

AUTOMATIC IRRIGATION SYSTEM AS AN ENVIRONMENTAL RESOURCE FOR SAMACÁ FARMERS

Alarcón Daniela
danislista3@gmail.com
González Gaby
gamagoec@gmail.com
Neisa Laura
lauraneisa131@gmail.com
Vargas Erika
erikaa.vargaaas@gmail.com

Colegio Sagrado Corazón de Jesús

Recibido. Julio del 2022 Revisado. Septiembre del 2022 Aceptado. Diciembre del 2022

Abstract.

This report describes the design and construction of an automatic irrigation system, conceived from the analysis of one of the biggest problems facing the world: excessive water consumption. Having analyzed the situation of agriculture in Samacá town, it was evident that, in many cases, the water used to irrigate crops is not used to the maximum, so it is pertinent to install an automatic irrigation system that allows control this situation and generate benefits in the agricultural community.

Keywords. automatic irrigation system, cultivation, Arduino, sustainability, agriculture.

SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO COMO RECURSO MEDIO AMBIENTAL PARA LOS AGRICULTORES DE SAMACÁ

Resumen.

El presente informe describe el diseño y construcción de un sistema de riego automático, concebido a partir del análisis de una de las problemáticas más grandes a las que se enfrenta el mundo: el consumo desmedido de agua. Habiendo analizado la situación de la agricultura del municipio de Samacá, se evidenció que, en muchos casos, el agua que se utiliza para regar los cultivos no es aprovechada al máximo, por lo que resulta pertinente la instalación de un sistema de riego automático que permita controlar dicha situación y generar beneficios en la comunidad agrícola.

Palabras clave. sistema de riego automático, cultivo, Arduino, sostenibilidad, agricultura.

I. INTRODUCCIÓN

La agricultura juega un papel primordial en la economía de Colombia, ya que es la principal fuente de ingresos en las zonas rurales del país. Debido a esto, es importante generar estrategias que promuevan el desarrollo de un modelo de agricultura sostenible que impulse el buen aprovechamiento del recurso hídrico. En el municipio de Samacá, una de las principales actividades económicas es la agricultura que, después de la minería, representa el mayor ingreso económico del municipio, siendo esta el sustento de más de 3.000 familias que lo habitan. En el sector agrícola es común evidenciar el derroche y mal manejo del agua, que puede tener un gran impacto sobre el entorno a mediano y largo plazo.

Con el fin de optimizar el consumo de agua en los cultivos Samaquense, el proyecto busca proponer una alternativa de riego que contribuya a la construcción e implementación de una agricultura sostenible.

II. METODOLOGÍA

En la agricultura es común identificar casos de sobreexplotación del recurso hídrico, generando una situación insostenible. El despilfarro de agua en cultivos puede generar importantes consecuencias sobre el entorno a largo y mediano plazo, entre las cuales podemos resaltar la desaparición del caudal de algunos ríos antes de su llegada al mar, como es el caso del río Amu Daria que alimenta al Mar de Aral, cuyas reservas se encuentran comprometidas por las plantaciones de algodón.

El desperdicio de agua en el sector agrícola, entre otras cosas, se encuentra relacionado al sistema de riego que es empleado para regar los cultivos. Uno de los sistemas de riego que destacan es el sistema de riego automático, que presenta algunas ventajas respecto a los demás, puesto que resulta más ecológico y por lo tanto más viable para la preservación del agua.

El objetivo del proyecto, por lo tanto, es lograr disminuir el uso incorrecto del recurso hídrico y otorgar una alternativa a los agricultores del municipio, que, a su vez, le brinde beneficios al ambiente.

El sistema de riego automático presentado en el actual informe se llevó a cabo a través de distintas fases que demostraron su proceso de elaboración, en el que se incluye la construcción del instrumento electrónico y su respectiva programación, así como su instalación en un ambiente simulado.

Para la fase de investigación, se realizaron diversas consultas a partir de entrevistas que permitieron conocer la situación del sector agrícola respecto al consumo de agua, hallándose que gran parte de los agricultores no muestran mayor interés por preservar el recurso. A partir

de dichos resultados, se decidió iniciar la búsqueda de un artefacto que mitigara la problemática.

Se halló un sistema que resultaba óptimo teniendo en cuenta su capacidad de ahorro de agua y su facilidad práctica: el sistema automático, y a continuación, se inició la elaboración del prototipo electrónico, que se basó en el proyecto Huerto inteligente Arduino del canal de YouTube Agricultura Electrónica.

Para iniciar con el desarrollo del artefacto, se requirió de un esquema electrónico (figura 1) que permitiera llevar a cabo la construcción de este. Para esto, fue necesaria la implementación de distintos materiales presentados en la siguiente lista:

1. Protoboard
2. Sensor de humedad con tarjeta
3. Módulo relé
4. Sensor de nivel (tipo boya)
5. DHT11
6. Motor DC
7. Placa protoboard
8. Arduino Nano
9. Cables jumpers
10. Mini Bomba sumergible
11. Interruptor
12. LCD de dos líneas con tarjeta para I2C
13. Resistencia 220 ohm

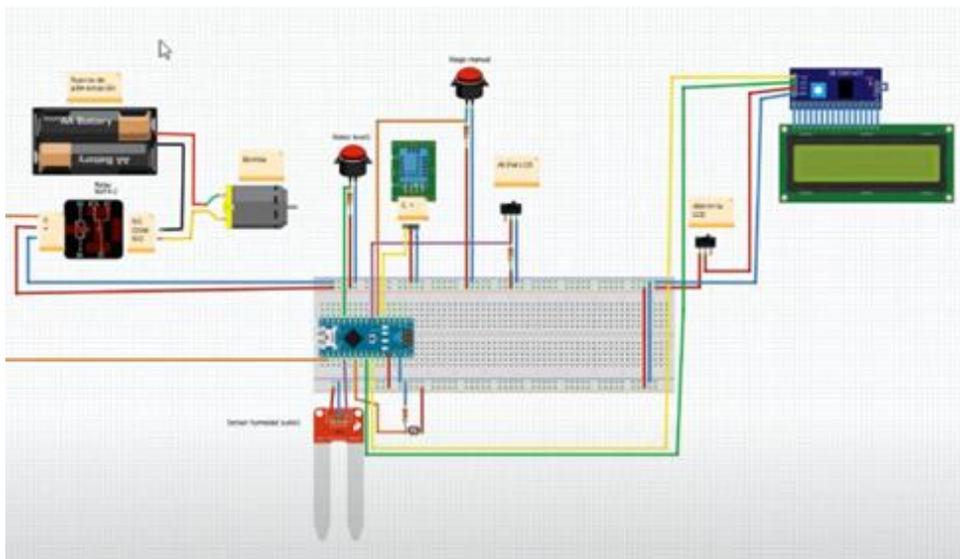


Figura 1. Esquema prototipo de sistema de riego.

La siguiente fase correspondió al ensamblaje y construcción del diseño. Inicialmente, fue necesario contar con una protoboard, en la cual, se realizaron las debidas conexiones de los componentes especiales para el sistema de riego automático, entre ellos, el Arduino; este componente, a través de un cable USB conectado a una computadora, permitió programar el sistema con todas las condiciones que se requerían.

Lo siguiente a realizar fue la programación del sistema, debido a que con esto se lograrían obtener resultados o datos que permitieran observar el correcto funcionamiento del prototipo. Se incluyeron distintos factores que influyen en el proceso de riego, y que se vieron reflejados en la pantalla digital gracias a los datos recolectados por el sensor de humedad y el sensor de nivel. Para que la pantalla arrojará datos específicos, se hizo uso de la aplicación Arduino, en la que se configuró la función que debía cumplir cada pieza electrónica, determinando en qué condiciones se llevaría a cabo el riego automático o manual.

III. MARCO TEÓRICO.

Teniendo en cuenta la problemática que se vive hoy en día debido al desperdicio de agua, se destacó la búsqueda de una alternativa que moderase dicha incertidumbre. Es así como a través de información recolectada a partir de entrevistas realizadas a pobladores de la región samaquense, se enfocó el proyecto en la agricultura, buscando una opción viable que contribuya tanto a esta como al medio ambiente. Dentro de este entorno encontramos varios conceptos que representan una gran ayuda para comprender de mejor manera la creación del proyecto.

1. Ambiente:

El entorno ambiental juega un papel importante para el mundo en general, pues gran porcentaje de las actividades económicas se valen de este, un claro ejemplo de esto es la agricultura, la cual es un sistema creado a partir de un ecosistema natural (es decir, medio ambiente), manejado por la mano del humano a través de los cultivos. Dichos cultivos consisten en la siembra de semillas y el cuidado de estas, con la finalidad de alcanzar un beneficio propio a través de la adquisición de alimentos orgánicos como lo son los vegetales y las frutas. Para el cuidado de la siembra, es necesario regular el volumen de agua que circula a lo largo del área en el que se encuentra. Con el objeto de que la plántula solo reciba lo adecuado y se garantice el crecimiento, a su vez haciendo un uso adecuado del recurso natural, para que este siga existiendo después de ser utilizado.



Figura 2. Fuente: (autor,2021).

2. Física:

2.1. Energía de fluido: La relación entre la velocidad de un fluido con la presión de esta. Este principio dicta que, dentro de un flujo horizontal de fluido, los puntos de mayor velocidad del fluido tendrán menor presión que los de menor velocidad, es decir, que, dentro de una tubería, el agua puede variar su diámetro las regiones donde el agua se mueve más rápido se encontrarán a menor presión que las regiones donde se mueve más lento.

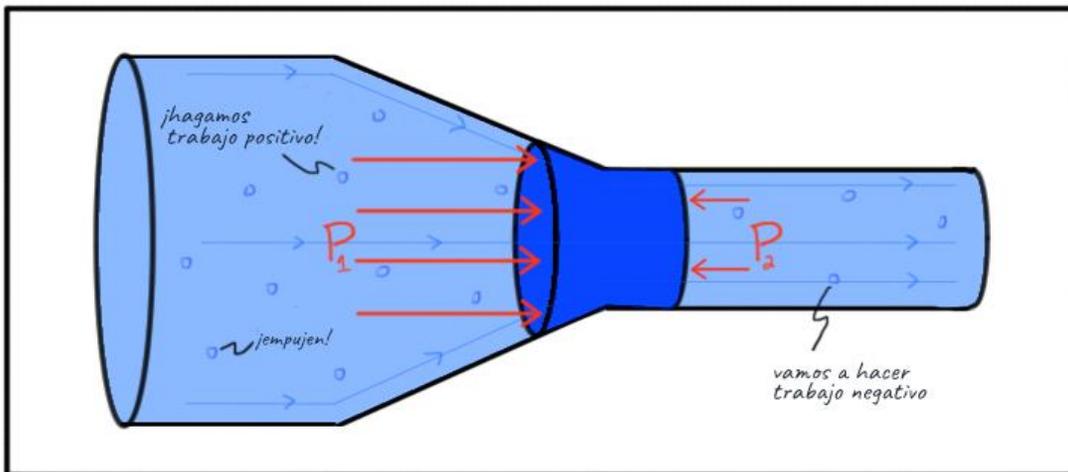


Figura 3. Principio de Bernoulli.

3. Sistemas:

3.1 Sistema fijo.

Es un mecanismo implementado en la agricultura, en donde el sistema de tuberías está asegurado (ya sea de forma exterior o interior) a la porción de tierra donde se encuentra la planta y le proporciona el agua necesaria para el crecimiento de esta.

3.2 Sistema de riego automatizado.

Se trata de un sistema que provee de agua a los cultivos de manera automatizada y que emplea normalmente la aspersión o el goteo. Existen sistemas de riego automático que combinan tanto la aspersión como el goteo y que permiten combinar las ventajas de ambas técnicas.

4. Software:

La parte lógica dentro de un sistema desempeña un papel ligeramente más importante, pues al ser un conjunto de programas, este hace o no que dicho sistema se ejecute de manera correcta. En cuanto al proyecto se empleó Arduino, la cual es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, que está basada tanto en un software libre, como en un hardware. Este componente es flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. De igual forma la plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso. Cabe resaltar que dentro la plataforma únicamente se trabaja con lenguaje de programación. A partir del lenguaje de programación se pueden traducir distintos tipos de órdenes del usuario para que puedan ser utilizados. En otras palabras, el lenguaje de programación es un sistema estructurado de comunicación, que permite el entendimiento entre sí y a su vez las instrucciones que debe ejecutar.



Figura 4. Interfaz de Arduino.

5. Hardware:

Un gran porcentaje del proyecto está constituido a partir del hardware, el cual consiste en un grupo de componentes físicos o dispositivos que conforman un sistema informático, en este caso el sistema es el prototipo de riego. En cuanto a los componentes físicos, estos son:

5.1 Protoboard:

Es un tablero rectangular que posee varios orificios conectados eléctricamente, a través de los cuales se pueden conectar cables y otros componentes, con el fin de construir un circuito eléctrico.

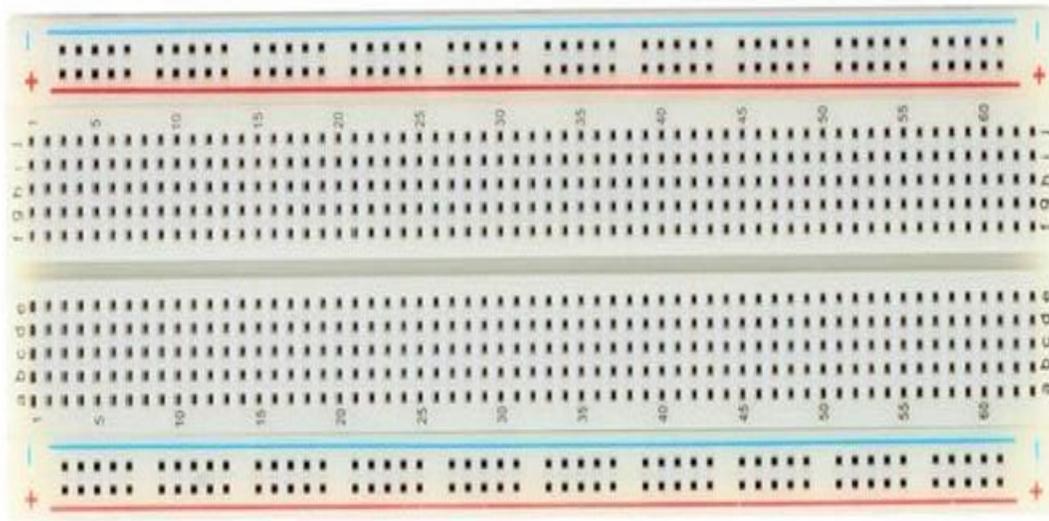


Figura 5. Protoboard adhesiva.

5.2 Módulo relé.

Un módulo de relé es una pequeña placa incrustada con uno o dos relés y una combinación de resistencias, diodos, transistores y terminales de tornillo. Puede conectar los circuitos de entrada y salida a través de los terminales de tornillo y suministrar energía usando los pines presentes en el módulo. La característica especial de un módulo de relés es que es compatible con Arduino porque funciona con 5 voltios que una placa Arduino puede soportar.

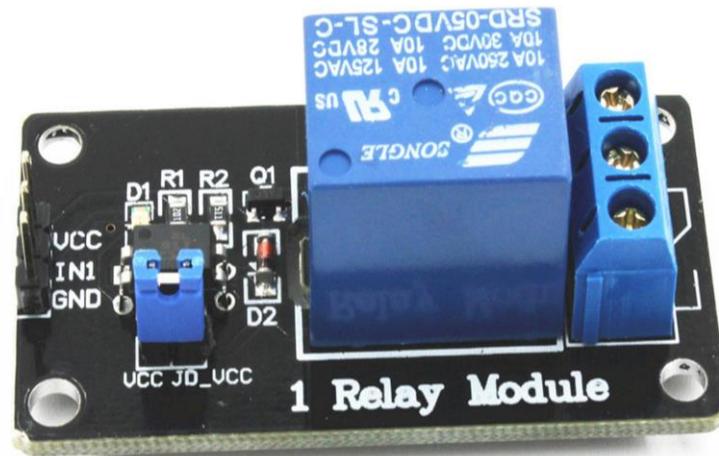


Figura 6. Módulo relé.

5.4 Sensor de nivel (tipo boya):

Este es un dispositivo capaz de detectar o controlar el nivel del líquido en depósitos de agua, indicando así mediante señales, si el nivel de agua ha alcanzado su punto máximo o no.



Figura 7. Sensor de nivel tipo boya.

5.5 Sensor de luz.

Al igual que otros sensores, el sensor de luz capta y transforma la intensidad de un impulso externo en un impulso eléctrico, interpretado por un receptor que implementa la información recopilada para llevar a cabo una función predeterminada.

En el caso del sensor de luz, este percibe el nivel lumínico de un espacio determinado y emite una señal proporcional a la cantidad de luz detectada.



Figura 8. sensor de intensidad digital.

5.6 Sensor de temperatura (DHT11):

Este sensor (tanto de temperatura como de humedad) puede medir entre un 20% a 90% la humedad, siempre y cuando esté dentro del rango de temperatura permitido (0° a 50°).

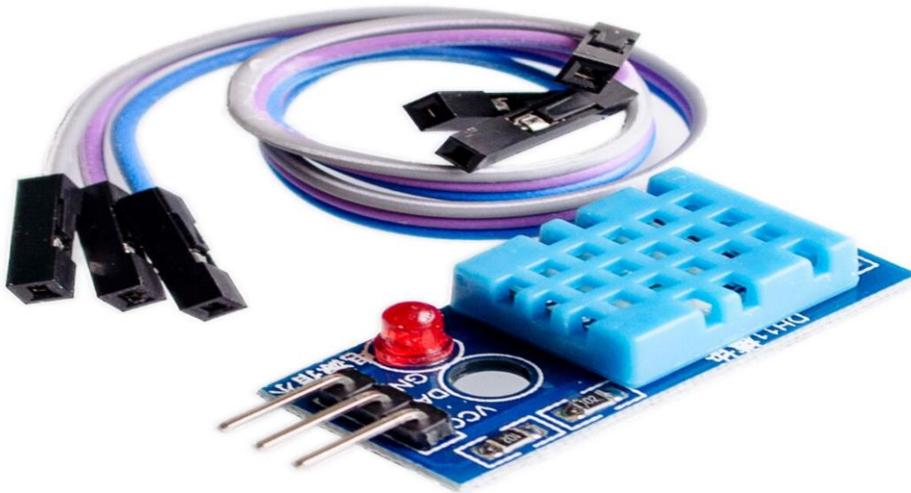


Figura 9. Modulo sensor de temperatura y humedad DHT11.

5.7 Mini Bomba:

Es una bomba de agua sumergible con un voltaje funcional de 2,5 a 6v. De igual forma tiene DC, es decir, que convierte la energía cuando se aplica electricidad.



Figura 10. Mini bomba de agua sumergible Arduino.

5.8 Cables jumpers:

Estos cables son empleados para la conexión de uno o más componentes dentro de la protoboard, es decir, que se conectan uno a uno (también se utilizan para conectar la placa de Arduino).



Figura 11. Cable conexión Dupont.

5.9 Interruptor:

Este dispositivo eléctrico que a diferencia del pulsador abre paso a no a la corriente de un circuito eléctrico.



Figura 12. Interruptor ON-OFF-ON.

5.10 LCD de dos líneas con tarjeta para I2C:

Es una pantalla rectangular en la cual se pueden ver tanto imágenes fijas como imágenes en movimiento. esto permitirá evidenciar parte del programa.



Figura 13. Display LCD.

5.11 Resistencia:

Tal y como indica su nombre está resiste el flujo de energía eléctrica dentro de un circuito eléctrico, variando el voltaje y la corriente.

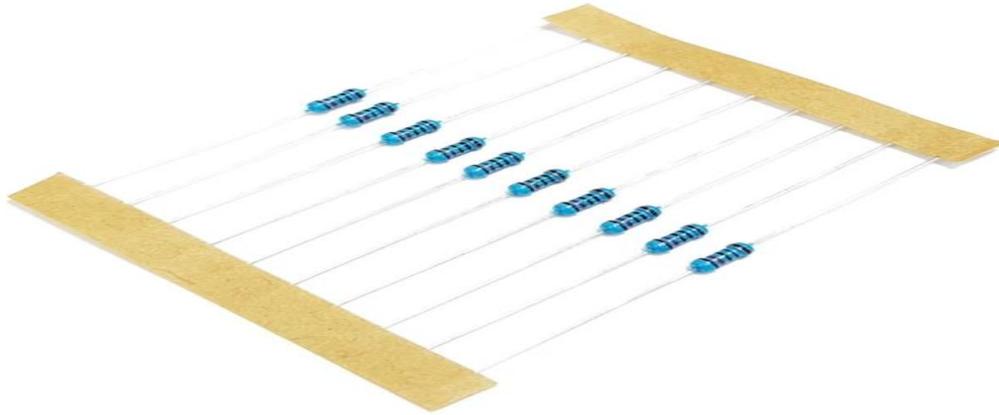


Figura 14. Resistencias 220 ohm.

5.12 Fotorresistencia:

Este dispositivo electrónico es una resistencia, la cual varía teniendo en cuenta la cantidad de luz que recibe, de igual forma resulta ser eficaz en cuanto a proyectos de tipo automático.



Figura 15. Sensor fotorresistencia LDR.

IV. MONTAJE.

Para el desarrollo e implementación del sistema de riego automático se llevó a cabo un proceso de construcción en el que se incluyó el uso de herramientas tecnológicas.

En cuanto a la prueba y evaluación del modelo presentado anteriormente, se requirió crear una maqueta a pequeña escala debido a que se trata de un prototipo, el cual fue programado a través de Arduino para lograr su óptimo funcionamiento.

IV. I. Elaboración del circuito del sistema de riego.

Se conectó inicialmente el Arduino NANO a la protoboard, seguidamente se definió cuál sería el polo positivo y el polo negativo de esta. Posterior a esto, se incluyó el módulo relé, así como también el sensor de temperatura y el de humedad; dichas conexiones requieren resistencias de por medio con una capacidad de 220 ohm cada una. De igual modo, se integró un sensor de nivel. Al módulo relé se conectó una bomba tipo boya (motor) útil para bombear el agua del sistema. Finalmente, se incorporó una pantalla LED de 4x16 que permite observar los datos recolectados por los sensores.

IV. II. Creación y aplicación del programa en el sistema Arduino NANO.

Inicialmente se determinaron los posibles casos que podrían presentarse, y cómo el programa debía comportarse respecto a estos:

```
1 Nivel bajo de agua. Muestra temp/hum y humedad del
  suelo. Da aviso rellenar tanque

2 Nivel agua OK. Aviso nivel OK
  2.1 Humedad suelo OK. Muestra
    temp/hum y humedad suelo
  2.2 Humedad suelo NO OK. Muestra
    temp/hum y humedad suelo. Comienza riego.
```

Posterior a esto se incluyó la librería del sensor DHT11, sensor correspondiente para la temperatura y humedad.

```
#include <DHT.h>|
```

De igual forma se configuraron y determinaron los pines, las variables y el sensor DHT (el mismo utilizado para establecer la librería).

```
int SENSOR = 2;
int temp, humedad;
const int nivel = 9;
const int bomba = 13;
const int humedadsuelo = A0;

DHT dht (SENSOR, DHT11);|
```

Teniendo en cuenta que los pines 2, 9 y 13 son ocupados por el sensor DHT, el sensor de nivel de agua y la bomba, respectivamente, A0 será ocupado por humedad suelo, definiendo así mismo las variables de temperatura y humedad. Seguidamente se iniciaron el puerto a 9600 y el sensor DHT11.

```

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
}

```

Continuamente se determinaron y configuraron las entradas y salidas, fijando, así como entradas humedad, suelo y sensor de nivel de agua, y como salida, la bomba.

```

pinMode(humedadsuelo, INPUT);
pinMode(bomba, OUTPUT);
pinMode(nivel, INPUT);

```

A partir de lo anterior se ingresaron los correspondientes comandos, para que así, el programa pudiese leer el valor de humedad y lo que marca el nivel de agua. Además, se definieron las variables "SensorValue" y "SensorNivel".

```

void loop()
{
  int SensorValue = analogRead(humedadsuelo);
  int SensorNivel = digitalRead(nivel);
}

```

Luego se leyeron y definieron los valores de las variables temperatura y humedad.

```

humedad = dht.readHumidity();
temp = dht.readTemperature();

```

Se imprimieron por el puerto la serie de los valores de temperatura y humedad del DHT11, así mismo, el valor de humedad del suelo.

```

Serial.print("Temperatura: "); Serial.print(temp);
Serial.print("°C Humedad: "); Serial.print(humedad);
Serial.println("%");
Serial.print("Humedad del suelo: "); Serial.print(SensorValue);
Serial.println("%");
delay(3000);

```

Se agregaron los condicionales teniendo en cuenta los casos definidos inicialmente.

```

if (SensorNivel==0)
  { Serial.println("Nivel bajo de Agua.Rellenar el tanque");
  delay(2000);}

if (SensorNivel==1)
  {
  Serial.println("Nivel de agua correcto, se puede regar");

if(SensorValue >= 700)
  {
  Serial.println("La tierra está seca, comienza el riego");
  digitalWrite(bomba, HIGH);
  delay(2000);
  digitalWrite(bomba, LOW);
  delay(1000);
  }
}

```

Finalmente, el programa fue subido, previamente terminado y verificado, al Arduino NANO.

IV. III. Incorporación del prototipo.

Una vez terminado el software y hardware del prototipo, se elaboró una pequeña maqueta en la cual fue instalada la parte física del modelo, para así dar paso a la conexión con el huerto. Para esto, se implementó un tubo de teflón (0,5 cm de diámetro) que va ligado a la mini bomba sumergible. A continuación, tanto la bomba como el sensor de nivel fueron sumergidos dentro del agua, y una vez incorporada la manguera con los orificios y el sensor de humedad en el huerto a escala, se conectó el Arduino con la programación previamente instalada a una computadora para supervisar el funcionamiento del sistema.

V. RESULTADOS.

Tras evaluar el funcionamiento del prototipo, se verificó que este cumpliera satisfactoriamente con los objetivos propuestos inicialmente. Para que el sistema pudiese ejecutar el riego automático, fue necesario que se cumplieran ciertas condiciones determinadas por medio de la programación del modelo y la correcta conexión de los diferentes elementos que lo componen.

Con el propósito de supervisar que las condiciones para que el riego se lleve a cabo fueran óptimas se empleó un sensor de humedad que capta el nivel de humedad en el suelo de la siguiente manera:

CONDICIÓN	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
Sensor en suelo seco	0	300
Sensor en suelo húmedo	300	700
Sensor en agua	700	950

Para que el riego automático del sistema se activase se requirió que el valor de humedad en el suelo fuera igual o superior a 700, de manera tal que cuando el nivel de humedad se encontrara por debajo de este número, el riego se llevara a cabo de forma manual. Dicha información se vio reflejada en la pantalla de la siguiente manera:



Cuando la pantalla indica que el porcentaje de humedad es superior a 700 se activa el riego automático de forma inmediata:



Otro factor evaluado a la hora de realizar el riego fue el nivel de agua almacenada en el tanque. En caso de que no hubiera suficiente agua en el tanque para que el riego se efectuara, la pantalla arrojaría un aviso que advirtiera acerca de la ausencia de líquido que, consecuentemente imposibilita el riego.



Tan pronto el sistema fue conectado a una computadora, se activó la bomba permitiendo el flujo de agua hacia la materia:



VI. CONCLUSIONES.

- La integración de un riego automatizado a gran escala puede beneficiar a los agricultores del municipio de Samacá, gracias a su facilidad y eficacia, puesto que solamente deben realizar la instalación y establecer las condiciones bajo las cuales se espera que funcione.
- El riego automático resulta ser de gran utilidad en cuanto a un mejor aprovechamiento del agua, puesto que tal y como se observó, dicho sistema indica cuándo puede realizarse el riego para un cultivo. Si la humedad del suelo no tiene un porcentaje mínimo de 700%, esto indicaría que dicha siembra no requiere de más agua, gracias a esto se mantendrá un nivel óptimo de humedad en suelo y no habrá desperdicio alguno de agua.
- Al tener un óptimo control de la humedad que hay en un cultivo, pueden evitarse varias enfermedades (hongos) provocadas por exceso de agua.

VII. Referencias.

- [1] Tello, J. (2013). La agricultura como sistema. *Idesia (Arica)*, 31(1), 3-4. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292013000100001>
- [2] Nava, F., & Doldán, X. (2014). Cultivos energéticos. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 11(1), 25-34. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722014000100002&lng=es&tlng=es.
- [3] Diccionario de la lengua española. (s.f.). *Caudal*. Real Academia Española. <https://dle.rae.es/caudal>
- [4] Andrago, P., Ortiz, R., & Ortega, Y. (2019). Distribución de caudales de riego para las comunidades de la UCICMA-Imbabura. *Siembra*, 6(2), 37-45.
- [5] Wilches, G. (1993). *¿Y qué es eso, desarrollo sostenible? D.N. P.* Consejo Regional de Planificación.
- [6] Khan Academy. (s.f.) ¿Qué es la ecuación de Bernoulli? Recuperado el 7 de septiembre de 2021 de <https://es.khanacademy.org/science/physics/fluids/fluid-dynamics/a/what-is-bernoullis-equation>
- [7] Cañón, D., & Cifuentes, E. (2018). *Prototipo de un sistema automatizado de riego para jardines*. [Tesis de pregrado, Fundación Universitaria Los Libertadores]. Repositorio Institucional de la Fundación Universitaria Los Libertadores.
- [8] Blair, E. (8-12 de octubre de 1979). Riego por goteo: III Seminario latinoamericano sobre riego por goteo. Campinas, Sao Paulo, Brasil.
- [9] Serna, A., Ros, F., & Rico, J. C. (2010). *Guía práctica de sensores*. Creaciones Copyright SL.
- [10] Rodríguez, J. (2003). *Introducción a la programación. Teoría y práctica* (Vol. 3, p. 2).
- [11] Sensores Top. (s.f.) *Sensor de luz*. Recuperado el 7 de septiembre de 2021 de <https://sensores.top/sensor-de-luz-informacion-y-caracteristicas/>
- [12] Gay W. (2018) DHT11 Sensor. In: *Advanced Raspberry Pi*. Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3948-3_22
- [13] Carrillo, M. (2021). Introducción de Arduino. *Vida Científica Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 4*, 9(17), 4-8.
- [14] Quiala, R., Hernández, F., & Pérez, A. (2019). Liquid Level Monitoring System in Big Deposits. *Ingeniería*, 24(1), 29-48. <https://doi.org/10.14483/23448393.13837>

- [15] Keiichi, M., Naoki, F., Osamu, N., Koki, S., & Toshio, H. "*Electro-holographic display using 15mega pixels LCD*," Proc. SPIE 2652, Practical Holography X, (25 March 1996); <https://doi.org/10.1117/12.236065>
- [16] Servotronik. (s.f.). Mini Bomba de agua sumergible Arduino 70-120L/H. Recuperado el 7 de septiembre de 2021 de <https://www.servotronik.com.co/index.php/producto/mini-bomba-de-agua-sumergible-arduino-70-120l-h/>
- [17] Naylapm Mechatronics. (s.f.). Sensor fotorresistencia LDR.
. Recuperado el 7 de septiembre de 2021 de <https://naylampmechatronics.com/sensores-luz-y-sonido/241-sensor-ldr-5528.html>
- [18] Álvarez, Y. (2011). Incidencia del PIB agropecuario en el PIB nacional Evolución y transformación. *Gestión & Desarrollo*, 8(2), 49-60.
- [19] Fayanás, E. (13 de enero de 2011). *Desastres económicos mundiales*. Nueva Tribuna. <https://www.nuevatribuna.es/articulo/medio-ambiente/desastres-ecologicos-mundiales/20110113060651040035.html>
- [20] Agricultura Electrónica. (4 de diciembre de 2019). *Riego automático con Arduino*. [Archivo de Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=Z0SqhaNgpjI>
- [21] Revista Semana. (10 de agosto de 2017). *Así es un día en Samacá*. <https://www.semana.com/samaca-tierra-donde-se-cultiva-y-se-extrae-carbon/535772/>
- [22] Electronilab. (2021). Resistencias 220 Ohm. [Imagen]. <https://electronilab.co/tienda/resistencias-220-ohm-metal-film-axial-1-4w-1-x10/>
- [23] Max Electronica. (2021). Cable Conexión Dupont. [Imagen]. https://maxelectronica.cl/protoboard-cables/350-cable-conexion-dupont-40-unidades-largo-10cm-macho-macho.html?search_query=cables+jumper&results=68
- [24] Max Electronica. (2021). Interruptor ON-OFF-ON. [Imagen]. https://maxelectronica.cl/protoboard-cables/350-cable-conexion-dupont-40-unidades-largo-10cm-macho-macho.html?search_query=cables+jumper&results=68
- [25] Arduino. (2021). Interfaz arduino. [Imagen]. <https://www.arduino.cc/en/Trademark/CommunityLogo>
- [26] Electronic Lab. (2021). Módulo Relé De 1 Canal Salida Optoacoplada 5V. [Imagen]. <https://electronilab.co/tienda/modulo-rele-1-canal-salida-optoacoplada-5v/>
- [27] Electronic Lab. (2021). Protoboard Adhesiva MB102 830 Puntos. [Imagen]. <https://electronilab.co/tienda/protoboard-adhesiva-mb102-830-puntos-16-5cm-x-5-5cm/>
- [28] Electronic Lab. (2021). Protoboard Adhesiva MB102 830 Puntos. [Imagen]. <https://electronilab.co/tienda/protoboard-adhesiva-mb102-830-puntos-16-5cm-x-5-5cm/>

- [29] Shopee. (2021). Sensor Sensor intensidad Digital resistente a la luz [Imagen]. https://shopee.com.co/Sensor-Sensor-intensidad-Digital-resistente-a-la-luz-i.471814428.13409500415?gclid=Cj0KCQiA4b2MBhD2ARIsAlrcB-Tx5j70WdN9Q-LBt--84vmitemtGNyc9w8ls52n8ubz1U-hkq3vI00aAklUEALw_wcB
- [30] Electronic Lab. (2021). Módulo Sensor de Temperatura y Humedad DHT11. [Imagen]. <https://electronilab.co/tienda/modulo-sensor-de-temperatura-y-humedad-dht11/>
- [31] Electronic Lab. (2021). Display LCD. [Imagen]. <https://electronilab.co/tienda/display-lcd-16x2-con-backlight-azul-conversor-i2c-pcf8574/>
- [32] Servotronix. (2021). MINI BOMBA DE AGUA SUMERGIBLE ARDUINO 70-120L/H. [Imagen]. <https://www.servotronik.com.co/index.php/producto/mini-bomba-de-agua-sumergible-arduino-70-120l-h/>