un entorno fácil de manejar por cualquier persona que tenga accesibilidad a un navegador web y un teléfono, además todos tus proyectos se pueden almacenar para que luego tengas seguimiento de todos los proyectos que tengas



Actuadores

Bomba Periférica Modelo QB-60

Este tipo de bomba tipos monofásico diseñadas para succionar aguas limpias y recirculada, esta bomba está construido en una fundición gris e impulsor de latón



Características

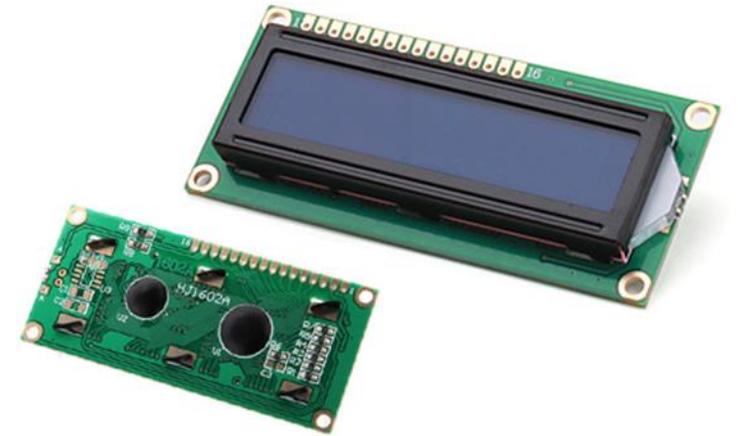
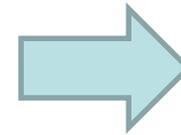
	Características
Tipo	Eléctrico Monofásico
Velocidad	3450 RPM
Frecuencia	60 Hz
Potencia (KW)	0.37
Q.max (l/min)	40
H max (m.c.a)	40
Grado de Protección	IP44
Temp. max. del agua	40 °C



Actuadores

Pantalla LCD 16x2

La pantalla LCD 16X2 son dispositivos periféricos que son sencillos y económicos para dotar un display automática, este dispositivo permite control 16 caracteres alfanuméricos y símbolos además de tiene una memoria donde permita configurar sus propios caracteres



Actuadores

Zumbadores

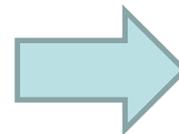
Los zumbadores o más conocidos como buzzers son dispositivos periféricos que generan un sonido de una frecuencia, este dispositivo tiene un oscilador simple donde únicamente se suministre corriente emite un sonido, además este dispositivo se fácil de conecta y de controlar



Actuadores

Luz Piloto

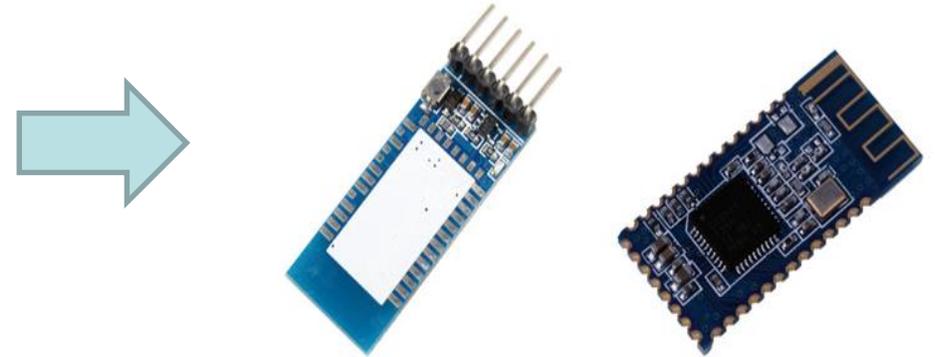
La luz piloto de bajo consumo o potencia es un dispositivo que permite visualizar un aviso del encendido o apagado de un equipo electrónico, por general existen dos tipos de modelos esto se da según su alimentación, existen luces piloto de 12V y 110V, además estos dispositivos son más utilizados en las industrias para las indicaciones de un proceso



Actuadores

Módulo Bluetooth HC-05

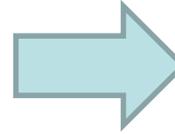
El módulo Bluetooth HC-05 es un dispositivo que permite comunicar Arduino para realizar múltiples proyectos, con la tecnología bluetooth es uno de los mejores medios para comunicar de forma inalámbrica con Arduino.



Actuadores

Modulo Relay

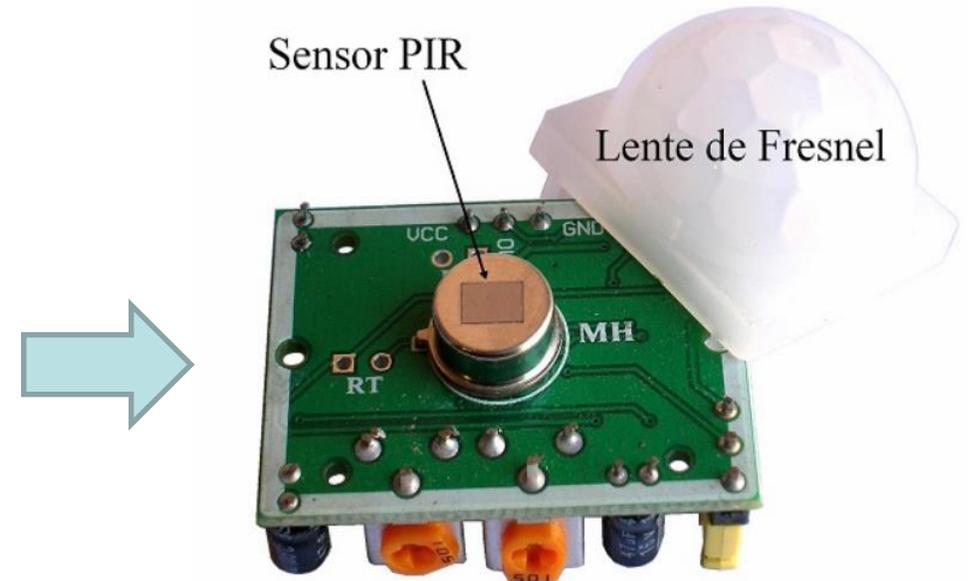
El módulo relay es un dispositivo que es adaptable para Arduino y puede trabajar con elementos que ocupan corriente alterna, este módulo que actúa como un interruptor mecánico activándola de forma electrónica y no manual, además este dispositivo contiene un transistor que protege contra sobreintensidad . Existen módulos de 1,2,4,8 y 16 relés



Sensores

Sensor de movimiento o Pir

El sensor Pir o también llamado pirólicos o de movimiento son dispositivos que permite detectar la presencia de cualquier persona o animal que tenga radiación alrededor del entorno, este sensor tiene 2 elementos fundamentales un lente donde hacer recaer los rayos en un solo punto y un sensor Pir



Sensores

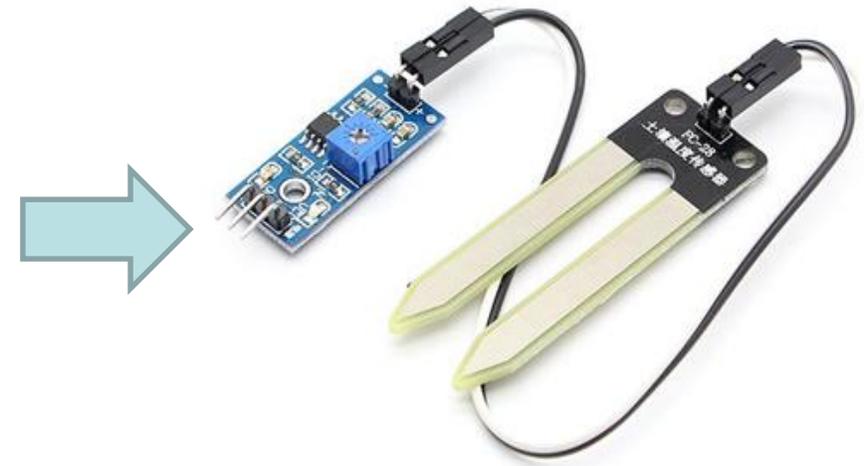
Sensor de Lluvia

El sensor de lluvia es un dispositivo que permite detectar la presencia de precipitaciones gracias a las variaciones de conductividad, existen varios modelos que son similares, como el FC-37 y el YL-83 .Estos sensores tienen una construcción es sencilla, contiene de dos contactos que están entrelazados entre sí, este tipo de sensor no tiene polaridad.



Sensor de Humedad FC-28

El sensor de humedad de suelo FC-28 son dispositivos que detectan la humedad que tenga el suelo, estos sensores son más utilizados en el ámbito del riego automatizado, este sensor también utiliza un comparador LM393, permite leer valores analógicos y una salida digital.

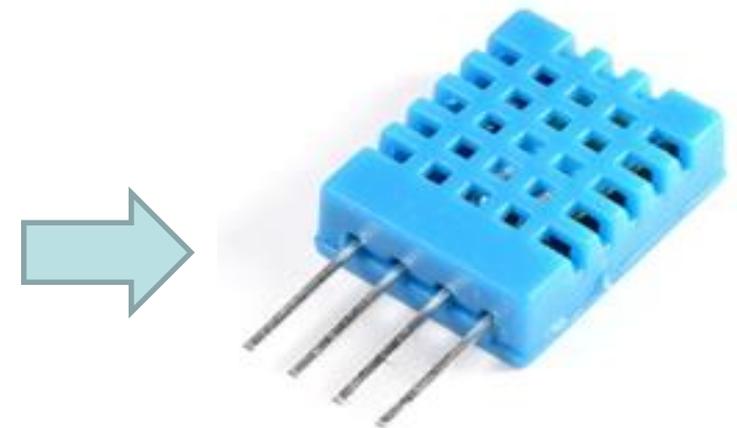


Sensores

Sensor de Temperatura y Humedad DHT11

El sensor de temperatura y humedad DHT11 permite realizar la medición de temperatura y humedad simultáneamente, este dispositivo tiene un procesador interno que permiten realizar la medición con una señal digital.

- Medición de temperatura de 0 a 50 °C con una precisión de 2°C.
- Medición de humedad 20 a 80% con precisión de 5%.
- La frecuencia muestreo es de 1 por segundo.

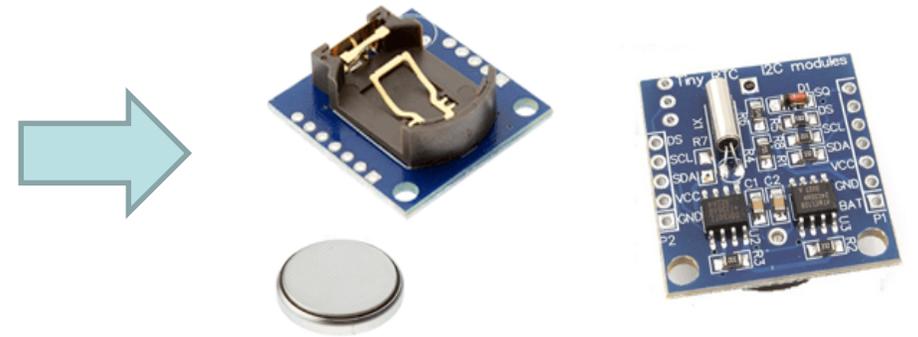


DHT11

Sensores

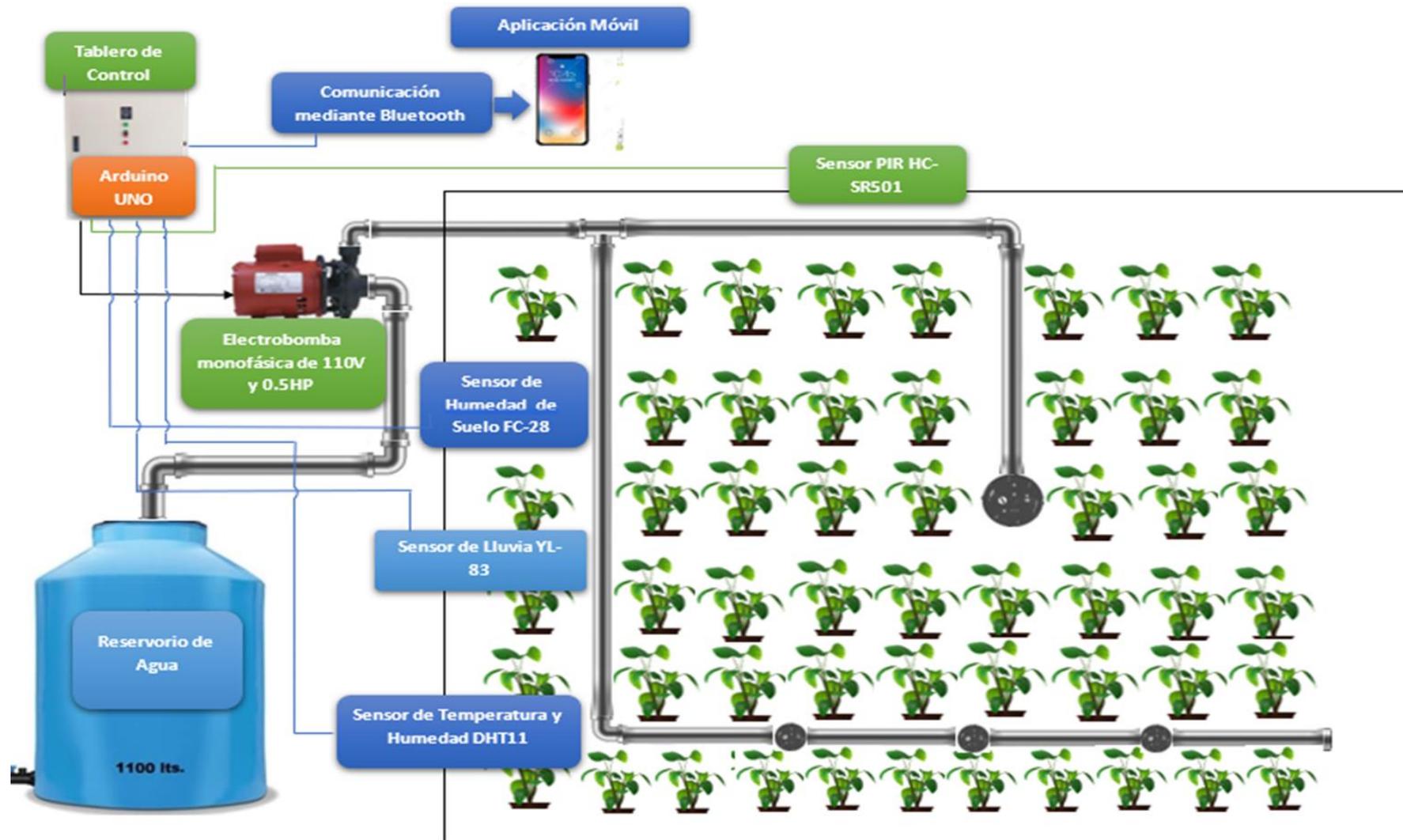
Modulo RTC DS1307

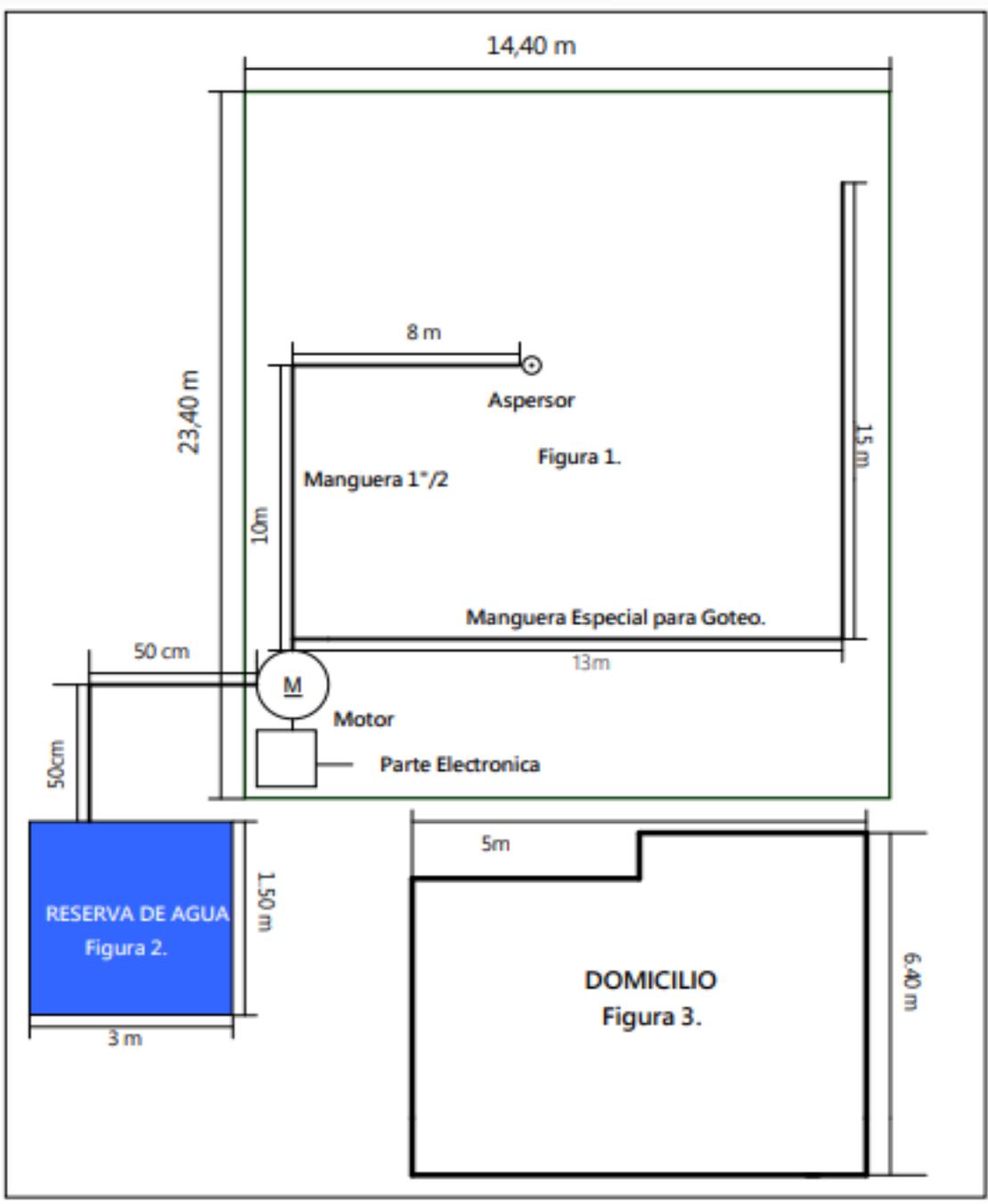
El módulo RTCDS1307 es un dispositivo importante para obtener datos de unidades temporales empleados de forma cotidiana, estos módulos son parecidos a los relojes habituales donde muestran las horas, minutos, segundo, años, meses y días



Implementación del sistema

Diagrama de conexión y ubicación de los sensores.





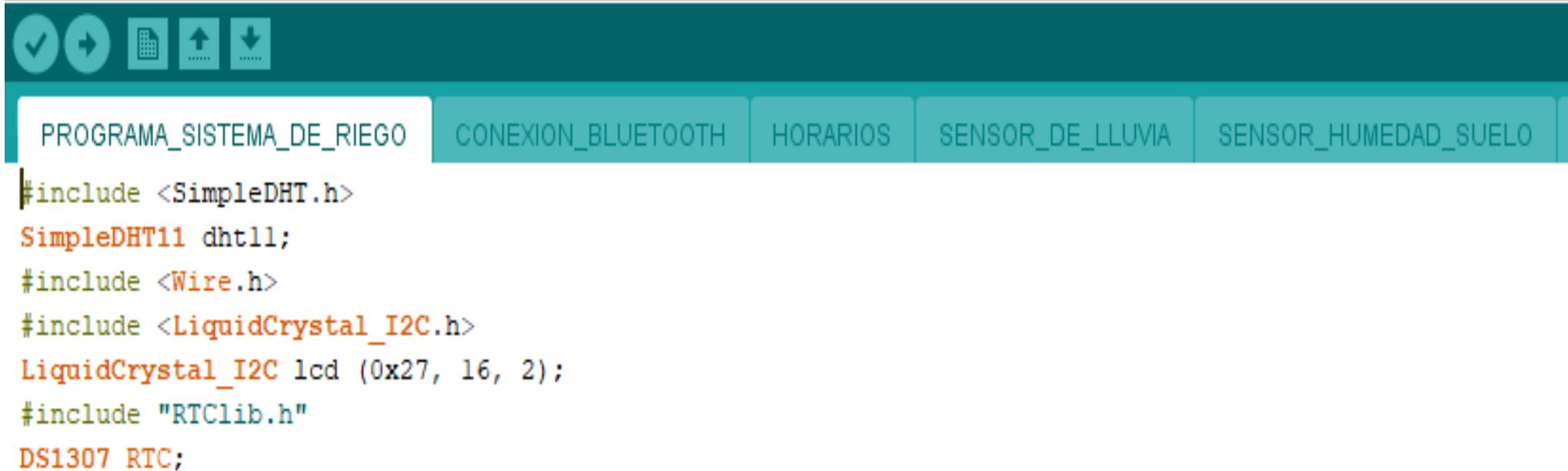
Medidas de toda el área de implementación del sistema.



Código Principal de Programación

PROGRAMA_SISTEMA_DE_RIEGO Arduino 1.8.15

Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

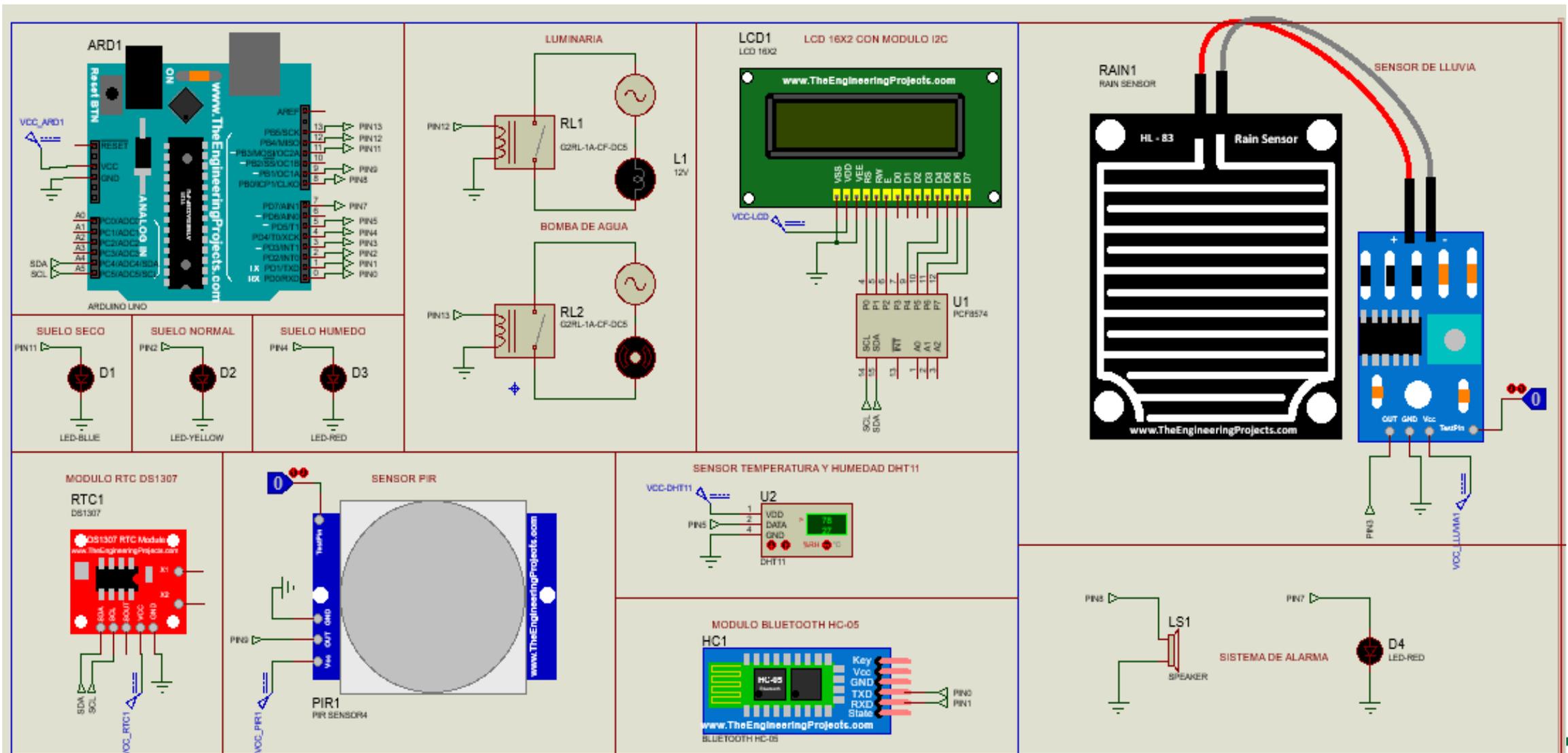


The screenshot shows the Arduino IDE interface. At the top, there is a menu bar with 'Archivo', 'Editar', 'Programa', 'Herramientas', and 'Ayuda'. Below the menu bar is a toolbar with icons for a checkmark, a right arrow, a document, an up arrow, and a down arrow. The main area is a tabbed interface with five tabs: 'PROGRAMA_SISTEMA_DE_RIEGO' (selected), 'CONEXION_BLUETOOTH', 'HORARIOS', 'SENSOR_DE_LLUVIA', and 'SENSOR_HUMEDAD_SUELO'. The code editor displays the following code:

```
#include <SimpleDHT.h>
SimpleDHT11 dht11;
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd (0x27, 16, 2);
#include "RTClib.h"
DS1307 RTC;
```



Diagrama de conexión de los sensores y módulos.

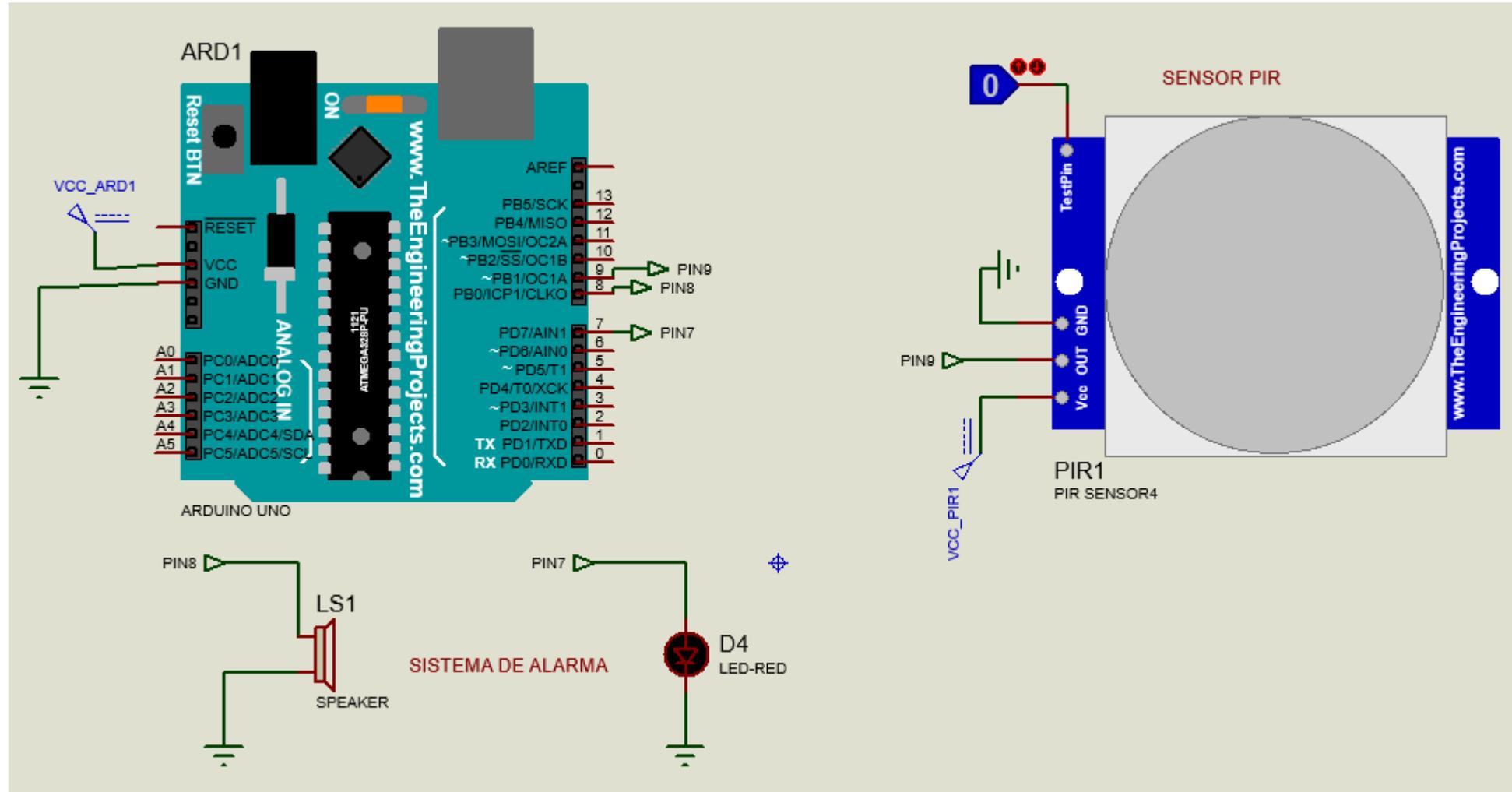


Pines de Conexión

	Microcontrolador		
Entradas	Entradas	Salidas	Salidas
Sensor DHT11	PIN D5	PIN D13	Ventilador
Sensor FC-28	PIN A0 & PIN D10	PIN D12	Iluminaria
Sensor YL-83	PIN A1	PIN D11	Indicador es: seco del suelo
Sensor HC-SR501	PIN D9	PIN D2	Indicador es: normal de suelo
Módulo HC-05	PIN TX (PIN1) Y RX (PIN0)	PIN D4	Indicador es: húmedo de suelo
Interruptor ON/OFF	PIN D13 & PIN D12	PIN D7	Indicador de alarma: ON & OFF
		PIN A4	SDA(LCD)
		PIN A5	SCL(LCD)



Diagrama de conexión del Sensor Pir



Programación del sensor PIR

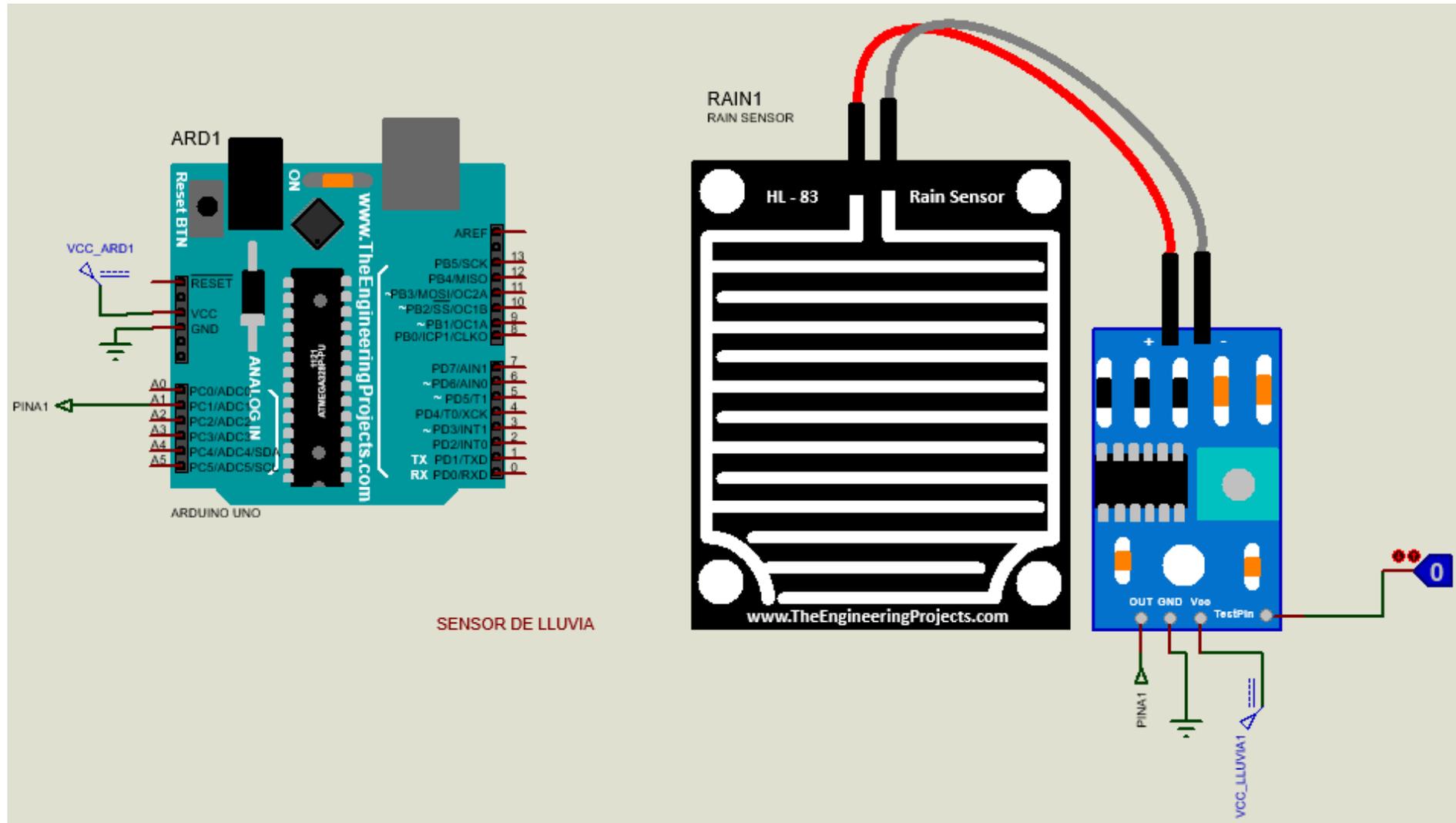
```
PROGRAMA_SISTEMA_DE_RIEGO CONEXION_BLUETOOTH HORARIOS SENSOR
Serial.println("COMPLETADO.....");
delay(1000);
}
Serial.println("Calibracion Completada Satisfactoriamente.");
Serial.println("*** SENSOR ACTIVO ***");
delay(50);
}

void datossensorpir() {
  if(digitalRead(pirPin) == HIGH)
  {
    digitalWrite(ledPin, LOW);
    digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
    Serial.println("-----");
    Serial.println("*** MOVIMIENTO DETECTADO ***");
    Serial.println("-----");
    Serial.println("");
    delay(1000);
  }

  else
  {
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
    digitalWrite(buzzerPin, LOW);
  }
}
```



Diagrama de conexión del sensor de lluvia.



Programación utilizada para el sensor de lluvia

PROGRAMA_SISTEMA_DE_RIEGO - SENSOR_DE_LLUVIA.ino | Arduino 1.8.15

Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

```
PROGRAMA_SISTEMA_DE_RIEGO CONEXION_BLUETOOTH HORARIOS SENSOR_DE_LLUVIA SENSOR_HUMED

int valor;

void lluvia() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(13,OUTPUT);

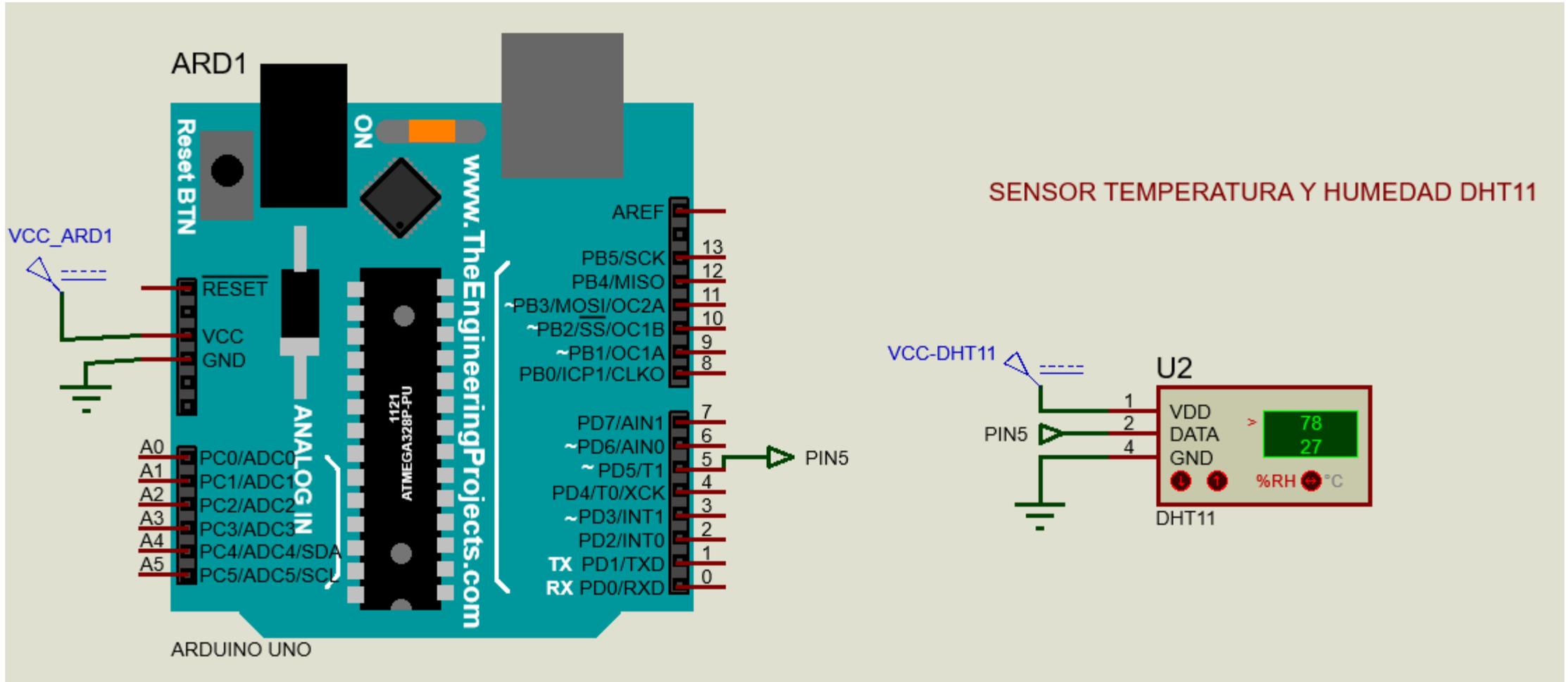
  lcd.init(); //Inicializamos la LCD.
  lcd.init(); //Inicializamos por segunda vez, en caso de que la primera vez no compile.
  lcd.backlight(); // Encenderemos la LCD

}

void datoslluvia() {
valor = analogRead(1);
if (valor < 300){
  digitalWrite(13,HIGH);
  Serial.println(" SLL: Sistema Apagado ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("SLL: Sistema OFF");
  delay(1000);
} }
}
```



Diagrama de conexión de sensor DHT11



Programación del sensor DHT11

```
//SENSOR DE HUMEDAD Y TEMPERATURA //

byte temperatura = 0;
byte humedad = 0;
if (dht11.read(pinDHT11,&temperatura,&humedad, NULL))
{
return;
}
Serial.print(temperatura);      //Muestra la temperatura en el puerto
Serial.print("°C");
Serial.print("|");
Serial.print(humedad);        //Muestra la humedad relativa en el puo
Serial.print("%");
Serial.print("|");
delay(1000);

}
```



Programación para visualizar los estados del suelo.

PROGRAMA_SISTEMA_DE_RIEGO - SENSOR_HUMEDAD_SUELO.ino | Arduino 1.8.15

Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda



```
PROGRAMA_SISTEMA_DE_RIEGO | CONEXION_BLUETOOTH | HORARIOS | SENSOR_D

  lcd.backlight(); // Encenderemos la LCD

}

void estadosuelo()
{
  memoria = analogRead (A0);
  Serial.println (memoria); //Lectura analógica del sensor (de 0 a 10
  Serial.println (digitalRead(10)); //Lectura digital del sensor.
  delay(1000);

  if (memoria >= 912 && memoria <=1023) //Si la lectura del sensor se
  {

    digitalWrite (11, LOW); //Encenderá el LED de estado SECO.
    digitalWrite (2, HIGH); //Mantendrá apagado el LED de estado HUMEDO
    digitalWrite (4, HIGH); //Mantendrá apagado el LED de estado HUMEDO
    Serial.println ("Estado del Suelo: Seco");

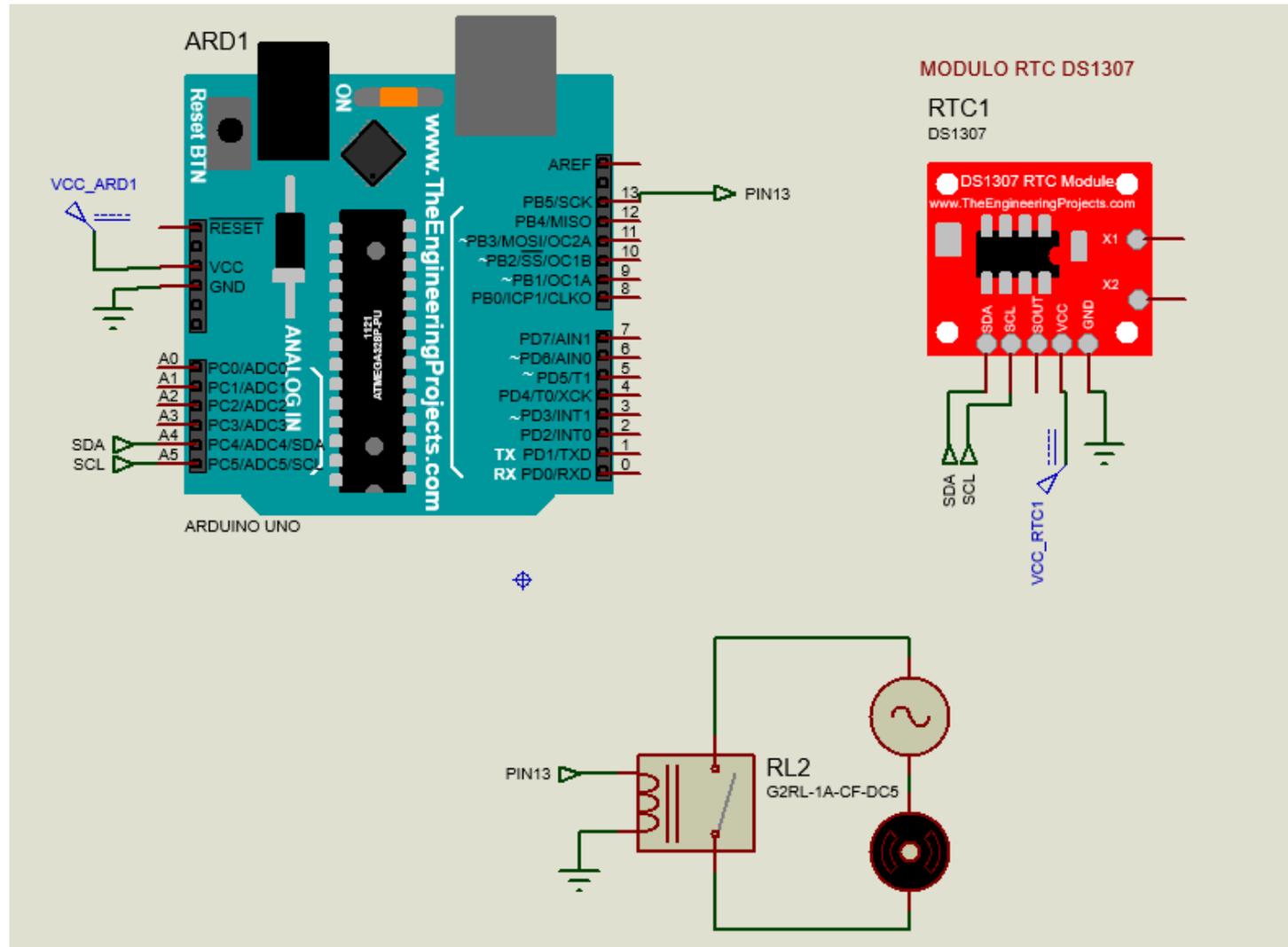
    lcd.setCursor (0,0);
    lcd.print (" ES:Suelo Seco");

    delay(1000);

  }
}
```



Diagrama de conexión del módulo RTC DS1307



Programación de los horarios.

PROGRAMA_SISTEMA_DE_RIEGO - HORARIOS.ino | Arduino 1.8.15

Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda



```
//HORARIO MATUTINO//

if(now.hour()==7 && now.minute()==00 && now.second()==00){
  digitalWrite(13,LOW);
}
else {
}
if(now.hour()==8 && now.minute()==00 && now.second()==00){
  digitalWrite(13,HIGH);
}
else{
}

//HORARIO DESPERTINO//

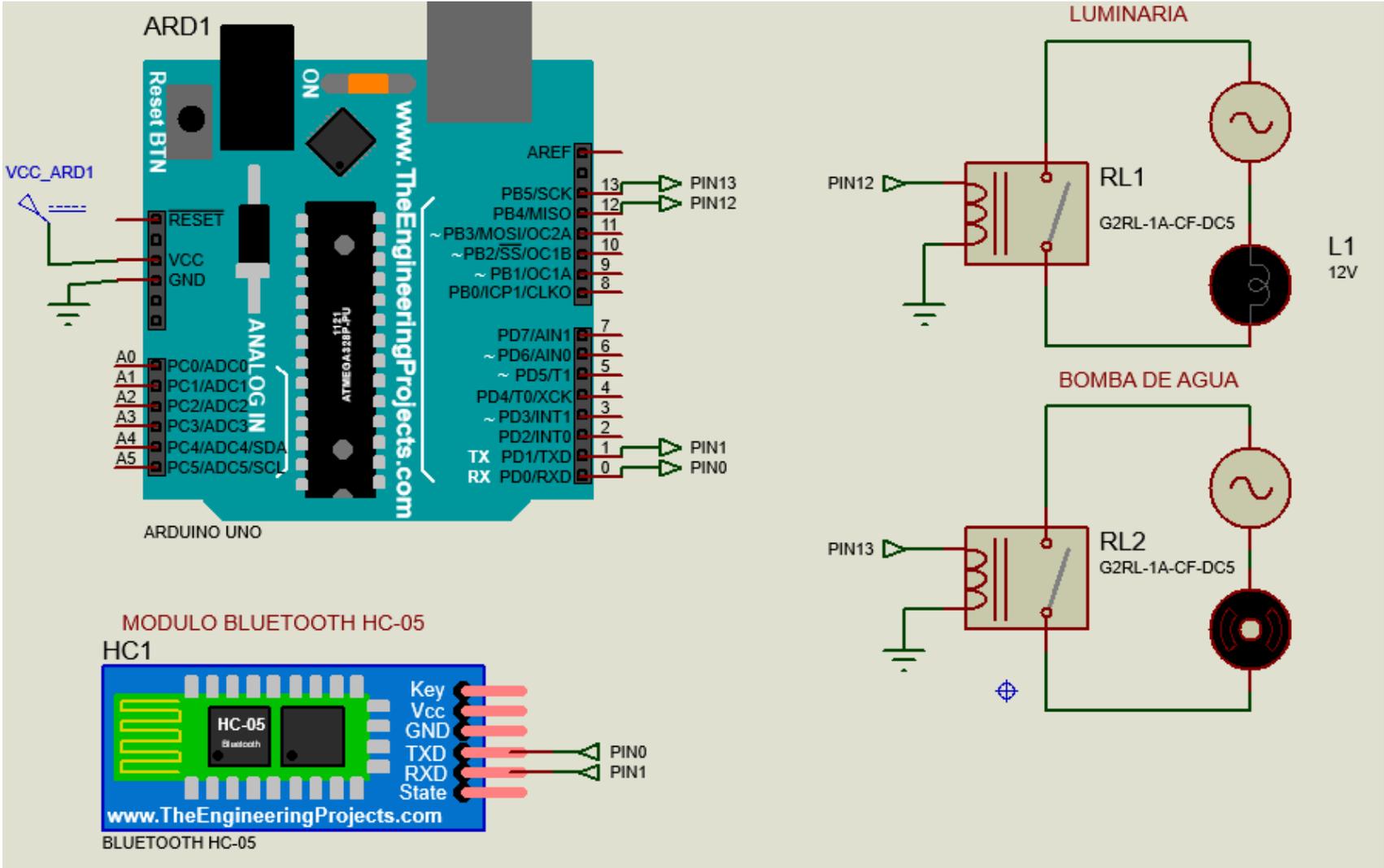
if(now.hour()==14 && now.minute()==00 && now.second()==00){
  digitalWrite(13,LOW);
}
else{
}

if(now.hour()==15 && now.minute()==00 && now.second()==00){
  digitalWrite(13,HIGH);
}
else{
}
```



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Diagrama de conexión del módulo Bluetooth HC-05



Programación para el módulo Bluetooth

```
PROGRAMA_SISTEMA_DE_RIEGO CONEXION_BLUETOOTH HO  
  
int pinDHT11 = 5;  
char Incoming_value = 0;  
  
void datosbluetooth() {  
  if(Serial.available() > 0)  
  {  
    Incoming_value = Serial.read();  
    Serial.print(Incoming_value);  
    Serial.print("\n");  
    if(Incoming_value == '0')  
      digitalWrite(13, HIGH);  
    else if(Incoming_value == '1')  
      digitalWrite(13, LOW);  
    if(Incoming_value == '3')  
      digitalWrite(12, LOW);  
    else if(Incoming_value == '4')  
      digitalWrite(12, HIGH);  
  }  
}
```



Desarrollo de la aplicación

The screenshot displays the MIT App Inventor web interface. The browser address bar shows the URL `ai2.appinventor.mit.edu/#4643893303181312`. The main workspace features a central mobile device simulator displaying the application's user interface. The app's title is "Sistema de Aspersión Familia Sacatoto Toaquiza" and it features the ESPE logo. The UI includes buttons for "Bluetooth", "Desconectar", and "Recordatorio de Horarios", along with input fields for "Usuario:" and "Horario de Riego".

On the left side, the "User Interface" component palette is visible, listing various widgets such as Button, CheckBox, DatePicker, Image, Label, ListPicker, ListView, Notifier, PasswordTextBox, Slider, Spinner, Switch, TextBox, TimePicker, and WebViewer. Below this, there are sections for Layout, Media, Drawing and Animation, Maps, Sensors, and Social.

On the right side, the "Screen1" properties panel is open, showing settings for "AboutScreen", "AccentColor", "AlignHorizontal", "AlignVertical", "AppName", "BackgroundColor", "BackgroundImage", "BlocksToolkit", "CloseScreenAnimation", "Icon", "OpenScreenAnimation", "PrimaryColor", "PrimaryColorDark", "ScreenOrientation", and "Scrollable".

At the bottom of the interface, a "Non-visible components" section lists "SpeechRecognizer1", "TinyDB1", "BluetoothClient1", and "Clock1". The Windows taskbar at the very bottom shows the system tray with the date "13/8/2021" and time "1:53".



Programación en diagrama de bloques para la aplicación móvil.

Add Screen ... Remove Screen Publish to Gallery

```
when Screen1.Initialize
do
  set temp.Text to ""
  set humidity.Text to ""

initialize global input to ""
initialize global list to create empty list

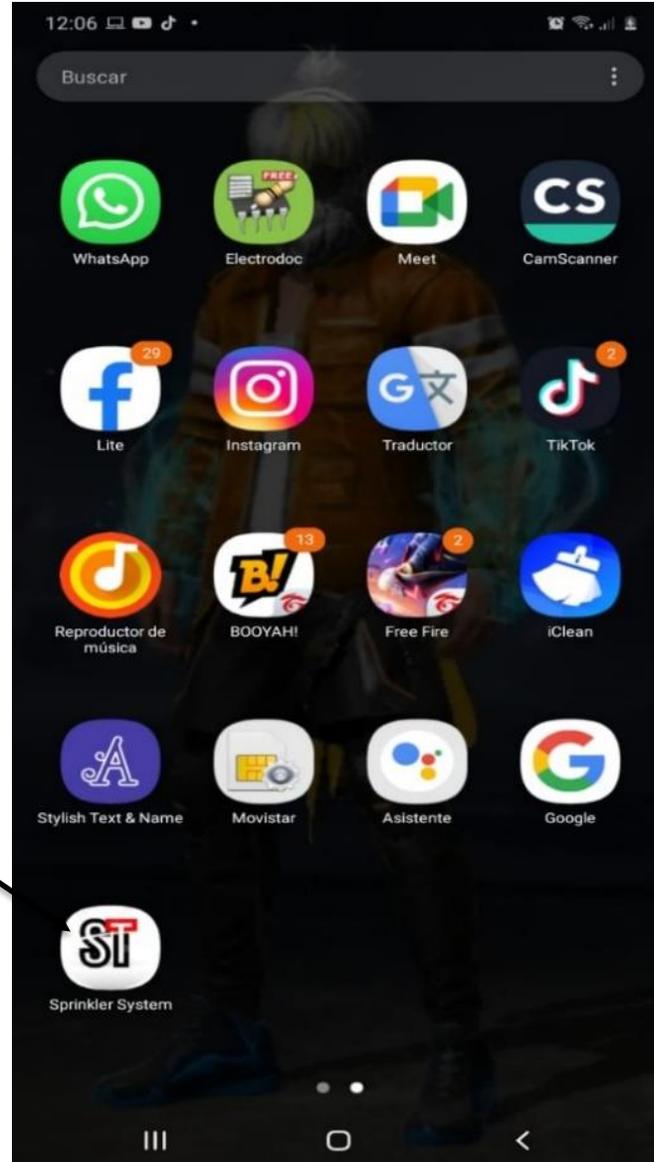
when Clock1.Timer
do
  if BluetoothClient1.IsConnected
  then
    if call BluetoothClient1.BytesAvailableToReceive > 0
    then
      set global input to call BluetoothClient1.ReceiveText
      numberOfBytes call BluetoothClient1.BytesAvailableToReceive
      set global list to split text get global input
      at ""
      set temp.Text to select list item list get global list
      index 1
      set humidity.Text to select list item list get global list
      index 2
    if call BluetoothClient1.BytesAvailableToReceive > 0
    then
      set global input to call BluetoothClient1.ReceiveText
      numberOfBytes call BluetoothClient1.BytesAvailableToReceive
      set global list to split text get global input
      at ""
      set hours.Text to select list item list get global list
      index 3
    when Button3.Click
    do
      call BluetoothClient1.Disconnect
```

Warnings



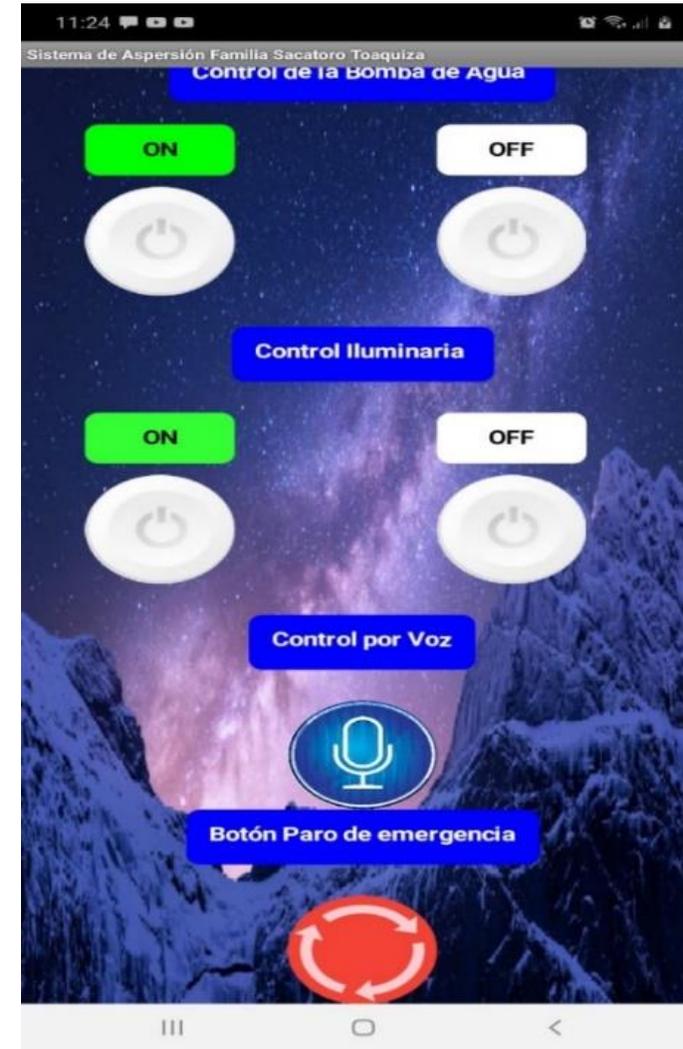
Icono de la aplicación móvil.

Icono de la
Aplicación móvil

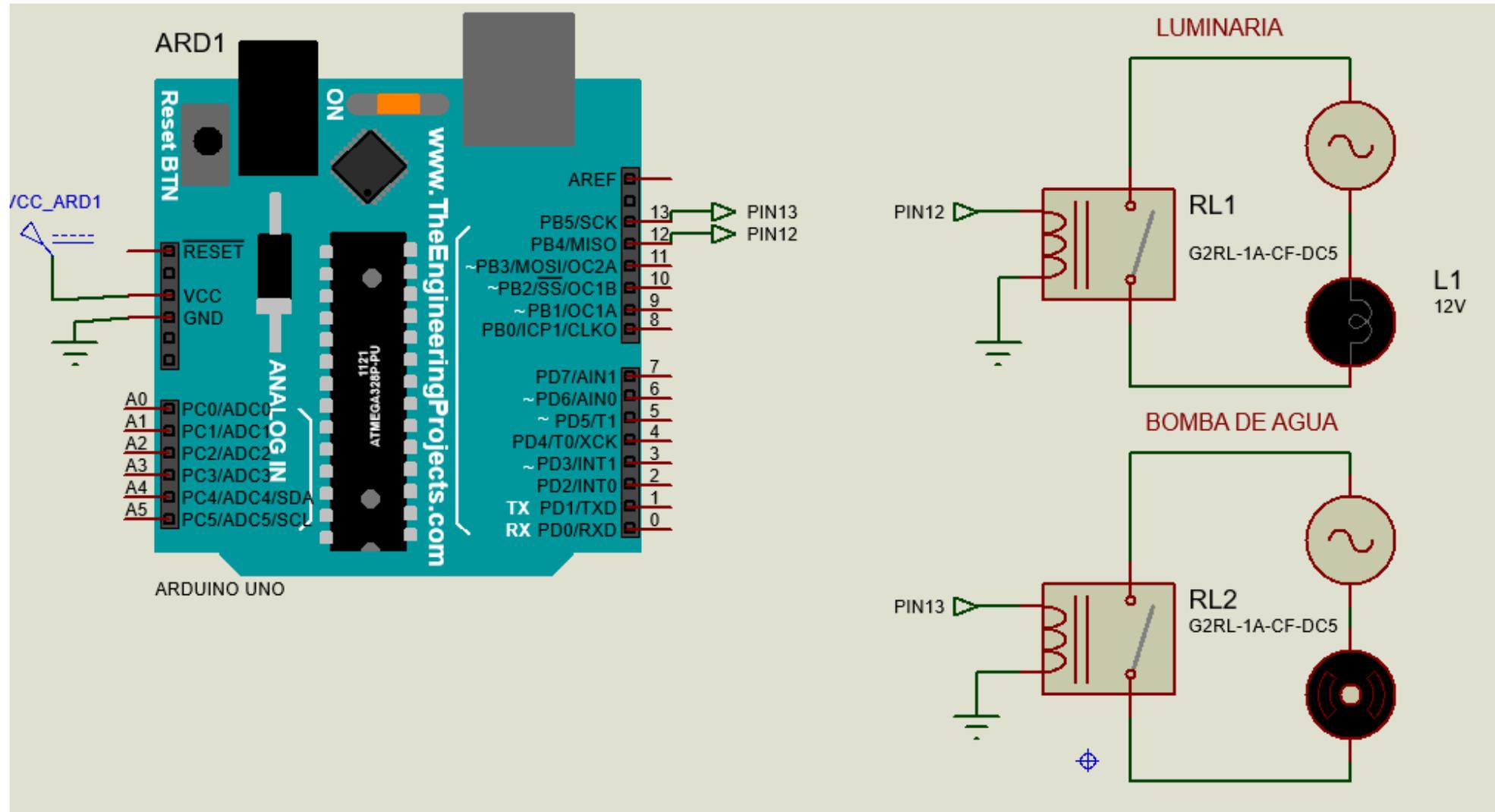


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

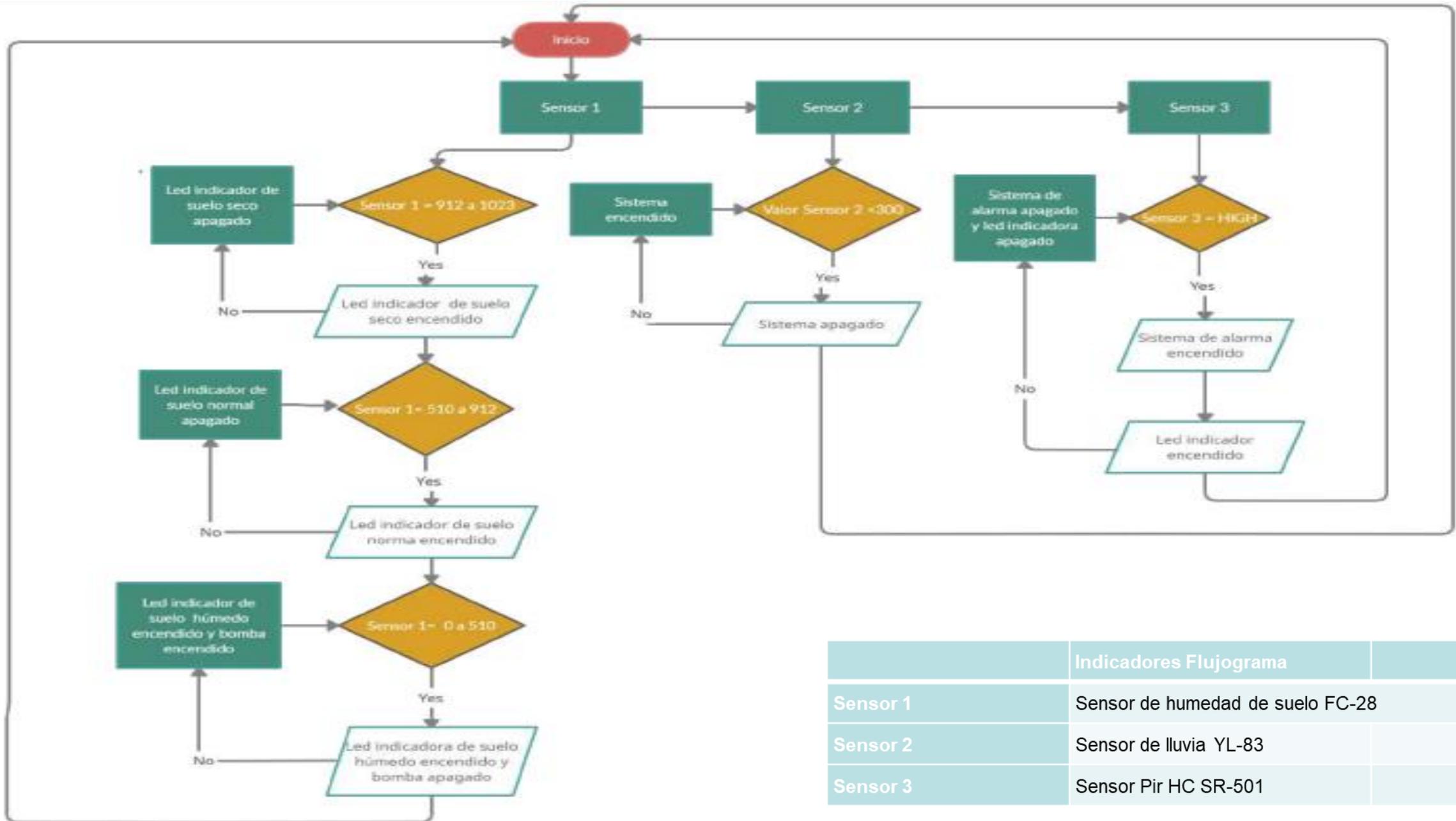
Parte interna de aplicación móvil.



Conexión del módulo relay a una electrobomba y foco de 110v.



Flujograma del funcionamiento de los sensores.



	Indicadores Flujograma	
Sensor 1	Sensor de humedad de suelo FC-28	
Sensor 2	Sensor de lluvia YL-83	
Sensor 3	Sensor Pir HC SR-501	

Prueba y resultados del Proyecto



Obtención de datos y Control de proceso.



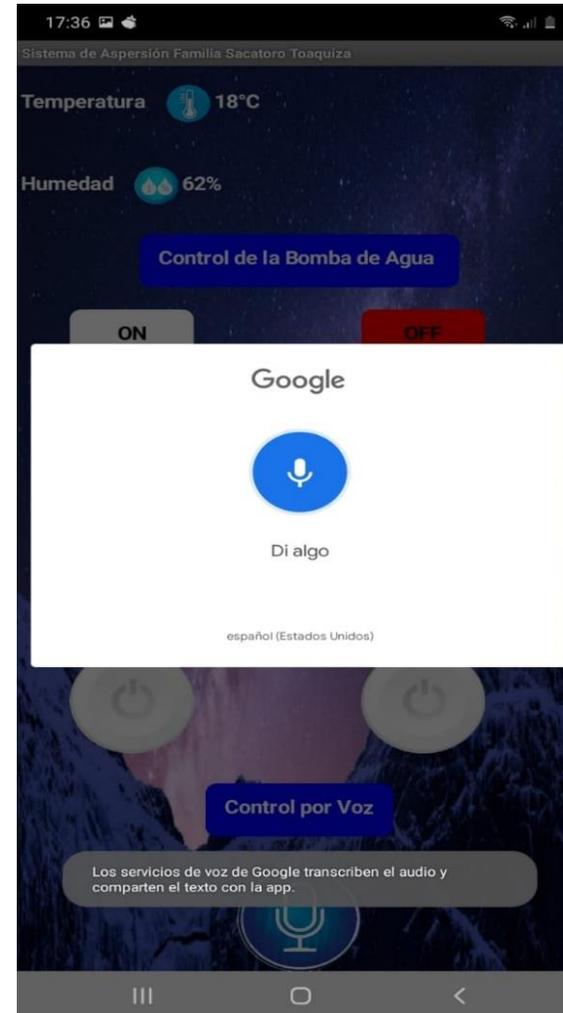
Datos de temperatura

Control encendido y apagado
de la bomba y la luminaria

Control mediante mando de voz



Configuración del mando por voz y su respectivo uso.



Componentes en el tablero control.



Estados de suelo

	Sensor de humedad FC-28
Estados suelo	Valores referenciales (Bits)
Suelo Seco	912 a 1023
Suelo Normal	510 a 912
Suelo Húmedo	0 a 510



Estado de suelo seco

Indicador de Suelo Seco.



Pantalla LCD donde muestra los estados de suelo seco, estado de bomba y activación del sensor de lluvia.

Estado de suelo normal

Indicador de Suelo Normal.



Pantalla LCD donde muestra los estados de suelo normal, estado de bomba y activación del sensor de lluvia.

Activación de Alarma



Estado de suelo húmedo

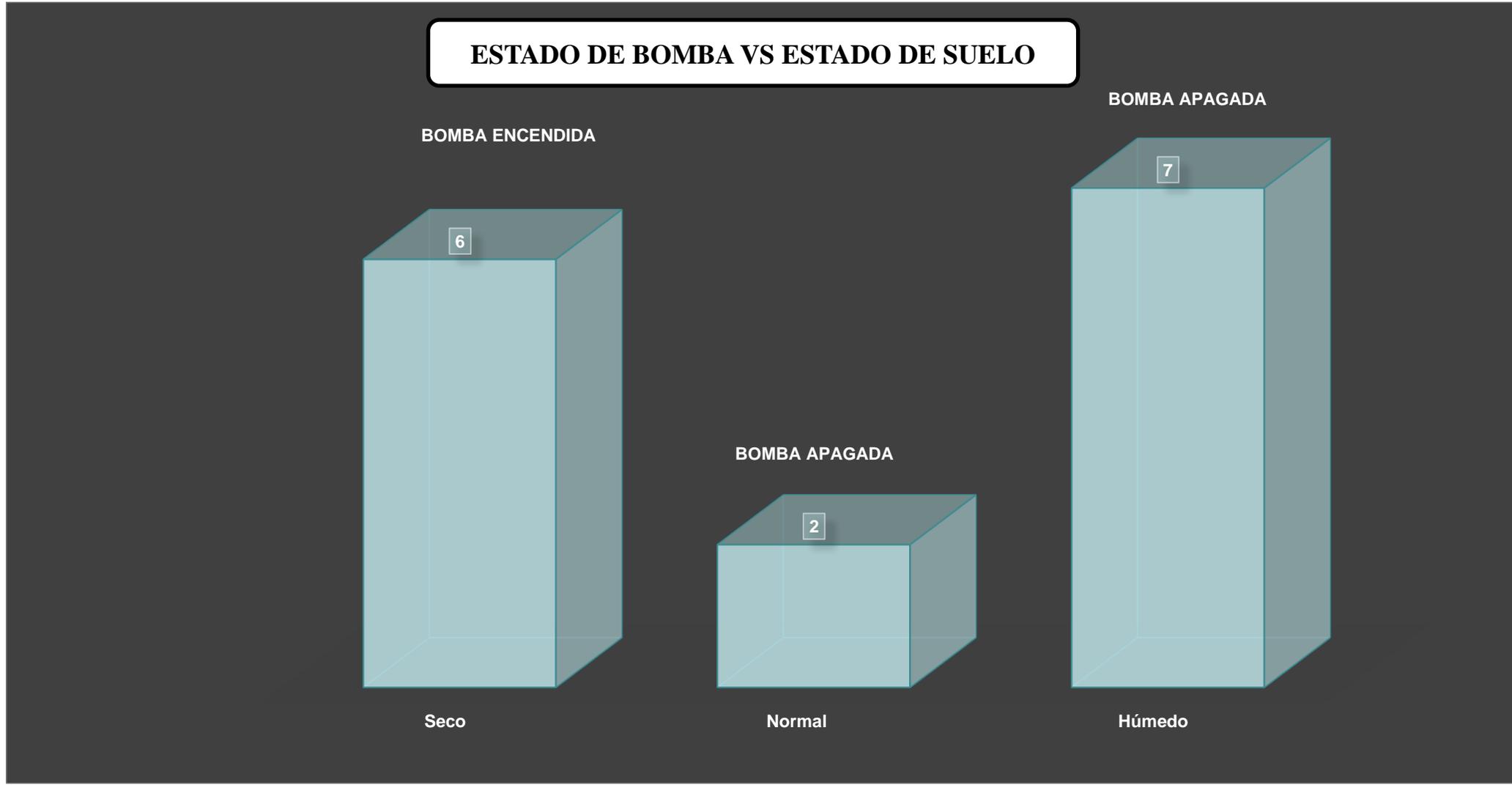


Resultados del sistema de riego

Días	Horarios de riego	Temperatura	Humedad	Sensor de lluvia	Estados de	Sistema de	Estado de
		[°C]	[%]		Suelo	Seguridad	Bomba
1	7:00 a 8:00	15 °C	50%	Apagado	Seco	Apagado	Encendido
	14:00 a 15:00	35°C	70%	Apagado	Húmedo	Apagado	Apagado
	17:00 a 18:00	14°C	69%	Apagado	Húmedo	Encendido	Apagado
2	7:00 a 8:00	13°C	45%	Encendido	Húmedo	Apagado	Apagado
	14:00 a 15:00	32°C	72%	Apagado	Seco	Apagado	Encendido
	17:00 a 18:00	21°C	68%	Apagado	Normal	Apagado	Apagado
3	7:00 a 8:00	16°C	48%	Apagado	Seco	Encendido	Encendido
	14:00 a 15:00	33°C	71%	Apagado	Húmedo	Apagado	Apagado
	17:00 a 18:00	14°C	69%	Encendido	Húmedo	Encendido	Apagado
4	7:00 a 8:00	15°C	47%	Apagado	Seco	Apagado	Encendido
	14:00 a 15:00	31°C	69%	Encendido	Húmedo	Apagado	Apagado
	17:00 a 18:00	16°C	70%	Apagado	Seco	Encendido	Encendido
5	7:00 a 8:00	16°C	48%	Encendido	Húmedo	Apagado	Apagado
	14:00 a 15:00	34°C	70%	Apagado	Normal	Encendido	Apagado
	17:00 a 18:00	22°C	72%	Encendido	Seco	Apagado	Apagado



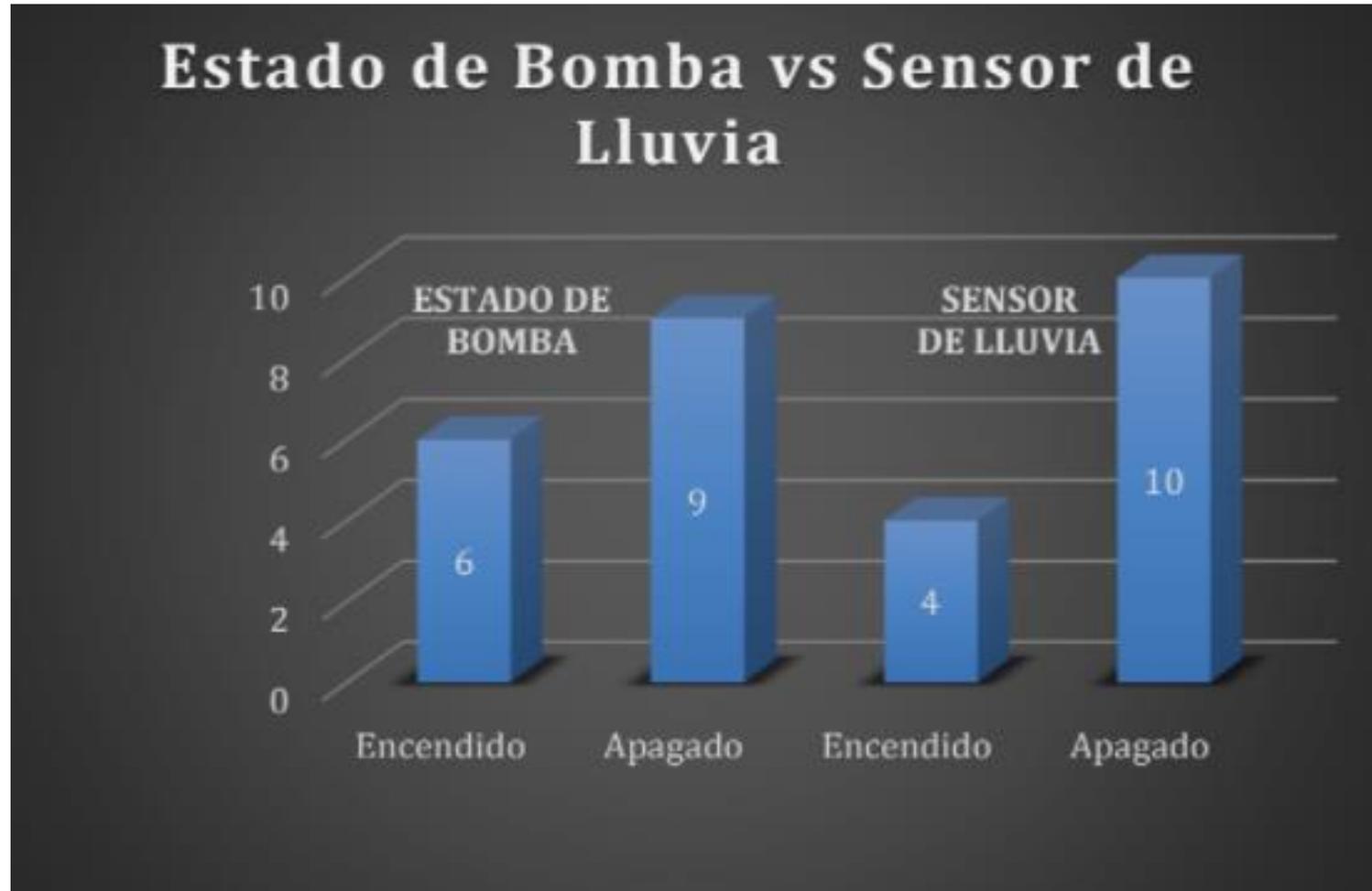
Comparación de datos de Humedad y Estado de la Bomba.



Operatividad de sistema de seguridad.



Operatividad del sensor de lluvia.



Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Para la medición de humedad y temperatura se seleccionó el módulo DHT11, porque el rango de temperatura a medir es de 0°C a 35°C y la humedad porcentual relativa oscila entre 40% a 100%, valores que se encuentran en ese rango de operación del módulo, además es compatible con Arduino.
- Para la verificación de los estados de suelo se seleccionó el sensor FC-28, porque puede detectar valores analógicos de 0 a 1023, donde el valor 0 se refiere que está sumergido en el agua y el valor 1023 se refiere que está en el aire, donde permite programar los estados del suelo, además es compatible con Arduino.



- Para la detección de precipitaciones se seleccionó el sensor YL-83, puede trabajar en un rango de temperatura de -15°C a 55°C ambiental, además de trabajar con valores analógicos de 0 a 1023, donde el valor analógico 0 muestra que la placa está totalmente empapada y el valor analógico 1023 muestra una placa totalmente seca, además es compatible con Arduino.
- Para la detección de movimiento se seleccionó el sensor PIR HC SR-501, porque su rango de detección es aproximadamente de 4 a 6 metros con valores digitales, además es compatible con Arduino.
- Se utilizó un módulo relay para activar una señal de corriente alterna de 110v a 60Hz mediante una señal digital de 0 a 5V proporcionada por Arduino se seleccionó el módulo relay.



- El área a cubrir el sistema de aspersión que tiene 337 m², por el tipo de plantas que tiene esta área se va tener dos sistemas uno por aspersión y el otro por goteo que trabajan por la misma bomba, la diferencia está en las dimensiones de las mangueras para la aspersión se utiliza una manguera de 1 1/2" y para goteo una manguera de 1/4" , además se estableció los horarios de riego en función a las recomendaciones del dueño del cultivo. La ubicación del tablero esta ubica cerca de la residencia, para que sea accesible y tenga protección. La bomba de agua está ubicada en una esquina del área del terreno para que tenga una fácil operatividad cuando el sistema este encendido.



- En la obtención de resultados, se tuvo referencia los valores que mostraba el sensor de humedad de suelo donde se realizaron una comparación con el estado de la bomba donde 6 veces se detectó estado de suelo seco y 1 vez se encendió la bomba pero en la último día de pruebas el sensor de lluvia se detectó precipitaciones por lo que la bomba se apagó, además 2 veces se detectó el estado de suelo normal y las mismas veces se apagó la bomba, finalmente 7 veces se detectó el estado de suelo húmedo y las mismas veces se apagó la bomba.



Recomendaciones

- Se recomienda calibrar bien el sensor PIR para una buena detección de movimiento, eliminando falsas alarmas por la aproximación de animales.
- Se recomienda conectar correctamente los pines TX y RX del módulo bluetooth HC-05 a la placa Arduino para una buena comunicación, además desconectar un pin de modulo para poder subir la programación y no salga un error.
- Se recomienda verificar y probar bien las conexiones de dispositivos que trabajen con corriente alterna al módulo relay para que luego no ocasionen daños a los demás dispositivos conectados.

