

# SISTEMA DEL CONTROL DE HUMEDAD EN LOS CULTIVOS

## HUMIDITY CONTROL SYSTEM IN CROPS

### M.A. BARRIOS, J.D. BERMÚDEZ, S. MONCADA

**Resumen:** Este proyecto desarrolla un sistema de riego automatizado que utiliza un sensor de humedad del suelo HW-080 y un microcontrolador Arduino Uno. Su objetivo es mejorar el uso eficiente del agua en los cultivos, activando el riego solo cuando los niveles de humedad lo requieran. El sensor HW-080 detecta la resistencia del suelo y envía estos datos al Arduino, que determina si es necesario activar una bomba de agua. Este sistema, de bajo costo, resulta adecuado para pequeñas y medianas parcelas agrícolas. Los resultados muestran que el sistema contribuye a un uso racional del agua, manteniendo niveles óptimos de humedad en el suelo. Además, su diseño escalable y asequible lo hace una opción viable y sostenible para la agricultura actual.

**Palabras Clave:** Arduino, Riego Automatizado, Sensor de Humedad.

**Abstract:** This project develops an automated irrigation system that uses a soil moisture sensor HW-080 and an Arduino Uno microcontroller. Its goal is to improve water efficiency in crops by activating irrigation only when moisture levels require it. The HW-080 sensor detects the soil's resistance and sends this data to the Arduino, which determines whether it's necessary to activate a water pump. This low-cost system is suitable for small and medium-sized agricultural plots. The results show that the system contributes to rational water use by maintaining optimal moisture levels in the soil.

Additionally, its scalable and affordable design makes it a viable and sustainable option for modern agriculture.

**Key Words:** Arduino, Automated Irrigation, Soil Moisture Sensor.

#### I. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema de riego automatizado que utiliza un sensor de humedad y un microcontrolador Arduino para monitorear y regular la humedad del suelo, optimizando así el uso del agua en cultivos.

#### II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Monitorear continuamente la humedad del suelo utilizando el sensor HW-080.
- Programar el Arduino para procesar los datos del sensor y activar el riego automáticamente cuando el suelo esté seco.
- Reducir el desperdicio de agua y mejorar la eficiencia del riego en parcelas agrícolas de pequeña y mediana escala.
- Evaluar la eficacia del sistema en diferentes tipos de suelo y condiciones de cultivo.

#### III. INTRODUCCIÓN:

Los sensores son dispositivos fundamentales en la tecnología moderna, diseñados para detectar y

responder a cambios en el entorno. Estos dispositivos convierten magnitudes físicas, como temperatura, presión o humedad, en señales eléctricas que pueden ser interpretadas y analizadas por otros sistemas. Su funcionamiento se basa en principios físicos y químicos que permiten medir variables cruciales en diversas aplicaciones, desde la automatización industrial hasta el monitoreo ambiental.

### **Tipos de Sensores**

Los sensores se pueden clasificar de varias maneras, lo que permite una comprensión más profunda de sus características y aplicaciones.

Según su Principio de Funcionamiento  
Sensores Activos: Estos sensores generan su propia señal de salida en respuesta a una magnitud física. Un ejemplo común es el sensor fotoeléctrico, que utiliza un haz de luz para detectar la presencia o ausencia de un objeto. Otro ejemplo son los sensores piezoelectricos, que convierten la presión o vibraciones mecánicas en una señal eléctrica. Su capacidad para generar señales hace que sean ideales para aplicaciones donde se requiere una respuesta rápida y precisa. [1]

Sensores Pasivos: A diferencia de los activos, los sensores pasivos no generan su propia señal; requieren una fuente externa para funcionar. Por ejemplo, los termistores son sensores que cambian su resistencia en función de la temperatura; este cambio se traduce en una variación de voltaje cuando se conectan a un circuito externo. Los sensores capacitivos también son pasivos y miden cambios en la capacitancia debido a variaciones en la distancia o el material entre las placas del capacitor. [1]

### **Por Tipo de Variable Medida**

Sensores de Temperatura: Estos sensores son esenciales en numerosas aplicaciones industriales y domésticas. Los termopares, por ejemplo, consisten en dos metales diferentes unidos en un punto; cuando hay un cambio de temperatura, se genera un voltaje que puede ser medido. Los termistores, por otro lado, son resistencias que cambian su valor con la temperatura y son muy utilizados en dispositivos electrónicos. [2]

Sensores de Humedad: Miden la cantidad de vapor de agua presente en el aire o el suelo. Existen varios tipos, como los sensores capacitivos que detectan cambios en la capacitancia debido a la humedad del entorno o los sensores resistivos que miden la resistencia eléctrica del material sensible a la humedad. [2]

Sensores de Proximidad: Estos dispositivos detectan objetos sin necesidad de contacto físico. Son ampliamente utilizados en aplicaciones automotrices y robóticas. Por ejemplo, los sensores ultrasónicos emiten ondas sonoras y miden el tiempo que tardan en reflejarse para determinar la distancia a un objeto. [2]

### **Por Señal Eléctrica Generada**

Sensores Analógicos: Proporcionan un rango continuo de valores y son útiles para medir variables que cambian gradualmente. Por ejemplo, un sensor de temperatura analógico puede ofrecer lecturas precisas dentro de un rango específico. [2]

Sensores Digitales: Estos sensores ofrecen valores discretos y son ideales para aplicaciones donde se requiere una respuesta rápida y clara. Un sensor digital puede enviar lecturas como "encendido" o "apagado", facilitando su

integración con sistemas computacionales. [2]

### Funcionamiento

Los sensores operan mediante la conversión de una magnitud física en una señal eléctrica utilizable. Por ejemplo, un sensor de temperatura puede utilizar un termistor cuya resistencia varía con la temperatura; este cambio se traduce en una variación de voltaje que puede ser medida por un microcontrolador o un sistema informático. Este proceso implica varias etapas: detección del estímulo, conversión del estímulo en señal eléctrica y procesamiento de esa señal para obtener información útil.

### Aplicaciones

Los sensores tienen un amplio rango de aplicaciones que abarcan múltiples sectores:

**Agricultura:** En este campo, los sensores son cruciales para el monitoreo de humedad del suelo y optimización del riego. Esto no solo mejora la eficiencia del uso del agua sino que también contribuye a aumentar el rendimiento agrícola.

**Industria:** En entornos industriales, los sensores son utilizados para el control de procesos automatizados, garantizando que las máquinas funcionen dentro de parámetros óptimos y mejorando así la productividad.

**Medicina:** Los sensores juegan un papel vital en el monitoreo de signos vitales y condiciones ambientales dentro de hospitales y clínicas. Por ejemplo, los monitores cardíacos utilizan sensores para medir el ritmo cardíaco y otros indicadores vitales.

**Seguridad:** En sistemas de seguridad, los sensores detectan movimiento o cambios ambientales (como humo o

gas) para activar alarmas o notificaciones automáticas.

En el contexto agrícola, el cual es el centro del proyecto, el uso de sensores resulta fundamental para lograr una eficiencia óptima en el manejo de recursos y mejorar la productividad de los cultivos. En Colombia, donde la agricultura enfrenta desafíos significativos como el cambio climático, la variabilidad de las precipitaciones y el agotamiento de recursos hídricos, la adopción de tecnologías de monitoreo ambiental es esencial para lograr prácticas sostenibles y rentables. En este sentido, los sensores de humedad del suelo han transformado profundamente el sector agrícola al permitir un riego más preciso y ajustado a las necesidades reales de los cultivos. [3]

Los sensores de humedad proporcionan información detallada y en tiempo real sobre el contenido de agua en el suelo, lo que facilita la toma de decisiones más informadas respecto al riego. Esto es especialmente relevante en regiones colombianas donde la escasez de agua y las condiciones climáticas irregulares limitan el desarrollo de la agricultura. Al integrar estos sensores en sistemas de riego automatizados, los agricultores pueden evitar el riego excesivo o insuficiente, optimizando así el uso de agua y promoviendo la sostenibilidad en el manejo de los recursos hídricos. [4]

Asimismo, la tecnología de sensores ayuda a los agricultores a enfrentar los efectos del cambio climático, que ha incrementado la frecuencia de sequías y lluvias intensas en algunas zonas de Colombia. Los sensores de humedad del suelo permiten ajustar las

estrategias de riego en función de estas condiciones variables, reduciendo el riesgo de pérdida de cultivos y aumentando la resiliencia de los sistemas agrícolas. En conjunto, la implementación de sensores en la agricultura colombiana no solo mejora la eficiencia de los recursos, sino que también representa un paso importante hacia una agricultura de precisión que impulsa la seguridad alimentaria y la sostenibilidad a largo plazo. [4]

#### IV. SENSOR HW-080

El sensor HW-080 es un dispositivo resistivo utilizado para medir la humedad del suelo. Su principio de operación se basa en detectar variaciones en la resistencia eléctrica entre dos sondas metálicas, las cuales se introducen en el sustrato a analizar. A medida que el nivel de humedad del suelo aumenta, también lo hace la conductividad eléctrica entre las sondas, proporcionando un valor proporcional a la humedad presente. [5]

Este sensor es ampliamente utilizado en proyectos de riego automatizado y en sistemas de agricultura inteligente, especialmente en aquellos que requieren soluciones económicas y fáciles de implementar. Además, es compatible con plataformas de desarrollo como Arduino y ESP32, facilitando su integración en sistemas controlados por microcontroladores para optimizar el uso del agua. [5]

#### Historia:

2000: Mayor requerimiento de dispositivos electrónicos económicos para aplicaciones de proyectos de automatización. En este escenario,

sensores como el HW-080 comienzan a estar en alta demanda, especialmente con el aumento de plataformas abiertas como Arduino. [6]

2010-2015: La agricultura de precisión se está volviendo más fácil de usar y los sensores resitivos para medir la humedad del suelo vienen empaquetados en kits educativos y proyectos domésticos. Este tiempo se caracteriza por la aplicación de sensores bastante rudimentarios, sin embargo, todavía tiene desventajas significativas como la exposición continua a la humedad que conduce a la corrosión. [6]

2016-2018: A medida que la expansión de IoT o Internet de las Cosas avanza, el HW-080 junto con varios otros sensores hacen su camino hacia sistemas de control de riego remoto. Esto se vuelve particularmente cierto debido a los microcontroladores baratos y otras plataformas populares como esp32 o Arduino.

2020 en adelante: La demanda del sensor HW-080 para proyectos pequeños y económicos continúa, pero los desarrolladores están notando agresivamente sus deficiencias. Como resultado, varias personas comienzan a buscar sensores capacitivos e ignoran los resitivos en busca de longevidad y mayor precisión. [6]

#### ¿Cómo se utiliza?

El sensor HW-080 mide la humedad del suelo mediante la variación en la resistencia eléctrica entre dos sondas metálicas. A continuación, se describe su funcionamiento y aplicación:

### 1. Inserción en el suelo y detección:

Al introducir las sondas en el terreno, las partículas de agua presentes actúan como conductoras. Si el suelo tiene mucha humedad, la resistencia disminuye porque el agua facilita el paso de la corriente. En suelos secos, la resistencia aumenta debido a la escasez de agua para transportar la carga eléctrica.

### 2. Conversión del valor resistivo a una señal utilizable:

El HW-080 ofrece dos tipos de salida:

- Salida analógica: Proporciona un valor entre 0 y 1023 (en sistemas con resolución de 10 bits, como Arduino), el cual se puede convertir a un porcentaje para facilitar la interpretación del nivel de humedad.

- Salida digital: Incorpora un comparador interno, comúnmente un LM393, que emite una señal alta o baja según el umbral ajustado mediante un potenciómetro. Si la humedad está por debajo del umbral, la salida será baja; si es mayor, la salida será alta.

### 3. Integración con un sistema de control:

El sensor se conecta a un microcontrolador, como Arduino, que interpreta los datos y ejecuta acciones. Por ejemplo, si la humedad es baja, puede activarse una bomba de agua para irrigar el cultivo. Una vez que la humedad supera el umbral, la bomba se apaga, optimizando el uso del recurso.

### Ejemplo práctico:

Si el valor analógico detectado es inferior a un umbral establecido (por

ejemplo, 300/1023), el sistema interpreta que el suelo está seco y activa la bomba. Cuando el valor supera ese límite, la bomba se apaga. [5]

### 4. Consideraciones de uso:

- Calibración: El potenciómetro permite ajustar la sensibilidad del sensor según las características del suelo.

- Limitaciones: Las sondas metálicas pueden corroerse con el tiempo debido al contacto constante con agua y minerales, lo que puede afectar la precisión del sensor.

### Versiones o tipos

El sensor HW-080 tiene varias versiones que funcionan bajo el mismo principio de medición de la humedad del suelo. Sin embargo, es común que se confunda con otros modelos similares, como el YL-69, debido a que ambos cumplen funciones y operan de manera parecida. [5]

### Versiones y Tipos de Sensor:

- HW-080 (básico): Esta versión consta de dos partes: una sonda que mide la conductividad del suelo en función de la humedad y un módulo con un comparador (como el LM393), que permite obtener salidas tanto analógicas como digitales. [5]

- YL-69 / HL-69: Variantes con características similares al HW-080, que en algunos casos pueden intercambiarse en proyectos. [5]

Estos sensores pueden incluir la electrónica en una placa separada o integrar completamente, ofreciendo

opciones más compactas para aplicaciones específicas.

- Versiones mejoradas: Algunos fabricantes, como SparkFun, han desarrollado sensores más precisos al integrar toda la electrónica en la sonda misma, reduciendo el cableado. También hay modelos con carcasa impermeables, diseñados para soportar condiciones ambientales adversas en exteriores. [5]

Todas estas versiones funcionan de manera similar, permitiendo la calibración a través de un potenciómetro y ofreciendo dos tipos de salida:

Analógica: Proporciona un valor continuo que refleja los niveles de humedad.

Digital: Genera una señal alta o baja según si se supera un umbral definido. Gracias a esta flexibilidad, estos sensores son ideales para proyectos con microcontroladores como Arduino o Raspberry Pi, permitiendo automatizar sistemas de riego y monitorear suelos en agricultura inteligente. [5]

## Aplicaciones

El sensor HW-080 tiene múltiples aplicaciones, especialmente en agricultura y automatización del riego. A continuación, se presentan algunas de las aplicaciones más frecuentes:

Sistemas de riego automatizado: Permite activar y desactivar bombas de agua según la humedad del suelo, optimizando así el uso del agua y asegurando que las plantas reciban la cantidad adecuada de humedad.

### Monitoreo de cultivos:

Se utiliza para medir la humedad en invernaderos y campos agrícolas, lo que facilita la toma de decisiones sobre el riego y el cuidado de las plantas. Esto ayuda a evitar tanto el riego excesivo como el insuficiente, mejorando el crecimiento de los cultivos. [5]

### Jardinería:

Es ideal para aficionados y profesionales, ya que permite un control constante sobre las condiciones del suelo en jardines, macetas y cultivos domésticos. Esto resulta especialmente útil para plantas que requieren niveles específicos de humedad. [6]

### Investigación agrícola:

Los sensores son utilizados en estudios sobre el crecimiento de las plantas y la eficiencia en el uso del agua, ayudando a los investigadores a comprender mejor las necesidades hídricas de diferentes especies vegetales. [6]

### Proyectos educativos:

Se emplea comúnmente en proyectos de aprendizaje y robótica para enseñar a los estudiantes sobre electrónica, programación y prácticas agrícolas sostenibles. Es utilizado en kits de proyectos de Arduino para demostrar conceptos relacionados con sensores y control automatizado. [6]

### Sistemas de gestión de agua:

En aplicaciones más amplias, como la gestión de recursos hídricos en comunidades o en áreas agrícolas extensas, los sensores pueden formar parte de un sistema integral que monitorea y gestiona el uso del agua en tiempo real. [6]

## **Pros y contra:**

### **Pros:**

#### **Costo Efectivo:**

El HW-080 es un sensor asequible, lo que lo hace ideal para proyectos de pequeña escala, jardinería y aplicaciones educativas.

#### **Fácil de Usar:**

Su instalación y funcionamiento son sencillos, permitiendo que usuarios sin experiencia en electrónica puedan integrarlo en proyectos con microcontroladores como Arduino. [6]

#### **Múltiples Salidas:**

Ofrece tanto salidas analógicas como digitales, lo que proporciona flexibilidad para diferentes aplicaciones y facilita su uso en sistemas automatizados.

#### **Versatilidad:**

Puede aplicarse en una variedad de contextos, desde la agricultura hasta la jardinería y la educación, lo que amplía su utilidad.

#### **Monitoreo Continuo:**

Permite un seguimiento constante de la humedad del suelo, ayudando a optimizar el riego y prevenir tanto el exceso como la falta de agua.[5]

### **Contras:**

#### **Durabilidad Limitada:**

La corrosión de las sondas metálicas es un problema frecuente en entornos húmedos, lo que puede afectar tanto la precisión como la vida útil del sensor. [6]

#### **Sensibilidad a Contaminantes:**

La presencia de sales y otros contaminantes en el suelo puede influir en las lecturas, resultando en mediciones inexactas. [6]

#### **Calibración Necesaria:**

Puede requerir calibración para asegurar lecturas precisas, lo que añade un paso adicional al proceso de configuración. [5]

#### **Rango Limitado:**

Aunque es efectivo para medir la humedad en el suelo, su rango de medición puede no ser adecuado para todos los tipos de suelo o condiciones ambientales. [5]

#### **Dependencia de la Conductividad:**

Su funcionamiento se basa en la conductividad eléctrica del suelo, lo que puede no ser representativo en suelos extremadamente secos o con bajo contenido de señales. [6]

## **V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La agricultura es una actividad fundamental para la supervivencia y el desarrollo económico de las sociedades. Sin embargo, uno de los desafíos más significativos que enfrentan los agricultores es el manejo adecuado de la humedad en los cultivos. La humedad del suelo es un factor crítico que influye directamente en la salud de las plantas, el rendimiento de los cultivos y la calidad de los productos agrícolas. [7]

En muchas regiones, la variabilidad climática y las condiciones ambientales cambiantes han llevado a una gestión ineficiente del riego, lo que puede resultar en problemas como el estrés hídrico o el exceso de agua. El estrés

hídrico ocurre cuando las plantas no reciben suficiente humedad, lo que puede causar marchitamiento, reducción del crecimiento y disminución de la producción. Por otro lado, el exceso de agua puede provocar enfermedades en las raíces, asfixia y, en última instancia, la muerte de las plantas. [7]

Mantener un nivel óptimo de humedad en el suelo es esencial para maximizar la productividad y la salud de los cultivos. Los niveles óptimos de humedad del suelo pueden variar dependiendo el tipo de cultivo, ya que sus condiciones para crecer de una manera más óptima son diferente, en la tabla 1.0, se muestran algunos cultivos con su humedad óptima.

Cultivo	Humedad Óptima del Suelo (%)
Tomate	60-70%
Maíz	50-70%
Frijol	40-60%
Papa	65-80%
Arroz	80-90%
Lechuga	60-70%
Cebolla	50-60%
Zanahoria	50-60%
Fresas	60-80%
Algodón	50-65%

Tabla 1.0

Nivel óptimo de humedad de ciertos cultivos

A pesar de la importancia de mantener niveles óptimos de humedad, muchos

agricultores carecen de herramientas precisas para monitorear y gestionar esta variable. La falta de información sobre la humedad del suelo puede llevar a decisiones inadecuadas en el riego, lo que no solo afecta la productividad agrícola, sino que también contribuye al desperdicio de recursos hídricos. En un contexto global donde el agua es un recurso cada vez más escaso, optimizar su uso se vuelve imperativo.

Además, el cambio climático está intensificando la necesidad de soluciones efectivas para el manejo del agua en la agricultura. Las sequías prolongadas y las lluvias torrenciales son fenómenos cada vez más comunes que agravan la situación. Por lo tanto, es esencial desarrollar estrategias que permitan a los agricultores adaptarse a estas condiciones cambiantes y asegurar una producción sostenible.

En cuanto a la humedad, se sabe que es un factor de vital importancia para un desarrollo óptimo de los cultivos, aunque pueda llegar a ser el factor ambiental más difícil de controlar, porque se ve afectada por muchas condiciones climáticas (aire, agua, etc).[7]

Humedad demasiado baja	Humedad demasiado alta
Marchitamiento	Crecimiento débil
Plantas atrofiadas	Aumento de enfermedades de las hojas
Tamaño más pequeño de las hojas	Deficiencias de nutrientes

Puntas secas y quemadas	Aumento de enfermedades de las raíces
Hojas rizadas	Edemas
Aumento de la infestación de arañuela roja	Bordes quemados (gutación)

Tabla 1.1  
Respuesta de los cultivos a la humedad sacado de [7]

En este contexto, surge la necesidad urgente de implementar un sistema a través de sensores que permita medir con precisión los niveles de humedad en los cultivos. Este sistema no solo facilita un manejo más eficiente del riego, sino que también contribuiría a mejorar la salud general de los cultivos y maximizar el rendimiento agrícola. La solución a este problema podría tener un impacto significativo en la sostenibilidad agrícola y en la seguridad alimentaria a largo plazo.

## VI. PROPUESTA DE SOLUCIÓN.

Para plantear la solución de este problema, se aborda el desafío de manejar eficientemente la humedad en los cultivos mediante un sistema automatizado de monitoreo y control de riego. Este sistema incorpora un sensor de humedad HW-080 y una placa Arduino como microcontrolador principal. Su diseño permite detectar los niveles de humedad en el suelo y activar automáticamente una bomba de agua cuando estos caen por debajo del umbral establecido. De este modo, se garantiza que las plantas reciban una cantidad óptima de agua, evitando tanto el exceso como la escasez, lo cual

contribuye a la salud y rendimiento del cultivo de manera sostenible.[8]

El sistema está compuesto por diversos elementos que trabajan en conjunto para asegurar un riego eficiente. El sensor de humedad HW-080, un dispositivo resistivo, que mide el contenido de agua en el suelo a través de la resistencia eléctrica entre dos sondas metálicas. Cuando la humedad es alta, la resistencia disminuye; en cambio, con baja humedad, la resistencia aumenta. Esta información es enviada al microcontrolador Arduino, que interpreta las señales y toma decisiones sobre la activación de la bomba de agua, permitiendo un control más preciso del riego. [9]

El microcontrolador Arduino Uno se encarga de recibir y procesar las lecturas del sensor HW-080, activando o desactivando la bomba según los valores obtenidos y el umbral de humedad configurado. Para ello, se utiliza un relé que permite al Arduino controlar la bomba de agua de manera segura, funcionando como un interruptor que se activa cuando la humedad en el suelo cae por debajo del nivel deseado. La bomba se enciende para irrigar el suelo y se apaga una vez que se alcanza el nivel óptimo de humedad. Este sistema automático permite una irrigación precisa, reduciendo los desperdicios y evitando el riego excesivo que podría dañar las raíces de las plantas.

La configuración del sistema también ofrece opciones de calibración y personalización. El sensor incluye un potenciómetro que permite ajustar el nivel deseado de humedad, facilitando así la adaptación del sistema a diferentes tipos de cultivos y suelos.

Los beneficios de implementar este sistema automatizado son variados y muy significativos. En primer lugar, optimiza el uso del agua al activarse únicamente cuando el suelo está seco, minimizando desperdicios y promoviendo un uso responsable del recurso natural. En segundo lugar, reduce la necesidad de supervisión constante, lo cual significa una ventaja muy importante en áreas agrícolas extensas o en terrenos de difícil acceso. La accesibilidad y bajo costo de los componentes, como el Arduino y el sensor HW-080, hacen que esta solución sea asequible tanto para pequeños agricultores como para la agricultura doméstica.

A medida que este sistema se desarrolla y expande, puede escalar para terrenos agrícolas más grandes mediante la instalación de múltiples sensores en diversas áreas del cultivo, conectados a una red de microcontroladores o a una unidad central.

Finalmente, el mantenimiento del sistema es sencillo y se centra en la limpieza regular de las sondas del sensor para evitar acumulaciones minerales que puedan afectar las lecturas. También incluye la revisión del potenciómetro para ajustar el umbral de humedad según la temporada o fase de crecimiento del cultivo.

## VII. VIABILIDAD.

Para evaluar la viabilidad de implementar un sistema de riego automatizado con el sensor HW-080, Arduino UNO y una bomba controlada por un relé, se consideran aspectos clave que demuestran su factibilidad tanto a pequeña como a gran escala.

Este sistema es especialmente viable para jardines domésticos, huertos y cultivos en áreas pequeñas, gracias a la asequibilidad y disponibilidad de los componentes necesarios. En aplicaciones de mayor escala, podría requerir la instalación de múltiples sensores distribuidos estratégicamente para obtener datos precisos de humedad en diferentes zonas del terreno. Aun así, el sistema es escalable y puede ampliarse mediante ajustes sencillos en su diseño, siendo aún más económico que soluciones de riego de precisión comercial.

Desde un punto de vista económico, la inversión en este sistema es accesible para una amplia gama de usuarios, incluyendo pequeños agricultores y aficionados a la jardinería. Los componentes principales (sensor HW-080, Arduino UNO y relé) representan un costo bajo, y aunque en extensiones mayores podrían añadirse gastos debido a la necesidad de más sensores y controladores, el proyecto sigue siendo rentable a largo plazo al optimizar el uso de agua.

En cuanto a la durabilidad, los sensores resistivos como el HW-080 tienen ciertas limitaciones, ya que sus sondas metálicas pueden corroerse con el tiempo por el contacto constante con la humedad del suelo. Para reducir este problema, es recomendable aplicar protecciones anticorrosivas en las sondas o considerar el uso de sensores capacitivos en versiones futuras, que ofrecen una mayor resistencia y precisión en condiciones ambientales adversas. Además, el sistema requeriría un mantenimiento periódico para revisar y calibrar los sensores, asegurando la precisión de las lecturas.

de humedad y el correcto funcionamiento del riego. [9]

Si se quiere llevar a una escala mucho más grande, este sistema puede ser autosuficiente y sostenible mediante la integración de energía solar, especialmente útil en zonas rurales o sin acceso directo a la red eléctrica. Con paneles solares, el sistema puede funcionar de manera autónoma, lo cual reduce el impacto ambiental y garantiza la continuidad del riego incluso en áreas remotas.

Por último, en aplicaciones reales, el sistema demuestra su eficacia al activar la bomba sólo cuando el nivel de humedad está por debajo de un umbral definido. Esto permite un riego eficiente que optimiza el uso del agua sin necesidad de supervisión constante. Sin embargo, en terrenos con alta salinidad o condiciones de suelo específicas, podría requerirse ajustar la calibración del sensor para mantener lecturas precisas y evitar resultados erróneos.

El proyecto de riego automatizado es viable y ofrece una solución eficiente y sostenible para aplicaciones de pequeña y mediana escala. Este sistema reduce la supervisión manual, permite el ahorro de agua y se adapta a diferentes tipos de cultivos con modificaciones mínimas. Una versión escalable podría, en el futuro, mejorar aún más la eficiencia en el riego agrícola y en la gestión de recursos hídricos.

## VIII. REQUERIMIENTOS Y PRESUPUESTO

### 1. Componentes de Hardware:

- Sensor de humedad del suelo HW-080: 20.700 \$ Cop
- Placa Arduino Uno: 40.700 \$ Cop
- Relé para control de la bomba: 26.000 \$ Cop
- Bomba de agua pequeña (12V): 11.000 \$ Cop
- Fuente de alimentación para la bomba: 14.000 \$ Cop
- Cableado y conectores: 12.000 \$ Cop

Total de hardware: 124.400 \$ Cop

### 2. Componentes de Software:

- Software de programación Arduino IDE (gratis)
- Código de control (personalizado y gratuito)

## IX. APlicativo.

Para poder solucionar dicho problema, se hizo un sistema de riego automático, con el fin de poder tener los cultivos siempre en buenas condiciones de humedad.

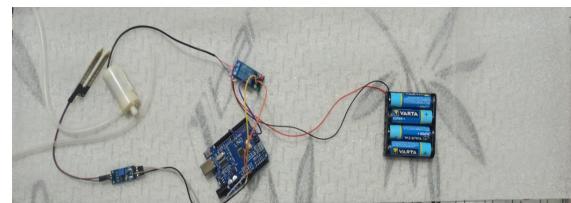


Figura 1.0  
(Sistema de riego automático)

Con todos los materiales mencionados en el punto VI, se procedió a realizar el montaje del sistema, tal como se muestra en la figura 1.0. La placa Arduino Uno es el componente principal que procesa la información y controla el encendido y apagado de la bomba de agua en función de las lecturas de humedad del suelo. Para realizar estas

lecturas, el sistema cuenta con un sensor de humedad del suelo, que mide la cantidad de agua presente en el suelo y envía una señal analógica a la placa Arduino. Esta señal es leída y convertida en un porcentaje de humedad mediante el código de programación, tal como se ve en la figura 1.1.

```

int bomba = 8;           // Pin de control de la bomba
int humedad = 0;          // Variable para almacenar el valor analógico de humedad
int porcentajeHumedad = 0; // Variable para almacenar el porcentaje de humedad
int humedadOptima = 60;

void setup() {
    Serial.begin(9600); // Inicia la comunicación serial
    pinMode(bomba, OUTPUT); // Configura el pin de la bomba como salida
}

void loop() {
    humedad = analogRead(A0); // Lee el valor analógico de humedad del sensor

    // Mapea el valor de humedad a un rango de 100 a 0 para obtener el porcentaje
    porcentajeHumedad = map(humedad, 0, 1023, 100, 0);

    // Control de la bomba según el porcentaje de humedad
    if (porcentajeHumedad < humedadOptima) { // Activa la bomba si la humedad está por debajo del umbral
        digitalWrite(bomba, LOW);
    } else {
        digitalWrite(bomba, HIGH);
    }

    Serial.print("Humedad (%): ");
    Serial.print(porcentajeHumedad);

    delay(500);
}

```

Figura 1.1  
(Código de Arduino)

El Arduino compara el porcentaje de humedad con un umbral predefinido (el umbral depende del tipo de cultivo y el porcentaje de humedad requerido por el mismo). Si el porcentaje de humedad está por debajo de este valor, el sistema considera que el suelo está "seco", y envía una señal al módulo relé para activar la bomba de agua. El relé actúa como un interruptor que permite el paso de corriente desde una fuente de alimentación externa hacia la bomba, suministrando la energía necesaria para que bombee agua. Una vez que la humedad del suelo alcanza el nivel óptimo, Arduino envía una señal al relé para que corte la corriente, deteniendo el riego y conservando así agua y energía.

El sistema también envía a la consola serial de Arduino el porcentaje de humedad actual del suelo, permitiendo monitorear en tiempo real si el suelo está en condiciones óptimas, seco o demasiado húmedo. En conjunto, este

sistema de riego automatizado garantiza que las plantas reciban la cantidad justa de agua, activando la bomba sólo cuando es necesario y apagándola cuando se alcanza el nivel adecuado de humedad.

Para concluir con el sistema, se diseñó una maqueta que simula un cultivo, con el fin de tener una simulación más real.



Figura 1.2  
(Maqueta que simula un cultivo)

Como se aprecia en la figura 1.2, la idea es que la sonda del sensor esté enterrada en la tierra, con el fin de que se pueda monitorear la humedad de la misma todo el tiempo, y conseguir la señal para posteriormente cuando sea necesario, cuando la tierra esté seca o por debajo del umbral de humedad óptimo, envíe la señal determinada y active la bomba para regar el cultivo, obteniendo así un sistema de riego completamente automatizado.

## X. CONCLUSIONES

En el artículo se aborda el papel crucial de los sensores en la tecnología moderna, centrándose especialmente en el sensor HW-080, utilizado para medir la humedad del suelo. Estos dispositivos son esenciales para detectar y responder a cambios en el entorno, convirtiendo magnitudes físicas como temperatura y humedad en

señales eléctricas que pueden ser analizadas por sistemas informáticos. Los sensores se clasifican en activos y pasivos, dependiendo de su capacidad para generar señales. Los activos producen su propia señal, mientras que los pasivos requieren una fuente externa. Además, se dividen según la variable medida, como temperatura, humedad y proximidad. El sensor HW-080, específicamente diseñado para medir la humedad del suelo, opera mediante la variación de resistencia eléctrica entre dos sondas metálicas. A medida que el contenido de agua en el suelo aumenta, la conductividad eléctrica entre las sondas también lo hace, proporcionando un valor proporcional a la humedad presente.

En cuanto a la situación de estudio, el planteamiento del problema se centra en los desafíos que enfrentan los agricultores con respecto a la gestión del agua, un recurso crítico para el crecimiento de los cultivos. La falta de un monitoreo adecuado puede resultar en prácticas de riego inefficientes, lo que conlleva al desperdicio de agua o a condiciones insuficientes para el desarrollo óptimo de las plantas. Este escenario no solo afecta la productividad agrícola, sino que también tiene repercusiones ambientales significativas.

La propuesta de solución presentada en el artículo es el uso del sensor HW-080, un dispositivo accesible y fácil de implementar que permite medir la humedad del suelo con precisión. Al integrar este sensor en sistemas de riego automatizado, los agricultores pueden optimizar el uso del agua, asegurando que los cultivos reciban la cantidad adecuada según sus necesidades.

Finalmente queda señalar que la aplicación del sensor HW-080 no solo aborda directamente el problema del riego ineficiente, sino que también promueve prácticas agrícolas más sostenibles. Su implementación puede contribuir significativamente a mejorar la eficiencia del uso del agua y aumentar el rendimiento agrícola. A medida que se avanza hacia un futuro donde la sostenibilidad es crucial, herramientas como el HW-080 son esenciales para enfrentar los desafíos actuales en la agricultura y garantizar una gestión responsable de los recursos naturales.

## XI. RECOMENDACIONES

### Conexión del Arduino Uno con el Sistema de Riego

En el proceso de instalación, se presentaron problemas imprevistos al conectar el Arduino Uno al sistema de riego automatizado, posiblemente debido a configuraciones erróneas o fallos de comunicación entre los componentes. Para prevenir este tipo de problemas, es aconsejable revisar todas las conexiones y seguir con atención los diagramas de conexión indicados en la documentación del Arduino. También es útil comprobar el código en el IDE de Arduino antes de cargarlo, asegurándose de que los pines estén correctamente asignados.

### Obtención de Materiales

Adquirir todos los materiales necesarios, especialmente componentes específicos como el sensor HW-080 y el módulo relé, resultó complicado debido a la disponibilidad limitada o la necesidad de realizar pedidos en línea. Para minimizar el tiempo de espera y los costos de envío,

se recomienda planificar el proyecto con antelación y buscar proveedores locales o alternativas compatibles que puedan cumplir la misma función. Evaluar los materiales disponibles en el mercado antes de comenzar el proyecto puede hacer que el proceso de compra sea más eficiente.

### **Calibración Inicial del Sensor de Humedad**

La calibración del sensor HW-080 resultó desafiante debido a que los valores de humedad variaron considerablemente durante las pruebas iniciales. Para obtener una calibración precisa, se recomienda sumergir el sensor en suelos con diferentes niveles de humedad y ajustar el potenciómetro hasta obtener lecturas consistentes y confiables. Además, es útil registrar los valores obtenidos en cada prueba para establecer un umbral de humedad adecuado según el tipo de cultivo y suelo.

## **XII. BIBLIOGRAFÍA.**

[1] “Tipos de sensores ¿Qué son y cómo se utilizan?” USS Alarms. Accedido el 20 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible: <https://uss.com.ar/tecnologia-y-equipamiento/tipos-de-sensores/>

[2] L. R. Mitjana. “Los 12 tipos de sensores: sus características y funciones”. Psicología y Mente. Accedido el 20 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible: <https://psicologiamente.com/misclanea/tipos-de-sensores>

[3] V. H. Gonzalez. “Los principales desafíos de la agricultura en el país”. El Tiempo. Accedido el 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible:

<https://www.eltiempo.com/mas-contenido/los-principales-desafios-de-la-agricultura-en-el-pais-818155>

[4] “Cómo la agricultura ha sido transformada por los medidores de humedad del suelo - Yamuni”. Yamuni. Accedido el 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible: <https://yamuni.com.mx/como-la-agricultura-ha-sido-transformada-por-los-medidores-de-humedad-del-suelo/>

[5] “Proyecto 27 - Sensor de Humedad de Suelo - Acortes Software”. Acortes Software. Accedido el 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible: <https://acortes.co/proyecto-27-sensor-de-humedad-de-suelo/>

[6] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. “Sensor - Wikipedia, la enciclopedia libre”. Wikipedia, la enciclopedia libre. Accedido el 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible: <https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>

[7] “¿Cómo influye la humedad en la calidad de los cultivos? | PT Growers and Consumers”. Homepage | PT Growers and Consumers. Accedido el 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.pthorticulture.com/es-us/centro-de-formacion/como-influye-la-humedad-en-la-calidad-de-los-cultivos>

[8] V. Cherlinka. “Sensores De Humedad Del Suelo Para Usos Agrícolas”. EOS Data Analytics. Accedido el 23 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible: <https://eos.com/es/blog/sensores-de-humedad-del-suelo/>

[9] “Cómo utilizar un sensor de humedad de suelo con Arduino”. Automatización para Todos. Accedido el 23 de octubre de 2024. [En línea].

Disponible:

<https://www.automatizacionparatodos.com/sensor-de-humedad-de-suelo-con-arduino/>