



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Implementación de un sistema automatizado de riego por aspersión utilizando Arduino
para las áreas verdes y jardines del barrio “Valle Hermoso” ubicado en el cantón Mejía**

Yásig Cuichán, Geovanny Daniel

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología en Electrónica mención Instrumentación y Aviónica

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo en Electrónica mención

Instrumentación y Aviónica

Ing. Alpúsig Cuichán Silvia Emperatriz

Latacunga, 2021



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE RIEGO POR ASPERSIÓN UTILIZANDO ARDUINO PARA LAS ÁREAS VERDES Y JARDINES DEL BARRIO “VALLE HERMOSO” UBICADO EN EL CANTÓN MEJÍA”** fue realizado por el señor ***Yásig Cuichán, Geovanny Daniel*** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 2021

Ing. Alpúsig Cuichán, Silvia Emperatriz.

C.C.: 0502779697








Reporte de verificación



Document Information

Analyzed document	Monografía_Yasig_Cuichán_Geovanny_Daniel.pdf (D98219513)
Submitted	3/13/2021 4:22:00 PM
Submitted by	
Submitter email	gdyasig@espe.edu.ec
Similarity	5%
Analysis address	sealpusig.espe@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Portadacon citas.docx Document Portadacon citas.docx (D56101882)	 2
W	URL: http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1494/1/UNESUM-ECU-REDES-2017-26.pdf Fetched: 2/22/2021 1:58:31 PM	 2
W	URL: https://www.logicbus.com.mx/automatizacion.php Fetched: 3/13/2021 4:22:00 PM	 1
W	URL: https://repositorio.unan.edu.ni/8246/1/97476.pdf Fetched: 10/29/2020 1:19:27 AM	 1
W	URL: http://robots-argentina.com.ar/Sensores_LDR.htm Fetched: 3/13/2021 4:22:00 PM	 1
W	URL: https://www.factor.mx/portal/base-de-conocimiento/sensor-de-humedad-de-tierra/ Fetched: 3/13/2021 4:22:00 PM	 1
W	URL: http://www.electronica.com.py/producto/sensor-de-humedad-para-suelo/ Fetched: 3/13/2021 4:22:00 PM	 1

Ing. Alpúsig Cuichán, Silvia Emperatriz.

C.C.: 0502779697



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN

INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Yásig Cuichán, Geovanny Daniel**, con cédula de ciudadanía N° **1750727214**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE RIEGO POR ASPERSIÓN UTILIZANDO ARDUINO PARA LAS ÁREAS VERDES Y JARDINES DEL BARRIO “VALLE HERMOSO” UBICADO EN EL CANTÓN MEJÍA**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 2021

.....
Yásig Cuichán, Geovanny Daniel

C.C.: 1750727214



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Yásig Cuichán, Geovanny Daniel** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE RIEGO POR ASPERSIÓN UTILIZANDO ARDUINO PARA LAS ÁREAS VERDES Y JARDINES DEL BARRIO “VALLE HERMOSO” UBICADO EN EL CANTÓN MEJÍA** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 2021

.....
Yásig Cuichán, Geovanny Daniel

C.C.: 1750727214

Dedicatoria

A mis padres que con su apoyo y sus consejos me dieron las fuerzas necesarias para superarme y nunca rendirme a lo largo de mi carrera.

A mis familiares que con sus actos y palabras me dieron la mano para lograr cumplir una de las etapas más importantes en mi vida.

YÁSIG CUICHÁN, GEOVANNY DANIEL

Agradecimiento

En primera instancia agradezco a Dios, por haberme dado la sabiduría, fortaleza, y dedicación necesaria para lograr cumplir uno de los sueños más anhelados de mi vida.

A mis padres Giovanni y Viviana, por brindarme ese amor y apoyo incondicional que fueron fundamentales para no desvariar y buscar siempre mi superación personal.

A mis amigos, por apoyarme con sus consejos y enseñanzas a lo largo de mi carrera universitaria.

A mis educadores, que, gracias a su sabiduría y conocimientos, han forjado mi carácter y han ayudado a mi formación como profesional.

YÁSIG CUICHÁN, GEOVANNY DANIEL

Tabla de contenidos

Carátula	1
Certificación.....	2
Reporte de verificación	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Tabla de contenidos	8
Índice de tablas.....	12
Índice de figuras	13
Resumen	14
Abstract.....	15
Introducción.....	16
Tema	16
Antecedentes	16
Planteamiento del problema	17
Justificación.....	18
Objetivos	19
<i>Objetivo general</i>	19
<i>Objetivos específicos</i>	19
Alcance.....	19
Marco teórico.....	20
La automatización	20

Automatización aplicada en la jardinería	20
Sistemas de riego por aspersión.....	21
Riego automatizado.....	22
Aplicaciones de un sistema de riego.	23
Arduino UNO	24
<i>Origen</i>	24
<i>Definición</i>	25
<i>Principio de funcionamiento</i>	25
Escalamiento de una señal analógica	27
Sensor de luz (LDR).....	28
<i>Definición y Principio de funcionamiento</i>	28
<i>Características</i>	28
Sensor de humedad del suelo FC-28	29
<i>Definición</i>	29
<i>Principio de funcionamiento</i>	31
<i>Características</i>	32
Sensor de lluvia FC-37	32
<i>Definición</i>	32
<i>Principio de funcionamiento</i>	33
<i>Características</i>	34
Módulo Relé de un canal.....	35

	10
Electroválvula Solenoide	36
<i>Definición</i>	<i>36</i>
<i>Principio de funcionamiento.....</i>	<i>37</i>
Desarrollo.....	39
Lógica de programación	39
<i>Programación Sensor de Luz (LDR).....</i>	<i>39</i>
<i>Programación Sensor de Humedad.....</i>	<i>39</i>
<i>Programación Sensor de Lluvia FC-37.....</i>	<i>40</i>
<i>Programación del sistema de riego automatizado</i>	<i>41</i>
Especificaciones técnicas de los sensores	42
Simulación del sistema	43
<i>Sensor de luz o LDR.....</i>	<i>43</i>
<i>Sensor de Humedad FC-28</i>	<i>44</i>
<i>Sensor de Lluvia FC-37</i>	<i>45</i>
<i>Sistema de Riego Automatizado.....</i>	<i>46</i>
Pruebas de funcionamiento de los sensores	47
Implementación de aspersores y tuberías.....	48
Implementación de electroválvula y circuito de control	50
Implementación de sensores.....	51
Comprobación del sistema	52
Conclusiones y recomendaciones	53
Conclusiones	53

Recomendaciones	54
Bibliografía.....	55
Anexos	57

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Características de la Placa Arduino UNO</i>	26
Tabla 2 <i>Rango y Resolución de los sensores</i>	27
Tabla 3 <i>Especificaciones técnicas del sensor de humedad de suelo</i>	30
Tabla 4 <i>Especificaciones técnicas del módulo relé de 1 canal</i>	36
Tabla 5 <i>Especificaciones técnicas de la electroválvula solenoide</i>	36
Tabla 6 <i>Condiciones de activación de la electroválvula</i>	41
Tabla 7 <i>Especificaciones técnicas de los sensores</i>	43

Índice de figuras

Figura 1 <i>Placa Arduino UNO</i>	24
Figura 2 <i>Escalamiento de la señal analógica del sensor de humedad FC-28</i>	27
Figura 3 <i>Fotorresistencia</i>	28
Figura 4 <i>Partes de una Fotorresistencia</i>	29
Figura 5 <i>Sensor de Humedad FC-28</i>	30
Figura 6 <i>Relación entre la cantidad de humedad y el valor de salida del sensor</i>	31
Figura 7 <i>Sensor de Humedad de Suelo de tipo Capacitivo</i>	32
Figura 8 <i>Módulo Relé de un canal</i>	35
Figura 9 <i>Código de programación de la fotorresistencia</i>	39
Figura 10 <i>Código de programación del sensor de humedad del suelo</i>	40
Figura 11 <i>Código de programación del sensor de lluvia</i>	40
Figura 12 <i>Código de programación del sistema de riego automatizado</i>	42
Figura 13 <i>Diagrama de conexión de la fotorresistencia</i>	44
Figura 14 <i>Diagrama de conexión del sensor de humedad</i>	45
Figura 15 <i>Diagrama de conexión del sensor de precipitación</i>	46
Figura 16 <i>Diagrama de conexión del sistema de riego automatizado</i>	47
Figura 17 <i>Monitor serial del Software de Arduino</i>	48
Figura 18 <i>Implementación de tubería del sistema de riego</i>	49
Figura 19 <i>Implementación de Aspersores</i>	49
Figura 20 <i>Implementación de la electroválvula en la caja de control</i>	50
Figura 21 <i>Implementación del circuito de control</i>	50
Figura 22 <i>Implementación de los sensores</i>	51
Figura 23 <i>Funcionamiento del sistema</i>	52

Resumen

El presente proyecto de monografía consiste en la implementación de un sistema automatizado de riego por aspersión, considerando un valor constante de humedad del suelo para minimizar el desperdicio de agua con respecto a un riego manual, se ha utilizado la tecnología de Arduino y sensores eléctricos de humedad, lluvia y luz solar. Debido al confinamiento por la pandemia que está atravesando el país, la comunidad y en especial las personas de la tercera edad no pueden desarrollar con normalidad las actividades enfocadas al cuidado del medio ambiente como el riego manual de jardines, por ello se ha propuesto una solución para evitar el uso excesivo de agua y que las personas de la tercera edad se expongan al salir de casa para mantener los jardines de la comunidad en buen estado, esto mediante un monitoreo constante del suelo y el clima utilizando sensores de humedad, sensor de lluvia y un sensor de luz o LDR, los cuales serán los encargados de proporcionar una señal analógica a la placa de Arduino UNO, la misma que procesa la información recibida y envía una respuesta o señal de la salida mediante un relé para activar o desactivar la electroválvula solenoide si se cumple con las condiciones establecidas en el código de programación, para de esta manera realizar el riego del jardín. Con esto se puede controlar la humedad del suelo y se evitará que éste presente una escases o exceso de humedad.

Palabras clave:

- **HUMEDAD.**
- **SISTEMA AUTOMATIZADO.**
- **RIEGO POR ASPERSIÓN.**
- **ARDUINO.**

Abstract

This monograph project consists of the implementation of an automated sprinkler irrigation system, considering a constant value of soil moisture to minimize water waste compared to manual irrigation, using Arduino technology and electrical sensors for humidity, rain and sunlight. Due to the confinement by the pandemic that the country is going through, the community and especially the elderly can not develop normally activities focused on environmental care such as manual irrigation of gardens, therefore a solution has been proposed to avoid excessive use of water and that the elderly are exposed to leave home to keep the gardens of the community in good condition, this by constantly monitoring the soil and climate using humidity sensors, rain sensor and a light sensor or LDR, which will be responsible for providing an analog signal to the Arduino UNO board, the same that processes the information received and sends a response or output signal through a relay to activate or deactivate the solenoid valve if the conditions established in the programming code are met, to thus perform the irrigation of the garden. With this, the soil humidity can be controlled and the soil will be prevented from having a shortage or excess of humidity.

Key words:

- **HUMIDITY**
- **AUTOMATED SYSTEM**
- **SPRINKLER IRRIGATION**
- **ARDUINO**

CAPITULO I

1. Introducción

1.1. Tema

Implementación de un sistema automatizado de riego por aspersion utilizando Arduino para las áreas verdes y jardines del barrio “Valle Hermoso” ubicado en el cantón mejía

1.2. Antecedentes

El Barrio “Valle Hermoso” se encuentra ubicado en la parroquia de Tambillo del cantón Mejía en la provincia de Pichincha, dicho sector brinda a su comunidad áreas verdes de recreación, canchas, y jardines en cada una de las viviendas de este sector. Debido a la avanzada edad de la mayoría de habitantes que conforman el Barrio “Valle Hermoso” y la situación por la que atraviesa el país, las áreas verdes y jardines han mostrado un gran deterioro y una evidente falta de riego debido al confinamiento de la comunidad provocado por el virus Covid-19.

Por la relevancia del tema se han realizado trabajos como los que se indican a continuación.

Trabajo realizado por los Sres. Vásconez, C, Chamba, F (2013) cuyo tema investigativo fue: “Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y controlado de forma inalámbrica para una finca ubicada en el sector popular de Balerio Estacio”. Cuya conclusión fue: “Con los resultados obtenidos en las pruebas de este sistema de riego se puede comprobar que éste funciona en tiempo real ya que el intervalo en el envío y recepción de los mensajes está en función del tiempo esperado que es aproximadamente 45 segundos”.

Trabajo realizado por el Sr. Vásquez W. (2018) cuyo tema investigativo fue: “Sistema de riego automatizado controlado por Arduino para las plantas ornamentales de la piscina del complejo universitario”. Cuya conclusión fue: “Se determinó las especificaciones técnicas de la placa Arduino para el desarrollo del sistema de riego automatizado, ya que contar con un sistema de riego automatizado para el riego de las plantas ayuda a regar y reducir el recurso hídrico”.

Esta situación amerita la instalación de un sistema de riego automatizado en jardines y áreas verdes del sector con la finalidad de ayudar a toda la comunidad en especial a las personas de la tercera edad y mantener las zonas en buen estado disminuyendo el consumo excesivo de agua y cuidando la exposición al virus.

1.3. Planteamiento del problema

El barrio “Valle Hermoso” fue fundado en 1883 para brindar a sus habitantes lugares de descanso y recreación que actualmente se han visto afectadas por la falta de riego debido al confinamiento.

Esto ha dado origen a:

- Deterioro de áreas verdes y jardines en la comunidad.
- Ausencia de habitantes en las áreas verdes.
- Efectos negativos en la salud de personas de la tercera edad.
- Desperdicio de agua.

De no solucionarse este inconveniente las áreas verdes y jardines del barrio continuarán deteriorándose, lo que ocasionaría una pérdida parcial o completa de vegetación en la zona.

Por lo expuesto es necesario que se implemente un sistema de riego autónomo que beneficie a la comunidad solucionando todos los problemas antes mencionados.

1.4. Justificación

Es primordial que las áreas verdes y jardines tengan un adecuado y eficaz sistema de riego, así las personas de la tercera edad pueden mantener en buen estado sus jardines, garantizando su salud y seguridad.

Debido al evidente deterioro en áreas verdes y jardines, los habitantes del barrio “Valle Hermoso” han optado por implementar un sistema de riego automatizado que mantenga estas zonas en buen estado, y de esta manera contribuir con el cuidado de los ecosistemas en la comunidad.

El sistema de riego que se implementará ayudará a:

- Disminuir el consumo excesivo del agua por riego manual.
- Facilitar el cuidado y mantenimiento de jardines para personas de la tercera edad.
- Conservar en buen estado los jardines y áreas verdes de la comunidad.
- Mantener hidratadas estas zonas de forma autónoma.

El barrio se beneficiará del sistema de riego, así como todos los habitantes de la zona, ya que contará con un sistema de riego automatizado para las áreas verdes y jardines que debido a la situación que se atraviesa por la pandemia las áreas verdes y jardines de la comunidad se han visto afectadas por la falta de riego y cuidados que los habitantes proporcionaban anteriormente, el sistema funcionara únicamente cuando el suelo muestre un determinado porcentaje de humedad.

Por lo tanto, es necesario que el barrio “Valle Hermoso” posea un sistema automatizado con Arduino para el riego por aspersión.

1.5. Objetivos

1.5.1. *Objetivo general*

Implementar un sistema automatizado de riego por aspersion utilizando Arduino para las áreas verdes y jardines del barrio “Valle Hermoso” ubicado en el Cantón Mejía.

1.5.2. *Objetivos específicos*

- Recopilar la información necesaria acerca de los sistemas de riego por aspersion para la implementación del sistema.
- Establecer los dispositivos y el equipo necesario para la implementación de un sistema automatizado de riego.
- Desarrollar un sistema de riego autónomo con la ayuda de la placa electrónica Arduino UNO.

1.6. Alcance

El presente trabajo investigativo abarca la implementación de un sistema automatizado de riego para un jardín en una zona comunal del barrio “Valle Hermoso” utilizando una tarjeta electrónica como Arduino.

La solución propuesta se implementará a través de una tarjeta electrónica Arduino, la cual permitirá ejecutar un riego automatizado y con ello mantener en óptimas condiciones las áreas verdes y jardines de la comunidad.

Cada jardín y área verde que posee el barrio “Valle Hermoso” contará con un sistema automatizado de riego por aspersion.

CAPITULO II

2. Marco teórico

2.1. La automatización

La automatización es un conjunto de componentes o procesos de tipo mecánico, eléctrico, informático y electromecánico que no necesitan ser operados por el ser humano, tiene como objetivo el mejorar y potenciar el funcionamiento de una planta dentro de cualquier industria, pero también puede utilizarse en ciudades, casas, granjas y como es el caso de este proyecto, en jardines. Se puede implementar en cualquier lugar donde se realicen acciones repetitivas. (Logicbus, 2020)

La automatización se creó gracias a la emersión de las computadoras ya que gracias a ellas las áreas que podía alcanzar la automatización se elevaron, como en el caso de la industria automotriz que fueron los precursores de la utilización de la computadora más importante para la automatización, el PLC.

La automatización es paralela al control y al ahorro en la mano de obra. En este los procesos se ejecutan con la mayor eficacia posible, evitando el desperdicio de materiales y de tiempo, lo que con lleva a un ahorro de capital.

2.2. Automatización aplicada en la jardinería

Actualmente la domótica es una ciencia muy amplia, tanto que ahora es posible manejar el riego en los jardines o también zonas agrícolas donde existan invernaderos de todo tipo de alimentos.

La automatización dentro de la jardinería facilita el riego de las plantas reduciendo la cantidad de agua utilizada y evitando la intervención del ser humano.

El objetivo principal es utilizar estos sistemas de riego para disminuir el consumo de agua y provisionarla en el momento adecuado. Para ello se debe realizar un estudio de todas las condiciones, especialmente climáticas, para la zona que se debe regar, y con ello elegir los elementos necesarios para un eficaz riego automatizado.

Para realizar la automatización de un jardín es necesario elegir los componentes adecuados ya que de esto dependerá el ahorro de materiales y los caudales de agua necesarios. Al dividir en diferentes zonas de riego a un jardín, se debe instalar la tubería necesaria para que abastezcan cada una de estas zonas.

Este sistema funciona de manera mecánica y eléctrica por lo que hay un menor porcentaje de error y se aprovecha de mejor manera el tiempo para realizar la actividad.

La automatización de este sistema se realiza mediante un centro de control, el cual es el encargado de enviar las condiciones de riego a todos los componentes del sistema como por ejemplo los sensores, y también este equipo autoriza el cambio de parámetros pre establecidos en caso que existan condiciones adversas que dificulten el correcto funcionamiento del sistema.

2.3. Sistemas de riego por aspersión.

Existen diversos tipos de sistemas de riego por aspersión, entre los cuales tenemos los convencionales que a su vez se dividen en fijos y semifijos, los fijos son aquellos en los que se colocan varios aspersores en la zona pre establecida y las tuberías pueden estar bajo suelo o en la superficie junto con el soporte del aspersor, los semifijos aquellos que se van desplazando en la zona de forma manual o mecánica gracias a la capacidad de desmontaje rápido de sus componentes. También existen los

sistemas auto mecanizados que poseen motores eléctricos o sistemas hidráulicos como característica principal, lo que permite su movilidad a través de toda la zona de riego. (Novagric, 2016)

El sistema de riego por aspersión se basa en suministrar el agua de igual manera que la lluvia, específicamente en un surtidor de agua pulverizada en gotas. El equipo funciona mediante un conjunto de tuberías que serán las encargadas de trasladar el agua hacia los aspersores, que a su vez estos utilizarán la presión para poder arrojar el agua a la zona que se desee regar.

Como ventajas de los sistemas de aspersión tenemos principalmente el consumo necesario de agua a diferencia de los sistemas de riego comunes como el riego por inundación o el riego manual, también presenta una mayor resistencia en zonas irregulares y un mayor alcance, como otra ventaja tenemos la distribución del agua sobre las plantas de manera uniforme dependiendo de la dirección y velocidad del viento.

2.4. Riego automatizado

En el mundo moderno existen varias técnicas para un sistema de riego automatizado debido a que tiene varios beneficios para quienes lo realizan. Este sistema de riego distribuye agua a cultivos o jardines de una manera autónoma empleando varios métodos como el goteo y la aspersión.

Previo a instalar un sistema de riego automatizado se debe realizar un estudio del terreno y del tipo de plantas que se encuentran allí, con eso se podrá determinar la forma correcta de cómo distribuir el agua de manera eficaz.

Con el pasar del tiempo los sistemas de riego automatizados avanzan a pasos agigantados en cuanto a tecnología, beneficios y costo, por lo que existen varias

ventajas como son la fácil instalación del sistema en todo tipo de área, pero se necesita de un técnico que sepa sobre el tema para que pueda instalarlo de forma correcta. Tiene también una afinidad con varios mecanismos como aspersores, difusores, micro aspersores, entre otros. Una de las más grandes ventajas es disminuir en gran cantidad el agua que se usa cuando se realiza el riego, aproximadamente disminuye el 30 o 40% de lo que usa el método tradicional. (Maher, 2021)

Los elementos para realizar un sistema de control automatizado de riego son: sensores o transductores como sensores de lluvia, humedad y luz solar, actuadores como electroválvulas, bombas y válvulas motorizadas, unidades de control como son Arduino UNO y Arduino MEGA, y finalmente los sistemas de comunicación como es la computadora portátil.

2.5. Aplicaciones de un sistema de riego.

Existen ciertos usos para los sistemas de riego, principalmente para el racionamiento de agua en el cultivo y para la transpiración de las plantas, necesitan de un mantenimiento regular en función del tiempo que este encendido.

Se utilizan para preparar la zona de cultivo ya que mediante el agua se brinda humedad a la tierra y con ello se facilita el cultivo en las mismas. La cantidad de agua necesaria para esta actividad va a depender de las condiciones de humedad, profundidad de los depósitos de agua y el tipo de sistema de riego que se utiliza.

Un sistema de riego debe ser valorado dependiendo de la cantidad de agua utilizada y su disponibilidad hacia la plantación. El agua suministrada no utilizada por las plantas puede desaparecer en el cultivo debido a la evaporación o esparcimiento por viento de las gotas regadas, fugas en la tubería o filtrado de agua dentro de la zona de riego. (Novagric, 2016)

La protección contra heladas es otro de los usos o aplicaciones que tienen los sistemas de riego, esto durante la temporada de invierno. El agua necesaria depende del tipo de helada y su duración.

Las diferentes aplicaciones del riego van a depender del tipo y las características que posean los cultivos y el tipo de plantas que se encuentren allí. El riego por aspersión se utiliza también para controlar el polvo mediante el humedecimiento de la tierra evitando así su dispersión en eventos tempestuosos.

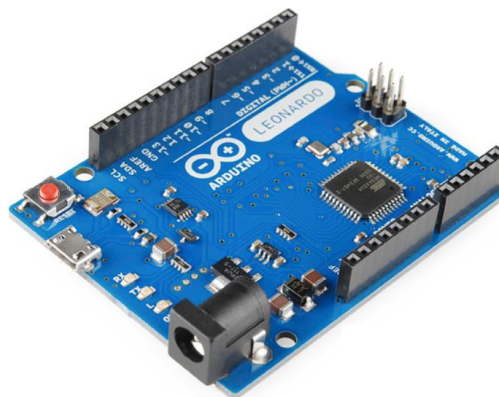
2.6. Arduino UNO

2.6.1. Origen

Arduino fue un proyecto que nació aproximadamente en el año 2003, gracias a un grupo de estudiantes que formaban parte del Instituto de Diseño Interactivo de Ivrea, con el objetivo de simplificar el acceso y utilidad de la programación en la electrónica. La idea surgió con la necesidad de una alternativa menos costosa para que los estudiantes de electrónica realicen sus proyectos ya que en aquellos tiempos solo existían las placas “BASIC Stamp” que tenían un valor aproximado de 100 dólares, lo cual no era muy accesible para todos los estudiantes. (Fernández, 2020)

Figura 1

Placa Arduino UNO



Nota: La figura muestra el microcontrolador Arduino UNO. (Fernández, 2020)

2.6.2. Definición

Arduino es un medio para realizar códigos de programación en el ámbito de la electrónica, está fundamentado en un hardware y software libre lo que lo hace flexible y fácil de usar para los desarrolladores de programas. Este medio proporciona la creación de varios tipos de microordenadores en una sola placa que puede ser usada para diferentes propósitos dependiendo de la imaginación y necesidad del programador.

Un hardware libre es un dispositivo con características y diagramas con acceso a todas las personas para poder ser clonado. Arduino brinda las bases necesarias para que cualquier persona o empresa logre crear una placa individual. (Soft e Ingenio, 2012)

El software libre, por otra parte, es un programa informático con un código de acceso público con la finalidad de que cualquier persona lo pueda utilizar y modificar. Arduino brinda un entorno de desarrollo integrado denominado Arduino IDE, en donde se pueden realizar aplicaciones para las placas de Arduino y con ello se abre un sin número de posibilidades de uso.

2.6.3. Principio de funcionamiento

La placa Arduino está fundamentada en un microcontrolador denominado ATMEGA. Un microcontrolador es aquel circuito integrado capaz de almacenar instrucciones en su memoria y ejecutarlas, las mismas que se deben escribir en un lenguaje de programación propio del entorno Arduino IDE. Las instrucciones ayudan a realizar varios programas que se relacionan con los circuitos en la placa. (Fernández, 2020)

El microcontrolador de la placa de Arduino cuenta con una interfaz de entrada, la cual es un enlace para poder conectar todo tipo de periféricos, como por ejemplo los sensores, en la placa. La información proporcionada por los periféricos será receptada por el microcontrolador, el mismo que procesará los datos recibidos.

Dependiendo de la aplicación que se vaya a dar al microcontrolador se pueden utilizar diferentes tipos de elementos como cámaras para la obtención de imágenes, teclados para registrar datos o sensores de todo tipo.

Tabla 1

Características de la Placa Arduino UNO

ESPECIFICACIÓN	DATO
Microcontrolador	ATmega328
Voltaje	5V
Voltaje de entrada	7-12V
Pines digitales de i/o	14, entre ellos 6 con salida PWM
Entradas analógicas	6
Corriente DC por cada pin de i/o	40mA
Corriente DC para el pin de 3.3v	50mA
Memoria flash	32KB
SRAM	2 KB
Frecuencia de reloj	16MHz

Nota: La tabla muestra las especificaciones técnicas que posee la placa de Arduino. (Proyecto Arduino, 2016).

2.7. Escalamiento de una señal analógica

Los sensores de lluvia, humedad y luz registran voltajes en un rango de 0V a 5V, los cuales son leídos por los pines analógicos de la placa Arduino UNO que tiene una resolución de 1024 (10 bits). El escalamiento de señales analógicas permite convertir estos datos en cantidades numéricas de 0 a 100 como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2

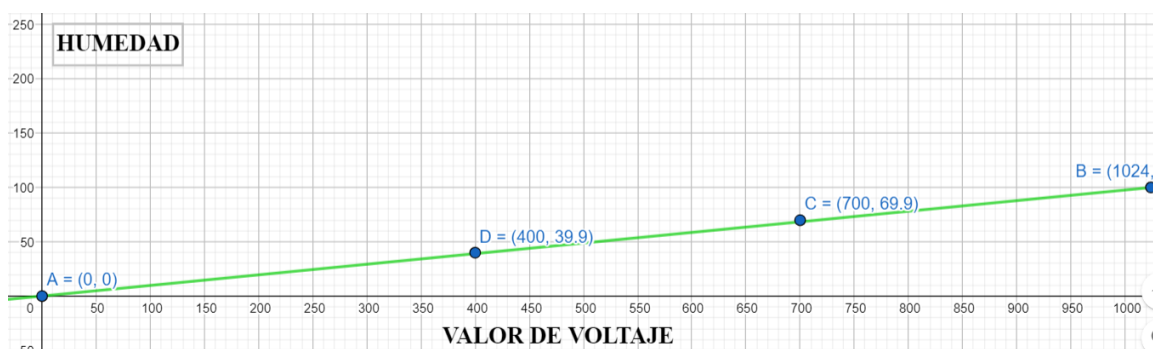
Rango y Resolución de los sensores

SENSOR	VOLTAJE (V)	RANGO	RESOLUCIÓN DE 10 BITS
Humedad	0 – 5	0 – 100	0 – 1023
Lluvia	0 – 5	-20 – 80	0 – 1023
LDR	0 – 5	0 – 100	0 – 1023

Nota: En la tabla se muestra los valores de voltaje, rango y resolución que poseen cada uno de los sensores utilizados en el sistema de riego.

Figura 2

Escalamiento de la señal analógica del sensor de humedad FC-28



Nota: la figura muestra el escalamiento de la señal analógica entregada por el sensor de humedad a la placa de Arduino UNO.

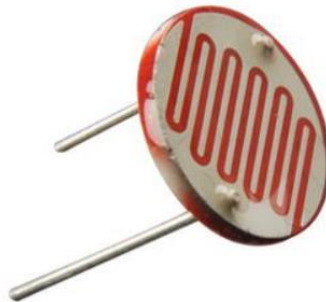
2.8. Sensor de luz (LDR)

2.8.1. Definición y Principio de funcionamiento

Un resistor dependiente de la luz o también denominado LDR, es un resistor que cambia el valor de su resistencia eléctrica en función de la cantidad de luz que cae sobre éste. El valor de esta fotorresistencia es bajo cuando existe la presencia de luz sobre el (aproximadamente 50 Ohmios), y tiene un valor alto cuando más alejado de la luz se encuentre (aproximadamente 1M Ohmio). (Carletti, 2007)

Figura 3

Fotorresistencia



Nota: La figura muestra un sensor de luz LDR. (Prometec, 2021)

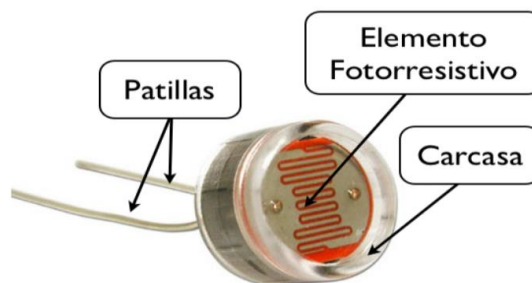
2.8.2. Características

Estos fotorresistores se fabrican con sulfuro de cadmio que tiene las características de un cristal semiconductor. Las celdas son perceptibles en un margen extenso de frecuencias de luminosidad que van desde la luz infrarroja hasta la ultravioleta. Existen diferentes materiales para la elaboración de una fotorresistencia, la común que es fabricada con sulfato de cadmio tiene sensibilidad en el rango de radiaciones luminosas visibles para el hombre, y la menos común que es fabricada con sulfato de plomo que posee mayor sensibilidad a radiaciones infrarrojas. (Carletti, 2007)

La variabilidad del valor de resistencia en una fotorresistencia tiene un valor mínimo de retardo aproximadamente de una décima de segundo, este retardo varía si se cambia de un estado iluminado a oscuro y viceversa. También se debe tomar en consideración que tiene una disipación de 50 mW a 1W y su voltaje de alimentación es de 600V. (Carletti, 2007)

Figura 4

Partes de una Fotorresistencia



Nota: La figura muestra las partes que posee una fotorresistencia.

(IngenieriaElectronica.org, 2015)

El LDR actualmente posee varias aplicaciones donde la exactitud no sea un condicionante, un ejemplo sería los circuitos de lámparas de luz de encendido automático que se activan o desactivan mediante relés.

2.9. Sensor de humedad del suelo FC-28

2.9.1. Definición

El sensor de humedad de suelo también conocido como higrómetro FC-28 es un sensor que puede medir la humedad que existe en el suelo y con ello lograr manejar el nivel de humedad en la tierra de las plantas. Este sensor se vende en conjunto con su módulo correspondiente, el cual cuenta con dos salidas: digital o D0 y analógica o A0, esto va a depender de la configuración de umbral que fije el potenciómetro. La salida digital permite conocer 2 estados, si existe demasiada humedad o poca

humedad, y la salida analógica sirve para una tener una mayor precisión en la obtención de datos ya que nos entrega un voltaje entre 0V y 5V, lo cual va a depender de la cantidad de humedad que encuentre el sensor. (Naylamp Mechatronics, 2021)

Tabla 3

Especificaciones técnicas del sensor de humedad de suelo

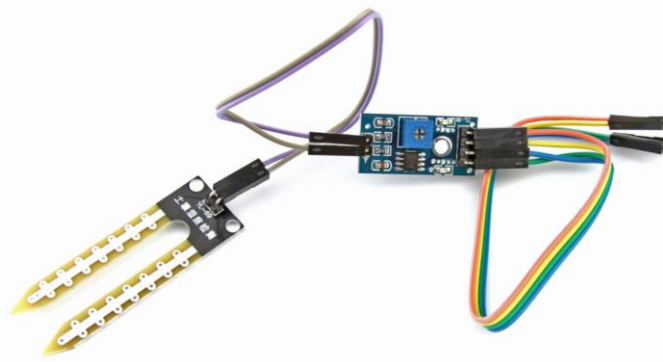
ESPECIFICACIÓN	DATO
Corriente de operación	35mA
Voltaje alimentación	3.3V - 5V DC
Voltaje de señal de salida analógica	0 a 5V
Voltaje de señal de salida digital	3.3V/5V TTL
Superficie de electrodo	ESTAÑO
Vida útil electrodo	3 a 6 meses
Comparador	LM393 con umbral regulable por potenciómetro

Nota: La tabla muestra las especificaciones técnicas del sensor de humedad FC-28.

(Naylamp Mechatronics, 2021)

Figura 5

Sensor de Humedad FC-28



Nota: La figura muestra un sensor de humedad y su placa de medición estándar.

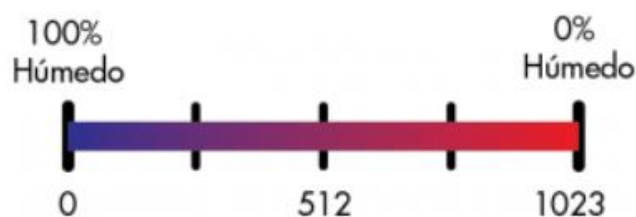
(Naylamp Mechatronics, 2021)

2.9.2. Principio de funcionamiento

Si se conecta el sensor en la salida analógica, el Arduino registrará un nivel de voltaje que posteriormente se va a convertir en un número correspondiente a la cantidad de humedad que sea registrada entre 0 y 1023. Si el sensor encuentra una escasez de humedad envía un valor de 1023, y si encuentra abundante humedad envía un valor de 0.

Figura 6

Relación entre la cantidad de humedad y el valor de salida del sensor



Nota: La figura muestra la relación de la humedad con los valores de salida del sensor.
(Gastélum, 2020)

Si se utiliza la salida digital se puede ajustar el umbral de decisión con un potenciómetro. Si el sensor detecta una lectura por arriba de la referencia 512, envía una señal de salida con la palabra “HIGH”, y si está por debajo de la salida enviará la palabra “LOW”.

El sensor de humedad FC-28 posee una placa de electrodos en donde pasará una corriente eléctrica, y dependiendo de la humedad existente entre los electrodos abra un menor o mayor voltaje. Cuando el sensor este ejecutando una medición, la corriente eléctrica se encontrará recorriendo entre sus terminales, y por medio del contacto de los electrodos con la tierra húmeda se ira generando óxido lo que degradará las placas con el tiempo. Por este motivo existe otro tipo de sensor de

humedad de suelo con una vida útil mucho más larga denominado sensor capacitivo de humedad de suelo. (Naylamp Mechatronics, 2021)

Figura 7

Sensor de Humedad de Suelo de tipo Capacitivo



Nota: La figura muestra un sensor de humedad capacitivo. (Gastélum, 2020)

2.9.3. Características

- Posee un voltaje de alimentación que va de 3.3V a 5V de corriente continua.
- Su sensibilidad puede ser ajustada mediante la utilización de un potenciómetro.
- Tiene 2 diferentes tipos de salida que son la salida analógica y la digital.
- Cuenta con un LED de color rojo el cual es un indicador de encendido del sensor y un LED de color verde el cual indica si la salida digital se encuentra conmutada.

2.10. Sensor de Lluvia FC-37

2.10.1. Definición

El sensor de lluvia es una placa con un circuito impreso con una forma de corriente o serpiente y dos pines de conexión. Este sensor se conecta de manera sencilla con la placa Arduino, especialmente con Arduino Uno, Mega, Nano.

Estos sensores localizan la existencia de lluvia mediante una variación de conductividad que detecta el sensor cuando siente la presencia del agua. Son sensores asequibles que cuentan con 2 contactos que están soldados a 2 pistas conductoras separadas por una pequeña distancia para evitar el contacto entre las mismas, ya que

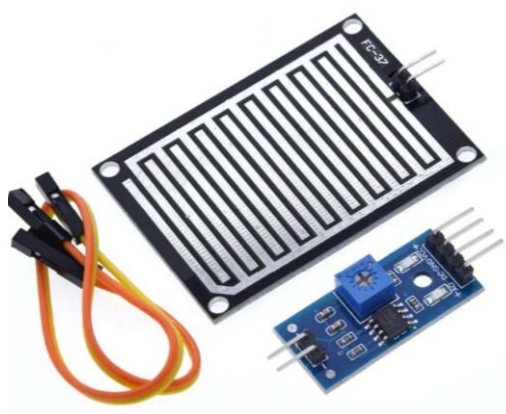
cuando el agua se encuentra en la superficie del sensor entran en contacto eléctrico los dos conductores. (Llamas, 2018)

El sensor de lluvia FC-37 funciona conjuntamente con una placa de medición con un comparador LM393, la cual ayuda a obtener dos tipos de lecturas: valor analógico y valor digital, cuando se asciende del valor umbral, el cual puede ser regulado mediante un potenciómetro que se encuentra en la placa. Los valores analógicos que determina el sensor van desde 0 cuando en la placa existe una cantidad amplia de agua, a 1023 cuando la placa está completamente seca.

Si se necesita verificar la intensidad de la lluvia se debe poner el sensor en un ángulo adecuado, no horizontalmente, para que no exista acumulaciones de agua en la placa.

Figura 7

Sensor de Lluvia FC-37



Nota: La figura muestra el sensor de lluvia junto a la placa de medición estándar. (Unit Electronics, 2021)

2.10.2. Principio de funcionamiento

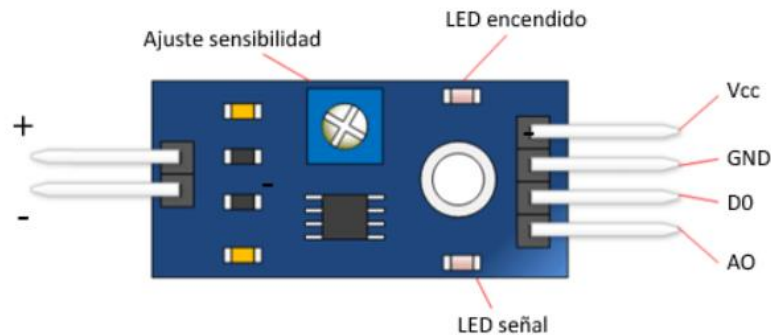
El sensor de lluvia ayuda a localizar gotas de humedad, por medio de una alarma, por ejemplo. Este sensor se utiliza principalmente en la domótica, riego de jardines y en la industria automotriz.

El sensor tiene 2 partes:

- La placa PCB cuenta con una resistencia para evitar la oxidación y el paso de la corriente y esta niquelada en su superficie. En realidad, el sensor de lluvia no es más que una resistencia variable que al momento que el agua la cierra por diferentes lugares se genera un cambio en esta resistencia.
- Un comparador doble de modelo LM393, con la tarea de convertir los datos entregados por el sensor en una señal analógica de 0V a 5V.

Figura 8

Partes de la placa de medición estándar



Nota: La figura muestra las partes de la placa de medición estándar. (Llamas, 2018)

2.10.3. Características

- El Modelo del sensor es el YL – 38 que cuenta con un chip LM393 que realiza las funciones de un comparador.
- Tiene un voltaje de alimentación que va de 3.3V a 5V de corriente continua.
- Este sensor tiene un voltaje de salida que va de 0 a 4.2V de corriente continua aproximadamente.
- Su salida digital cuenta con el comparador TTL y su corriente de operación es de 15mA.

- Su superficie cuenta con un recubrimiento de níquel para ser resistente a la oxidación.

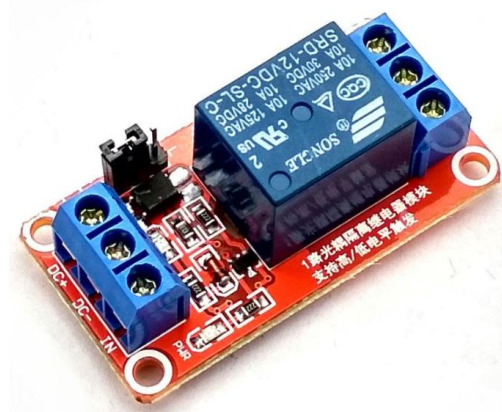
2.11. Módulo Relé de un canal

El módulo Relé es necesario cuando se quiere realizar un proyecto con Arduino y elementos con un voltaje de alimentación mayor al que puede tolerar la placa de Arduino, como por ejemplo la electroválvula que necesita un voltaje de 12V DC.

Este módulo cuenta con un Relé con una capacidad de soportar hasta 250V y 20A, tiene también 2 Leds indicadores: de color verde para saber que esta activado y de color rojo para indicar que esta alimentado. Este módulo no cuenta con optoacopladores a comparación de los módulos que poseen más de 1 canal, este simplemente se activa mediante un transistor.

Figura 8

Módulo Relé de un canal



Nota: La figura muestra un módulo de marca Songle con una alimentación de 12V DC.

(Naylamp Mechatronics, 2021)

Tabla 4

Especificaciones técnicas del módulo relé de 1 canal

ESPECIFICACIÓN	DATO
Corriente máxima	5A(NC), 10A(NO)
Voltaje de operación	5V DC
N° de Relays	1 canal
Capacidad máxima	10A/250VAC, 10A/30V DC
Tiempo de acción	10 ms / 5 ms

Nota: La tabla muestra las especificaciones técnicas del relé. (Naylamp Mechatronics, 2021)

2.12. Electroválvula Solenoide

2.12.1. Definición

Una electroválvula solenoide es una válvula eléctrica que se utiliza principalmente para controlar la salida de fluidos o gases. Su mecanismo de cierre y apertura se fundamenta en ciertos impulsos electromagnéticos enviados por un electroimán denominado solenoide. (Distritec, 2020)

La electroválvula solenoide puede desempeñarse solo como un elemento on/off, es decir si se requiere una regulación precisa de un fluido este componente no es apropiado para realizar dicha función.

Tabla 5

Especificaciones técnicas de la electroválvula solenoide

ESPECIFICACIÓN	DATO
Corriente de operación	0.6A
Voltaje de operación	12V DC
Potencia de consumo	8W

ESPECIFICACIÓN	DATO
Temperatura de funcionamiento	5°C a 100°C
Presión de funcionamiento	0.02MPa – 0.8MPa
Tiempo de respuesta apertura	≤ 0.15 s
Tiempo de respuesta cerrado	≤ 0.3 s

Nota: La tabla muestra las características técnicas que posee la electroválvula solenoide. (Naylamp Mechatronics, 2021)

El electroimán actúa conjuntamente con un muelle encargado de devolver la válvula a un estado neutral cuando el solenoide se apague. Estas válvulas brindan solamente funciones donde se necesite de una abertura o taponamiento total, mas no para la regulación del paso de gases o fluidos.

Figura 9

Electroválvula Solenoide 12V DC



Nota: La figura muestra una electroválvula solenoide. (Naylamp Mechatronics, 2021)

2.12.2. Principio de funcionamiento

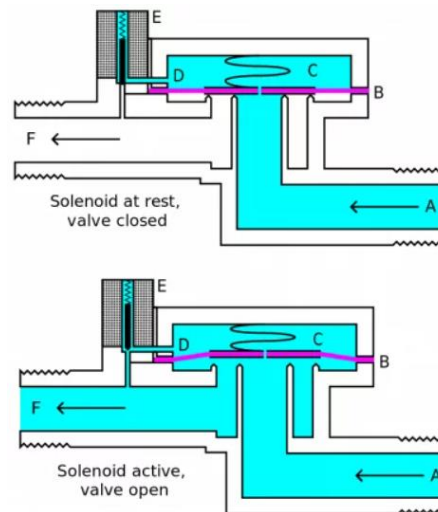
El solenoide es una bobina la cual está hecha a base de un conductor que funciona mediante campos electromagnéticos. Mediante el paso de la corriente eléctrica en la bobina se crea un campo electromagnético con una intensidad determinada en su interior.

Un pistón hecho con un metal ferroso es absorbido por una fuerza magnética hacia el interior de la bobina, y esto es lo que genera el movimiento que se necesita para activar la electroválvula. (Válvulas Arco, 2020)

Las electroválvulas, al no necesitar una activación manual, son un recurso imprescindible al querer controlar el ingreso o salida de líquidos en lugares peligrosos o de inaccesible ingreso. Las bobinas de la válvula poseen un recubrimiento de un material incombustible para volverlas más seguras en entornos peligrosos.

Figura 10

Funcionamiento de una electroválvula solenoide



Nota: La figura indica el principio de funcionamiento de una electroválvula.

(Curiosoando, 2020)

CAPITULO III

3. Desarrollo

3.1. Lógica de programación

3.1.1. Programación Sensor de Luz (LDR)

Para programar el sensor de luz o LDR se introdujeron las variables de “luz” y el valor inicial del sensor en 0, posteriormente se declaró el pin analógico A2 como entrada de datos de la fotorresistencia.

Se realizó la fórmula de ($light = (100.0 * lightValue) / 1024$), la variable “light” corresponde a la línea de código donde se desarrolló el escalamiento de la señal entregada por el sensor (lightValue). Para obtener un valor porcentual de la cantidad de luminosidad se realizó una multiplicación por 100 al valor entregado por el sensor, y ya que las entradas analógicas del Arduino van de 0 a 1023, se divide el valor entregado por el sensor para 1024 evitando los números flotantes que disminuyen la rapidez de ejecución del programa.

Figura 9

Código de programación de la fotorresistencia

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  lightValue = analogRead(sensorlight);
  delay(1500);
  light = (100.0 * lightValue) / 1024;
  Serial.print("light:");
  Serial.print(light);
  Serial.println("%");
}
```

Nota: instrucciones para realizar la lectura del sensor de luz o LDR.

3.1.2. Programación Sensor de Humedad

Para realizar la programación del sensor de humedad FC-28 se definieron las variables de “humedad” y el pin de la placa Arduino al cual estará conectado (A1), se utilizó el código “Serial.begin” para que la placa de Arduino inicie la comunicación con

el computador y se declaró la velocidad de comunicación serial en 9600 baudios (bits por segundo). Para comprobar el funcionamiento del sensor se declaró como condición que si la humedad es mayor a 50 en el monitor serial aparecerá el mensaje “Encender”.

Figura 10

Código de programación del sensor de humedad del suelo

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
void loop ()
{
  int humedad = analogRead (sensorPin);
  Serial.print (humedad);
  if (humedad > 50) {
    Serial.println ("Encender");
  }
  delay (1000);
}
```

Nota: Instrucciones para realizar la lectura del sensor de humedad FC-28.

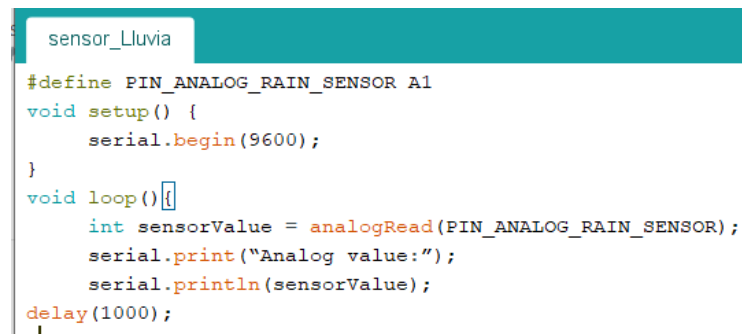
3.1.3. Programación Sensor de Lluvia FC-37

Para realizar el código de programación del sensor de lluvia FC-37 se definió el pin analógico A1 como entrada del sensor a la placa de Arduino, y la velocidad de comunicación serial con el computador en 9600 baudios.

Se declararon los códigos “serial.print” y “serial.println” para poder visualizar el valor analógico del sensor en el puerto serial que nos proporciona el software de Arduino.

Figura 11

Código de programación del sensor de lluvia



```
sensor_Lluvia
#define PIN_ANALOG_RAIN_SENSOR A1
void setup() {
  serial.begin(9600);
}
void loop() {
  int sensorValue = analogRead(PIN_ANALOG_RAIN_SENSOR);
  serial.print("Analog value:");
  serial.println(sensorValue);
  delay(1000);
}
```

Nota: Instrucciones para realizar la lectura del sensor de lluvia o precipitación.

3.1.4. Programación del sistema de riego automatizado

Para poder realizar el código de programación de un sistema de riego automatizado, primero se definieron las variables de: luz, valor de luz, lluvia, valor de lluvia, humedad, valor de humedad, con el código "int". Se declararon los pines correspondientes para cada uno de los sensores y el actuador (electroválvula) con el código "int".

Las condiciones necesarias para la activación de la electroválvula son las siguientes:

Tabla 6

Condiciones de activación de la electroválvula

Sensor	Estado	Electroválvula	Estado	Electroválvula	Estado	Electroválvula
Humedad	1	Encendida	0	Apagada	1	Apagada
Lluvia	0	Encendida	1	Apagada	0	Apagada
LDR	0	Encendida	1	Apagada	1	Apagada

Nota: La tabla muestra las condiciones que se necesitan para la activación de la electroválvula.

Mediante el código "pinMode" se puede definir al actuador como un pin de salida, y con el código "Serial.begin" se inicia el puerto serial.

Con el código "analogRead" se leen los valores de los sensores y se almacenan en las variables tipo entero declaradas anteriormente. Con el código "Serial.print" y "Serial.println" se puede imprimir los valores de los sensores para ver su magnitud.

Figura 12

Código de programación del sistema de riego automatizado

```

void loop() {
  lightValue = analogRead(sensorlight);
  rainValue = analogRead(sensorrain);
  humValue = analogRead(sensorhumidity);
  delay(1500);
  rain = (100 * rainValue) / 1024;
  Serial.print("rain:");
  Serial.print(rain);
  Serial.println("%");
  light = (100.0 * lightValue) / 1024;
  Serial.print("light:");
  Serial.print(light);
  Serial.println("%");
  humidity = (100.0 * humValue) / 1024;
  Serial.print("humidity:");
  Serial.println(humidity);
  Serial.println("=====");
  if (rain < -10) {
    Serial.println("No existe presencia de lluvia");
  }
  if( rain < -10 && humidity > 70 && light < 70 ) {
    digitalWrite(solePin, HIGH);
    Serial.println("HUM is LOW, LIGHT is LOW and RAIN is LOW entonces Debe regar");
  } else {
    digitalWrite(solePin, LOW);
    Serial.println("rain is LOW so NO debe regar");
    Serial.println("=====");
  }
}

```

Nota: Se estableció los tipos de variables, instrucciones, mensajes de activación y desactivación y se configuró los pines analógicos de entrada de los sensores.

3.2. Especificaciones técnicas de los sensores

Para realizar el sistema de riego automatizado se debe verificar que cada uno de los sensores utilizados en el sistema cuenten con un mismo valor de voltaje de alimentación y una corriente de operación no muy variante para que no exista un exceso de voltaje y corriente que afecte negativamente a los circuitos.

Tabla 7*Especificaciones técnicas de los sensores*

SENSOR	VOLTAJE DE ALIMENTACION [VDC]	CORRIENTE DE OPERACIÓN [mA]	TIEMPO DE VIDA UTIL [meses]	MATERIAL DE FABRICACION
Sensor de lluvia fc-37	3.3 a 5	15	3 a 6	Estaño y níquel
Sensor de humedad fc-28	3.3 a 5	35	3 a 6	Estaño
Sensor de luz o ldr	3.3 a 5	6	indefinido	Sulfato de Sodio
Electroválvula	12	0.6	36 a 60	Plástico ABS

Nota: La tabla muestra las especificaciones técnicas de los sensores involucrados en el sistema. (Luis Llamas, 2016)

3.3. Simulación del sistema

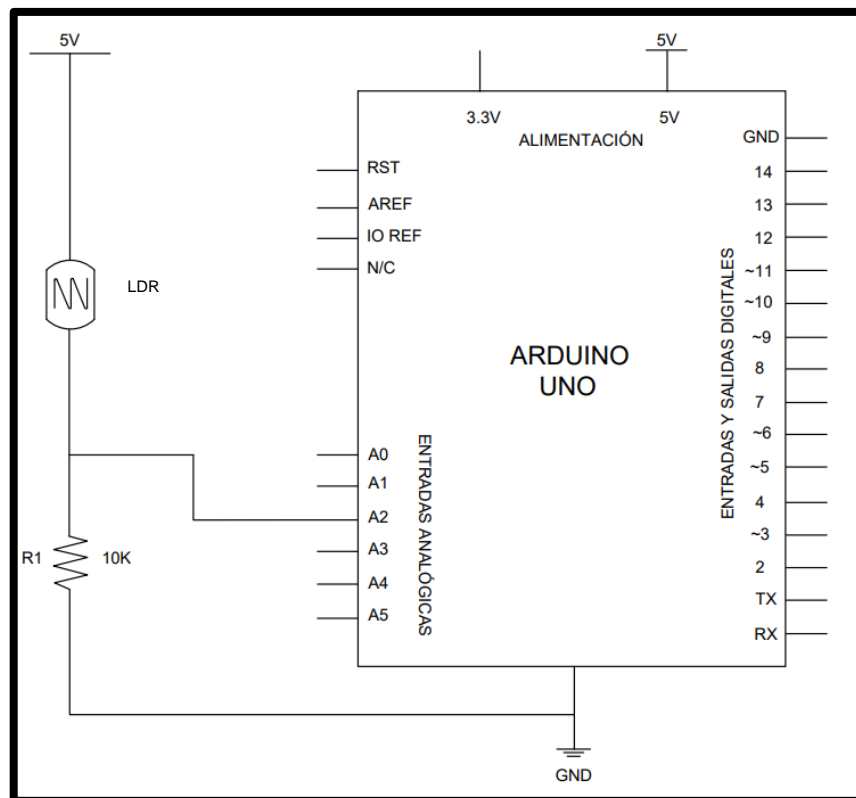
Una vez realizado el código de programación para controlar los 3 sensores que se van a utilizar en el sistema de riego automatizado, se procedió con la elaboración de una simulación virtual en el software “Proteus” donde se verificó el funcionamiento y desempeño de los sensores en el sistema para posteriormente implementarlo en forma física.

3.3.1. Sensor de luz o LDR

La conexión de una fotorresistencia o LDR al Arduino se lo realiza conectando una resistencia de 10k Ω a GND y a uno de los pines del sensor de luz, los cuales estarán conectados a la entrada analógica A2 de la placa Arduino, el circuito tendrá una fuente de alimentación de 5V.

Figura 13

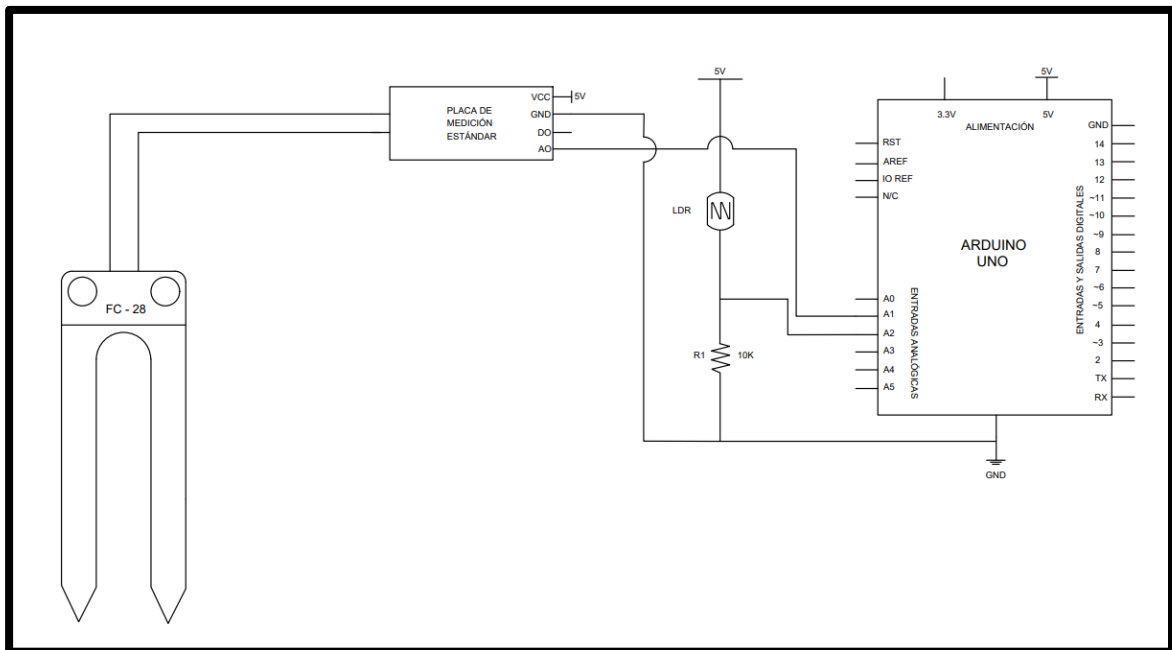
Diagrama de conexión de la fotorresistencia



Nota: La figura muestra el diagrama de conexión de un LDR.

3.3.2. Sensor de Humedad FC-28

El sensor de humedad del suelo posee una placa de medición estándar la cual tiene 4 pines de conexión que son: Vcc, Gnd, entrada analógica y entrada digital. En este caso se necesitan lecturas de la entrada analógica por lo que el pin A0 de la placa de medición estándar estará conectada al pin analógico A1 de la placa de Arduino.

Figura 14*Diagrama de conexión del sensor de humedad*

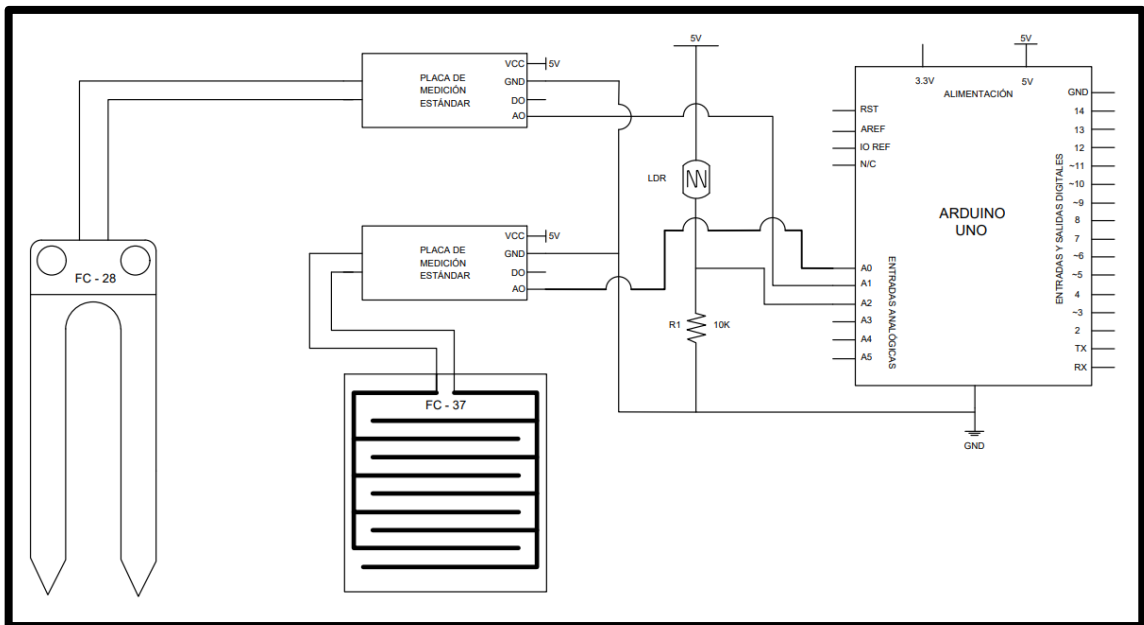
Nota: La figura muestra el diagrama de conexión del sensor de humedad a la placa Arduino.

3.3.3. Sensor de Lluvia FC-37

El sensor de lluvia tiene una placa de medición donde se encuentran los pines que estarán conectados a la placa de Arduino y a la fuente de alimentación respectivamente, el pin A0 que es la entrada analógica de la placa de medición se conecta al pin A0 de la placa Arduino, y los terminales Gnd y Vcc a la fuente de alimentación externa.

Figura 15

Diagrama de conexión del sensor de precipitación



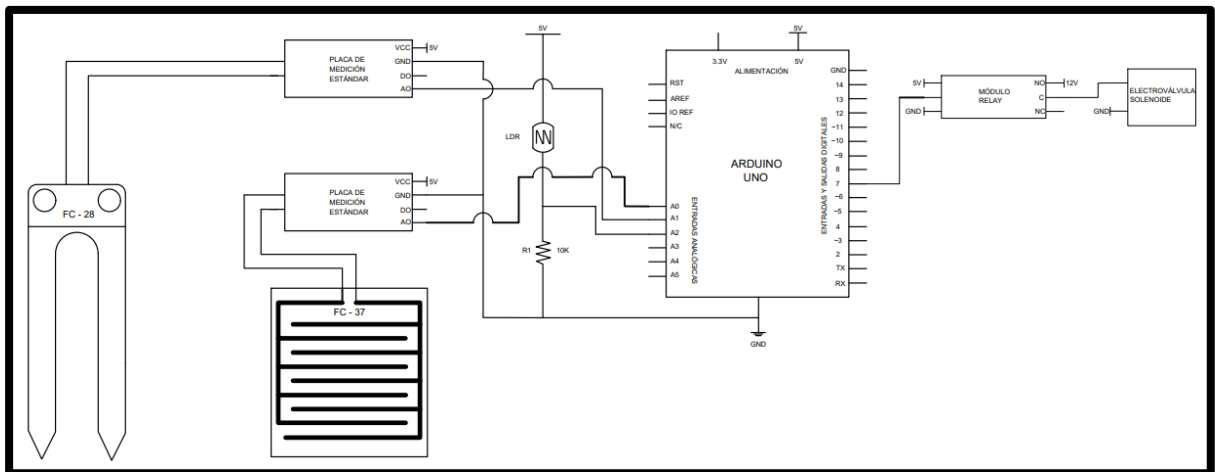
Nota: La figura muestra el diagrama de conexión del sensor de lluvia a la placa Arduino. (Luis Llamas, 2016)

3.3.4. Sistema de Riego Automatizado

Para realizar un sistema de riego automatizado se necesita conectar 3 tipos de sensores que determinen si un jardín necesita ser regado o no, entre estos está el sensor de luz que determinara la cantidad de luz solar adecuada para un riego eficiente. El sensor de lluvia el cual determinara si el jardín está siendo regado naturalmente o necesita ser regado por el sistema automático. Y finalmente el sensor de humedad que determinara si el suelo presenta o no la humedad adecuada para ser regada. Estos sensores se conectarán a 3 de los puertos analógicos de la placa de Arduino y una electroválvula conectada al pin 7 del Arduino, la misma que tomará las condiciones de los 3 sensores para decidir si se debe regar o no el suelo.

Figura 16

Diagrama de conexión del sistema de riego automatizado



Nota: Simulación del circuito que será el encargado de realizar el riego automatizado dependiendo si se cumplen o no las condiciones establecidas anteriormente en el código de programación.

3.4. Pruebas de funcionamiento de los sensores

El software de Arduino cuenta con un monitor serial, el cual nos permite recibir información de los sensores en tiempo real a través del puerto serial que se encuentra en la placa de Arduino UNO.

Mediante este monitor serial se verificó que los sensores funcionen correctamente y que las condiciones definidas en la programación se cumplan con la visualización de mensajes como “No existe presencia de lluvia” cuando el sensor de lluvia FC-37 no detecta una precipitación mayor a -10 en el ambiente.

Figura 17

Monitor serial del Software de Arduino

```

No existe presencia de lluvia
HUM is LOW, LIGHT is LOW and RAIN is LOW entonces Debe regar
rain:-28%
light:48%
humidity:48
=====
No existe presencia de lluvia
HUM is LOW, LIGHT is LOW and RAIN is LOW entonces Debe regar
rain:-27%
light:48%
humidity:55
=====
No existe presencia de lluvia
HUM is LOW, LIGHT is LOW and RAIN is LOW entonces Debe reqar

```

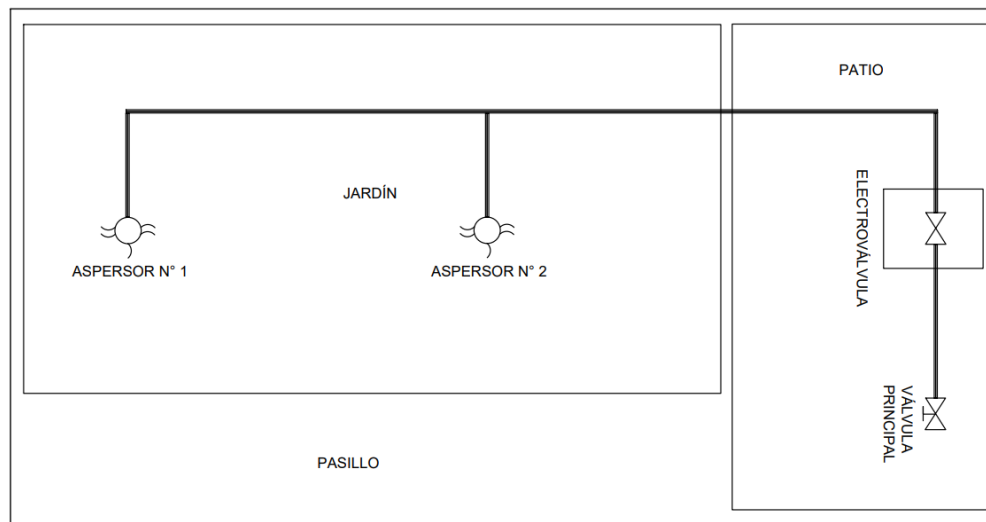
Nota: se visualizó la lectura de lluvia, luz y humedad en el ambiente mediante el monitor serial del software de Arduino.

3.5. Implementación de aspersores y tuberías

Una vez culminada la programación del sistema de riego se procedió con la instalación de la tubería de ½ pulgada desde la llave que proveerá de agua hasta los aspersores que abastecerán el riego necesario en el área verde, la tubería ingresa a la caja de control para conectarse con la electroválvula la cual se activará con las condiciones ya especificadas o permanecerá apagada si no se cumple ninguna condición. La tubería continua por la parte posterior del patio hasta los dos aspersores colocados en el centro del jardín para una mejor aspersión en toda el área.

Figura 18

Implementación de tubería del sistema de riego



Nota: Colocación de la tubería de $\frac{1}{2}$ pulgada con capacidad de 2.9Mpa que cubrirá la zona de riego hasta el jardín donde se encuentran 2 aspersores que regarán toda el área.

Una vez instalada la tubería se colocaron los 2 aspersores necesarios para cubrir toda la zona del jardín, los cuales son los encargados de regar toda el área en un ángulo de 360°.

Figura 19

Implementación de Aspersores



Nota: Los aspersores instalados tienen una cobertura de 25,9m de diámetro y un ángulo de aspersión de 360°, que permitirán el riego completo del área a cubrir.

3.6. Implementación de electroválvula y circuito de control

Para que se pueda realizar la automatización del sistema de riego por aspersión se necesita de una electroválvula que controle el flujo de agua a través de la tubería, esta a su vez mediante un relé recibe la señal de 0 lógico (apagado) o 1 lógico (encendido) dependiendo si los sensores detectan las condiciones necesarias para que se pueda iniciar con el riego en el jardín.

Figura 20

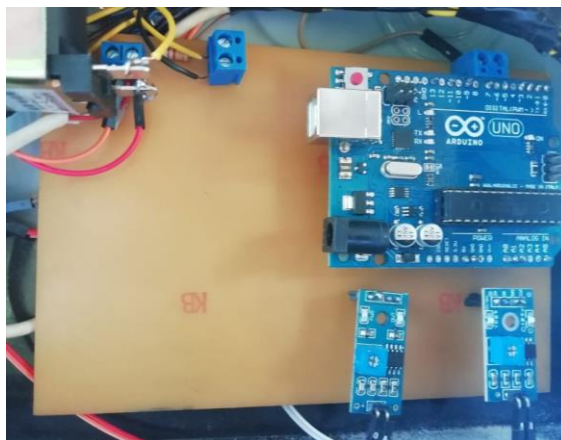
Implementación de la electroválvula en la caja de control



Nota: La electroválvula solenoide necesita una alimentación de 12V DC y soporta una presión entre 0.02 y 0.8 Mpa.

Figura 21

Implementación del circuito de control



Nota: La placa de Arduino necesita una alimentación de 5V DC y está conectada a las placas de medición estándar de los sensores de humedad y lluvia.

3.7. Implementación de sensores

La humedad, el clima y la hora del día son factores importantes que se debe tener en consideración para obtener un riego adecuado para las plantas, por ello se implementó un sensor de humedad de suelo o higrómetro, un sensor de luz o fotorresistencia, y un sensor de lluvia o precipitación.

Figura 22

Implementación de los sensores



Nota: Los sensores envían la señal de activación a la electroválvula si se cumple con la siguiente condición: si la lluvia es menor a -10, la humedad es mayor a 70 y la luz es menor a 30.

3.8. Comprobación del sistema

Una vez instalada la tubería y la caja de control donde se encuentra la electroválvula y el circuito de control del sistema, se procedió a verificar si el sistema cumple con las especificaciones dadas en la programación.

Figura 23

Funcionamiento del sistema



Nota: En la comprobación se verificó que los sensores al cumplir las condiciones establecidas en la programación activaron el sistema de riego automatizado.

CAPITULO IV

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- Con la información recopilada acerca de los sistemas de riego por aspersión se llegó a la conclusión de utilizar una válvula solenoide para la activación de la misma cuando se cumplan las condiciones establecidas en la programación.
- Una vez revisadas las características técnicas de los sensores de humedad, lluvia y luz, se determinó que estos cumplen con las condiciones necesarias para implementar un riego automatizado enviando una señal de activación al elemento de control final que es la electroválvula solenoide.
- Se utilizó la programación en el software libre de Arduino para recolectar las señales de los sectores ubicados en campo, de manera que se logró programar el controlador para que active y desactive la electroválvula cumpliendo las condiciones del riego automatizado.
- Se implementó el sistema automatizado de riego por el método de aspersión mediante la utilización del microcontrolador Arduino UNO y su software libre de programación en uno de los jardines del barrio “Valle Hermoso”, para la activación del sistema se deben cumplir las siguientes condiciones: la humedad mayor a 70, la cantidad de luz menor que 30 y exista una precipitación menor a - 10 (ausencia de lluvia) para que exista un riego adecuado.
- La placa de Arduino UNO recibe una señal de 0V a 5V y mediante el escalamiento de la señal se obtiene una relación de 0 a 1023, la cual corresponde a la resolución del Arduino y al valor de lectura de cada uno de los sensores.

- Mediante el Monitor Serial que proporciona el software de Arduino se pudo monitorear los valores de las lecturas de cada sensor, facilitando la obtención de los parámetros requeridos por un sistema autónomo de riego.
- El sistema de riego automatizado disminuyó en gran porcentaje el uso excesivo de agua al regar un jardín, ayudando así a la comunidad, en especial a las personas de la tercera edad en sus actividades al cuidado del medio ambiente.

4.2. Recomendaciones

- Revisar los pines de la placa de medición estándar que corresponden a GND, VCC, A0 (salida analógica) y D0 (salida digital), previo a la conexión, debido a que si se conecta el pin D0 (salida digital) a un pin analógico de la placa Arduino se obtiene un error de lectura en la medición del sensor.
- Verificar que el indicador de dirección de flujo de la electroválvula este colocado en la posición que indican sus especificaciones caso contrario obstruirá la circulación normal del agua debido al filtro que se encuentra ubicado a la derecha de la electroválvula.
- Revisar las especificaciones técnicas del voltaje de alimentación tanto para la placa Arduino como para la electroválvula de manera que suministre un voltaje de 5V DC y 12V DC respectivamente, para evitar daños en los equipos.
- Verificar que los pines conectados del relé encargado de controlar la activación o desactivación de la electroválvula sea el de alimentación a la fuente de 12V DC y el pin NO (normalmente abierto) ya que se necesita que el sistema empiece a funcionar con la electroválvula desactivada.

Bibliografía

- Escobar, C. (2018). *Diseño de un sistema de riego para la implementación de cultivos automatizados en el recinto Playa Seca del cantón El Triunfo*. Recuperado el 4 de Enero del 2021, de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/36909/1/Tesis%20Sistema%20de%20Riego%20Automatizado-%20Escobar-Farfan.pdf>
- Vásquez, W. (2018). *Sistema de riego automatizado controlado por Arduino para las plantas ornamentales de la piscina del complejo universitario*. Recuperado el 4 de Enero del 2021, de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1494/1/UNESUM-ECU-REDES-2017-26.pdf>
- Apaza, D. (2017). *Diseño e implementación de un sistema automatizado para riego tecnificado basado en el balance de humedad de suelo con tecnología Arduino en el laboratorio de control y automatización EPIME 2016*. Recuperado el 10 de Enero del 2021, de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5970>
- Carletti, E. (2007). *Sensores – LDR*. Recuperado el 12 de Enero del 2021, de http://robots-argentina.com.ar/Sensores_LDR.htm
- Proyectos con Arduino. (2021). *Sensores de lluvia para Arduino*. Recuperado el 14 de Enero del 2021, de <https://proyectosconarduino.com/sensores/sensor-de-lluvia/>
- Arco Valves. (2020). *Electroválvulas, definición y funcionamiento*. Recuperado el 17 de Enero del 2021, de <https://blog.valvulasarco.com/electrovalvulas-que-es-y-para-que-sirve>

Naylamp Mechatronics. (2021). *Electroválvula Solenoide*. Recuperado el 17 de Enero del 2021, de <https://naylampmechatronics.com/valvulas/826-valvula-solenoide-3p4-pulg-12vdc.html>

Naylamp Mechatronics. (2021). *Sensor de humedad de suelo FC-28*. Recuperado el 18 de enero del 2021, de <https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/47-sensor-de-humedad-de-suelo-fc-28.html>

López, E. (2016). *Arduino Guía práctica de fundamentos y simulación*. Recuperado el 20 de Enero del 2021, de <https://books.google.com.ec/books?id=Wo6fDwAAQBAJ&pg=PA92&dq=arduino&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwj01evRyZTvAhXupVkkHXGPDuEQ6AEwAHoECAYQAg#v=onepage&q=arduino&f=false>

Porcuna, P. (marzo 2016). *Robótica y Domótica básica con Arduino*. Recuperado el 22 de Enero del 2021, de <https://books.google.com.ec/books?id=UI6fDwAAQBAJ&pg=PA112&dq=arduino&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwj01evRyZTvAhXupVkkHXGPDuEQ6AEwAXoECAMQAg#v=onepage&q=arduino&f=false>

Anexos