



UNIÓN DE ASOCIACIONES
DE INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES Y GRADUADOS
EN LA INGENIERÍA DE LA
RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA

UNIÓN DE ASOCIACIONES DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES Y GRADUADOS EN INGENIERÍA DE LA RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA (UAIIE)

“CONVOCATORIA 2026”

**XI PREMIO NACIONAL DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN
TECNOLÓGICA**

Título del Trabajo:

HUERTO URBANO-ESCOLAR SOSTENIBLE

AUTOR/ES:

**Andrea Nicolás García, Alma Martínez Corbalán, José Adrián Moñino Reyes,
Pablo Marín Cánovas, Guillermo Alcázar Pérez.**

BLOQUE TEMÁTICO:

Robótica, ahorro energético, urbanismo inteligente, sostenibilidad.

NIVEL EDUCATIVO:

1º Bachillerato

COORDINADOR:

Jaime Garaulet Rodríguez

Marzo 2026

Resumen

Con el fin de prepararnos para las necesidades y labores de ingenieros e ingenieras que pretendemos ser en un futuro, consideramos que debíamos saber en qué podríamos colaborar para mejorar las condiciones de nuestro instituto, y a partir de estas problemáticas, desarrollar soluciones prácticas a estos problemas aplicando nuestros conocimientos. Tras una consulta a los diferentes departamentos, el departamento de Ciencias nos comentó que en su proyecto de centro “Huertos escolares”, les vendría muy bien mejorar las condiciones de su huerto escolar (huerto urbano) para optimizar resultados con el mayor ahorro posible tanto de energía, como de agua y materias primas, así como facilitar el control de dichos cultivos y mejorarlos.

Es la región de Murcia una zona tradicionalmente agrícola, considerada como “la huerta de Europa” debido a una combinación de factores climáticos, geográficos y de gestión del agua, que es un bien escaso en la zona y de muy alto valor. Nuestra región es líder europeo en gestión del agua de cultivo y de cultivo ecológico y sostenible, y por ello creímos que debíamos concienciarnos con esta importante labor y participar en la sostenibilidad de nuestro huerto escolar, a la vez que diseñar y fabricar algo que pueda servir para años posteriores y mejorar las condiciones de nuestro instituto.

Por ello hemos realizado el proyecto de un macetero inteligente para controlar un huerto escolar urbano de manera sostenible, ahorrando recursos y energía, optimizando los resultados de nuestros cultivos.

Palabras Clave

Macetero inteligente, huerto urbano sostenible, optimización riego, huerto escolar.



Índice

Resumen	2
Palabras Clave	2
Índice.	3
1. <i>Introducción.</i>	4
2. <i>Objetivo</i>.....	4
3. <i>Desarrollo</i>.....	5
3.1. <i>Situación inicial</i>	5
3.2. <i>Detección de problemas y necesidades</i>	6
3.3. <i>Solución planteada</i>	7
3.4. <i>Esquema de conexiones a la placa</i>	12
3.5. <i>Servidor web</i>	13
3.6. <i>Programación de la placa</i>	14
3.7. <i>Modelización y programación para cultivo de brócoli</i>	15
3.8. <i>Pruebas del prototipo</i>	17
3.9. <i>Proceso de montaje y programación</i>	17
4. <i>Otros usos del dispositivo</i>.....	18
5. <i>Conclusión</i>.....	19
6. <i>Referencias</i>	20

1. Introducción.

El objetivo de este proyecto es participar en el el concurso del **Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica de UAITIE** en la convocatoria 2026, en la que, según sus bases, había que plantear una solución técnica relacionada con una de las siguientes temáticas: “Diseño Industrial, Energías Renovables, Ahorro Energético, Robótica, Atención a la Discapacidad, Gestión de Residuos, Urbanismo Inteligente, e Inteligencia Artificial”, de posible aplicación a su entorno doméstico, urbano o escolar.

Para ello, y teniendo en cuenta que estábamos cursando las unidades de electricidad, automatización y programación de la asignatura de Ingeniería y Tecnología de primero de Bachillerato, y queríamos plantear un proyecto final adecuado a dichas unidades, nuestro profesor y director de este proyecto enfocó esta decisión a consultar las necesidades del instituto para con nuestros conocimientos y recursos, plantear soluciones creativas como futuros ingenieros o ingenieras que pretendemos ser.

Hicimos una ronda de consultas a los diferentes departamentos y fue el departamento de Ciencias el que nos comentó que en su proyecto de centro **“Huertos escolares”** (Programas Educativos, 2025), les vendría muy bien mejorar las condiciones de su huerto escolar (huerto urbano) para optimizar resultados con el mayor ahorro posible tanto de energía, como de agua y materias primas, así como facilitar el control de dichos cultivos y mejorarlos en lo posible.

Es la región de Murcia una zona tradicionalmente agrícola, considerada como **“la huerta de Europa”** debido a una combinación de factores climáticos, geográficos y de gestión del agua, que es un bien escaso en la zona y de muy alto valor. Nuestra región es líder europeo en gestión del agua de cultivo y de cultivo ecológico y sostenible, y por ello creemos que debíamos concienciarnos con esta importante labor y participar en la sostenibilidad de nuestro huerto escolar, a la vez que diseñar y fabricar algo que sirva para años posteriores y mejore las condiciones de nuestro instituto y esta es la idea de nuestro proyecto.

2. Objetivo.

El objetivo general de este proyecto será el de adaptar los actuales maceteros del huerto escolar en maceteros inteligentes y sostenibles que permitan el ahorro de energía, recursos y mejoren el resultado de los cultivos a partir de la automatización y control del riego y de una capota móvil que los proteja de viento, incidencia solar y temperatura según las condiciones y tipo de cultivo.

Además de participar en el concurso, hemos de indicar que este proyecto se llevará a cabo en el instituto cuando las pruebas con el prototipo nos den el resultado previsto, ya sea a final de este curso académico como a principio del curso que viene, dentro del proyecto de **promoción del talento científico** que se desarrolla en nuestro centro desde la perspectiva de tecnología, ingeniería e innovación.

3. Desarrollo.

3.1 Situación inicial.

El huerto está dispuesto en diferentes maceteros de madera de 80x80x35 cm situados en orientación Sur donde no tienen protección para el sol pues los edificios cercanos no dan sombra a dichos cultivos, y están expuestos a las condiciones de viento (normalmente formando remolinos) del interior del patio del instituto que perjudican actualmente a los cultivos en los días de mucho viento.



Fuente: propia.

En estos maceteros normalmente se plantan hortalizas y plantas aromáticas en dos cultivos anuales: en **octubre** (cultivo de invierno) que se recoge en **febrero**; y el segundo cultivo en marzo (cultivo de primavera) que se recoge a finales de mayo o principio de junio.

3.2 Detección de problemas y necesidades.

Cada una de estos tipos de cultivo tiene unas necesidades diferentes tanto de insolación, humedad recomendada del suelo, protección contra el viento y heladas o altas temperaturas, por lo que nuestro sistema debe tener en cuenta estos parámetros y ha de ser programable para diferentes umbrales o necesidades.

Tabla 1.

NECESIDADES	SOLUCIONES
<p>Riego inteligente y sostenible:</p> <p>La maceta sólo debe tener el porcentaje de humedad en la tierra que consideremos que es el adecuado para cada tipo de cultivo. Actualmente se hace el riego según lo previsto en un calendario semanal, con una estimación visual (sin criterio científico) y de forma manual.</p>	<p>La solución pasa por controlar el porcentaje de humedad en el suelo y regar sólo cuando la maceta y la planta lo necesite, programando también el momento del día en el que es mejor regar por goteo (riego automático y programado) que ha de contribuir a un considerable ahorro de agua.</p>
<p>Problemas de insolación:</p> <p>Como no hay zona de sombra durante el día, hay momentos en el que la insolación es muy alta y hay cultivos que, si bien necesitan sol, a ciertas horas del día, cuando la insolación es muy alta, convendría resguardarlos con algo de sombra para mejorar la salud y el desarrollo de la planta. Actualmente no existe esa posibilidad en nuestro huerto.</p>	<p>La solución pasa por realizar un control de la sombra selectivo. Dependiendo del tipo de cultivo, y de la estación del año, pues la inclinación del sol es diferente durante el año. Se hace necesario automatizar el tipo de sombra que vamos a someter al cultivo en cada momento.</p>



<p>Protección contra el viento:</p> <p>Uno de los problemas que también afectan al desarrollo de algunos cultivos es el viento. Al estar nuestro huerto en una zona de patio, muy amplio donde no hay protección al viento y se ha detectado que con los fuertes remolinos que en algunos momentos se generan, algunos cultivos han sido dañados.</p>	<p>La solución pasa por medir la velocidad del viento (anemómetro) y proteger los cultivos del viento sólo cuando consideremos que la fuerza del viento es superior a un rango de medida. Se hace necesario automatizar esta necesidad.</p>
<p>Control en remoto del cultivo.</p> <p>Otra de las dificultades que se pueden mejorar es que hay situaciones en las que se debería actuar sobre el cultivo pero no hay posibilidad de actuar directamente (horario de tarde, fines de semana, festivos).</p>	<p>La solución pasa por controlar desde un ordenador remoto o aplicación en el móvil las condiciones del cultivo y cómo se encuentra. Para ello disponemos de una placa con conexión wifi con una interfaz donde consultar los valores de los sensores, la situación de los actuadores y poder activarlos desde una dirección IP (ordenador).</p>

3.3 Solución planteada.

En la unidad de programación y automatización estamos trabajando con placas Arduino que controlan unos actuadores (salidas) en función de los parámetros que recogen diferentes sensores (entradas) según la programación que hagamos en el procesador de la placa.

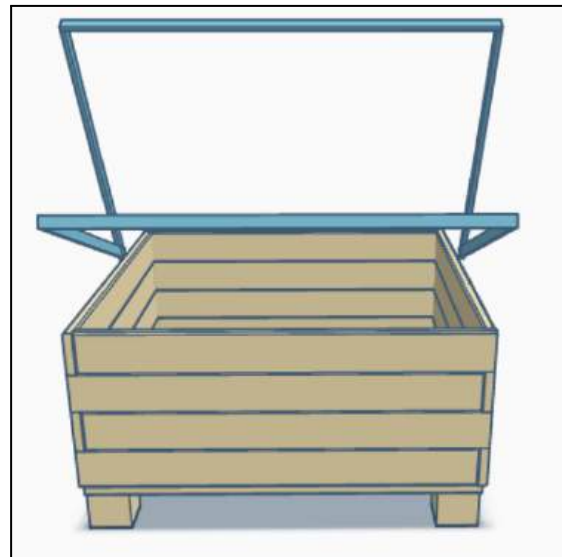
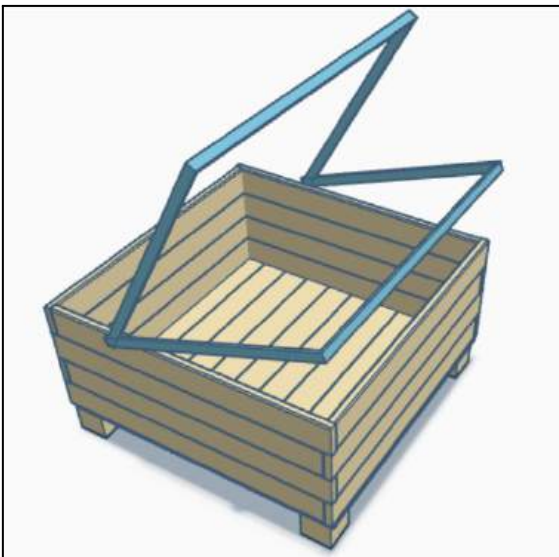
Tras analizar diferentes placas Arduino nos hemos decantado por la placa **Arduino R4 wifi** que nos permite un control de la misma en remoto desde un servidor web.

Para poder trabajar en el taller con un prototipo antes de su implementación en el huerto escolar, hemos realizado unos planos en 3D de nuestro macetero sostenible en el programa Tinkercad y hemos construido en madera un macetero a escala 1/2,7 con el que trabajar (dimensiones de 300x300 mm).



Todo lo que estamos desarrollando en este macetero prototipo tiene una aplicación directa sobre el macetero definitivo. Este macetero no está pensado para su utilización directa, sino exclusivamente para las pruebas que estamos realizando de todos los sensores y actuadores y sus posibles modificaciones. A partir de los resultados que obtendremos serán implementados definitivamente en los maceteros del huerto escolar.

Diseño del prototipo en Tinkercad:



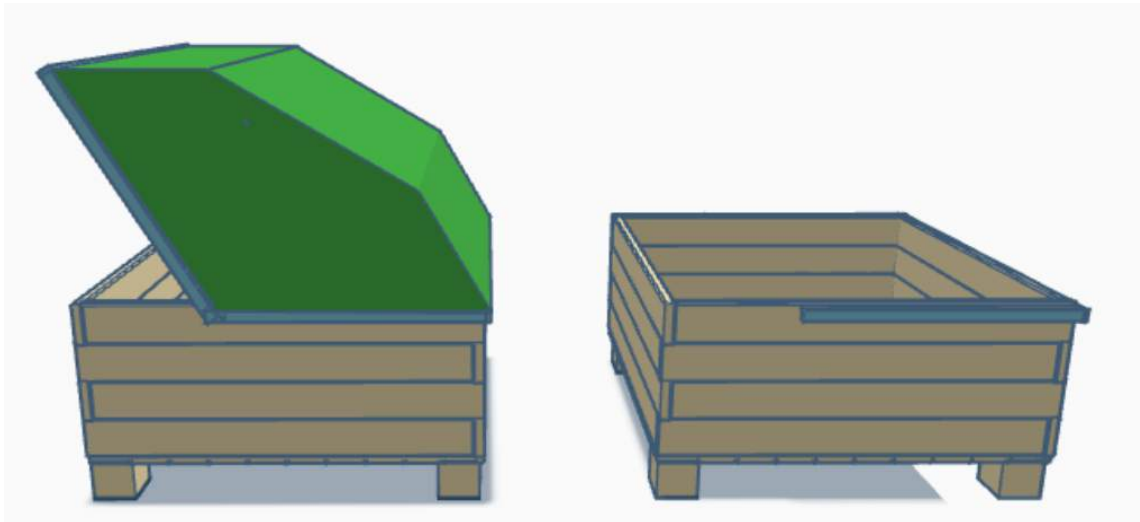
Macetero a escala:



Fuente: propia.

Capota de protección:

Para la protección de la planta para el viento, luz solar, lluvias intensas y temperaturas bajas, hemos decidido que la solución sería instalar una capota con tela impermeable que en situaciones normales estaría recogida (0°) desde la parte trasera (situada a Sur) y que cuando se active (por medio de dos servomotores SG-90) se recogerá hasta una posición de 120° , que sea suficiente para proteger la maceta y la planta sin tajarla completamente, para facilitar la ventilación. Los motores estarán conectados a las salidas digitales 5 y 6 de la placa.



Riego por goteo inteligente:

Para el riego hemos decidido que lo mejor será llevar desde un depósito anexo con una bomba sumergible a una tubería que actuará sobre colector y mediante dos tubos finos con goteros llevar el agua exactamente a los sitios deseados dependiendo del tipo de cultivo. La bomba será activada con un relé desde la placa Arduino conectado a la salida digital 10 de la placa.

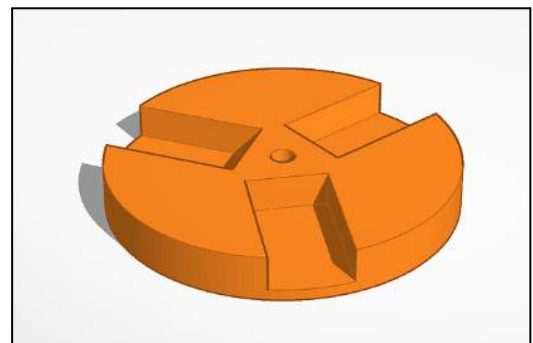
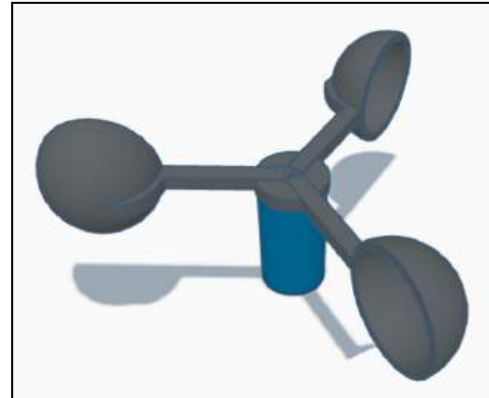
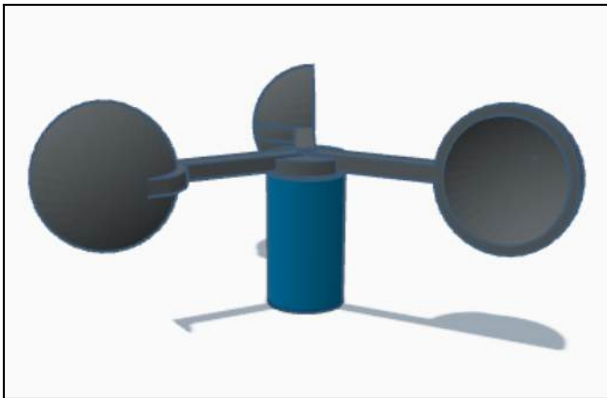


Sensores para humedad del suelo:

Para controlar la humedad del suelo que necesite hemos decidido instalar dos sensores de humedad de la tierra de la maceta capacitivos específicos para la placa Arduino en los puertos analógicos A1 y A2.

Anemómetro:

El anemómetro ha sido totalmente diseñado y fabricado por nosotros a partir de un diseño en 3D en el programa Tinkercad y con la impresora 3D. La idea era que con un motor de corriente continua fabricáramos un generador que nos diera valores de voltaje (V) a partir del giro de la fuerza del viento. Para ello dibujamos y diseñamos todo el sistema de cazoletas y carcasa del motor adecuado a nuestro motor.



Para su calibración conectamos las salidas del motor a un voltímetro y comprobamos que ofrecía medidas de voltaje al girarlo actuando como generador. Lo siguiente fue calibrarlo a partir de la velocidad del viento aproximada tomando valores de velocidad y voltaje con el anemómetro desde la ventana de un coche en movimiento un día sin viento.

Con los valores obtenidos representamos una gráfica en un eje cartesiano y la recta aproximada de funcionamiento del anemómetro en centiVoltios a partir de la velocidad en km/h del viento.

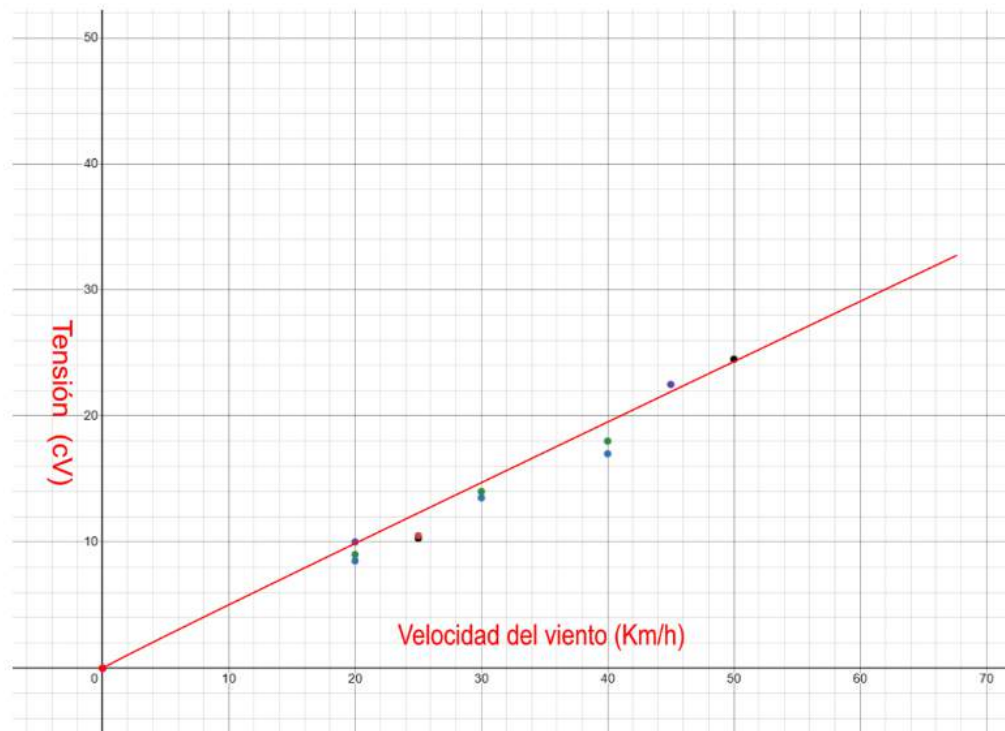


Figura 1

Para estos valores obtenidos en la calibración, deducimos que la función de la recta de valores del anemómetro era de $x=0,005y$, siendo x la velocidad del viento en Km/h e y el valor de tensión de entrada del motor a la placa en voltios (V). A partir de esta función podemos estimar la velocidad aproximada del aire en nuestro anemómetro a partir de la medición de voltaje del generador con la fórmula: **Vel (Km/h) = tensión (V) / 0.005**.

Sensor de intensidad de luz:

Con el fin de establecer parámetros para controlar la intensidad de luz que debe recibir las plantas en la maceta, hemos considerado instalar una fotorresistencia LDR que estará situada en la parte trasera de la maceta, orientada a Sur. La fotorresistencia, se instalará en serie con una resistencia de 10 k Ω y conectada a la entrada analógica A5.

Sensor de temperatura ambiente:

Junto al anemómetro hemos considerado instalar un sensor de temperatura ambiente DHT11 que estará conectado a la entrada analógica A4. Estos valores de temperatura ambiente también serán tenidos en cuenta para cada tipo de cultivo de la maceta.



3.4 Esquema de conexiones a la placa.

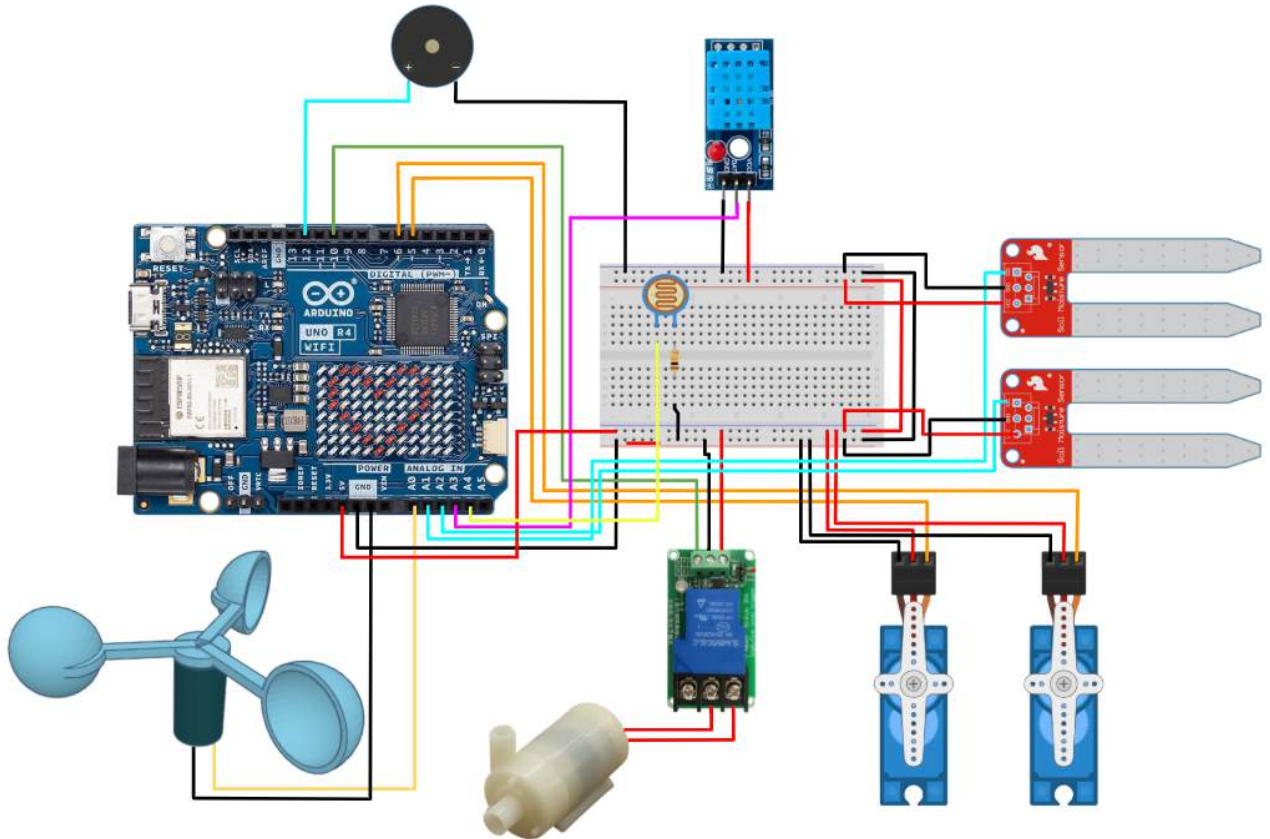


Figura 2



Figura3

3.5 Servidor web.

La placa Arduino R4 wifi permite la posibilidad de conectarse a una red wifi. Si el macetero y el ordenador que usamos están conectados a la misma red, se puede configurar una web interactiva que nos permita ver y controlar los datos de dicha placa.

Para nuestro proyecto es muy importante considerar la posibilidad de ver los valores de los sensores y la posibilidad de actuar sobre la programación de la placa o de los actuadores desde remoto, sin necesidad de estar en contacto con la placa.

Para ello hemos configurado en la misma programación de la placa un servidor web programado en HTML que nos ofrece la siguiente información:



De esta forma tendremos información cada 60 segundos de: velocidad del viento, temperatura ambiente, humedad del suelo de los dos sensores e intensidad de luz.

Podemos actuar directamente sobre la capota para abrir o cerrarla según nos interese, y podemos también actuar sobre la bomba de riego para abrir o cerrar el riego desde el ordenador.

Finalmente, también podemos actuar sobre los valores umbral que tenemos programados para cada tipo de cultivo y modificarlos directamente en la programación



3.6 Programación de la placa.

La programación de la placa sólo ha de variar según los parámetros y umbrales que decidamos según el tipo de cultivo de la maceta. El resto de programación será la misma para hacer mover los actuadores (motores, altavoz piezoeléctrico y relé) a partir de los valores estimados.

Se ha programado teniendo en cuenta:

- _ La incidencia solar (controlada por el sensor LDR) situado en la parte trasera de la maceta.
- _ Temperatura.
- _ Humedad del suelo.
- _ Velocidad del viento.

A partir de estos valores, se ha programado para que:

- _ Se abra o cierre la capota. Está programado para que el proceso de apertura y cierre dure al menos 4 segundos y mientras estén funcionando los motores suene una pequeña alarma intermitente que avise de que los motores se están moviendo.
- _ Se abra o cierre el relé automático. Cuando se cierre el relé actuará sobre la bomba sumergible del depósito de agua. Al abrir el relé se cortará el funcionamiento de la bomba y dejará de regar.

```
1 #include <WiFi.h>
2 #include <Servo.h>
3 #include <DHT.h>
4 #include <EEPROM.h>
5
6 // --- CONFIGURACIÓN WIFI ---
7 char ssid[] = "ArduinoNet";
8 char pass[] = "12345678";
9 WiFiServer server(80);
10
11 // --- PINES ---
12 const int PIN_ANEMOMETRO = A0, PIN_HUM1 = A1, PIN_HUM2 = A2, PIN_DHT = A3;
13 const int PIN_LDR = A4, PIN_BUZZER = 12, PIN_SERVO1 = 5, PIN_SERVO2 = 6, PIN_RELE = 10;
14
15 // --- OBJETOS ---
16 DHT dht(PIN_DHT, DHT11);
17 Servo servo1, servo2;
18
19 // --- CONFIG EEPROM ---
20 struct Config {
21   int v_viento;
22   int v_temp;
23   int h_baja;
24   int h_alta;
25   int inicializada;
26 } settings;
27
28 // --- VARIABLES ---
29 float viento = 0, temp = 0, hum1 = 0, hum2 = 0, ldrPerc = 0;
30 bool estadoMotores = false, riegoManual = false;
31
32 unsigned long tSensores = 0;
```

3.7 Modelización y programación para cultivo de brócoli.

Una de las hortalizas que se plantaron en el cultivo de invierno en nuestro instituto fue el brócoli. Esta planta es una de las más importantes que se plantan en la región de Murcia, y se estima que en nuestra región se cultiva más de la mitad de la producción anual nacional (González García & Ayuso, 2021).

Para comprobar el funcionamiento del prototipo, hemos programado nuestro macetero para las condiciones de cultivo de esta planta, si bien, como hemos indicado anteriormente, se pueden variar los umbrales de programación para cualquier tipo de cultivo.



Características del cultivo de brócoli (EOS Data Analytics, 2024):

_ **Temperatura óptima de desarrollo de la planta:** Se estima que las temperatura deben oscilar entre 18-25°C. Puede tolerar bajas temperaturas, incluso heladas suaves de hasta -2°C, si la inflorescencia aún no se ha formado.

_ **Incidencia solar:** Se recomienda la plantación en lugares con sombra y que la incidencia solar no sea directa durante el mediodía.

_ **Nivel de humedad de la tierra:** Se recomienda un riego por goteo de unas dos o tres veces por semana. La planta debe tener las raíces húmedas y no se recomienda un riego por encharcamiento, ya que puede afectar al crecimiento de la planta. El riego recomendado es por goteo. El encharcamiento por lluvia también perjudica el desarrollo óptimo de la planta.

_ **Incidencia del viento:** Se recomienda proteger, dentro de lo posible, la planta de vientos fuertes o bruscos que puedan dañarla.

Programación de la placa específica para cultivo de brócoli:

Hemos diseñado la programación para que los umbrales de funcionamiento, a partir de los sensores, sean:

_ Valores de **velocidad del viento mayores a 10 km/h** cierran la capota para proteger del viento.

_ Valores de **temperatura ambiente menores a 5°C** cierran la capota para proteger de heladas.

_ Valores de alguno de los **sensores de humedad** de la tierra **menores a 50%** de humedad abren el relé de riego por goteo.

_ Valores de alguno de los **sensores de humedad** de la tierra **mayores a 75%** de humedad cierran el relé de riego por goteo.

_ Valores de **humedad del suelo** de **100%** cierran la capota (significa que está lloviendo).

_ Valor de **intensidad de luz superior al 75%** cierran la capota, que vuelve a abrirse cuando el valor sea **menor de 50%** de incidencia solar.

Al comenzar el programa leerá los valores de humedad del suelo de los dos sensores, velocidad del viento, incidencia solar y temperatura, y los mostrará en pantalla del servidor web.

A partir de los valores umbrales de cada uno de los sensores abrirá o cerrará el relé, activará los motores y el piezoeléctrico.

Cuando pasen 60 segundos volverá a iniciar el ciclo.

El programa, además, permitirá la modificación de los parámetros umbrales en el servidor web para modificar la programación y activar o desactivar relés y capota.



3.8 Pruebas del prototipo.

Realizando las diferentes pruebas pudimos comprobar que el prototipo funciona correctamente para los diferentes parámetros que hemos estado introduciendo, lo que hace idónea la solución planteada.

3.9 Proceso de montaje y programación.

Adjuntamos fotos del proceso de montaje y programación del prototipo.





Fuente: propia

4. Otros usos del dispositivo.

Si bien el objetivo para el que está planteado este proyecto es para la realización del macetero inteligente de nuestro huerto escolar, hemos podido comprobar que puede ser de utilidad en otras situaciones como un huerto urbano en terrazas o patios de viviendas particulares.

La implementación de esta solución podría favorecer la realización de cultivos donde la incidencia de luz solar sea muy grande, o haya problemas de viento o temperaturas bajas que afecten a nuestro cultivo. El coste del proyecto es mínimo ya que el elemento más caro es la placa electrónica cuyo precio es actualmente de aproximadamente 25 €.

Para nuestro proyecto era suficiente el control del prototipo con un servidor web desde un ordenador en remoto, pero se podría implementar un programa para control

del sistema desde una aplicación móvil que, unido a una cámara wifi, podría controlar nuestra instalación desde remoto en cualquier situación.

5. Conclusión.

Terminada la fase de pruebas satisfactoriamente, estamos todavía ajustando algunos detalles para el diseño definitivo, como la situación del depósito de agua externo y el diseño de la caja que contendrá la placa electrónica y sus conexiones definitivas.

Como conclusión nos gustaría plantear que ha sido ilusionante seguir este proyecto desde el inicio hasta su final; que el participar en el concurso y tener que cumplir con unos plazos de entrega y una planificación nos ha hecho ver la realidad de lo que es la investigación científica y tecnológica y de las dificultades por las que hay que pasar para entregar todo a tiempo y, a la vez, darnos cuenta de lo importante que es la Tecnología y la Ingeniería para el desarrollo de nuestras necesidades cotidianas.

Estamos también convencidos de que la instalación de nuestros maceteros inteligentes en el huerto escolar de nuestro instituto hará también ver al resto de alumnado la importancia del uso responsable de energía y materias primas, y de un bien tan valioso en nuestra región como es el agua.

Esperamos que la lectura de esta memoria haya sido tan interesante y entretenida como para nosotros realizarla.



6. Referencias.

1. González García, J. A., & Ayuso, M. C. (2021). *Manual de cultivo del brócoli*. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX). Recuperado de <https://cicytex.juntaex.es/documents/46972/95615/Manual%2Bde%2Bcultivo%2Bdel%2Bbr%C3%B3coli/17940377-dfdc-40ee-8e6f-f3a153bd6f12>
2. EOS Data Analytics. (14 de octubre de 2024). *Cultivo de brócoli: Plantación, cuidado y cosecha*. Recuperado de <https://eos.com/es/blog/cultivo-de-brocoli/>
3. Programas Educativos. (19 de junio de 2025). *Programa huertos escolares ecológicos*. Recuperado de <https://programaseducativos.es/programa-huertos-ecologicos/>