



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE
SAN ANDRÉS TUXTLA



DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

ASIGNATURA: Instrumentación Virtual

CATEDRÁTICO: Dr. José Ángel Nieves Vazquez

GRUPO: 711-A **PERIODO:** Agosto 2023 - Enero 2024

FIRMAS UNIDAD 4

Alumna:

ANA VICTORIA MARTINEZ MORGADO

SAN ANDRÉS TUXTLA, VER

A 06 DE DICIEMBRE DEL 2023

Unidad 4 Adquisición de datos

Scribe

4.1. Acondicionadores de señal utilizando amplificadores operacionales

Un acondicionador de señal con amplificadores operacionales de señal es un componente o sistema que utiliza amplificadores electrónicos para modificar características de una señal.

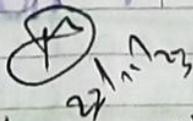
22/11/23

La función principal de un acondicionador consiste en recoger una señal y transformarla en una señal eléctrica de nivel superior. La conversión se suele utilizar en aplicaciones industriales que emplean un amplio espectro de sensores para efectuar mediciones.

Funciones de un acondicionador de señal

- **Conversión de señal:** recoge una señal y la transforma en una señal eléctrica de nivel superior.
- **Linealización:** si las señales que el sensor proporciona no tienen una correspondencia del todo lineal con la magnitud física.
- **Amplificación:** hay dos maneras incrementando la resolución de la señal de entrada, o aumentar la relación señal-ruido.
- **Filtrado:** consiste en filtrar el espectro de frecuencia de señal conservando solo los datos válidos y bloqueando todo el ruido.

4.2. Filtros de señal



En el contexto de la instrumentación un filtro de señal se refiere a un componente o conjunto de componentes electrónicos diseñados para modificar las características de una señal eléctrica. Estos filtros se utilizan para seleccionar o suprimir ciertas frecuencias en una señal, lo cual puede ser crucial en aplicaciones de instrumentación y medición.

Los filtros de señal se emplean para diversas finalidades, entre las que se incluyen:

- * **Eliminación de ruido:** pueden utilizarse para atenuar o eliminar componentes de frecuencia no deseados en una señal, como el ruido eléctrico.
- * **Selección de frecuencia:** pueden ser usados para enfocarse en frecuencias específicas.
- * **Suavizado de señales:** en algunas aplicaciones es útil aplicar filtros para suavizar variaciones rápidas o picos en las señales.
- * **Rechazo de interferencias:** ayudan a minimizar la interferencia de frecuencias no deseadas que podrían afectar la calidad de la señal de medición.

4.3. Características de la conversión analógica digital

La conversión de señal analógica incluye tres procesos fundamentales que son:

- Prefiltrado anti-solapamiento
- Muestreo
- Cuantización

Junto a estos procesos se encuentran:

- Codificación
- Conversión

En el **muestreo** la señal analógica original, que forma parte de la señal combinada de video compuesto, se transforma en una serie de impulsos llamados muestras.

En la **cuantización** se asigna un valor a cada una de las muestras tomadas en el paso anterior.

Mientras que en la **codificación** se convierte los valores obtenidos de la cuantificación a código binario.

El resultado de esta operación es una secuencia de "ceros" y "unos", los bits representativos de las variaciones de la señal analógica original, cuyo número total dependerá de la frecuencia de muestreo y del número de bits por muestra, es decir de la precisión de la codificación.

4.4. Adquisición de datos analógicos

Se refiere al proceso de medición y conversión de señales analógicas en datos digitales.

La información de adquisición de datos se puede recopilar mediante una computadora que ejecute el software SCADA, una HMI de pantalla táctil o un PLC.

Los datos se pueden registrar o mostrar en la pantalla. Para encender o apagar el equipo con solo presionar un botón.

Los módulos de adquisición de datos son ideales para:

- Leer valores
- Almacenar el valor en la memoria
- Compartir los datos de la memoria cuando lo solicitan los PLC.

* Componentes:

* Sensores: convierten parámetros físicos a variables eléctricas.

* Acondicionamiento: contienen los convertidores analógicos para mostrar

* Bus de comunicación: es el canal de comunicación

* Sistema de cómputo: PC / Tablet / Celular

4.5. Adquisición de datos digital

La adquisición de datos digitales implica la recolección y procesamiento de información que ya está en formato digital.

A diferencia de la adquisición de datos analógicos, donde se trabaja con señales continuas, en la adquisición de datos digitales, la información se presenta en forma de dígitos discretos.

* Sensores digitales: los sensores generan directamente datos en formato digital.

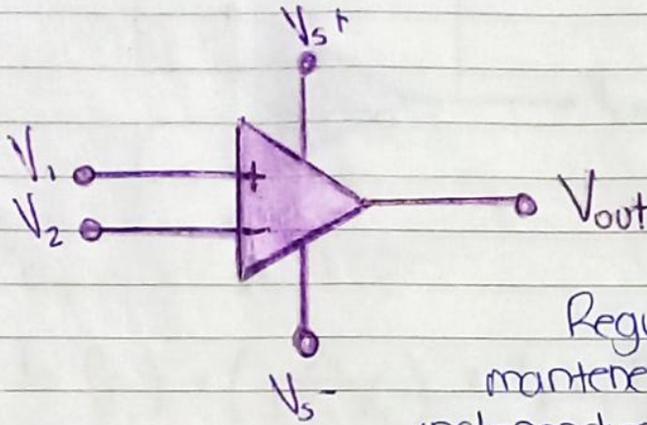
* Transmisión de datos: en entornos donde la información digital se genera en un lugar y se procesa en otro.

* Almacenamiento: los datos digitales se pueden almacenar en dispositivos de almacenamiento digital, como lo son los discos duros.

* Procesamiento digital: implica manipular la información utilizando operaciones matemáticas o lógicas. Esto puede ser filtrado, análisis estadístico, transformaciones matemáticas y más.

4.6 Ejemplos amplificadores operacionales

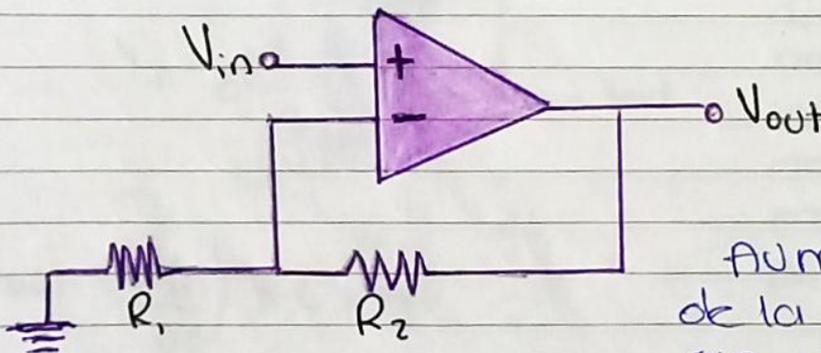
* Comparador de Voltaje



$$V_{out} = \begin{cases} V_s + V_1 & V_2 \\ V_s - V_1 & < V_2 \end{cases}$$

Regula la salida para mantener un voltaje constante, independiente de las variaciones en la carga.

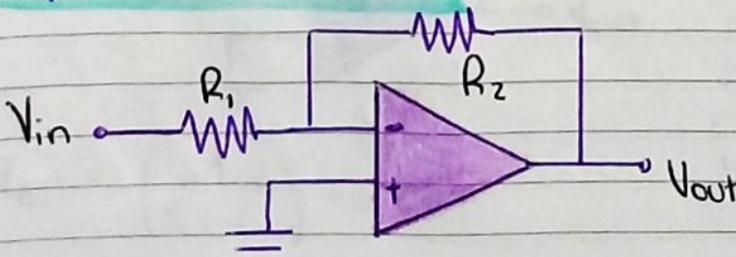
* Amplificador no Inversor



$$V_{out} = V_{in} \times \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

Aumenta la amplitud de la señal de entrada sin invertirla, con una ganancia determinada por la relación de resistencias.

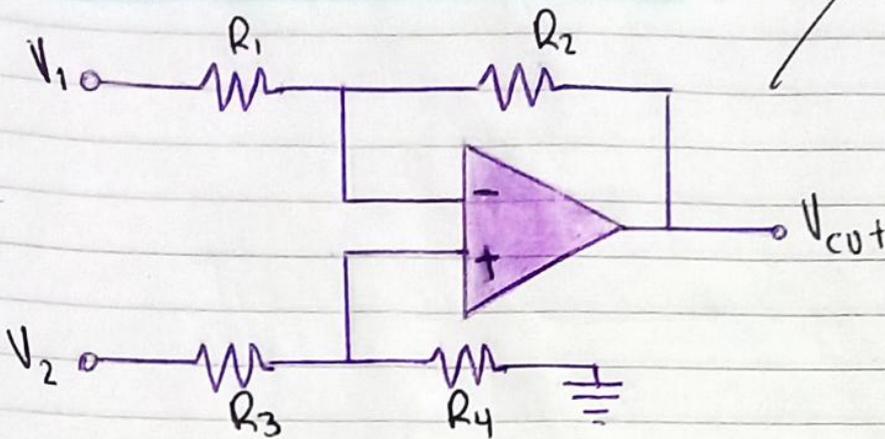
* Amplificador Inversor



$$V_{out} = -V_{in} \times \frac{R_2}{R_1}$$

Incrementa la señal de entrada invirtiéndola, con una ganancia controlada por la relación de resistencias.

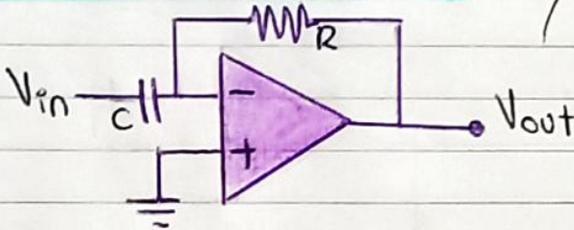
* Amplificador Diferencial



Amplifica la diferencia de voltaje entre dos entradas, útil en aplicaciones que requieren comparación de señales.

$$V_{out} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \times \left(\frac{R_4}{R_3 + R_4}\right) \times V_2 - \left(\frac{R_2}{R_1}\right) \times V_1$$

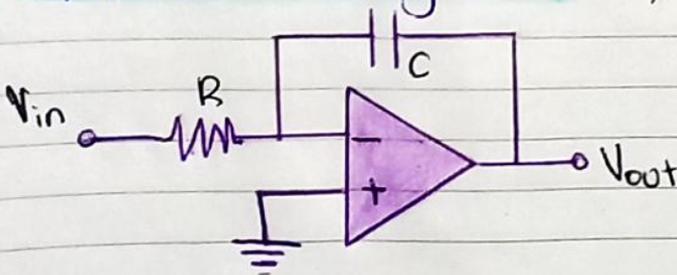
* Amplificador derivador



Genera una salida proporcional a la tasa de cambio de la señal de entrada con respecto al tiempo.

$$V_{out} = \left(\frac{dV_{in}}{dt}\right) \times C \times -R$$

* Amplificador Integrador



Produce una salida proporcional a la integral de la señal de entrada en función del tiempo.

$$V_{out} = \left(\frac{1}{R \times C}\right) \int V_{in} dt$$

LISTA DE COTEJO INVESTIGACIÓN

INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL.

Nombre del estudiante: Martínez Morgado Ana Victoria

Tema: Adquisición de datos.

| | | |
|---------------------------|------|------|
| Portada | 5 % | 5 % |
| Desarrollo y claridad | 30 % | 30 % |
| Entrega en tiempo y forma | 5 % | 5 % |
| Total | 40 % | 40 % |

LISTA DE COTEJO DE PROYECTO.

Nombre del estudiante: Martínez Morgado Ana Victoria.

Tema: Implementación de un control difuso en un sistema de riego automático.

| | | |
|---------------------------|------|------|
| Portada | 5 % | 5 % |
| Introducción | 10 % | 10 % |
| Desarrollo y explicación | 30 % | 30 % |
| Conclusiones | 5 % | 5 % |
| Referencias | 5 % | 5 % |
| Entrega en tiempo y forma | 5 % | 5 % |
| Total | 60 % | 60 % |



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE
SAN ANDRÉS TUXTLA



DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

ASIGNATURA: Instrumentación Virtual

CATEDRÁTICO: Dr. José Ángel Nieves Vázquez

GRUPO: 711-A **PERIODO:** Agosto 2023-Enero 2024

Implementación de control difuso en un sistema de riego automático

Alumnos:

- Canela Morales Luis Fernando
- Cayetano Chiguil Lizbeth
- Martinez Morgado Ana Victoria

San Andrés Tuxtla, Ver

A 13 De Diciembre del 2023

Contenido

| | |
|----------------------------------|----|
| Introducción | 3 |
| Antecedentes | 4 |
| Proceso de elaboración | 9 |
| Materiales | 9 |
| Diagramas | 9 |
| Desarrollo del experimento | 10 |
| Simulación | 19 |
| Conclusión | 21 |
| Referencias | 22 |

Introducción

El presente proyecto aborda la implementación de un sistema de riego automático con un enfoque basado en el control difuso como parte de la Unidad 4 de la materia de Instrumentación Virtual, este sistema utiliza la tarjeta de desarrollo Arduino para la lectura de los datos provenientes de los sensores de humedad del suelo FC-28, y de temperatura/humedad ambiente DTH11.

La información recolectada se procesa y controla mediante un diagrama de lógica difusa implementado en MATLAB, brindando una solución en la gestión del riego en plantas.

La aplicación de control difuso en este contexto permite abordar la complejidad de las condiciones del suelo y del ambiente, la elección de Arduino como plataforma de control garantiza una integración sólida entre la adquisición de datos y la ejecución de algoritmos de control difuso en MATLAB, facilitando así la implementación de soluciones de instrumentación virtual.

El objetivo es simular en una pequeña maqueta la mejora en la eficiencia de riego al adaptarse a condiciones específicas del entorno, así como apoyar a la reducción del consumo de agua mediante la optimización del riego.

En resumen, este proyecto busca implementar un riego automático inteligente, combinando hardware y software ofreciendo gestionar de una manera más inteligente el suministro de agua.

Antecedentes

Un sistema de riego automatizado es una tecnología que permite la automatización del proceso de riego en agricultura, jardinería o paisajismo. Estos sistemas utilizan dispositivos y tecnologías avanzadas para controlar la cantidad y el tiempo de suministro de agua a las plantas. A continuación, se enlistan algunos componentes y características comunes de un sistema de riego automatizado:

- **Sensores de Humedad del Suelo:** Estos sensores miden la humedad en el suelo y determinan si las plantas necesitan agua. Los datos recopilados ayudan al sistema a tomar decisiones informadas sobre cuándo y cuánto regar.



- **Programadores de Riego:** Estos dispositivos permiten programar el riego en horarios específicos. Pueden configurarse para regar en momentos óptimos del día, como temprano en la mañana o por la noche, para minimizar la evaporación.

- **Válvulas de Riego Automáticas:** Las válvulas controlan el flujo de agua hacia las áreas específicas del jardín o campo. Se abren y se cierran automáticamente según las instrucciones del programador o los datos de los sensores.

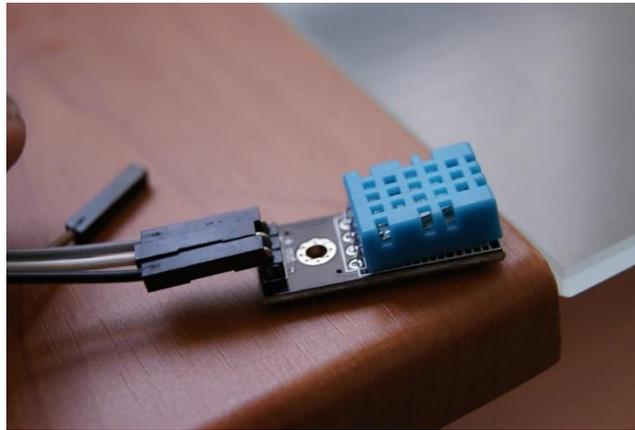


- **Sistemas de Aspersores o Riego por Goteo:** Los sistemas de riego automatizado pueden utilizar aspersores o sistemas de riego por goteo para distribuir el agua de manera eficiente. El riego por goteo es particularmente eficaz en la conservación de agua al suministrar agua directamente a las raíces de las plantas.



- **Controladores Inteligentes:** Algunos sistemas de riego automatizado utilizan controladores inteligentes que pueden ajustar automáticamente los tiempos de riego en función de las condiciones climáticas actuales, la humedad del suelo y otros factores.

- **Conectividad y Control Remoto:** Muchos sistemas modernos pueden conectarse a través de la red y ser controlados de forma remota a través de aplicaciones móviles. Esto permite a los usuarios ajustar la programación y monitorear el sistema desde cualquier lugar.
- **Sensores Meteorológicos:** Algunos sistemas incorporan sensores meteorológicos para tener en cuenta las condiciones climáticas actuales y futuras al determinar los patrones de riego.



La automatización del riego no solo mejora la eficiencia en el uso del agua, sino que también puede resultar en ahorros significativos de tiempo y recursos para los agricultores y propietarios de jardines. Además, contribuye a la conservación del agua al evitar el riego excesivo.

La **lógica difusa** (o lógica borrosa) es una rama de la inteligencia artificial que se utiliza para modelar y controlar sistemas que no son fácilmente representados por la lógica clásica binaria (verdadero/falso). En el contexto de la agricultura, la lógica difusa ha encontrado aplicaciones en varios aspectos para mejorar la toma de decisiones y la eficiencia operativa. Aquí hay algunas áreas en las que la lógica difusa se ha implementado en la agricultura:

Control de Riego:

Sensores de Humedad del Suelo: La lógica difusa se utiliza para interpretar los datos recopilados por sensores de humedad del suelo y determinar cuándo y cuánto regar. La toma de decisiones sobre el riego se vuelve más flexible y adaptativa.

Condiciones Meteorológicas: La lógica difusa puede integrarse con datos meteorológicos para ajustar automáticamente los patrones de riego en respuesta a las condiciones climáticas cambiantes.



Gestión de Plagas y Enfermedades:

Sistemas de Alerta: La lógica difusa se puede utilizar en sistemas de alerta temprana para predecir y controlar la propagación de plagas y enfermedades. La toma de decisiones aquí implica considerar factores como la temperatura, la humedad y la presencia de ciertos insectos.

Optimización de Fertilizantes:

Análisis del Suelo: Al evaluar la composición del suelo, la lógica difusa puede ayudar a determinar las necesidades específicas de fertilizantes, ajustando las cantidades según las condiciones particulares de cada área de cultivo.

Planificación de Cultivos: La lógica difusa se puede emplear para la planificación de cultivos, considerando factores como la demanda del mercado, las condiciones climáticas y la rotación de cultivos.



Manejo de Equipos Agrícolas:

Optimización de Rutas: En la agricultura de precisión, la lógica difusa puede contribuir a la optimización de rutas para vehículos agrícolas autónomos, teniendo en cuenta obstáculos, eficiencia de combustible y otros factores.

La principal ventaja de la lógica difusa en la agricultura es su capacidad para manejar la incertidumbre y la imprecisión en los datos. Permite modelar de manera más realista situaciones donde los valores no son absolutos, lo que es común en entornos agrícolas variables y dinámicos. La aplicación de la lógica difusa en la agricultura contribuye a sistemas más adaptativos y eficientes, mejorando así los rendimientos y reduciendo el desperdicio de recursos.

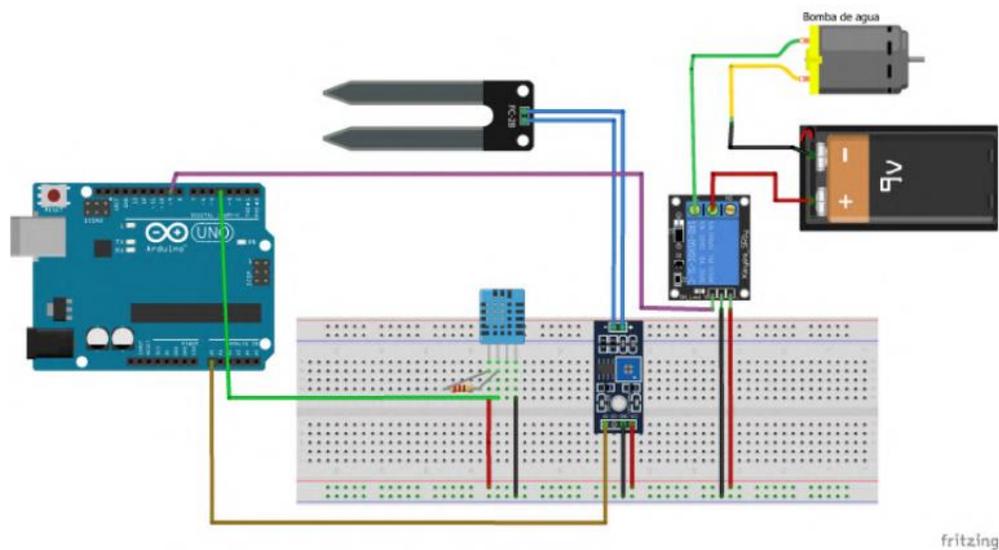
Proceso de elaboración

Materiales

- Sensor DHT11
- Sensor de Humedad FC-28
- Relevador 2PH63091a
- Bomba de agua
- Manguera
- Recipiente con agua
- Placa de desarrollos Arduino
- Cables de conexión
- Resistencias de 1k Ω
- Protoboard

Diagrama

Se presenta el diagrama de conexión que se siguió para armar el sistema de riego:



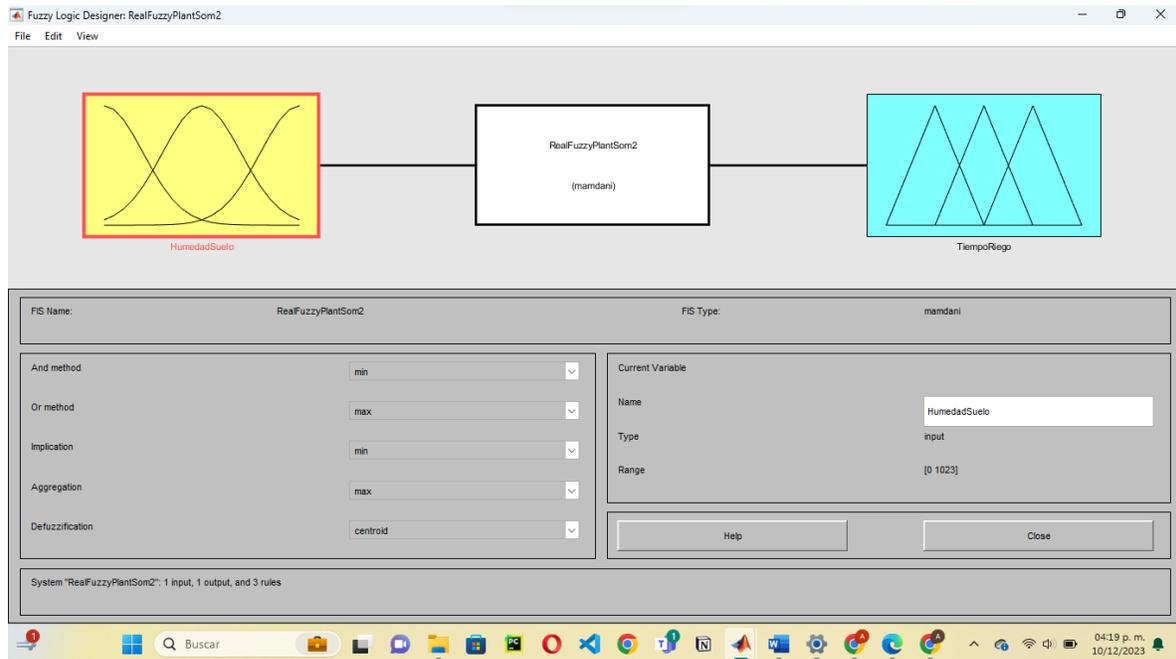
Desarrollo del experimento

El primer sensor es el DHT11 el cual mide la temperatura del ambiente teniendo un rango de medición de 0° a 50°C y la humedad midiéndola en porcentaje de 0% a 100%.

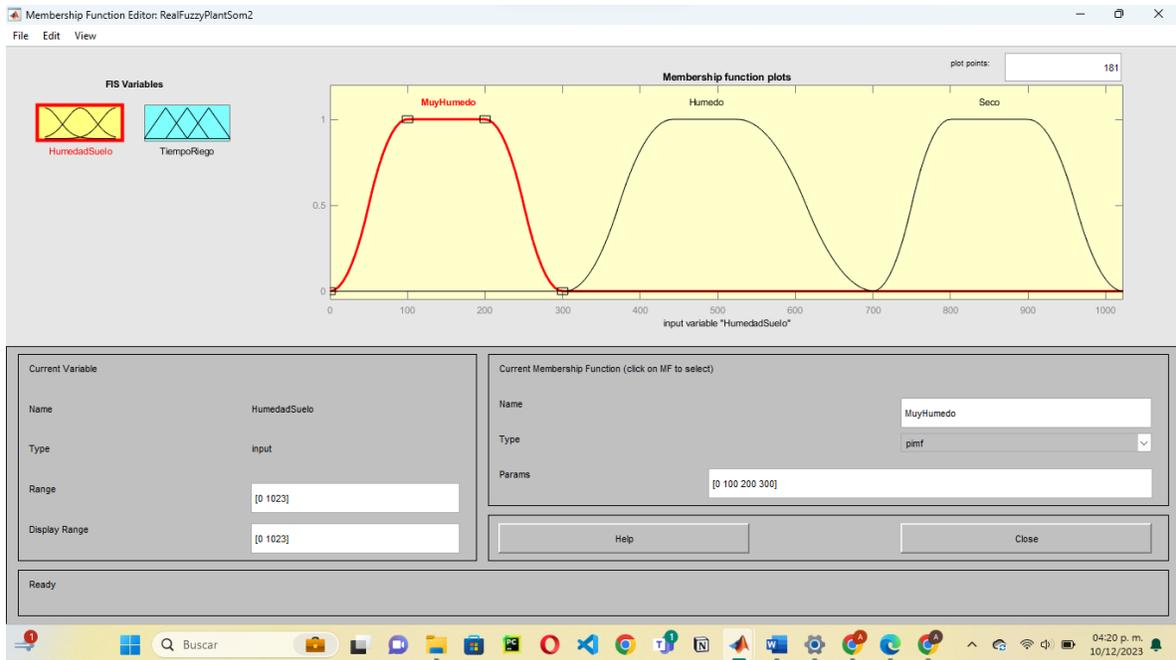
El segundo sensor FC-28 mide el grado de humedad en el suelo teniendo como rango del 0 al 1023, entre más grande el número significa el suelo más seco. Utilizaremos dos softwares en este caso Arduino IDE para la adquisición de datos y MATLAB para el control difuso del sistema en el canal de comunicación.

Para ello se realiza un esquema de control difuso con la herramienta de MATLAB **Fuzzy Logic Designer**.

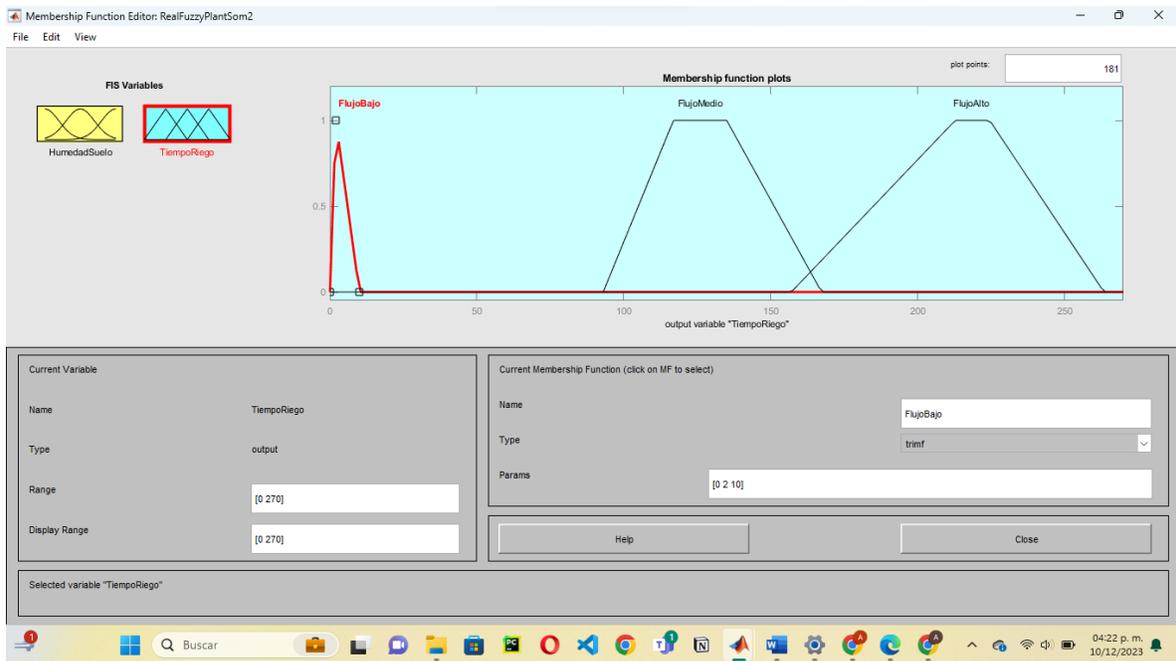
A continuación, se presenta el diagrama de control difuso que muestra la **Humedad del Suelo** como variable de entrada y el **Tiempo de Riego** como variable de Salida:



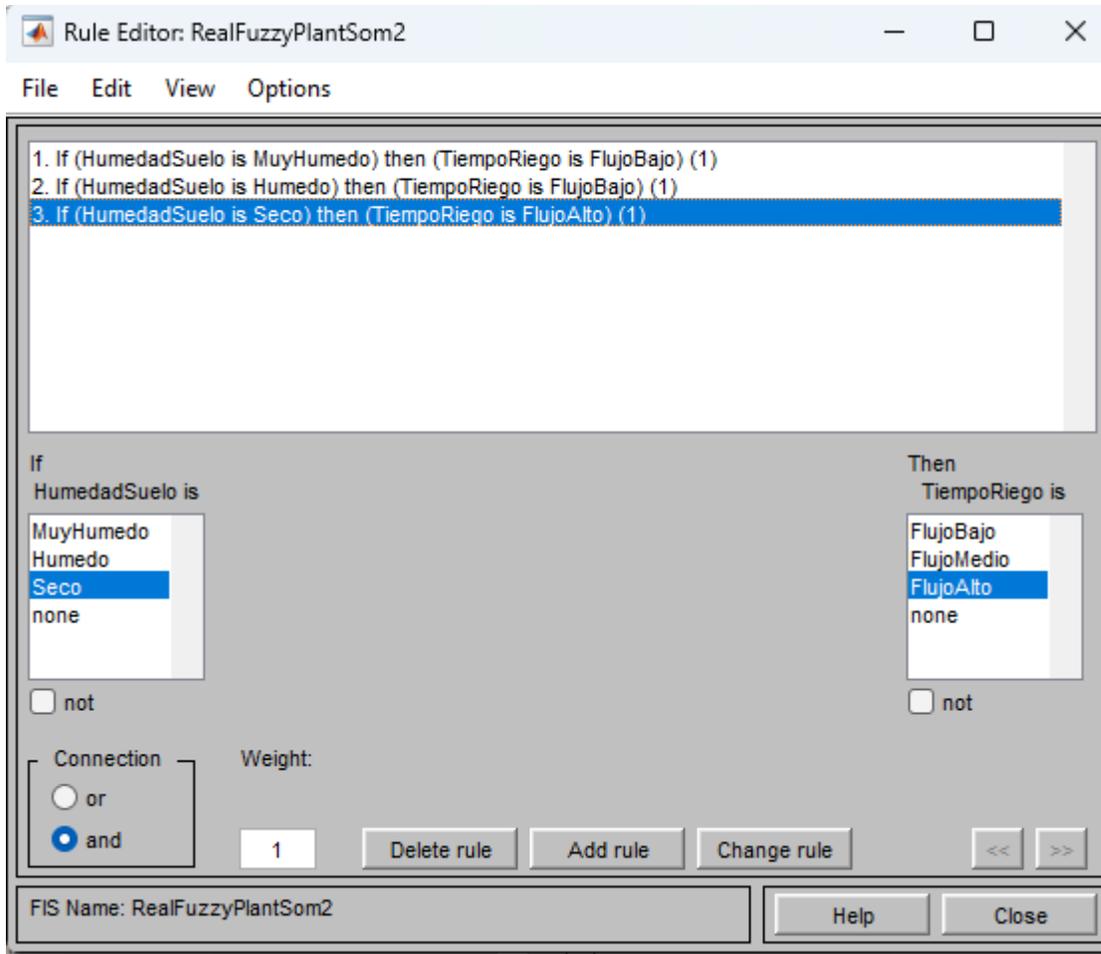
La siguiente imagen muestra los parámetros que manejamos del rango de la humedad, 0-300 siendo (Muy Húmedo), 300-700 (Húmedo) y 700-1023 (Seco):



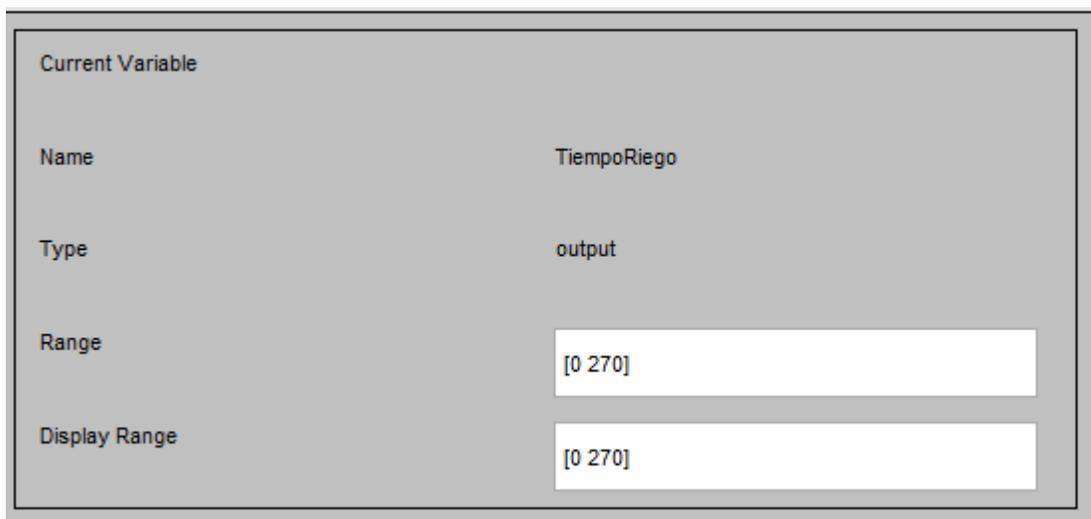
Por otro lado, se muestran los rangos del tiempo de riego en el siguiente esquema, donde se toman Flujo Bajo, Flujo Medio y Flujo Alto de la siguiente manera:



Así mismo, se crean las Reglas con las condiciones del sistema en base de la variable de entrada:



Es importante mencionar que la bomba tendrá una salida entre 0 a 270, que son los grados de intensidad de activación que se le pueden dar a la bomba para la modulación por ancho de pulsos.



Ahora que tenemos el diagrama de control, se crea un script en MATLAB en lenguaje .m el cual tomará el diagrama de control realizado previamente guardado como (***RealFuzzyPlantSom2***) además graficará las variables de la humedad del suelo, humedad del ambiente, temperatura y el control de encendido de la bomba.

```
delete(instrfind('Port', 'COM6'));
fclose('all');
s = serial('COM6');

time=50;
i=1;
P = readfis('RealFuzzyPlantSom2');

while(i<time)

fopen(s)
% fprintf(s, 'Datos del serial:')

out = fscanf(s)

Temp(i)=str2num(out(1:2));
subplot(411);
plot(Temp, 'g');
axis([0,time,20,50]);
title('Parametro: DHT11 Temperatura');
xlabel('---> tiempo en segundos');
ylabel('---> Temperatura');
grid

Humi(i)=str2num(out(3:4));
subplot(412);
plot(Humi, 'm');
axis([0,time,25,100]);
title('Parametro: DHT11 Humedad');
xlabel('---> tiempo en segundos');
ylabel('---> % of Humedad ');
grid

Suelo(i)=str2num(out(5:8));
subplot(413);
plot(Suelo, 'b');
axis([0,time,0,1300]);
title('Parametro: Suelo Humedad');
xlabel('---> tiempo en segundos');
ylabel('---> Muy Humedo ----- Muy Seco ');
grid

E = evalfis(P,[Suelo(i)])
```

```

Eplot(i)=E;
subplot(414);
plot(Eplot,'r');
axis([0,time,0,255]);
title('Parametero: Activacion Bomba');
xlabel('---> tiempo en segundos');
ylabel('---> Flujo ');
grid

fwrite(s, round(E), 'int');
% pause(10);

incbyte = fscanf(s)

ii(i)= str2num(incbyte);
pause(1);

fclose(s)
i=i+1;
drawnow;
end
delete(s)
clear s

```

Ahora bien, se muestra el código de Arduino que nos permitirá leer los datos de los sensores y mandarlos a MATLAB:

```

#include <DHT.h>

#define DHTPIN 4
#define DHTTYPE DHT11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
int incomingByte = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(9, OUTPUT);
  dht.begin();
}

void loop() {
  int temp = dht.readTemperature();
  int humi = dht.readHumidity();
  int suelo = analogRead(A0);

```

```
Serial.print(temp);  
Serial.print(humi);  
Serial.print(suelo);  
Serial.println(' ');  
delay(1000);  
if(Serial.available() > 0){  
  incomingByte = Serial.read();  
  analogWrite(9, incomingByte);  
  delay(9000);  
  Serial.println(incomingByte);  
}  
}
```

La estructura de la maqueta es de madera representando un pequeño invernadero, el cual pintamos de color negro y cubrimos las paredes con bolsa negra de plástico.





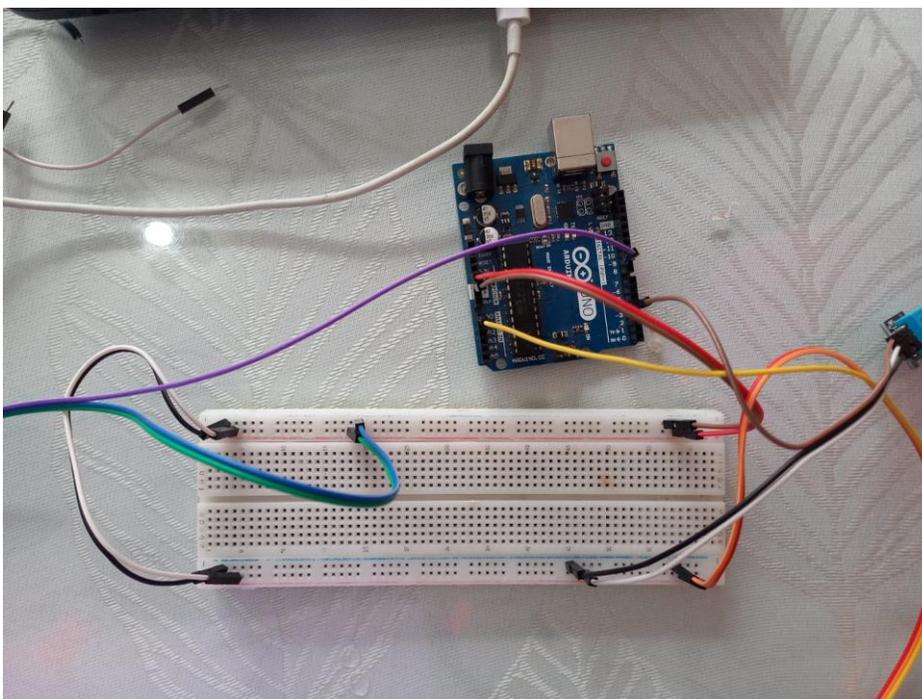
Asimismo, colocamos en el techo con malla color negro como se muestra a continuación:



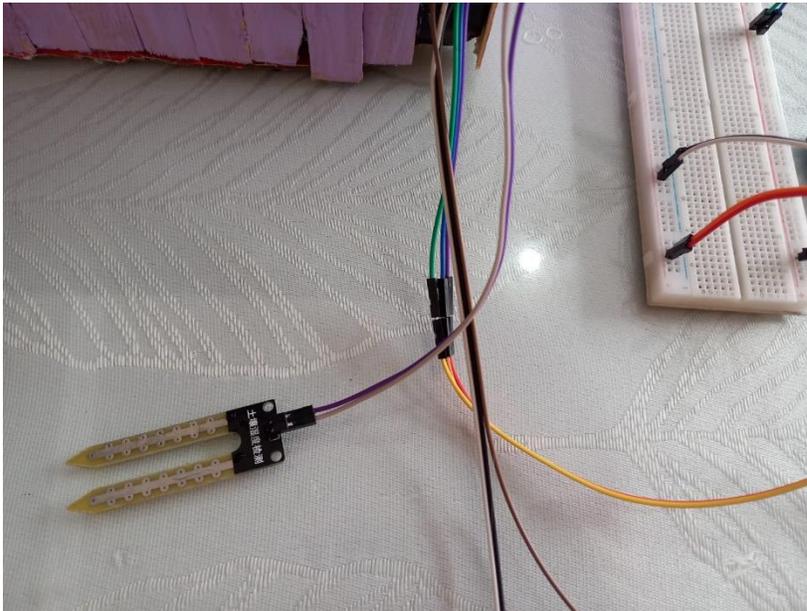
El recipiente que contendrá la tierra estará dentro de la estructura por la cual pasará por encima la manguera con tres orificios para hacer el riego:



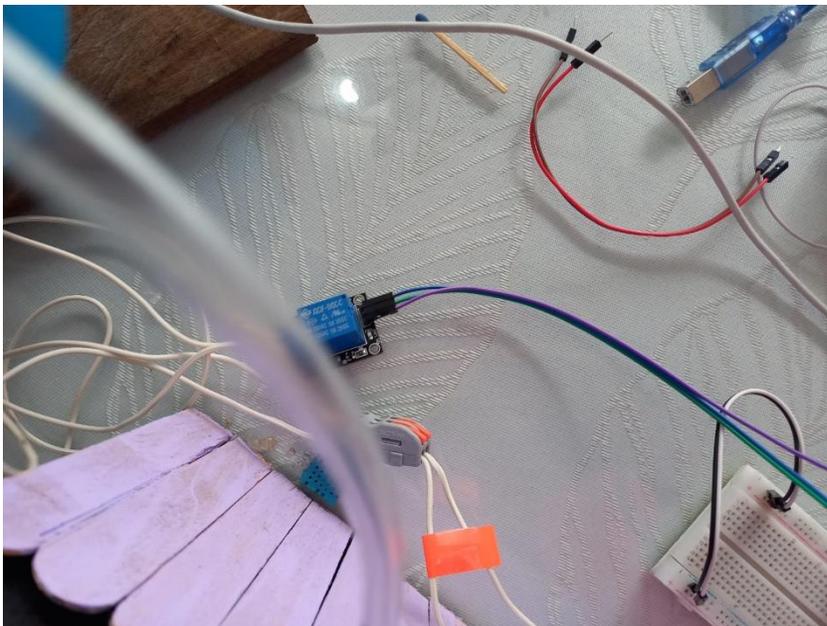
Ahora, el sistema conectado con los sensores es el siguiente:



El sensor de humedad FC-28 que irá dentro del recipiente con tierra:



Este es el modulo relevador que hará el encendido y apagado de la bomba de agua del recipiente:

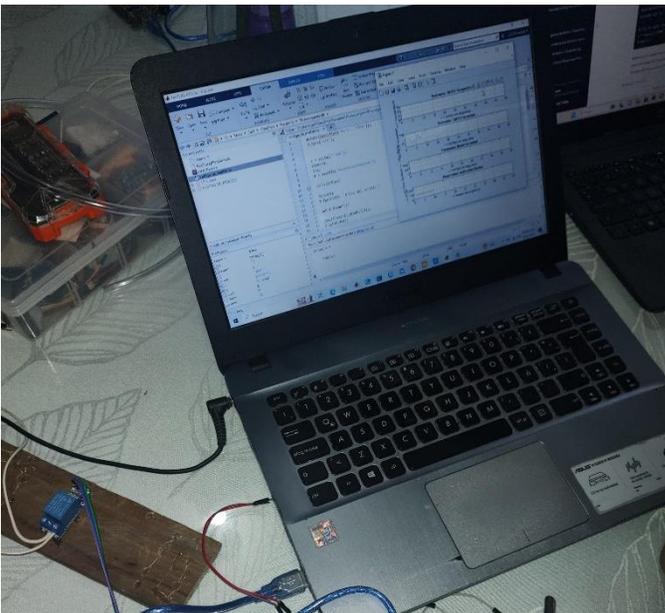


Simulación

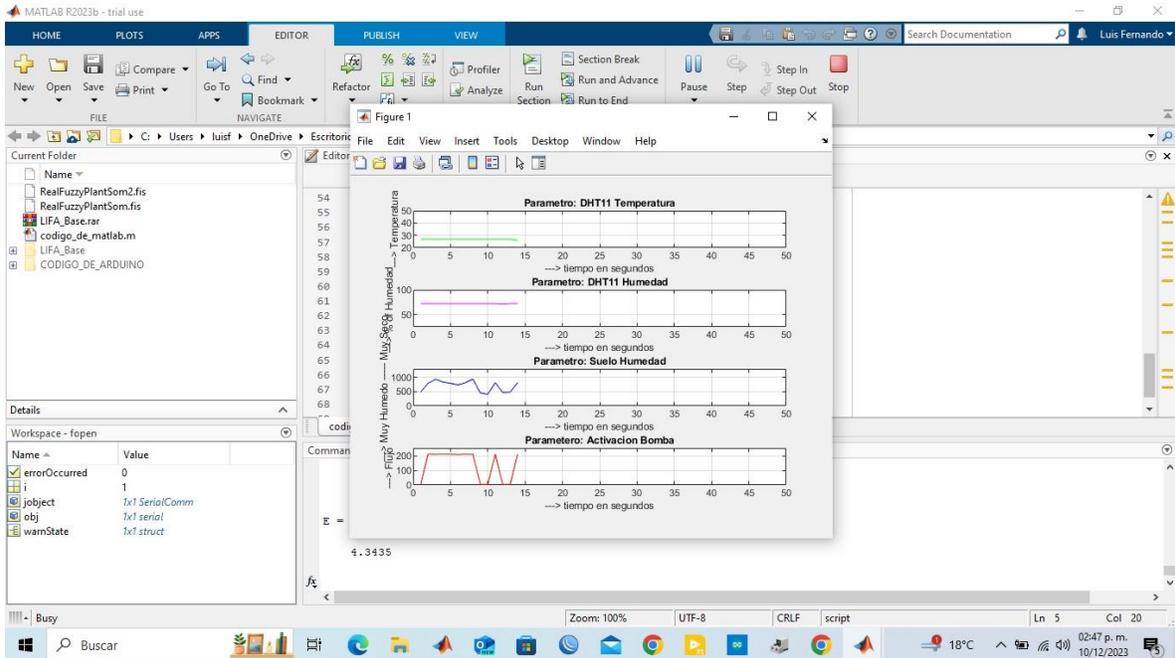
Ahora se procede a compilar el código de MATLAB después de haber cargado el código de Arduino a la tarjeta y se comienza a observar las mediciones de los sensores:



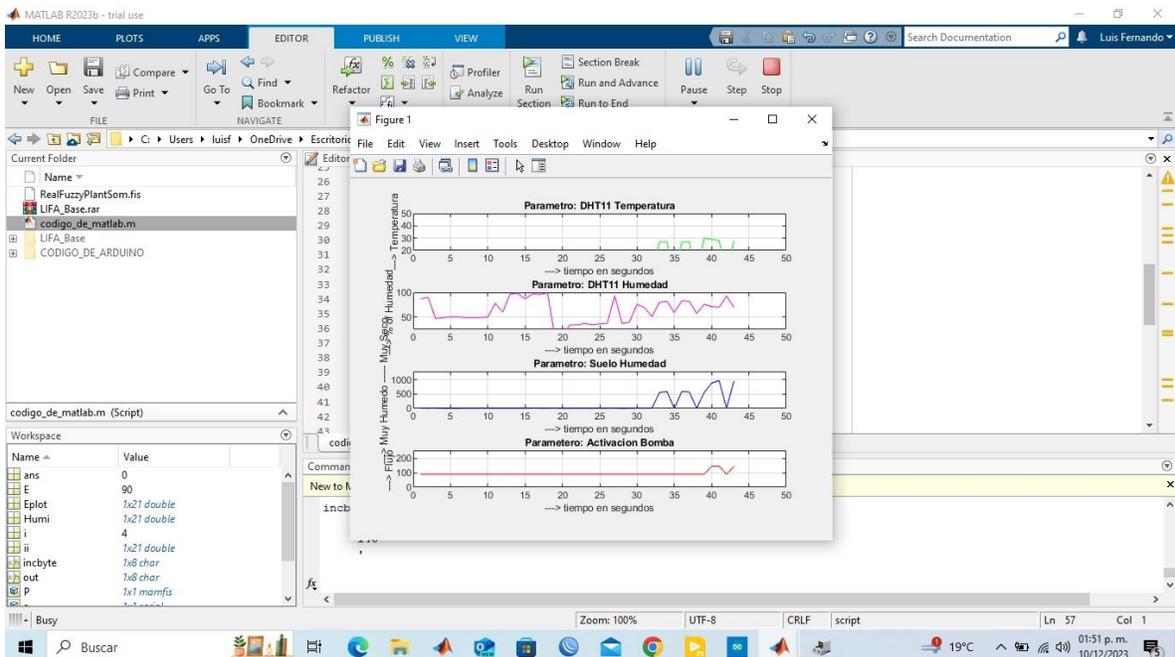
Se observa que al variar la humedad del suelo con el sensor FC-28 la bomba se activa u apaga según sea el caso, por ejemplo si la humedad es alta, la bomba se apaga pero si el sensor detecta una humedad seca, la bomba se activa:



En este caso las gráficas que se tienen nos arrojan los siguientes datos del ambiente como lo son la temperatura, la humedad del suelo, la humedad del ambiente y la activación de la bomba:



Es importante mencionar que se tiene un pequeño delay debido a la adquisición de datos entre Arduino y MATLAB por lo que los sensores tardan unos 20-30 segundos en comenzar a graficar los valores:



Conclusión

En conclusión, este proyecto de implementación de control difuso en un sistema de riego automática donde se utilizó Arduino para la lectura de los sensores y MATLAB para el control difuso ofrece una solución avanzada y eficiente para la gestión de riego.

La integración de los sensores permite la recopilación precisa de los datos ambientales, mientras que la aplicación de la lógica difusa realizada a través de MATLAB facilita la toma de decisiones inteligentes en tiempo real optimizando el proceso de riego.

Donde la combinación de hardware y software brindó una solución automatizada que puede incluso ajustarse a las necesidades específicas de las plantas y las condiciones climáticas que lo requieran. Asimismo, el uso del control difuso en este contexto demostró su eficacia para adaptarse a las variaciones del tiempo, donde esta aplicación práctica permite una buena optimización de la cantidad de agua suministrada a las plantas contribuyendo al ahorro de recursos.

En resumen, el resultado final refleja la integración de los conceptos teóricos con soluciones prácticas, donde el sistema inteligente fue capaz de tomar decisiones óptimas de la gestión de riego.

Referencias

- [1] U. Sistema, R. Automático, N. Patiño y M. Otero, “Controlador Difuso para”. Disponible: <https://virtual.cuautitlán.unam.mx/intar/ceiaait/wp-content/uploads/sites/14/2022/01/Controlador-Difuso-para-un-Sistema-de-Riego-Automa-%CC%81tico.pdf>
- [2] “Automatización en sistemas de riego - Mundoriego.” <https://mundoriego.es/automatizacion-de-sistemas-de-riego/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20una%20automatizaci%C3%B3n%20de>
- [3] “Sistema de Riego Automático: Qué es y Cómo Funciona”, *Maher Electrónica*, 18 de noviembre de 2019. <https://www.maherelectronica.com/sistema-riego-automatico/>