



**Implementación de un sistema de riego automatizado mediante monitoreo de la  
humedad del suelo del jardín de un domicilio del barrio Yugsiloma**

Calvopiña Toapanta, Anderson Joel

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

19 de Marzo del 2021



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

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que la monografía, “**Implementación de un sistema de riego automatizado mediante monitoreo de la humedad del suelo del jardín de un domicilio del barrio Yugsiloma**” fue realizado por el señor **Calvopiña Toapanta, Anderson Joel** el cual ha sido revisado y analizado 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, 19 de Marzo del 2021**

Firma:

**Ing. Alpúsig Cuichán, Silvia Emperatriz**

C. C.: 0502779697

## Análisis del urkund



### Document Information

<b>Analyzed document</b>	Monografía_Calvopiña_Toapanta_Anderson.pdf (D98777280)
<b>Submitted</b>	3/18/2021 3:10:00 PM
<b>Submitted by</b>	
<b>Submitter email</b>	ajcalvopina@espe.edu.ec
<b>Similarity</b>	8%
<b>Analysis address</b>	sealpusig.espe@analysis.orkund.com

### Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/36909/1/Tesis%20Sistema%20de%20riego%20en%20el%20campesinado%20de%20la%20sierra%20de%20Cajamarca.pdf">http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/36909/1/Tesis%20Sistema%20de%20riego% ...</a> Fetched: 1/17/2021 1:09:34 AM		11
<b>W</b>	URL: <a href="http://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/4642/1/TUQIS001-2016.pdf">http://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/4642/1/TUQIS001-2016.pdf</a> Fetched: 1/23/2021 6:03:37 PM		5
<b>W</b>	URL: <a href="https://docplayer.es/24611960-Universidad-regional-autonoma-de-los-andes.html">https://docplayer.es/24611960-Universidad-regional-autonoma-de-los-andes.html</a> Fetched: 7/11/2020 8:02:59 AM		1
<b>W</b>	URL: <a href="http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6072/SALCEDO_AB_2016.pdf">http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6072/SALCEDO_AB ...</a> Fetched: 1/9/2021 9:53:33 AM		2
<b>W</b>	URL: <a href="https://riinet.upv.es/bitstream/handle/10251/74159/TFG%20Jose%20Vidal%20Torro.pdf?sequence=1">https://riinet.upv.es/bitstream/handle/10251/74159/TFG%20Jose%20Vidal%20Torro.pdf? ...</a> Fetched: 1/13/2021 4:37:57 PM		1
<b>W</b>	URL: <a href="http://www.repositorio.usac.edu.gt/13533/1/Eddy%20Romeo%20L%C3%B3pez%20Ordo%C3%B1ez%20C%C3%A9sar.pdf">http://www.repositorio.usac.edu.gt/13533/1/Eddy%20Romeo%20L%C3%B3pez%20Ordo%C3%B1e ...</a> Fetched: 1/2/2021 4:17:58 PM		1
<b>W</b>	URL: <a href="http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/15941/1/DuqueFabian_2020_Sist.pdf">http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/15941/1/DuqueFabian_2020_Sist ...</a> Fetched: 1/22/2021 7:06:22 AM		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://docplayer.es/89566747-Facultad-de-ciencia-e-ingenierias-departamento-de-tecnologia.html">https://docplayer.es/89566747-Facultad-de-ciencia-e-ingenierias-departamento-de-te ...</a> Fetched: 1/28/2021 9:23:51 AM		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://docplayer.es/124074875-Universidad-nacional-agraria-la-molina.html">https://docplayer.es/124074875-Universidad-nacional-agraria-la-molina.html</a> Fetched: 7/18/2020 10:55:16 AM		1

Firma:

Ing. Alpúsig Cuichán, Silvia Emperatriz

C. C.: 0502779697



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

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Yo, **Calvopiña Toapanta, Anderson Joel**, con cédula de ciudadanía n° 0503890329, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Implementación de un sistema de riego automatizado mediante monitoreo de la humedad del suelo del jardín de un domicilio del barrio Yugsiloma”** 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, 19 de Marzo del 2021**

Firma:

-----  
**Calvopiña Toapanta, Anderson Joel**

C.C.: 0503890329



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

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo, **Calvopiña Toapanta, Anderson Joel**, con cédula de ciudadanía n° 0503890329, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía **“Implementación de un sistema de riego automatizado mediante monitoreo de la humedad del suelo del jardín de un domicilio del barrio Yugsiloma”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad

**Latacunga, 19 de Marzo del 2021**

Firma:

-----  
**Calvopiña Toapanta, Anderson Joel**

C.C.: 0503890329

## **Dedicatoria**

Este proyecto de tesis está dedicado principalmente a Dios por haberme dado la vida y permitirme alcanzar este logro tan importante de mi formación profesional porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

A mi madre, por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, ha sabido formarme con buenos sentimientos, valores y hábitos, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mi hermana mayor, quien siempre ha estado junto a mí brindándome su apoyo condicional, a mi hermana menor, por ser esa personita que siempre ha estado ahí cuando la he necesitado.

**CALVOPIÑA TOAPANTA ANDERSON JOEL**

## **Agradecimiento**

En primer lugar, doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida pese a los momentos difíciles que se me presentaron.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mi madre (Norma Toapanta), que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos. A mi hermana (Jeniffer Calvopiña), que con sus consejos me ha ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida, haciendo que le sonrío a cualquier problema que tenga.

A la Ing. Silvia Alpúsig, por toda la colaboración brindada durante la elaboración de este proyecto.

**CALVOPIÑA TOAPANTA ANDERSON JOEL**

**Tabla de contenidos**

<b>Carátula.....</b>	<b>1</b>
<b>Certificación.....</b>	<b>2</b>
<b>Análisis del urkund .....</b>	<b>3</b>
<b>Responsabilidad de autoría.....</b>	<b>4</b>
<b>Autorización de publicación .....</b>	<b>5</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>6</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>7</b>
<b>Tabla de contenidos.....</b>	<b>8</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>12</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>14</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>15</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>16</b>
<b>    Introducción.....</b>	<b>17</b>
<b>        Tema.....</b>	<b>17</b>
<b>        Antecedentes.....</b>	<b>17</b>
<b>        Planteamiento del problema.....</b>	<b>18</b>
<b>        Justificación .....</b>	<b>19</b>
<b>        Objetivos.....</b>	<b>19</b>
<b>            <i>Objetivo general</i> .....</b>	<b>19</b>
<b>            <i>Objetivos específicos</i>.....</b>	<b>19</b>



Alcance .....	20
<b>Marco teórico.....</b>	<b>21</b>
<b>Sistema de riego.....</b>	<b>21</b>
<b>Clasificación de los sistemas de riego .....</b>	<b>21</b>
<i>Riego con manguera .....</i>	<i>21</i>
<i>Riego por aspersión.....</i>	<i>22</i>
<i>Riego a gran cañón .....</i>	<i>22</i>
<i>Riego por goteo.....</i>	<i>22</i>
<b>Sistema de riego automatizado .....</b>	<b>23</b>
<b>Componentes de un sistema de riego automatizado .....</b>	<b>23</b>
<i>Unidad de presión .....</i>	<i>24</i>
<i>Tuberías de conducción de riego.....</i>	<i>24</i>
<i>Actuadores .....</i>	<i>24</i>
<i>Relé .....</i>	<i>24</i>
<i>Sensores electrónicos .....</i>	<i>25</i>
<i>Módulo wifi ESP8266.....</i>	<i>28</i>
<i>Módulo RTC.....</i>	<i>29</i>
<i>Módulo de comunicación I2C.....</i>	<i>30</i>
<i>LCD (Liquid Cristal Display) .....</i>	<i>31</i>
<i>Teclado matricial 4X4.....</i>	<i>32</i>
<b>Arduino .....</b>	<b>33</b>

<b>Arduino nano</b> .....	<b>35</b>
<b>APP inventor</b> .....	<b>36</b>
<b>Electroválvula</b> .....	<b>37</b>
<b>Desarrollo del tema</b> .....	<b>39</b>
<b>Descripción del proceso</b> .....	<b>39</b>
<b>Programación del Arduino</b> .....	<b>40</b>
<i>Programación del menú</i> .....	<b>40</b>
<i>Programación de la memoria EEPROM del Arduino</i> .....	<b>41</b>
<i>Programación del módulo RTC</i> .....	<b>42</b>
<i>Programación del módulo I2C</i> .....	<b>43</b>
<i>Programación de los sensores</i> .....	<b>44</b>
<b>Programación del módulo wifi ESP8266</b> .....	<b>47</b>
<b>Programa en App inventor</b> .....	<b>48</b>
<b>Diseño de la placa eléctrica</b> .....	<b>52</b>
<b>Conexión de los componentes del circuito del sistema</b> .....	<b>53</b>
<i>Conexión del módulo wifi ESP8266</i> .....	<b>55</b>
<i>Conexión del módulo RTC</i> .....	<b>55</b>
<i>Conexión de los sensores DHT11, LDR, HL-69</i> .....	<b>56</b>
<b>Conexión del módulo I2C</b> .....	<b>57</b>
<i>Conexión del actuador relé</i> .....	<b>58</b>
<b>Conexión de las tuberías</b> .....	<b>58</b>

<b>Conexión de los componentes del sistema de riego .....</b>	<b>59</b>
<i><b>Conexión del gotero regulable .....</b></i>	<i><b>60</b></i>
<b>Instalación de la electroválvula .....</b>	<b>60</b>
<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>62</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>62</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>62</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>64</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>67</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> <i>Tipos de sistemas de riego</i> .....	21
<b>Figura 2</b> <i>Gotero regulable con estaca</i> .....	22
<b>Figura 3</b> <i>Componentes de un sistema de riego</i> .....	23
<b>Figura 4</b> <i>Módulo Relé</i> .....	24
<b>Figura 5</b> <i>Sensor de humedad</i> .....	25
<b>Figura 6</b> <i>Sensor de temperatura</i> .....	27
<b>Figura 7</b> <i>Módulo wifi ESP8266</i> .....	28
<b>Figura 8</b> <i>Módulo RTC</i> .....	29
<b>Figura 9</b> <i>Módulo I2C</i> .....	30
<b>Figura 10</b> <i>LCD 16x2</i> .....	31
<b>Figura 11</b> <i>Teclado matricial 4X4</i> .....	33
<b>Figura 12</b> <i>Entorno de Arduino IDE</i> .....	34
<b>Figura 13</b> <i>Arduino Nano</i> .....	35
<b>Figura 14</b> <i>APP Inventor</i> .....	36
<b>Figura 15</b> <i>Electroválvula solenoide</i> .....	37
<b>Figura 16</b> <i>Esquema de un sistema de riego</i> .....	39
<b>Figura 17</b> <i>Programación del menú</i> .....	40
<b>Figura 18</b> <i>Programación de la memoria EEPROM</i> .....	41
<b>Figura 19</b> <i>Programación del RTC</i> .....	43
<b>Figura 20</b> <i>Programación I2C</i> .....	43
<b>Figura 21</b> <i>Declaración de variables de los sensores</i> .....	44
<b>Figura 22</b> <i>Escalamiento de los datos del sensor de humedad</i> .....	45
<b>Figura 23</b> <i>Función de lectura de la humedad</i> .....	45
<b>Figura 24</b> <i>Función de lectura del sensor DHT11</i> .....	46
<b>Figura 25</b> <i>Función de lectura del sensor LDR</i> .....	46

<b>Figura 26</b> Programación del módulo wifi .....	47
<b>Figura 27</b> Interfaz de la aplicación del celular .....	48
<b>Figura 28</b> Programación on/off del módulo .....	49
<b>Figura 29</b> Programación de selección de días .....	50
<b>Figura 30</b> Programación de la lista de horas del riego .....	51
<b>Figura 31</b> Programación de selección de horas y tiempos del riego.....	51
<b>Figura 32</b> Diseño de la placa eléctrica .....	53
<b>Figura 33</b> Diseño del circuito del sistema y sus componentes .....	53
<b>Figura 34</b> Conexión de los componentes del circuito .....	54
<b>Figura 35</b> Conexión del módulo wifi ESP8266 .....	55
<b>Figura 36</b> Conexión del módulo RTC.....	56
<b>Figura 37</b> Conexión de los sensores.....	56
<b>Figura 38</b> Conexión del módulo I2C.....	57
<b>Figura 39</b> Conexión del relé.....	58
<b>Figura 40</b> Conexión de tubería.....	58
<b>Figura 41</b> Manguera de polietileno.....	59
<b>Figura 42</b> Goteros regulables .....	60
<b>Figura 43</b> Instalación de la electroválvula .....	60
<b>Figura 44</b> Instalación del sistema de riego.....	61

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Distribución de pines del sensor de humedad</i> .....	26
<b>Tabla 2</b> <i>Características del sensor YL-69</i> .....	26
<b>Tabla 3</b> <i>Distribución de pines del sensor de temperatura DHT11</i> .....	28
<b>Tabla 4</b> <i>Características del módulo ESP8266</i> .....	29
<b>Tabla 5</b> <i>Distribución de pines del Lcd 16x2</i> .....	31
<b>Tabla 6</b> <i>Características del Arduino nano</i> .....	35
<b>Tabla 7</b> <i>Características de la electroválvula</i> .....	38
<b>Tabla 8</b> <i>Funciones de las teclas</i> .....	41
<b>Tabla 9</b> <i>Líneas de programación de la memoria EEPROM</i> .....	42
<b>Tabla 10</b> <i>Líneas de programación del módulo RTC</i> .....	42
<b>Tabla 11</b> <i>Líneas de programación del módulo wifi ESP8266</i> .....	47

## **Resumen**

El presente proyecto técnico titulado “Implementación de un sistema de riego automatizado mediante monitoreo de la humedad del suelo del jardín de un domicilio del barrio Yugsiloma”, se basó en la optimización de los sistemas de riego para el cuidado del medio ambiente. Debido a que los sistemas de riego básicos ocasionan desperdicio de agua, con la finalidad de optimizar el consumo de agua se ha propuesto el diseño de un sistema de riego automatizado, para reducir los niveles de recurso hídrico destinados para el riego de las plantas de los jardines. Para este sistema automatizado se aplicó la electrónica utilizada en los sistemas automáticos ya que éstos son los que permiten realizar tareas de control dentro y fuera del hogar. Este control se implementó con una placa Arduino que es el que realiza toda la operación de control del sistema de riego, y la programación se la realizó con el software Arduino IDE. El sistema cuenta con tres sensores temperatura, humedad y luminosidad los que entregan una señal para el monitoreo de las condiciones ambientales en el jardín, la activación de la bomba de agua se realizara mediante una señal de salida digital desde el Arduino hasta el relé. También el sistema consta de un módulo wifi para poder tener una conexión inalámbrica con la aplicación del celular que se realizó en APP inventor.

Palabras clave:

- **OPTIMIZACIÓN DEL AGUA**
- **SISTEMAS DE RIEGO**
- **ARDUINO**
- **SENSORES ELECTRÓNICOS**

**Abstract**

This technical project entitled "Implementation of an automated irrigation system by monitoring soil moisture in the garden of a home in the Yugsiloma neighborhood", was based on the optimization of irrigation systems for the care of the environment. Due to the fact that basic irrigation systems cause water waste, in order to optimize water consumption, the design of an automated irrigation system has been proposed to reduce the levels of water resources used to irrigate the plants in the gardens. For this automated system, the electronics used in automatic systems were applied since these are the ones that allow control tasks inside and outside the home. This control was implemented with an Arduino board that performs all the control operation of the irrigation system, and the programming was done with the Arduino IDE software. The system has three sensors temperature, humidity and luminosity which deliver a signal for monitoring the environmental conditions in the garden, the activation of the water pump is done through a digital output signal from the Arduino to the relay. Also the system consists of a wifi module to have a wireless connection with the cell phone application that was made in APP inventor.

Key words:

- **WATER OPTIMIZATION**
- **IRRIGATION SYSTEM**
- **ARDUINO**
- **ELECTRONIC SENSORS**



## **CAPÍTULO I**

### **1. Introducción**

#### **Tema**

Implementación de un sistema de riego automatizado mediante monitoreo de la humedad del suelo del jardín de un domicilio del barrio Yugsiloma.

#### **1.1. Antecedentes**

Las primeras formas de riego existieron hace aproximadamente 4500 años y consistió en zanjas que fueron cavadas en el campo y con demasiada agua, que eran construidas por el hombre.

Los campesinos a través del tiempo han tenido que hacer ajustes en las formas de producción y ponerse al día con los avances tecnológicos, debido a los cambios en los mercados y a las nuevas tecnologías que mejoran su producción.

Por ello, en la actualidad y a lo largo de los años se han desarrollado proyectos técnicos dedicados a la mejora de la producción agrícola, por ejemplo, un sistema de riego automático que optimiza el uso del agua mediante mecanismos y sensores que permiten monitorizar la humedad, temperatura del suelo, y poder regar solo cuando se necesite agua. De esta manera, se reduce el desperdicio de agua, se aumenta considerablemente la producción y se ahorra mano de obra. A continuación, se mencionan diversos proyectos realizados a nivel nacional.

Los autores (Cuzco & Tenemaza, 2013) presentaron una tesis titulada “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”, (Tesis de pregrado) de la Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador. La metodología utilizada es experimental y se aplica a la ejecución del sistema de riego automatizado mediante la recolección de información de datos en tiempo real. Los autores indican que el sistema

propuesto en su trabajo puede funcionar de forma automática, ya que los datos se recolectan desde el suelo a través de los sensores, y además, el sistema puede funcionar de forma manual para que el usuario pueda seleccionar la parte del sistema que desea irrigar.

(Mena, 2016), realizó una tesis titulada: “Sistema automatizado de riego por aspersión para el jardín ubicado en la parte lateral del bloque de aulas #2 de Uniandes Quevedo”, (Tesis de pregrado) de la Universidad Regional Autónoma de los Andes, Quevedo, Ecuador. Los métodos de investigación utilizados en los trabajos anteriores son experimentales y utilizan diferentes teorías, experiencias y métodos estadísticos para determinar la certeza del problema, y proponer una solución establecida en el diseño del prototipo del sistema automático de riego del jardín, realizando las pruebas necesarias en el jardín de la Universidad Uniandes Quevedo.

Con la ayuda didáctica de estos proyectos se puede concluir que estos proyectos son enfocados a mejorar la producción agrícola ya que estos sistemas de riego automatizados permiten optimizar el uso del agua, y mediante sensores que permiten monitorear las variables físicas del suelo.

## **1.2. Planteamiento del problema**

Actualmente el Ecuador sufre de sequías, por lo cual surge la necesidad de superar las anomalías que se dan en el agro y sobre todo cuando de una u otra forma no existe un buen control de riego en el jardín del domicilio del barrio Yugsiloma, y se requiere la implementación de un sistema de riego automático.

El sector agrícola es el principal partícipe del uso del agua que por lo general tiene un uso ineficiente de ella, desperdiciando este recurso natural limitado. Este desperdicio se generaliza en el sistema de riego en los jardines ya que se realizan de manera manual.

Debido a la problemática se propone diseñar un modelo de riego automatizado que tiene como objeto de estudio el jardín de un domicilio del barrio Yugsiloma, y a su vez mejorar el cuidado de las plantas del jardín tratando de disminuir y optimizar el uso del agua.

### **1.3. Justificación**

Gracias al avance de la tecnología en todos los ámbitos, principalmente en el campo de la agricultura ha permitido mejorar las capacidades de cultivo y cuidado de jardines de los domicilios

El presente proyecto permitirá a los dueños del domicilio controlar el sistema de regadío mediante una aplicación del celular y monitorear la humedad de la tierra del jardín para poder seleccionar los días y la hora que se requiere que funcione el sistema de regadío y mantener controlado el agua de las plantas del jardín.

La ejecución de mencionado trabajo beneficiará directamente a los dueños del domicilio del barrio Yugsiloma quienes realizan las actividades correspondientes al regadío y cuidado de las plantas del jardín.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Implementar un sistema de riego automatizado y monitoreo de la humedad del suelo en el jardín de un domicilio del barrio Yugsiloma para el control de riego de agua de las plantas.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Implementar una red potable para el suministro de agua para el riego de las plantas.
- Diseñar y evaluar el funcionamiento de los sistemas de control, sensores y actuadores utilizando una placa Arduino

- Realizar una aplicación para el control del sistema de riego en APP INVENTOR

### **1.5. Alcance**

Este proyecto tiene como finalidad, realizar un sistema de riego automatizado y un monitoreo de la humedad de la tierra de las plantas del jardín, en un domicilio del barrio Yugsiloma utilizando una placa Arduino y una aplicación realizada en APPinventor, para el control del sistema de riego mediante el celular y un LCD 16x2 para la visualización de la humedad.

Con los resultados obtenidos de la implementación del sistema automatizado se pretende poner en práctica los conocimientos adquiridos en el transcurso del ciclo académico.

## CAPÍTULO II

### 2. Marco teórico

#### 2.1. Sistema de riego

Un sistema de riego se denomina a un conjunto de elementos físicos que permiten cultivar un área específica con la aplicación de agua necesaria para las plantas. (Laverde Mena, 2016)

#### 2.2. Clasificación de los sistemas de riego

Los tipos de sistemas de riego se caracterizan por la potencia de agua que emiten y la cantidad de caudal que generan.

#### Figura 1

*Tipos de sistemas de riego*



*Nota:* Esta imagen muestra los tipos de sistemas de riego para jardines. Tomado de (Laverde Mena, 2016)

##### 2.2.1. Riego con manguera

Este tipo de riego es muy antiguo y no es muy costoso, crea una pérdida incontrolada e innecesaria de tiempo y agua porque no hay igualdad, porque en algunos lugares puede caer más agua que otras. (Laverde Mena, 2016)

### **2.2.2. Riego por aspersión**

Al utilizar un sistema de riego por aspersión, el agua llega a las plantas o cultivos en forma de lluvia cubren un área más grande en comparación con el riego por goteo, el sistema funciona mediante una bomba. (Laverde Mena, 2016)

### **2.2.3. Riego a gran cañón**

Se puede decir que se trata de una versión mejorada del riego por aspersión es un aspersor de gran tamaño, la aplicación de agua proviene del mismo en forma de lluvia, pero esta se usa para cultivos grandes de rendimientos más altos, como plantaciones de banano. (Laverde Mena, 2016)

### **2.2.4. Riego por goteo**

Este sistema de riego mediante goteo constante provoca que el suelo se moje, el cultivo lo absorbe y obtiene los nutrientes necesarios para su desarrollo pero este tipo de método requiere riego continuo en intervalos de tiempo. (Laverde Mena, 2016)

## **Figura 2**

*Gotero regulable con estaca*



*Nota:* Esta imagen muestra el gotero regulable con estaca.

### 2.3. Sistema de riego automatizado

Los sistemas de riego automático optimizan el consumo de agua de los cultivos aumentando el consumo de agua de riego agrícola, incluidos sensores y dispositivos programables que ayudan a regar los cultivos.

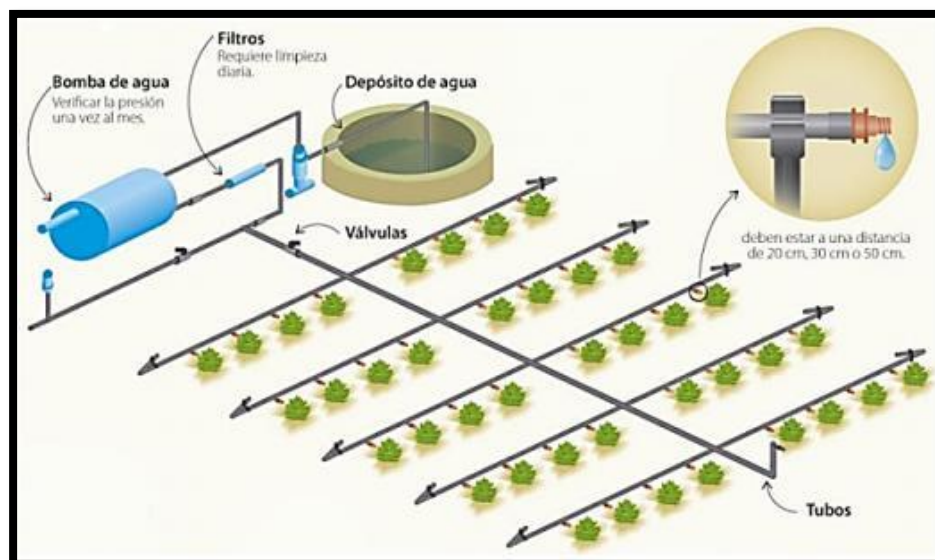
Existe una gran cantidad de sistemas de riego automático basados en programa de riego, que consiste en un interruptor activado según las condiciones atmosféricas y otras condiciones con humedad del suelo detectable y temperatura ambiente. (Escobar Manzaba & Farfán Orellana, 2018)

### 2.4. Componentes de un sistema de riego automatizado

Un sistema de riego automatizado consta de varios componentes electromecánicos como bombas, válvulas, sensores de humedad, goteros, mangueras y oleoductos. (Escobar Manzaba & Farfán Orellana, 2018)

### Figura 3

*Componentes de un sistema de riego*



*Nota:* Esta imagen muestra los componentes de un sistema de riego automatizado.

Tomado de. (Escobar Manzaba & Farfán Orellana, 2018)

#### **2.4.1. Unidad de presión**

Este elemento es responsable del suministro de presión de agua para que pueda llegar a todos los sectores de riego. También esta presión es generada por bombeo (motor y bomba) o por acción de la gravedad siempre que la fuente de agua esté a la misma altura suficiente para ejecutar el sistema. Las fuentes de agua pueden ser reservorios, Ríos, canales, etc. (Escobar Manzaba & Farfán Orellana, 2018)

#### **2.4.2. Tuberías de conducción de riego**

Las tuberías de conducción distribuyen el agua por toda la red de suministro en la zona de riego. La tubería conecta el dispositivo de presión a las válvulas que permiten el acceso a cada zona de riego. (Escobar Manzaba & Farfán Orellana, 2018)

#### **2.4.3. Actuadores**

Los actuadores son aquellos que transforman la señal eléctrica de entrada en otra señal, como por ejemplo: Eléctrica, neumática, hidráulica, etc. El actuador recibe la orden del controlador y proporciona la salida necesaria para activar el elemento de control final. (Laverde Mena, 2016)

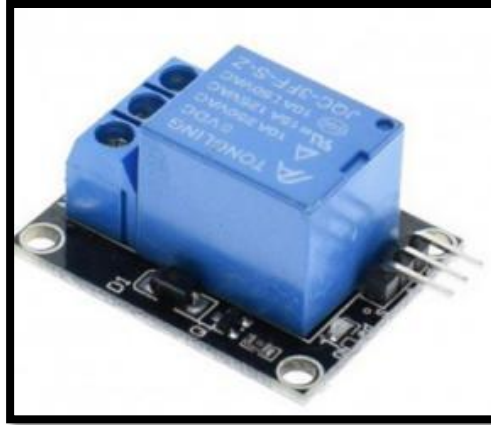
#### **2.4.4. Relé**

Es un dispositivo electrónico para controlar circuitos que funcionan con voltajes más alto que el del circuito y es responsable de encender y apagar la válvula solenoide, tiene un conector normalmente cerrado y un conector normalmente abierto para sus distintas funcionalidades. (Acosta & Aguilar, 2015)

### **Figura 4**

*Módulo relé*





*Nota:* en esta imagen se muestra un módulo relé de 5v para Arduino. Tomado de.

(Acosta & Aguilar, 2015)

#### **2.4.5. Sensores electrónicos**

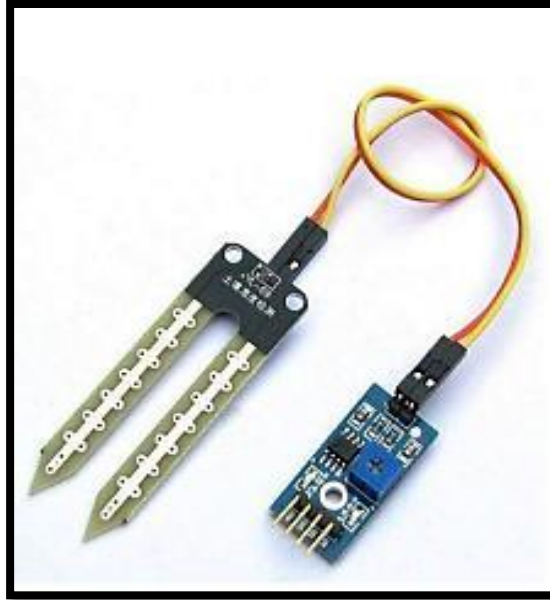
Un sensor es un dispositivo electrónico con la capacidad de detectar la variación de una magnitud física y convertirla en una señal eléctrica que puede ser tensión o corriente. Estas señales físicas suelen provenir de fenómenos físicos, como temperatura, presión, humedad, pH, etc. (Salcedo Torres, 2015)

##### **2.4.5.1. Sensor de humedad**

Son sensores que miden la humedad relativa del suelo. Aplicando una tensión en los conductores del módulo YL-69 hace conducir una corriente que influye básicamente de la resistencia que se produce en el suelo y ésta depende mucho de la humedad. Por lo que al aumentar la humedad la corriente aumenta y al disminuir la corriente baja. (Mejia Jervis, 2010)

#### **Figura 5**

*Sensor de humedad*



*Nota:* Esta imagen muestra un sensor de humedad de Suelo YL-69. Tomado de. (Mejia Jervis, 2010)

**Tabla 1**

*Distribución de pines del sensor de humedad*

Pines sensor
<b>YL-69</b>
Ao
Vcc
Gnd

*Nota:* Esta tabla muestra la distribución de pines del sensor de humedad YL-69.

**Tabla 2**

*Características del sensor YL-69*

CARACTERÍSTICAS	
Peso	7.0 g
Voltaje de entrada	2-6v
Voltaje de salida	0-4.2v
Corriente	35 mA
Indicador de encendido	Led(Rojo)

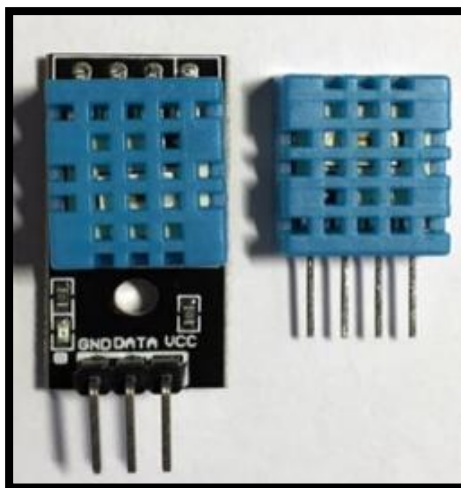
*Nota:* Esta tabla muestra las características del sensor de humedad YL-69.

#### 2.4.5.2. *Sensor de temperatura*

Aunque este tipo de sensores se utilizan para detectar incendios o ajustar sistemas de calefacción, sus aplicaciones también son para riego de los cultivos obteniendo la temperatura ambiente. (Laverde Mena, 2016)

#### **Figura 6**

*Sensor de temperatura*



*Nota:* Esta imagen muestra un sensor temperatura Arduino DHT11. Tomado de. (Valle Hernández , 2019)

Tabla 3

*Distribución de pines del sensor de temperatura DHT11*

Pines del sensor
DHT11
Do
Vcc
Gnd

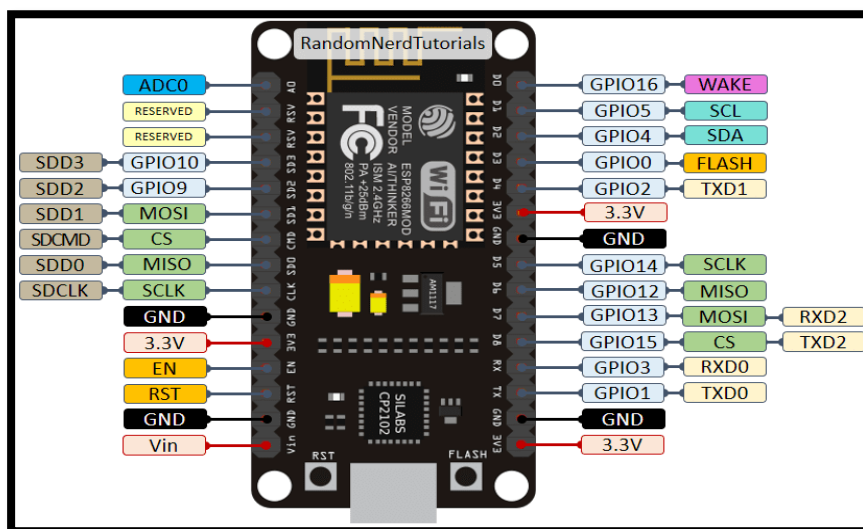
*Nota:* Esta tabla muestra la distribución de pines del sensor de temperatura DHT11.

#### 2.4.6. Módulo wifi ESP8266

Este módulo le permite dar acceso a cualquier microcontrolador a una red. Se trata de un chip integrado con conexión wifi y compatible con el protocolo TCP/IP como se muestra en la Tabla 4. (Cifuentes Noreña & Fanola Merino, 2016)

Figura 7

*Módulo wifi ESP8266*



*Nota:* Esta imagen muestra el módulo wifi ESP8266. Tomado de. (Cifuentes Noreña & Fanola Merino, 2016)

**Tabla 4**

*Características del módulo ESP8266*

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
CPU	RISC de 32 bits
Voltaje de entrada	3.3VDC
RAM de instrucciones	64 KB
RAM de datos	96 KB
Memoria Flash	512 KB
Pines de E/S	16

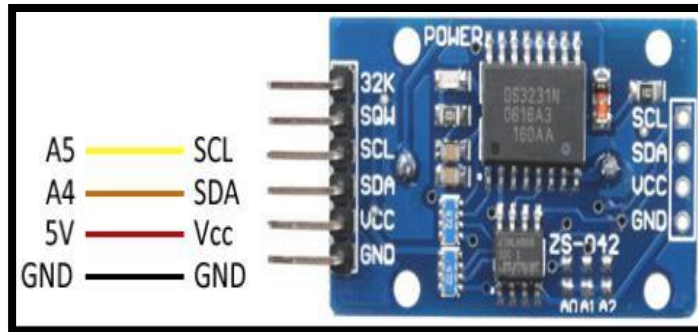
*Nota:* Esta tabla muestra las características del módulo wifi ESP8266. Tomado de. (Cifuentes Noreña & Fanola Merino, 2016)

#### **2.4.7. Módulo RTC**

Es un reloj en tiempo real de alta precisión con oscilador de cristal con una compensación de temperatura (TCXO). El RTC mantiene registros de segundos, minutos, horas, día de la semana, fecha, mes y año. Para los meses con menos de 31 días, la fecha se ajustará automáticamente al final del mes, incluida la corrección del año bisiesto. (Manzano , Pérez, & Ponguillo , 2011)

**Figura 8**

*Módulo RTC*



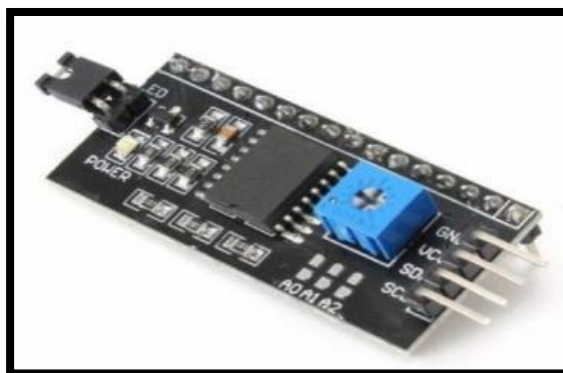
*Nota:* Esta imagen muestra el módulo RTC DS1307. Tomado de. (Manzano , Pérez, & Ponguillo , 2011)

#### **2.4.8. Módulo de comunicación I2C**

El módulo I2C de LCD permite al Arduino o microcontrolador comunicarse con LCD16x2 a través de I2C, lo que facilita la conexión al ejecutar cualquier tipo de aplicación. Dado que los datos solo se pueden mostrar a través de dos cables, el adaptador puede administrar la asignación de puertos de una manera más optimizada. (Veronesi, 2006)

#### **Figura 9**

*Módulo I2C*



*Nota:* Esta imagen muestra el módulo de comunicación I2C para el LCD 16x2. Tomado de. (Veronesi, 2006)

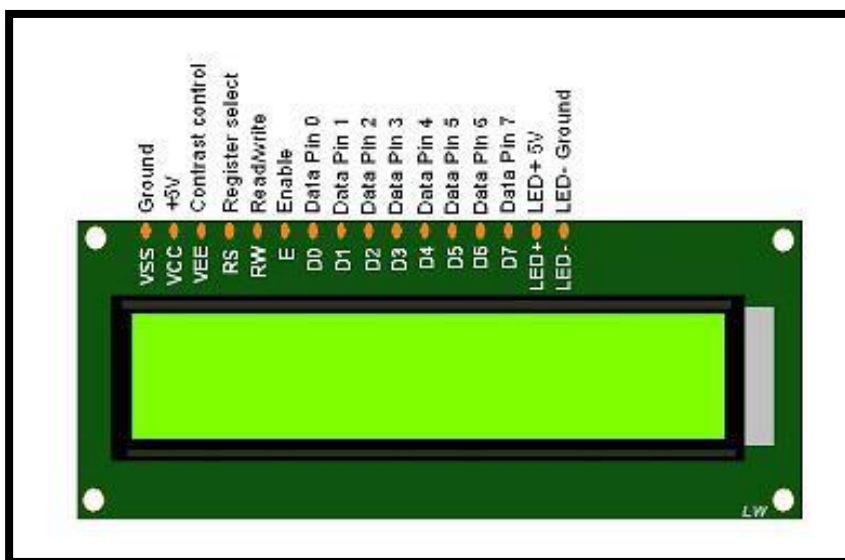
### 2.4.9. LCD (Liquid Cristal Display)

Es una pantalla delgada y plana compuesta por muchos píxeles de colores o monocromáticos colocados frente a una fuente de luz o reflector. El uso de estas pantallas es tan común hoy en día que casi todos los dispositivos electrónicos suelen llevarlas para un mejor uso y facilidad de interacción. Hay muchos tipos de pantallas LCD, con diferentes formas y tamaños, números de píxeles y colores.

La pantalla LCD está diseñada para interactuar con un circuito integrado de entrada paralela de 4/8 bits basado en un controlador. (Yepez, 2014)

**Figura 10**

*LCD 16x2*



*Nota:* Esta imagen muestra la pantalla LCD 16X2 compatible con Arduino. Tomado de. (Yepez, 2014)

**Tabla 5**

*Distribución de pines del LCD 16x2*

Pin N°	Nombre	Descripción
1	Vss	GND
2	Vdd	+5v
3	Vo	Contrast control
4	RS	Register Select
5	R/W	Read/Write
6	E	Enable
7	D0	Data LSB
8	D1	Data
9	D2	Data
10	D3	Data
11	D4	Data
12	D5	Data
13	D6	Data
14	D7	Data MSB

*Nota:* Esta tabla muestra la distribución de pines de la pantalla LCD 16X2. Tomado de. (Yepez, 2014)

#### **2.4.10. Teclado matricial 4X4**

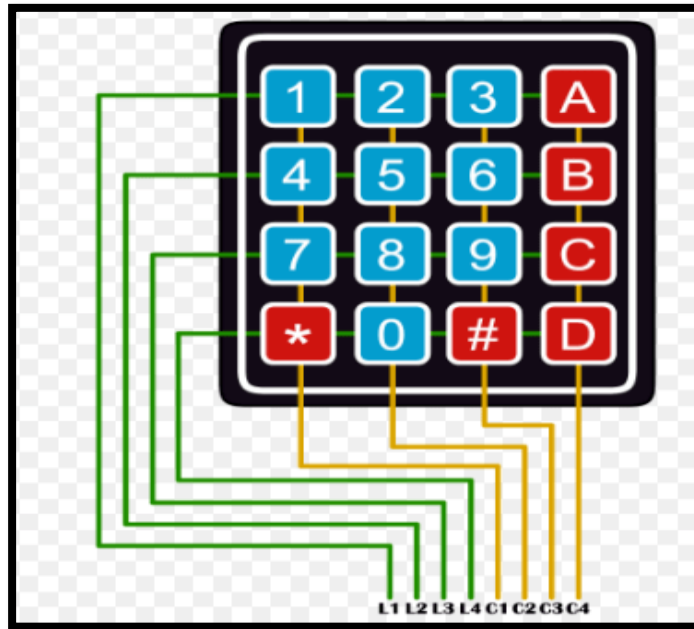
El teclado matricial 4x4 consta de una matriz de botones dispuestos en filas (L1, L2, L3, L4) y columnas (C1, C2, C3, C4) para reducir el número de pines necesarios para la conexión. Las 16 teclas solo requieren 8 pines del microcontrolador en lugar de los 16 pines necesarios para conectar 16 teclas independientes. Para poder leer qué tecla se presionó, debe usar tecnología de escaneo o barrido, no solo leer los pines del microcontrolador.



Conectar un teclado de matriz 4x4 a un Arduino u otra plataforma de microcontrolador es fácil: se requieren un total de 8 pines digitales. (Allasia, 2019)

**Figura 11**

*Teclado matricial 4x4*



*Nota:* Esta imagen muestra la distribución de pines del teclado matricial 4X4 de membrana. Tomado de. (Allasia, 2019)

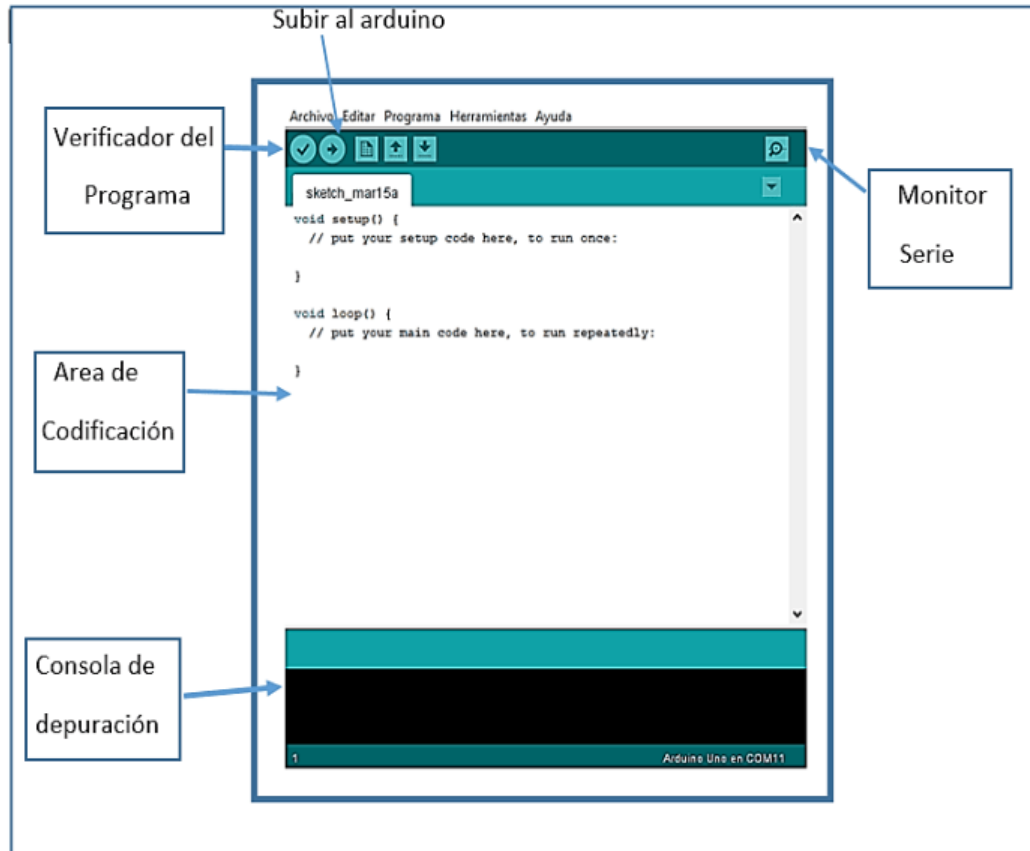
## 2.5. Arduino

Arduino es una plataforma de creación de prototipos electrónicos de código abierto basada en hardware y software flexible y fácil de usar. Puede sentir el entorno circundante al recibir varias entradas de sensor.

El software Arduino (IDE) es un completo entorno de desarrollo multiplataforma que consta de las siguientes herramientas para su ejecución como se muestra en la Figura 12 . (Escobar Manzaba & Farfán Orellana, 2018)

**Figura 12**

*Entorno de Arduino IDE*



*Nota:* Esta imagen muestra el entorno del software Arduino IDE.

Las placas más comunes de Arduino son: (Escobar Manzaba & Farfán Orellana, 2018)

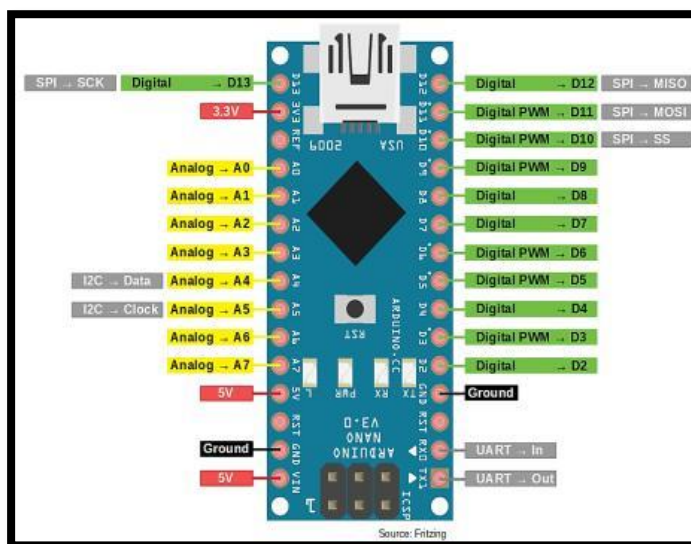
- Arduino Uno
- Arduino Leonardo
- Arduino Nano
- Arduino Zero
- Arduino Mega 2560.

### 2.5.1. *Arduino nano*

Esta es una tarjeta de desarrollo de código abierto Microcontrolador Atmega328 incorporado, el microcontrolador tiene pines de entrada y Salida (E / S), analógica y digital. Se puede utilizar para el desarrollo de objetos interactivos independientes o puede comunicarse con la PC. (Escobar Manzaba & Farfán Orellana, 2018)

**Figura 13**

*Arduino nano*



*Nota:* Esta imagen muestra la placa Arduino nano. Tomado de. (Escobar Manzaba & Farfán Orellana, 2018)

**Tabla 6**

*Características del Arduino nano*

CARACTERÍSTICAS	
Micro Controlador	Atmega 328
Voltaje de entrada	5V

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
Pines digitales de E/S	14 (6 de ellas son salidas PWM)
Puertos de entrada analógica	8
Memoria Flash	32 KB
Velocidad del reloj	16 MHz

*Nota:* Esta tabla muestra las características generales de la placa Arduino Nano.

Tomado de. (Escobar Manzaba & Farfán Orellana, 2018)

## **2.6. APP inventor**

Es un entorno de desarrollo de software creado por Google Labs para desarrollar aplicaciones para el sistema operativo Android. Los usuarios pueden vincular una serie de bloques de forma visual y mediante un conjunto de herramientas básicas para crear una aplicación. El sistema es gratuito y se puede descargar fácilmente de Internet. Aunque las aplicaciones creadas con App Inventor permiten satisfacer una gran cantidad de necesidades básicas en dispositivos móviles, su simplicidad es limitada. (Almaraz Menéndez, Maz Machado, & López, 2015)

Con Google App Inventor, se espera que la cantidad de aplicaciones de Android aumente significativamente debido a los siguientes dos factores principales: la facilidad de uso, que ayudará a la aparición de una gran cantidad de nuevas aplicaciones; y Google Play (centro de distribución de aplicaciones de Android), Cualquier usuario puede distribuir libremente su contenido creado en él. (Almaraz Menéndez, Maz Machado, & López, 2015)

### **Figura 14**

*APP inventor*



*Nota:* Esta imagen muestra el entorno de la aplicación APP Inventor. Tomado de. (Almaraz Menéndez, Maz Machado, & López, 2015)

## 2.7. Electroválvula

Es una válvula solenoide de media pulgada que funciona mediante energía eléctrica, que al ser energizado genera un movimiento de un electroimán junto con el diafragma de la válvula y permite el paso del caudal. La válvula se mantiene abierta cuando se encuentra energizada, cuando no se energiza un resorte hace regresar la válvula a su posición inicial en este caso normalmente cerrada, sus principales características se muestran en la Figura 15 (Romero Rodríguez & Toloza Pinto, 2019)

**Figura 15**

*Electroválvula solenoide*



*Nota:* Esta imagen muestra una electroválvula solenoide de ½ "a 12 VDC. Tomado de.  
(Romero Rodríguez & Toloza Pinto, 2019)

**Tabla 7**

*Características de la electroválvula*

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
Voltaje de operación	12V DC
Corriente de operación	0.6 A
Potencia de consumo	8W
Presión de funcionamiento	8 Bar
Conector de tubería	½ "
Tipo de válvula	Diafragma

*Nota:* Esta tabla muestra las características de la electroválvula solenoide.

## CAPÍTULO III

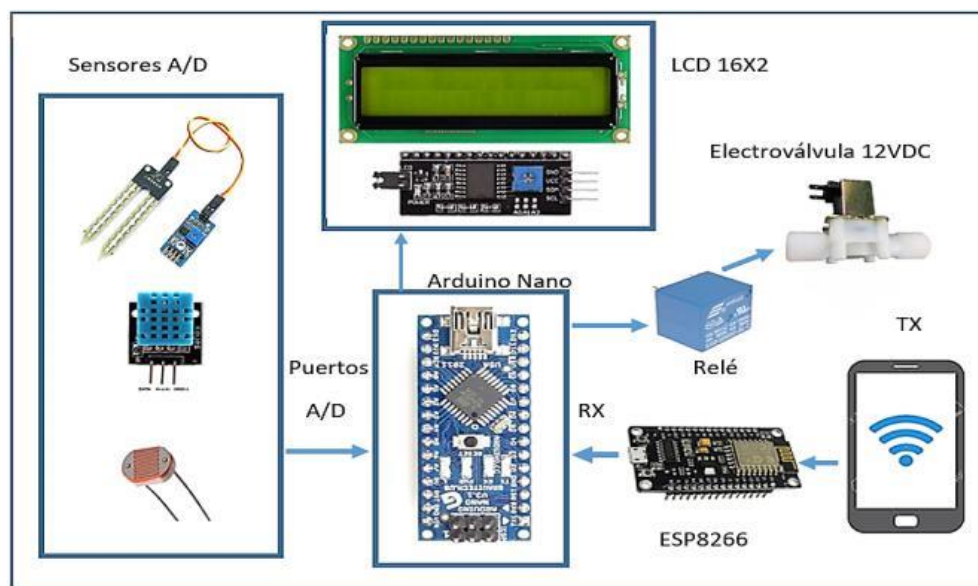
### 3. Desarrollo del tema

#### 3.1. Descripción del proceso

Para optimizar el consumo de agua en el riego del jardín, se ha realizado un sistema de riego automatizado que está constituido por un sistema embebido (Tarjeta de desarrollo Arduino) para la parte de control del sistema, también consta de tres sensores temperatura, humedad y luminosidad que permite el monitoreo de tres variables físicas que servirán como datos de entrada para el control, contiene una aplicación desarrollada en App Inventor que nos permite controlar el sistema de riego mediante el celular, la comunicación del celular con el Arduino es mediante comunicación wifi, también consta de un teclado matricial 4x4 para controlar directamente el sistema de riego automatizado sin necesidad de conectarse con un celular y un LCD 16x2 en el que se muestra el menú para el manejo del sistema.

**Figura 16**

*Esquema de un sistema de riego*



*Nota:* Esta imagen muestra un esquema de los componentes para un sistema de riego automatizado.

### 3.2. Programación del Arduino

#### 3.2.1. Programación del menú

Para la aplicación se programó un “MENÚ” que permite seleccionar las siguientes opciones:

1. Seleccionar los días, hora y tiempo de duración del riego.
2. Adquisición y lectura de datos de los diferentes sensores.

Las líneas de programación se encuentran dentro de una función repetitiva conocida como Void Loop de manera que se muestre estable en el Lcd sin pérdida de datos como se muestra en la Figura 17.

**Figura 17**

*Programación del menú*

```
void loop(){
  pulsacion = Teclado1.getKey() ; // Lee la tecla pulsada
  if (pulsacion != 0) {
    lcd.clear();
    delay(100);
  }
  if(contador == 4){ menu_4();accion_4();}
  if(contador == 3){ menu_3();accion_3();}
  if(contador == 2){ menu_2();accion_2();}
  if(contador == 1){ menu_1();accion_1();}

} /////////////// Fin del void loop(), inician las Funciones////////////////////
```

*Nota:* Esta imagen muestra la programación del menú de nuestro sistema.



El menú tiene asociado algunas acciones a diferentes teclas como se indica en la Tabla 8.

**Tabla 8**

*Funciones de las teclas*

Si se presiona la tecla:	Funciones
A	Opción de activar o desactivar el módulo
*	Sirve para seleccionar sucesivamente los distintos menús
1,2,3,4,5,6 y 7	Es para seleccionar las distintas acciones del menú
#	Sirve para regresar de cualquier acción

*Nota:* Esta tabla muestra las funciones de las teclas.

### 3.2.2. Programación de la memoria EEPROM del Arduino

Es necesario activar en la programación la memoria EEPROM del Arduino para almacenar los datos de los días y el tiempo en el que se va a realizar el riego para luego comparar con los datos del RTC en tiempo real como se muestra en la Figura 18.

**Figura 18**

*Programación de la memoria EEPROM*

```
int contador = 0;           // cuenta el nivel del menu en el que se esta
int estado = 0;           // estado del tibre off=0 , on=1
int r_diaSemana;         // almacena el resultado del dia de la semana calculado
const int timbre = 12;   // Pin 7 encargado de activar el timbre, se conecta al Rele
int segundo;
int minuto;
int hora;
int tiempo_timbre=EEPROM.read(1); // Tiempo continuo que dura el timbre sonando en minutos EEPROM
int hora_timbre=EEPROM.read(0); // Hora a la que suena el timbre EEPROM
int lun=EEPROM.read(2);
int mar=EEPROM.read(3);
int mie=EEPROM.read(4);
int jue=EEPROM.read(5);
int vie=EEPROM.read(6);
int sab=EEPROM.read(7);
int dom=EEPROM.read(8);
```

*Nota:* Esta imagen muestra la programación para la activación de la memoria EEPROM del Arduino.

Para poder activar correctamente la memoria EEPROM del Arduino es necesario incluir una librería y también utilizar dos comandos como se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Líneas de programación de la memoria EEPROM*

<b>Librería/líneas de programación</b>	<b>Función</b>
<code>(#include &lt;EEPROM.h&gt;)</code>	Activa la memoria EEPROM del Arduino.
<code>EEPROM.write (address, value)</code>	Escribir en la memoria EEPROM.
<code>EEPROM.read (address)</code>	Leer datos de la memoria EEPROM.

*Nota:* Esta tabla muestra la librería y las líneas de programación de la memoria EEPROM.

### **3.2.3. Programación del módulo RTC**

Para poder seleccionar las horas del riego se utilizó un reloj de tiempo real, por lo cual en la programación se utilizó una librería para activar el RTC y algunos comandos para establecer la fecha y hora del RTC como se muestra en la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Líneas de programación del módulo RTC*

<b>Librería/líneas de programación</b>	<b>Función</b>
<code>(#include &lt;RTClib.h&gt;)</code>	Activa el módulo RTC.
<code>RTC.begin()</code>	Inicia la comunicación del RTC.

Librería/líneas de programación	Función
RTC.adjust	Establece la fecha y la hora actual.

*Nota:* Esta tabla muestra la librería y las líneas de programación del módulo RTC.

## Figura 19

### Programación del RTC

```

#include <Wire.h>
#include "RTClib.h"
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
RTC_DS1307 RTC;
void setup () {
  Wire.begin(); // Inicia el puerto I2C
  RTC.begin(); // Inicia la comunicación con el RTC
  RTC.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__)); // Establece la fecha y hora (Comentar una vez establecida la hora)
  //el anterior se usa solo en la configuración inicial
  Serial.begin(9600); // Establece la velocidad de datos del puerto serie
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.clear();
}
void loop(){
  DateTime now = RTC.now(); // Obtiene la fecha y hora del RTC
  ...

```

*Nota:* Esta imagen muestra la programación para la activación del módulo RTC.

### 3.2.4. Programación del módulo I2C

Para no ocupar demasiados pines del Arduino al conectar el LCD 16x2 directamente se utilizó el módulo I2C que simplifica los pines de conexión del LCD, para que funcione el módulo I2C correctamente en la programación hay que descargar una librería como se muestra en la Figura 20.

## Figura 20

### Programación I2C

```
// Debe instalar la libreria LiquidCrystal_I2C para que le funcione el programa
// Debe descargar la Libreria
/*
Conexiones del I2C al Arduino:
I2C ----> Arduino
SCL      A5
SDA      A4
VCC      5V
GND      GND
*/

#include<Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // dependiendo del fabricante del LCD el codigo 0x27 puede cambiar
// 0x3F , 0x20 , 0x38 ,
```

*Nota:* Esta imagen muestra la programación para la activación del módulo I2C.

### 3.2.5. Programación de los sensores

Para las líneas de programación que nos ayudaran con la lectura de datos del sistema es necesario declarar las librerías, las variables y también constantes que usaran los sensores como se muestra en la Figura 21.

**Figura 21**

*Declaración de variables de los sensores*

```
#include "DHT.h"
#define DHTTYPE DHT11
#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

int hmdPin = 1;
float hmdSuelo;
float humedad;

const float baseTemperatura = 28;
const float baseHumedadSuelo = 40;
```

Declaración de librerías de los sensores y pantalla LCD

Variables que usaran los sensores

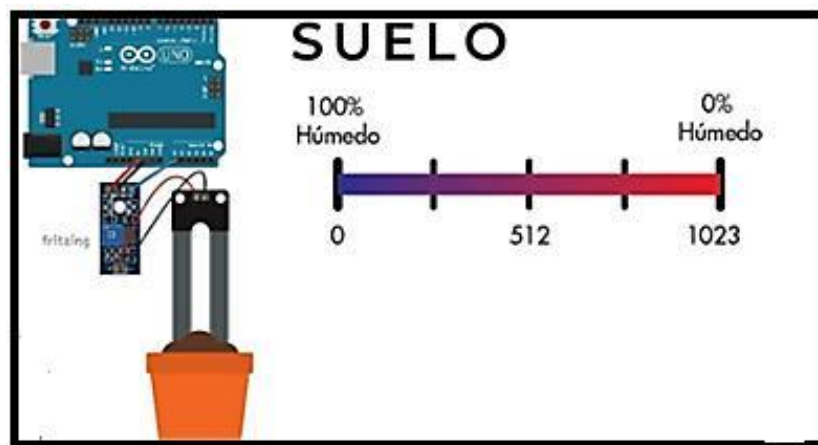
Bases para controlar la temperatura y humedad

*Nota:* Esta imagen muestra la programación para la lectura de datos de los sensores.

Función que se encarga de realizar la medición en porcentaje de la humedad del suelo, los valores que entrega el sensor se encuentran en el rango de 0 a 1023 que corresponde a la resolución del canal A/D del Arduino y con la ayuda de un comando se escala estos datos a un rango de 0 a 100% como se muestra en la Figura 23.

**Figura 22**

Escalamiento de los datos del sensor de humedad



*Nota:* Esta imagen muestra el escalamiento de los datos del sensor de temperatura YL-69.

**Figura 23**

*Función de lectura de la humedad*

```
int humedad_suelo()
{
    hmdSuelo = (hmdSuelo * 100) / 1023;
    humedad = 100 - hmdSuelo;
    return (humedad);
}
```

*Nota:* Esta imagen muestra la programación para la lectura de datos de la humedad del suelo.

Función que se encarga de realizar la medición en porcentaje de la humedad y de la temperatura del ambiente con el sensor DHT11 como se muestra en la Figura 24.

### Figura 24

*Función de lectura del sensor DHT11*

```
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print("TEM:");  
t = dht.readTemperature(); // Obtiene la temperatura DHT11  
lcd.print(t);  
lcd.print("°C ");  
  
lcd.setCursor(9,0);  
lcd.print("HA:");  
h = dht.readHumidity(); // Obtiene la temperatura DHT11  
lcd.print(h);  
lcd.print(" % ");
```

*Nota:* Esta imagen muestra la programación para la lectura de datos de la humedad y temperatura ambiente.

Función que se encarga de realizar la medición en porcentaje de la luminosidad del ambiente con la ayuda del sensor LDR, los valores que entrega el sensor se encuentra en el rango de 0 a 1023 y con la ayuda de un comando se escala estos datos a un rango de 0 a 100% como se muestra en la Figura 25.

### Figura 25

*Función de lectura del sensor LDR*

```
digitalWrite(13,HIGH);
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("LUZ:");
lcd.setCursor(4,0);
int luz=analogRead(A0); // Obtiene la LUZ . A0
luz = map(luz, 0 , 1023 , 100 ,0);
lcd.print(luz);
lcd.print(" % ");
```

*Nota:* Esta imagen muestra la programación para la lectura de datos de la luminosidad ambiente.

### 3.3. Programación del módulo wifi ESP8266

Es necesario utilizar un módulo wifi ESP8266 para la comunicación entre el celular y Arduino nano, en la programación se incluye la librería y comandos para declarar el módulo wifi como cliente como se muestra en la Tabla 11.

**Tabla 11**

*Líneas de programación del módulo wifi ESP8266*

Librería/líneas de programación	Función
<code>#include &lt;ESP8266WiFi.h&gt;</code>	Activa el módulo wifi ESP8266.
<code>#include &lt;WiFiClient.h&gt;</code>	Declara como cliente al módulo wifi

*Nota:* Esta tabla muestra la librería y las líneas de programación del módulo wifi ESP8266.

### Figura 26

*Programación del módulo wifi*

```

#define ENA 14 // Enable/speed motors Right GPIO14 (D5)
#define ENB 12 // Enable/speed motors Left GPIO12 (D6)
#define IN_1 15 // L298N in1 motors Right GPIO15 (D8)
#define IN_2 13 // L298N in2 motors Right GPIO13 (D7)
#define IN_3 2 // L298N in3 motors Left GPIO2 (D4)
#define IN_4 0 // L298N in4 motors Left GPIO0 (D3)

#define pinsw 5 // PIN DEL SW ANDROID GPIO4 (D2)

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <ESP8266WebServer.h>

String command="W"; //String to store app command state.
String command2="Q";
int speedCar = 800; // 400 - 1023.
int speed_Coeff = 3;

int st=0;
const char* ssid = "MEGATRONICA_WIFI";
ESP8266WebServer server(80);

void setup() {

  pinMode(ENA, OUTPUT);
  pinMode(ENB, OUTPUT);
  pinMode(IN_1, OUTPUT);
  pinMode(IN_2, OUTPUT);
  pinMode(IN_3, OUTPUT);
  pinMode(IN_4, OUTPUT);
}

```

*Nota:* Esta imagen muestra la programación para la activación del módulo wifi ESP8266.

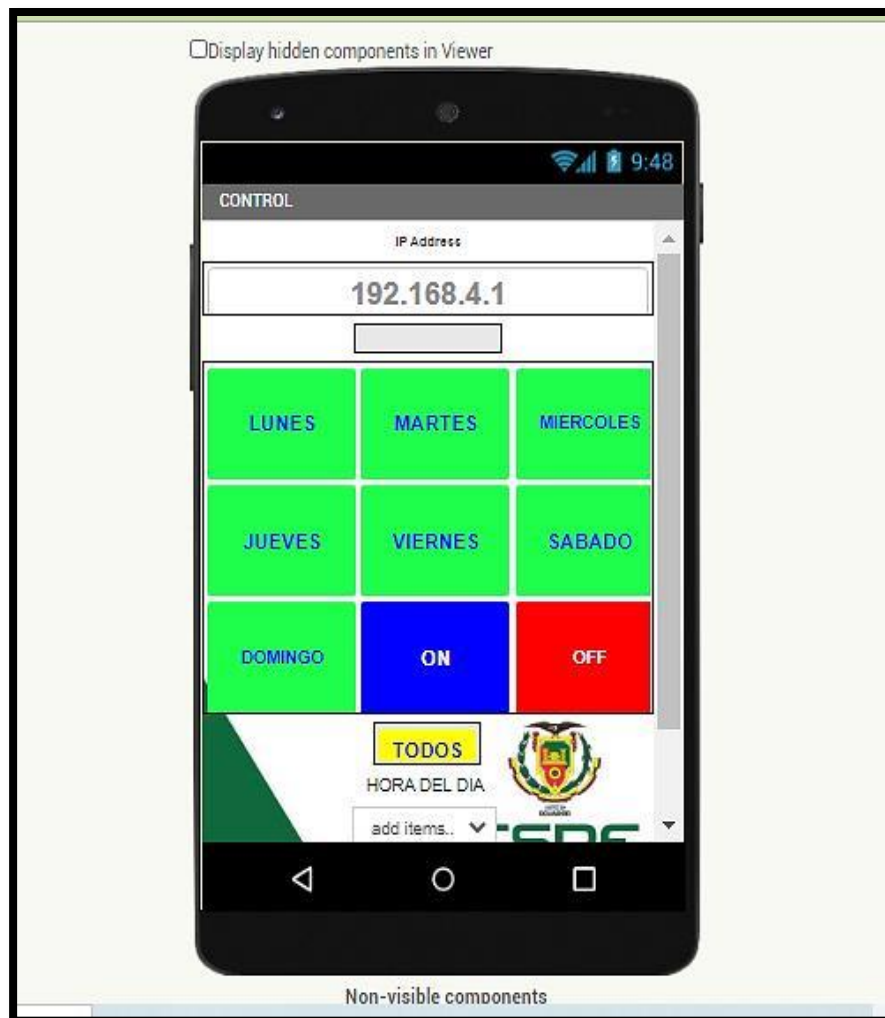
### 3.4. Programa en App inventor

Para la parte de control del sistema de riego mediante el celular se creó una aplicación en el software APP INVENTOR, en la aplicación tiene las opciones de seleccionar los días, la hora y el tiempo que dure el riego y también tiene la acción de encender y apagar el módulo de control del sistema como se muestra en la Figura 27.

#### Figura 27

*Interfaz de la aplicación del celular*



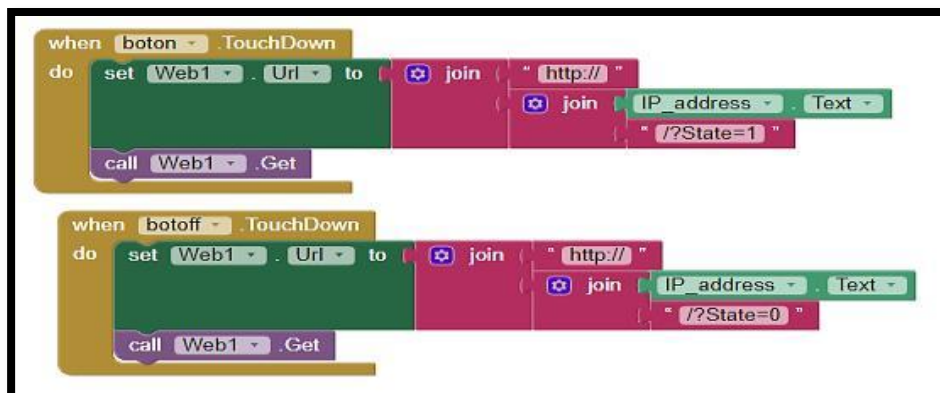


*Nota:* Esta imagen muestra el interfaz de la aplicación del celular.

Para poder encender y apagar el módulo se utilizó una programación mediante bloques que es propia de APP inventor, en la programación se creó un bloque condicional para seleccionar la acción **ON** u **OFF** como se muestra en la Figura 28.

### Figura 28

*Programación ON/OFF del módulo*



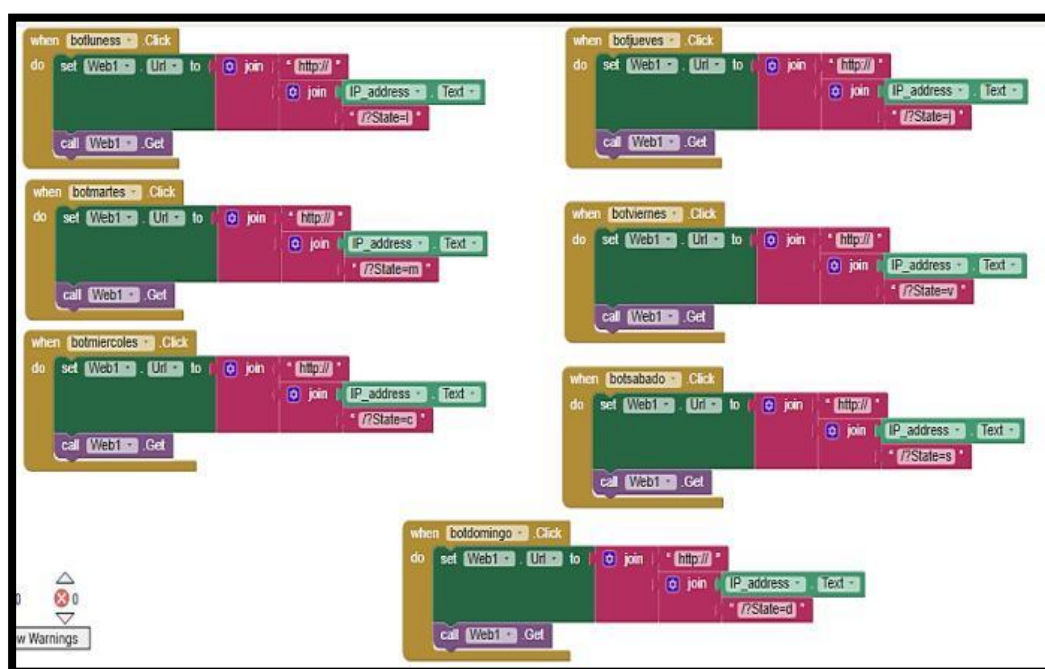
*Nota:* Esta imagen muestra la programación del control ON/OFF en APP inventor.

Imagen

Para seleccionar los días de la semana que requieren el riego, se utilizó en la programación un bloque condicional y un bloque IP\_address para la configuración de la dirección IP del módulo ESP8266 como se muestra en la Figura 29.

**Figura 29**

*Programación de selección de días*

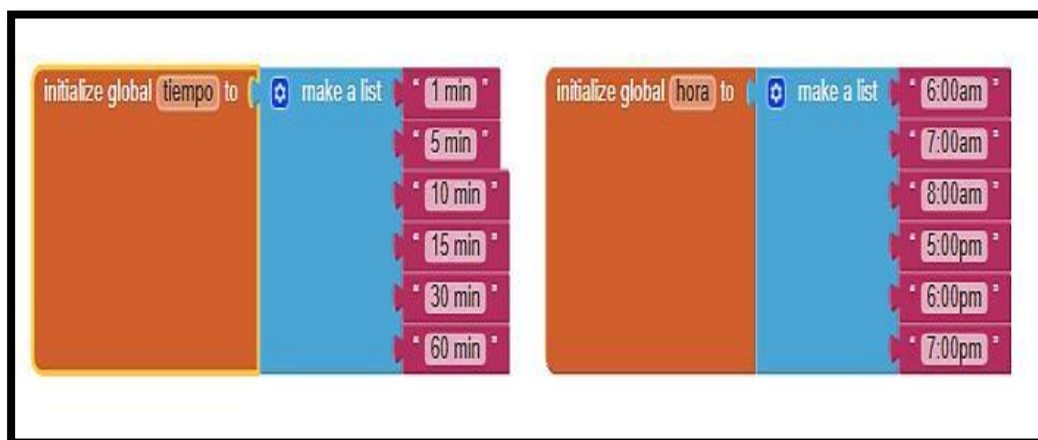


*Nota:* Esta imagen muestra la programación para la selección de los días de riego en APP inventor.

Para la programación de las horas y el tiempo de riego se utilizó en primer lugar un bloque “MAKE A LIST” para poder crear una lista que contiene las opciones de las diferentes horas y tiempos para el riego como se muestra en la Figura 30.

**Figura 30**

*Programación de la lista de horas del riego*

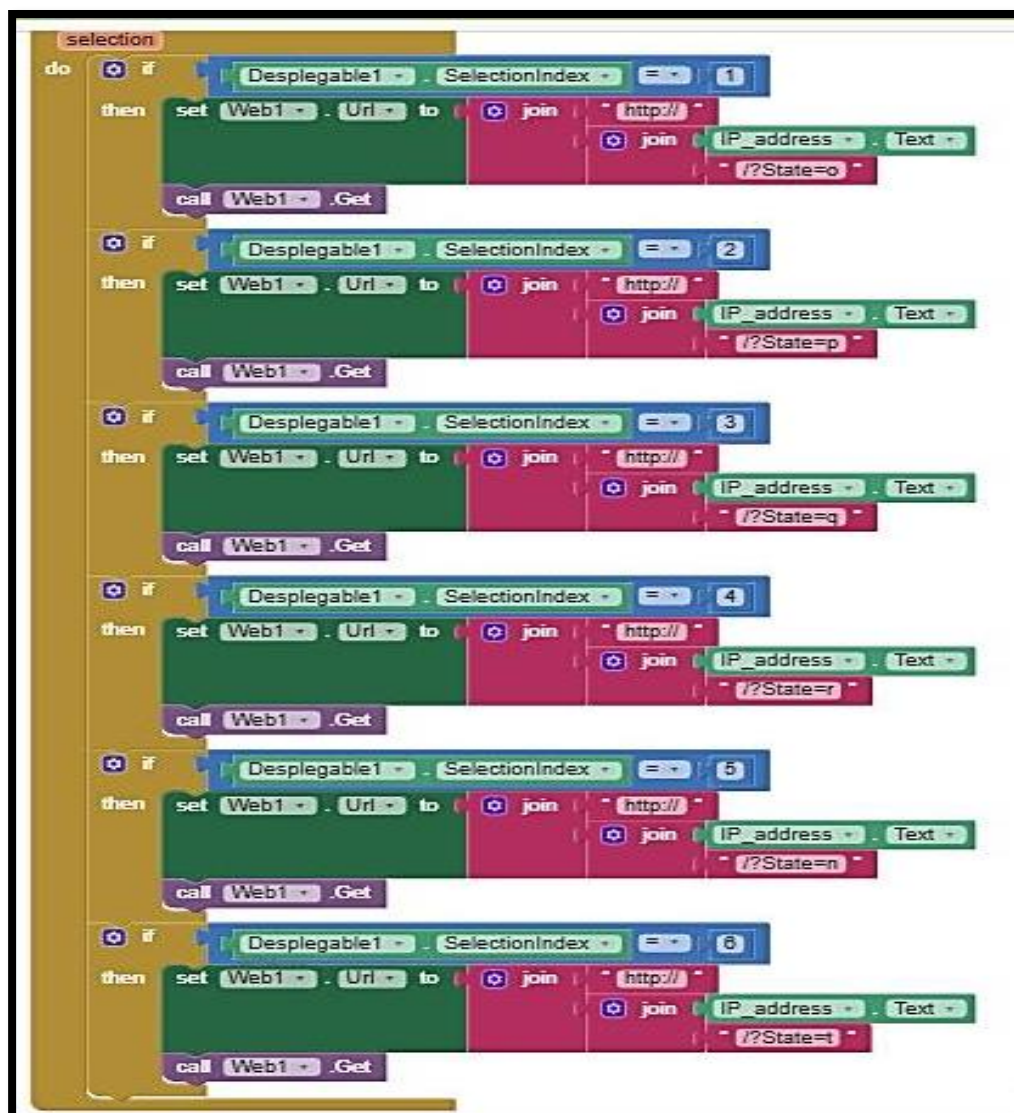


*Nota:* Esta imagen muestra la programación de una lista que contiene las horas y tiempos de riego en APP inventor.

Luego se creó un bloque “AFTER SELECTING” que llama o despliega la lista que se creó anteriormente y poder seleccionar las opciones de dicha lista como se muestra en la Figura 31.

**Figura 31**

*Programación de selección de horas y tiempos del riego*



*Nota:* Esta imagen muestra la programación para la selección de las horas y tiempos de duración del riego en APP inventor.

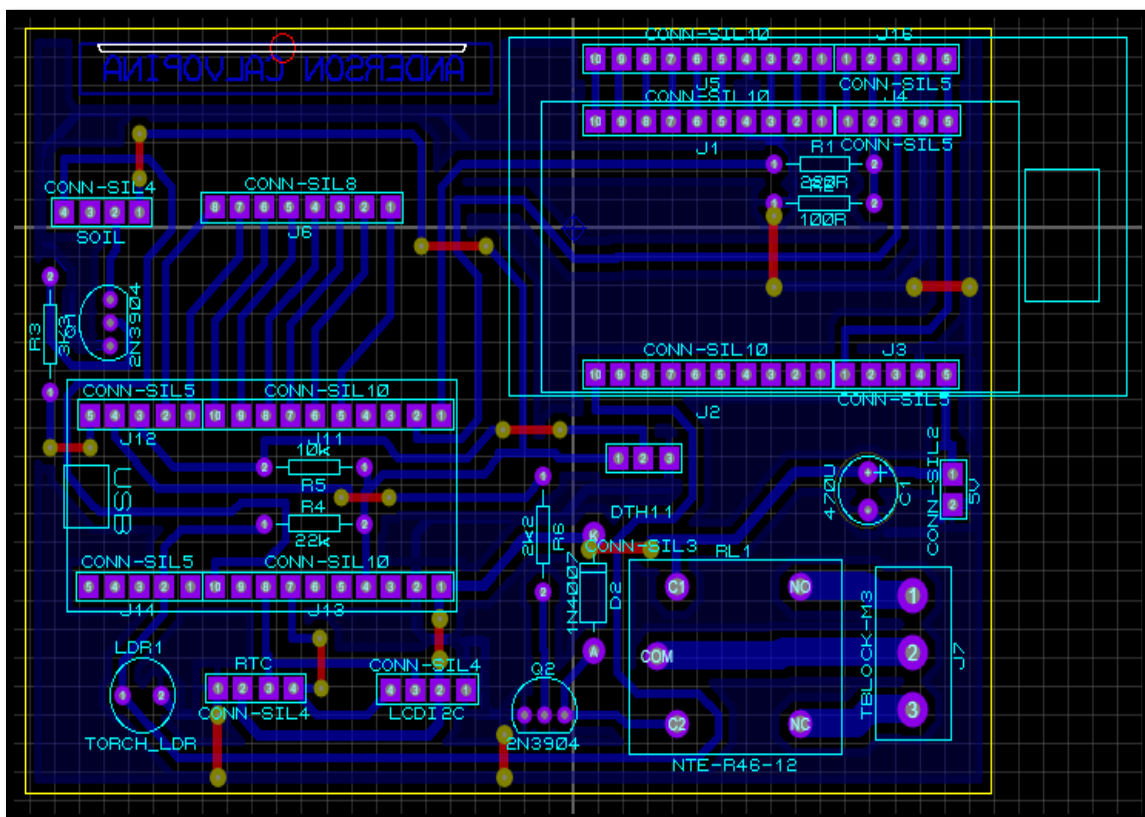
### 3.5. Diseño de la placa eléctrica

Previo al desarrollo de la placa se utilizó el programa Proteus para la simulación del circuito, verificando el funcionamiento de los diferentes procesos tales como: encendido y apagado de la electroválvula, lectura de los sensores de humedad, luminosidad y temperatura, visualización y monitoreo del estado de las zonas a irrigar.

Para el diseño de la pista o placa electrónica de control se usó el programa ARES de Proteus como se muestra en la Figura 32.

**Figura 32**

*Diseño de la placa eléctrica*



*Nota:* Esta imagen muestra el diseño de la placa electrónica.

### 3.6. Conexión de los componentes del circuito del sistema

**Figura 33**

*Diseño del circuito del sistema y sus componentes*



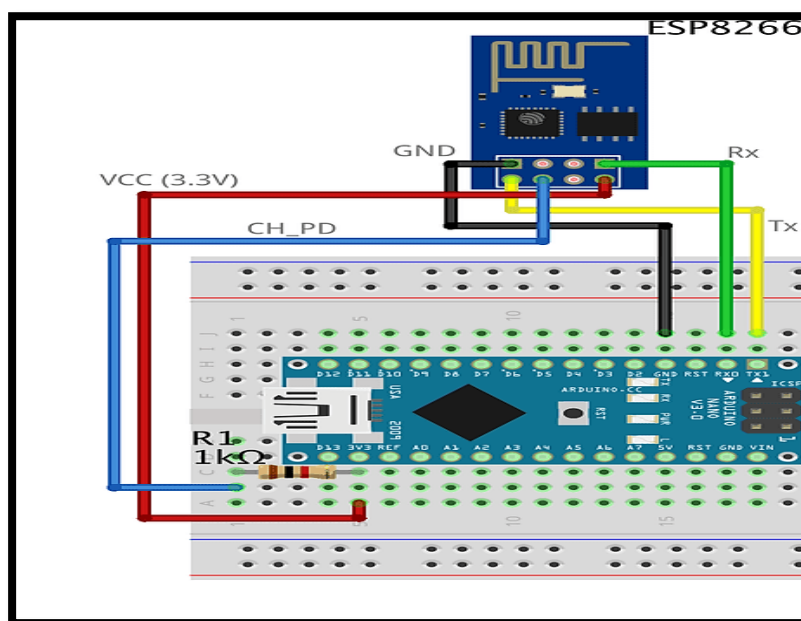


### 3.6.1. Conexión del módulo wifi ESP8266

Para poder controlar el sistema de riego automatizado mediante el celular se utilizó el módulo wifi ESP8266, que se conecta mediante un protocolo de internet, los siguientes dígitos 192.168.4.1 corresponden a su dirección IP como se muestra en la Figura 35.

**Figura 35**

Conexión del módulo wifi ESP8266



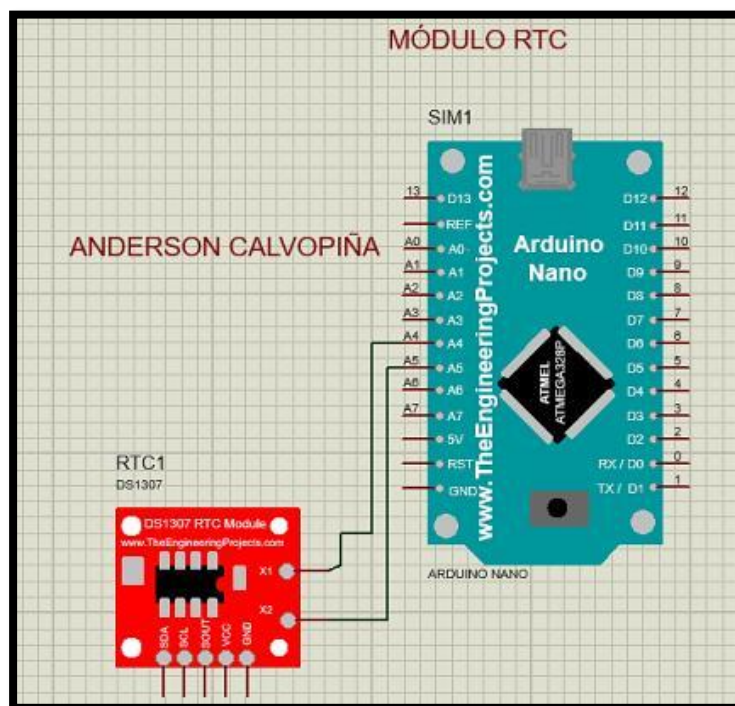
*Nota:* Esta imagen muestra la simulación de la conexión del módulo wifi ESP8266 en fritzing.

### 3.6.2. Conexión del módulo RTC

Al conectar el módulo del reloj de tiempo real RTC podemos tener días, horas y tiempos de riego aproximadamente exactos ya que el dicho módulo compara las horas programadas con las horas reales del sistema como se muestra en la Figura 36.

**Figura 36**

Conexión del módulo RTC



*Nota:* Esta imagen muestra la simulación de la conexión del módulo RTC en Proteus.

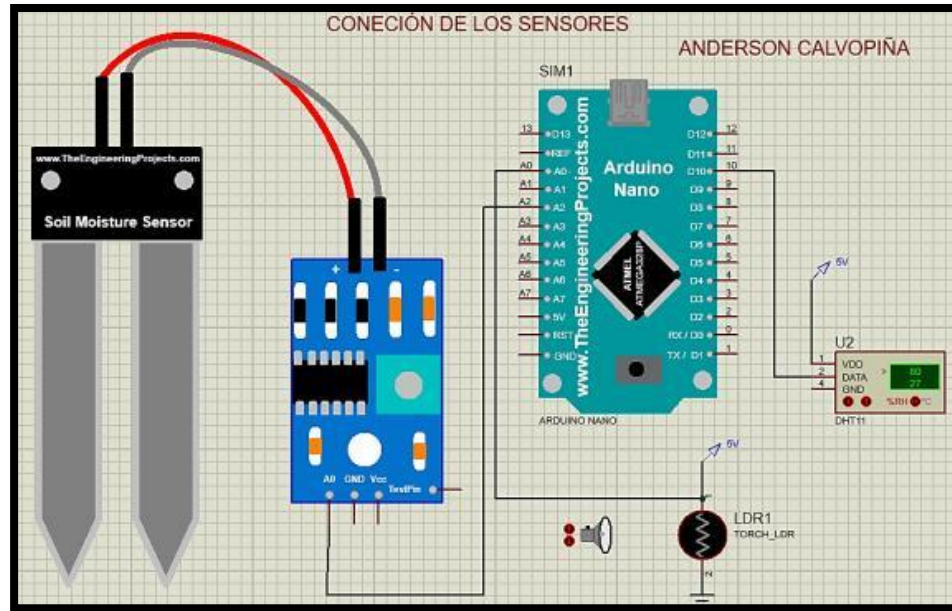
### 3.6.3. Conexión de los sensores DHT11, LDR, HL-69

Para poder monitorear correctamente las variables físicas: humedad, temperatura y luminosidad se utilizaron tres sensores que obtienen los datos de la humedad del suelo y la temperatura, la humedad del ambiente, también la luminosidad para poder seleccionar correctamente cuando sea necesario el riego de las plantas como se muestra en la Figura 37 .

**Figura 37**

Conexión de los sensores





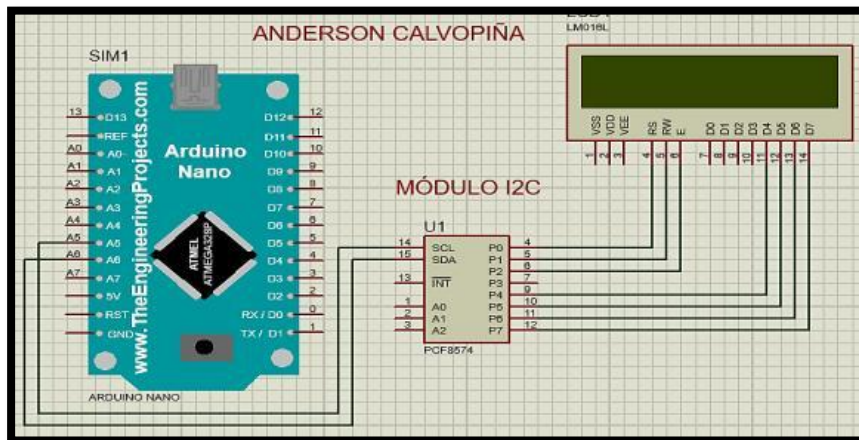
Nota: Esta imagen muestra la simulación de los sensores en Proteus.

### 3.6.4. Conexión del módulo I2C

Para reducir la utilización de pines del Arduino al conectar el LCD 16x2 se utilizó un módulo I2C que nos permite simplificar o reducir los pines de dicho Lcd como se muestra en la Figura 38.

Figura 38

Conexión del módulo I2C



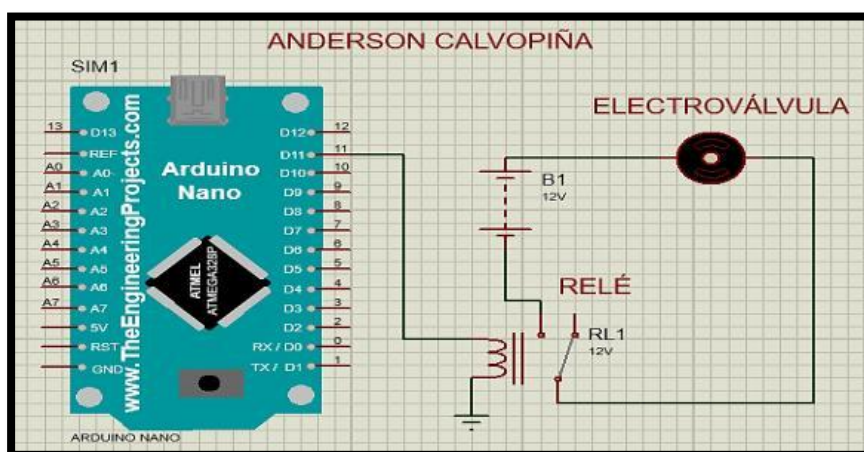
*Nota:* Esta imagen muestra la simulación de la conexión del módulo I2C en Proteus.

### 3.6.5. Conexión del actuador relé

Para poder unir el circuito de potencia en este caso la electroválvula con la parte de control que es el Arduino se utilizó un relé de 12 VDC como se muestra en la Figura 39 .

**Figura 39**

*Conexión del relé*



*Nota:* Esta imagen muestra la simulación de la conexión del relé y la electroválvula en Proteus.

### 3.7. Conexión de las tuberías

Para tener un subministro de agua más cerca de las plantas se utilizó 16 metros de tubería PVC y se realizó una instalación de agua potable como se muestra en la Figura 40.

**Figura 40**

*Conexión de tubería*



*Nota:* Esta imagen muestra la implementación de una red de agua potable.

### 3.8. Conexión de los componentes del sistema de riego

Para el suministro de agua del gotero regulable se instaló 12 metros de manguera de polietileno de baja densidad con un tapón al final de la red de agua como se muestra en Figura 41 .

**Figura 41**

*Manguera de polietileno*



*Nota:* Esta imagen muestra una manguera de polietileno de 16 mm.

### 3.8.1. *Conexión del gotero regulable*

Para el riego de las plantas se instaló 25 goteros regulables con estaca, la cual permite controlar el flujo de agua con un rango de 0-70 litros de agua por hora como se muestra en Figura 42.

#### **Figura 42**

*Goteros regulables*



*Nota:* Esta imagen muestra los goteros regulables con estaca.

### 3.9. *Instalación de la electroválvula*

Es necesario realizar una instalación de un tomacorriente de 110 VAC para poder energizar la parte eléctrica del sistema de riego, también se necesitó adquirir un cargador de 12VDC a 1A para la alimentación eléctrica de la electroválvula y para energizar la parte de control se conectó un cargador de 5VDC como se muestra en la Figura 43.

#### **Figura 43**

*Instalación de la electroválvula*





*Nota:* Esta imagen muestra la instalación de la electroválvula y del módulo de control.

Finalmente la instalación del sistema de riego automatizado por goteo se muestra en la Figura 44.

#### **Figura 44**

*Instalación del sistema de riego*



*Nota:* Esta imagen muestra la instalación del sistema de riego automatizado.

## CAPÍTULO IV

### 4. Conclusiones y recomendaciones

#### 4.1. Conclusiones

- Se diseñó un sistema de riego automatizado para el mantenimiento de jardines, basándose a las necesidades requeridas por los propietarios del domicilio en el barrio Yugsiloma y de esta manera cumplir con el objetivo general planteado inicialmente en la investigación.
- La automatización del sistema de riego, permite al usuario tener un mejor control y supervisión sobre el tiempo de apertura y cierre de la electroválvula, disminuyendo el desperdicio de agua en el cuidado del jardín.
- El programa del celular, es la interface entre el usuario y el proceso en general, es amigable y dinámico, ya que se despliega la información necesaria para que el usuario pueda tener el control del tiempo de riego y verificar que este activa la electroválvula en ese momento.
- El voltaje en los terminales del sensor de humedad YL-69 es inversamente proporcional a la cantidad de humedad presente en el suelo, las medidas obtenidas por este sensor es de un rango de 0-4,2v con una desviación de 0,03V.
- El módulo ESP8266 permite a los microcontroladores conectarse a una red wifi mediante un protocolo de internet IP utilizando comandos AT que significan comandos de atención.

#### 4.2. Recomendaciones

- Realizar la simulación del circuito controlador en el software Proteus para comprobar su respectivo funcionamiento, y así evitar posibles errores al momento de la implementación del circuito.

- Se recomienda usar una caja con protección IP 67 en la placa Arduino, que es un nivel de protección frente al polvo y también resistente al agua, para soportar las condiciones de uso y trabajo.
- Colocar tiempos de apagado del LCD en la programación para que no permanezca todo el tiempo encendido y así disminuir el consumo de energía eléctrica.
- Utilizar un módulo de reloj de tiempo real RTC que nos ayuda con los datos de la fecha y hora actual y así poder ajustar los tiempos de duración del riego.

## 5. Bibliografía

Acosta, A., & Aguilar, A. (JULIO de 2015). *Automatización de bajo costo utilizada en la producción agrícola en invernaderos y huertos caseros*.

Recuperado el 04 de Enero del 2021.

<http://www.laccei.org/LACCEI2015-santodomingo/studentpapers/SP037.pdf>

Allasia, L. J. (11 de Diciembre de 2019). Repositorio institucional abierto.

Recuperado el 27 de Dicimebre del 2020.

<http://hdl.handle.net/20.500.12272/4220>

Almaraz Menéndez, F., Maz Machado, A., & López, C. (2015).

*Tecnología móvil y enseñanza de las matemáticas: una experiencia de aplicación de app Inventor*. Recuperado el 07 de Enero del 2021.

<https://thales.cica.es/epsilon/>

Cifuentes Noreña, E. E., & Fanola Merino, W. B. (2016). *Electrónica -*

*UNMSM*. Recuperado el 15 de Enero del 2021.

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/electron/article/view/15298>

Consejos para mi huerto. (s.f.). Recuperado el 04 de Febrero del 2021. <https://www.consejosparamihuerto.com/herramientas-de-riego/riego-por-goteo/esquema-riego-por-goteo/>

Cuzco, V., & Tenemaza, C. (2013).

Escobar Manzaba, C. D., & Farfán Orellana, K. J. (17 de AGOSTO de 2018). *Diseño de un sistema de riego para la implementación de cultivos automatizados en el recinto playa seca del cantón el triunfo*. Recuperado el 09 de Febrero del 2021



<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/36909/1/Tesis%20Sistema%20de%20Oriego%20Automatizado-%20Escobar-Farfan.pdf>

Laverde Mena, J. A. (AGOSTO de 2016). *Diseño de un sistema de riego para la implementación de cultivos*. Recuperado el 12 de Febrero del 2021

<http://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/4642/1/TUQIS001-2016.pdf>

Llamas, L. (2008). *Detector de lluvia con arduino y sensor FC-37 O YL-83*. Recuperado el 18 de Febrero del 2021. <https://www.luisllamas.es/arduino-lluvia/>

Manzano , R., Pérez, M., & Ponguillo , R. (14 de SEPTIEMBRE de 2011). *Diseño de un modulo de propiedad intelectual basado en fpga para el manejo del bus i2c*. Recuperado el 24 de Febrero del 2021.

<https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/17054>

Mejia Jervis, T. (2010). *Lifeder.com*. Recuperado el 02 de Marzo del 2021. <https://www.lifeder.com/tipos-de-sensores/>

Mena, L. (2016).

Romero Rodríguez, G. A., & Toloza Pinto, F. D. (2019). Recuperado el 05 de Marzo del 2021 del 2021 <https://hdl.handle.net/11673/48973>

Salcedo Torres, A. D. (12 de JUNIO de 2015). *Diseño de un sistema automatizado para riego por goteo para palta Hass*. Recuperado el 08 de Marzo del 2021. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6072>

Valle Hernández , L. (2019). *Escoger el mejor sensor de temperatura para Arduino*. Recuperado el 10 de Marzo del 2021

<http://www.bolanosdj.com.ar/MOVIL/ARDUINO2/sensoresmardui.pdf>

Veronesi, R. L. (24 de Agosto de 2006). Repositório Institucional UNIVEM. Recuperado el 12 de Marzo del 2021. <http://hdl.handle.net/11077/297>

Yepez, J. (24 de Marzo de 2014). *Características de los pines de la lcd 16x2*. Recuperado el 15 de Marzo del 2021  
<https://jovannayepes.wordpress.com/2014/03/24/caracteristicas-de-los-pines-de-la-lcd-16x2/>

## 6. Anexos