



**Implementación de un sistema de riego automatizado para un domicilio privado controlado mediante Arduino.**

Sacatoro Toaquiza, Juan Antony

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Automatización e Instrumentación

Ing. Calvopiña Osorio, Jenny Paola

Latacunga

17 de agosto de 2021



## DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

### CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN

#### Certificación

Certifico que la monografía, “ **Implementación de un sistema de riego automatizado para un domicilio privado controlado mediante Arduino** ” fue realizada por el señor **Sacatoro Toaquiza, Juan Antony** la cual ha sido revisada 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, 17 de agosto de 2021



Firmado electrónicamente por:  
**JENNY PAOLA  
CALVOPINA  
OSORIO**

---

Ing. Calvopiña Osorio, Jenny Paola

C.C: 0503390239

## Reporte de verificación

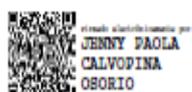


### Document Information

Analyzed document	MONOGRAFÍA_SACATORO.pdf (D111432095)
Submitted	8/18/2021 6:44:00 PM
Submitted by	
Submitter email	jasacatoro@espe.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	jpcalvopina1espe@analysis.orkund.com

### Sources included in the report

SA	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / MONOGRAFIA_CUNALATA_PULLUQUITIN_BRAYAN_SANTIAGO.pdf</b>	 4
	Document MONOGRAFIA_CUNALATA_PULLUQUITIN_BRAYAN_SANTIAGO.pdf (D100939682) Submitted by: bscunalata@espe.edu.ec Receiver: jpcalvopina1espe@analysis.orkund.com	
SA	<b>proyecto Titulacion-final Oscar Paul Quimis Tumbaco.docx</b>	 1
	Document proyecto Titulacion-final Oscar Paul Quimis Tumbaco.docx (D30563229)	
SA	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Monografia_Yasig_Cuichán_Geovanny_Daniel.pdf</b>	 1
	Document Monografia_Yasig_Cuichán_Geovanny_Daniel.pdf (D98219513) Submitted by: gdyasig@espe.edu.ec Receiver: sealpusig.espe@analysis.orkund.com	



Ing. Calvopiña Osorio, Jenny Paola  
 C.C.: 0503390239



## DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

### CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN

#### Responsabilidad de auditoría

Yo, **Sacatoro Toaquiza, Juan Antony**, con cédula de ciudadanía n° 0550616023, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Implementación de un sistema de riego automatizado para un domicilio privado controlado mediante Arduino**, 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, 17 de agosto de 2021

---

**Sacatoro Toaquiza, Juan Antony**

C.C: 0550616023



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E**  
**INSTRUMENTACIÓN**

**Autorización de publicidad**

Yo **Sacatoro Toaquiza, Juan Antony**, con cédula de ciudadanía 0550616023 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Implementación de un sistema de riego automatizado para un domicilio privado controlado mediante Arduino**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 17 de agosto de 2021

---

**Sacatoro Toaquiza, Juan Antony**

C.C: 0550616023

### **Dedicatoria**

“En vida tienes solo un intento cumple tus metas y no te rindas jamás”

Anónimo.

El presente proyecto está dedicado especialmente a Dios y a mis padres. A dios, porque a lo largo de mi vida estudiantil y universitaria siempre me abrieron las puertas para cumplir mis metas, me ha dado fuerzas para seguir luchando, aunque existan adversidades que me lo impidan cumplir y a mis padres porque tuvieron confianza en mí, me dieron el apoyo necesario para sobresalir en mis estudios además por ser la razón principal de graduarme como un profesional y hacerles sentir muy orgullosos.

## **Agradecimiento**

Agradezco principalmente a mi madre María Toaquiza y a mi padre Juan Sacatoro ellos son la razón más importante, porque depositaron la confianza en mí desde que era un niño y empecé a estudiar en la escuela hasta ser un joven y llegar a estudiar a la universidad, a mi hermano mayor Dorian porque él me supo dar consejo y además me dio apoyo mutuo en mis estudios, a mis maestros que me impartieron sus conocimiento y experiencias formando profesionales de calidad para la sociedad ellos fueron para mí los docentes fueron grandes amigos, y finalmente a todos mis amigos de carrera que me hicieron vivir momentos felices a lo largo de mi vida universitaria.

## Tabla de contenidos

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Reporte de verificación.....	3
Responsabilidad de auditoría.....	4
Autorización de publicidad.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento .....	7
Tabla de contenidos.....	8
Índice de tablas .....	11
Índice de figuras.....	12
Resumen .....	14
Abstract.....	15
<b>Planteamiento del problema .....</b>	<b>16</b>
Tema .....	16
Antecedentes .....	16
Planteamiento del problema .....	17
Justificación.....	17
Objetivos .....	18
<i>Objetivo General</i> .....	18
<i>Objetivos Específicos</i> .....	19
Alcance .....	19
Marco teórico.....	20
Riego.....	20
Método de riego para una alta producción .....	20
Sistema de Riego.....	20
<i>Clasificación de los tipos de riegos</i> .....	21
Sistemas de riego aéreos .....	21
Aspersión .....	21
Mini aspersión .....	23
Sistema de riego localizado.....	23
Goteo.....	24
Microaspersión.....	25
Sistema de medición y control.....	27
Sensores.....	28
<i>Tipos de sensores</i> .....	29
Sensor de movimiento o Pir.....	29

Sensor de Lluvia .....	30
Sensor de Humedad FC-28 .....	31
Sensor de Temperatura y Humedad DHT11 .....	32
Modulo RTC DS1307 .....	33
Controladores.....	34
<i>Tipos de Arduino</i> .....	34
Arduino Uno.....	35
Arduino Mega.....	35
Arduino Nano .....	36
Características de Módulos Arduino .....	37
<i>App Inventor</i> .....	37
<i>Entorno de App Inventor</i> .....	38
Actuadores .....	39
<i>Bomba de Agua</i> .....	39
Tipos de bombas de agua .....	39
<i>Bomba Periférica Modelo QB-60</i> .....	40
Características .....	41
Curva de Rendimiento .....	42
<i>Periféricos</i> .....	42
Pantalla LCD 16x2.....	42
Zumbadores .....	43
Luz Piloto .....	44
<i>Módulos</i> .....	44
Módulo Bluetooth HC-05 .....	44
Modulo Relay .....	45
Desarrollo del tema .....	46
Implementación de sistema.....	45
<i>Diseño de la placa PCB del sistema automatizado</i> .....	49
<i>Código Principal de Programación</i> .....	50
<i>Conexión del Arduino Uno a los sensores</i> .....	51
Diagrama y Programación del Sensor Pir .....	53
Diagrama y Programación del Sensor de Lluvia .....	54
Diagrama y Programación del sensor DHT11 .....	55
Programación del sensor de humedad de suelo FC-28 .....	57
Diagrama y Programación del módulo RTC DS1307.....	58
Diagrama y programación del módulo Bluetooth HC-05. ....	59
<i>Desarrollo de la aplicación</i> .....	61
<i>Electrobomba</i> .....	64

<i>Controlador</i> .....	64
<b>Prueba y resultados del Proyecto</b> .....	67
<b>Control Manual y visualización de datos en la App Móvil.</b> .....	67
<b>Riego Automatizado</b> .....	68
<b>Resultados del sistema Riego</b> .....	72
<b>Conclusiones y recomendaciones</b> .....	76
<b>Conclusiones</b> .....	76
<b>Recomendaciones</b> .....	77
<b>Bibliografía</b> .....	79
<b>Anexos</b> .....	84

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1</b>	<i>Ventajas y Desventajas del riego por aspersión.</i>	22
<b>Tabla 2</b>	<i>Ventajas y Desventajas del sistema de riego localizado.</i>	24
<b>Tabla 3</b>	<i>Ventajas y Desventajas del sistema de riego por goteo</i>	25
<b>Tabla 4</b>	<i>Ventajas y Desventajas del sistema de riego por microaspersión</i>	26
<b>Tabla 5</b>	<i>Características del Arduino Uno</i>	37
<b>Tabla 6</b>	<i>Características de la Bomba Modelo QB-60.</i>	41
<b>Tabla 7</b>	<i>Pines de Conexión</i>	51
<b>Tabla 8</b>	<i>Indicadores para el flujograma.</i>	65
<b>Tabla 9</b>	<i>Valores referenciales del estado del suelo</i>	70
<b>Tabla 10</b>	<i>Resultados del sistema de riego.</i>	73

## Índice de figura

<b>Figura 1</b> <i>Riego en plantas</i> .....	20
<b>Figura 2</b> <i>Sistemas de Riego</i> .....	21
<b>Figura 3</b> <i>Aspersión</i> .....	22
<b>Figura 4</b> <i>Riego por mini aspersión</i> .....	23
<b>Figura 5</b> <i>Sistema de riego por goteo</i> .....	24
<b>Figura 6</b> <i>Sistema de riego por microaspersión</i> .....	26
<b>Figura 7</b> <i>Diagrama de bloque del sistema de control de lazo abierto</i> .....	27
<b>Figura 8</b> <i>Diagrama de bloques del sistema de control de lazo cerrado</i> .....	28
<b>Figura 9</b> <i>Diagrama de funcionamiento de un sensor</i> .....	28
<b>Figura 10</b> <i>Tipos de sensores</i> .....	29
<b>Figura 11</b> <i>Sensor PIR</i> .....	30
<b>Figura 12</b> <i>Sensor de Lluvia</i> .....	31
<b>Figura 13</b> <i>Sensor de Humedad de Suelo</i> .....	32
<b>Figura 14</b> <i>Sensor de Temperatura y Humedad DHT11</i> .....	33
<b>Figura 15</b> <i>Modulo RTC DS1307</i> .....	34
<b>Figura 16</b> <i>Tipos de Arduino</i> .....	34
<b>Figura 17</b> <i>Placa Arduino Uno</i> .....	35
<b>Figura 18</b> <i>Placa Arduino Mega</i> .....	36
<b>Figura 19</b> <i>Placa Arduino Nano</i> .....	36
<b>Figura 20</b> <i>Inicio de App Inventor</i> .....	38
<b>Figura 21</b> <i>Entorno de trabajo de App Inventor</i> .....	39
<b>Figura 22</b> <i>Bomba de Agua Centrífuga</i> .....	40
<b>Figura 23</b> <i>Bomba de Agua Periféricas</i> .....	40
<b>Figura 24</b> <i>Bomba Periférica Modelo QB-60</i> .....	41
<b>Figura 25</b> <i>Curva de Rendimiento</i> .....	42
<b>Figura 26</b> <i>Pantalla LCD 16X2</i> .....	43
<b>Figura 27</b> <i>Zumbador o Buzzer</i> .....	43
<b>Figura 28</b> <i>Luz Piloto</i> .....	44
<b>Figura 29</b> <i>Módulo Bluetooth HC-05</i> .....	45
<b>Figura 30</b> <i>Módulo Relay</i> .....	45
<b>Figura 31</b> <i>Diagrama de conexión y ubicación de los sensores</i> .....	47
<b>Figura 32</b> <i>Medidas de toda el área de implementación del sistema</i> .....	48
<b>Figura 33</b> <i>Diagrama de conexión para la placa PCB</i> .....	49
<b>Figura 34</b> <i>Pistas para la Placa PCB</i> .....	50
<b>Figura 35</b> <i>Librerías principales utilizadas</i> .....	50
<b>Figura 36</b> <i>Diagrama de conexión de los sensores y módulos</i> .....	52
<b>Figura 37</b> <i>Sistema de alarma con el sensor Pir</i> .....	53
<b>Figura 38</b> <i>Programación del sensor PIR</i> .....	54
<b>Figura 39</b> <i>Diagrama de conexión del sensor de lluvia</i> .....	54
<b>Figura 40</b> <i>Programación utilizada para el sensor de lluvia</i> .....	55
<b>Figura 41</b> <i>Diagrama de conexión de sensor DHT11</i> .....	56
<b>Figura 42</b> <i>Programación del sensor DHT11</i> .....	56
<b>Figura 43</b> <i>Programación para visualizar los estados del suelo</i> .....	57
<b>Figura 44</b> <i>Diagrama de conexión del módulo RTC DS1307</i> .....	58
<b>Figura 45</b> <i>Programación de los horarios</i> .....	59
<b>Figura 46</b> <i>Diagrama de conexión del módulo Bluetooth HC-05</i> .....	60

<b>Figura 47</b>	<i>Programación encendido y apagado de una electrobomba y luminari....</i>	60
<b>Figura 48</b>	<i>Desarrollo de la Aplicación en App Inventor.....</i>	61
<b>Figura 49</b>	<i>Programación en diagrama de bloques.....</i>	62
<b>Figura 50</b>	<i>Icono de la aplicación móvil. ....</i>	63
<b>Figura 51</b>	<i>Parte interna de aplicación móvil. ....</i>	63
<b>Figura 52</b>	<i>Conexión del módulo relay a una electrobomba y focos de 110v.....</i>	64
<b>Figura 53</b>	<i>Flujograma del funcionamiento de los sensores. ....</i>	66
<b>Figura 54</b>	<i>Obtención de datos y Control de proceso. ....</i>	67
<b>Figura 55</b>	<i>Configuración del mando por voz y su respectivo uso. ....</i>	68
<b>Figura 56</b>	<i>Componentes en el tablero control. ....</i>	68
<b>Figura 57</b>	<i>Muestra del estado seco del suelo.....</i>	70
<b>Figura 58</b>	<i>Muestra de estado de suelo normal. ....</i>	71
<b>Figura 59</b>	<i>Muestra del estado de suelo húmedo.....</i>	71
<b>Figura 60</b>	<i>Sistema de seguridad encendido. ....</i>	72
<b>Figura 61</b>	<i>Comparación de datos de Humedad y Estado de la Bomba. ....</i>	74
<b>Figura 62</b>	<i>Operatividad de sistema de seguridad.....</i>	74
<b>Figura 63</b>	<i>Operatividad del sensor de lluvia. ....</i>	75

## **Resumen**

Este proyecto fue implementado en una propiedad privada en el cantón Pujilí, utilizando tecnología Arduino. El objetivo del sistema de riego automatizado, es reducir desperdicios en el sistema de distribución de agua que utiliza el método de goteo de método y método de aspersión. También se puede establecer horarios y condiciones en base a la humedad para que el proceso se active de forma automática. Los horarios se definen en tres jornadas; matutinas, vespertino y nocturno para el riego de cultivos mediante el módulo RTC. Para la medición de humedad del suelo se utilizó el sensor FC28, estableciéndose tres rangos; húmedo, normal y seco, por lo que la bomba se activa siempre y cuando se encuentre dentro de un horario preestablecido y rango de humedad seco. Además, se colocó un sensor de lluvia que detecta precipitaciones y apaga la bomba de forma automática, para aprovechar el recurso natural. La caja de control del sistema tiene una pantalla LCD en la que se puede visualizar los valores detectados por los sensores y luces piloto para indicar el rango de humedad y el estado de la bomba. Conjuntamente se elaboró una aplicación para Android, que se conecta al sistema con un módulo Bluetooth HC-05. Desde la aplicación se puede; realizar un control manual mediante botones o mando de voz, visualizar datos de sensores, horarios de riego y estado de la bomba. Para proteger los elementos de la caja de control se colocó un sensor PIR, para la activación de una alerta sonora.

Palabras clave:

- **RIEGO POR ASPERSIÓN**
- **RIEGO POR GOTEO**
- **SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DHT11**
- **SENSOR DE HUMEDAD DE SUELO FC-28**
- **SENSOR DE LLUVIA YL-83**

**Abstract**

This project was implemented on a private property in the Pujilí canton, using Arduino technology. The goal of the automated irrigation system is to reduce waste in the water distribution system using the drip method and sprinkler method. You can also set schedules and conditions based on humidity so that the process is activated automatically. The schedules are defined in three days; morning, evening and night for irrigation of crops through the RTC module. For the measurement of soil moisture, the FC28 sensor was used, establishing three ranges; wet, normal and dry, so the pump is activated as long as it is within a preset time and dry humidity range. In addition, a rain sensor was placed that detects precipitation and turns off the pump automatically, to take advantage of the natural resource. The system control box has an LCD screen on which the values detected by the sensors and pilot lights can be displayed to indicate the humidity range and the status of the pump. A joint application for Android was developed, which connects to the system with a Bluetooth HC-05 module. From the application you can; perform manual control by buttons or voice command, view sensor data, watering schedules and pump status. To protect the elements of the control box, a PIR sensor was placed to activate an audible alert.

Keywords:

- **IRRIGATION BY SPRAY**
- **DRIP IRRIGATION**
- **TEMPERATURE AND HUMIDITY SENSOR DHT11**
- **SOIL MOISTURE SENSOR FC-28**
- **RAIN SENSOR YL-83**

## Capítulo I

### 1. Planteamiento del problema

#### 1.1 Tema

Implementación de un sistema de riego automatizado para un domicilio privado controlado mediante Arduino.

#### 1.2 Antecedentes

Los sistemas de riego es una de las actividades más utilizadas en el campo agrario, una de las razones es la escasez de precipitaciones en ciertos lugares del planeta. Estos sistemas son fundamentales para la distribución del agua en grandes extensiones de cultivos de consumo humano y ornamental. Inicialmente se realizaban de forma manual, donde el concepto de la automatización todavía no ha sido añadido a los sistemas de riego, entonces para la distribución de agua se realizaban surcos donde pasaba el agua humectando a las plantas en toda el área del terreno de una manera descontrolada y mal distribuida. (Israelsen & Hansen, 1981)

Los sistemas de riego con el pasar de los tiempos han evolucionado para mejorar de la calidad de los productos. Actualmente existen sistemas de riego realizados con tuberías, electrobombas y válvulas manuales que el operario debe manipular según horarios preestablecidos para la distribución de agua en toda el área de regadío.(Israelsen & Hansen, 1981)

Hoy en día existen empresas dedicadas a sistemas de riego pero son de alto costo y no son accesible para la clase media-baja, ya que utilizan equipos propietarios, por esa razón el presente se propone a partir de tecnología de libre acceso, además de ser parte de los conocimientos adquiridos en la universidad, utilizando tecnología Arduino, sensores que mide variables físicas y distintos elementos electrónicos que son accesibles para cualquier persona y de muy bajo

costo, esto permitirá un control automático de todo el sistema. (Cervantes et al., 2016)

### **1.3 Planteamiento del problema**

La necesidad de desarrollar el presente proyecto es mejorar el proceso existente que cuenta con un reservorio de agua y diferentes elementos de aspersión de uso manual para el funcionamiento del sistema de riego, por lo que los horarios de regadío en los cultivos del terreno no existen el personal adecuado y especializado para poder realizar la respectiva acción, donde la conceptualización de un sistema de riego automático, accesible y con una facilidad de control todavía no ha sido tomado cuenta para tomarlo como referencia y realizarlo sin ningún problema por la falta de personal y conocimiento del mismo.

En el sistema de riego cuando se realiza de forma manual causa principalmente una mala distribución, un mal manejo o control del agua al momento de regarlo en toda el área del terreno, ocasionando así un desperdicio del agua, afectando económicamente al propietario, además un alto consumo de agua en las plantas lo que ocasiona deficiencias nutrimentales en los cultivos, en cambio el déficit provoca anomalías y distorsión en el crecimiento, ocasionando al propietario pérdidas económicas por un mal tratamiento del terreno y una mala calidad en los productos de consumo humano y en las plantas que dan adorno a la propiedad.

### **1.4 Justificación**

En el cantón Pujilí, parroquia La Victoria, barrio Mulinlivi Norte se ubica la vivienda de la familia Sacatoro Toaquiza, uno de sus ingresos fundamentales es la producción y venta de alfalfa de mejor calidad consiguiendo así a la familia un ingreso adicional que aporta una estabilidad económica.

La necesidad de implementar el presente proyecto es realizar un sistema de riego automatizado que permita controlar y distribuir correctamente el agua de forma automática y accesible para cualquier personal, utilizando sensores que miden diferentes variables meteorológicas, además se podrá establecer horarios en cualquier momento mediante mando por voz, finalmente los diferentes datos que establezcan los sensores se podrá visualizar en una aplicación, el encendido y apagado de la electrobomba y la iluminaria se podrá realizar mediante una aplicación.

La implementación de este sistema es ayudar a mitigar sistemas de uso manual e implementar el uso automático en todo el sistema de riego, además el principal beneficiario será el agricultor donde el benefactor podrá controlar el líquido vital de mejor manera, sin generar problemas en la distribución y desperdicios, además esta implementación dará un inicio fundamental al avance tecnológico en sistemas de riegos en la zona donde se ubica la vivienda, ya que actualmente las zonas aledañas lo realizan de forma rudimentaria.

Este proyecto tiene una finalidad de controlar y distribuir el agua en toda el área del terreno del propietario, utilizando materiales existentes en el mercado y que son básicamente de bajo costo y accesible para cualquier personal, además el presente proyecto es posible realizarlo gracias a los conocimientos adquiridos en la universidad que especialmente están relacionadas con las materias de Instrumentación, Circuitos de Corriente Alterna, Programación y Sistema Embebidos siendo un apoyo fundamental para realizar el proyecto. (Espinosa et al., 2018)

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 *Objetivo General***

- Implementar un sistema de riego automatizado para un domicilio privado controlado mediante Arduino.

### **1.5.2 *Objetivos Específicos***

- Investigar qué sensores y actuadores para sistemas de aspersión existen y que sean compatibles con Arduino en páginas oficiales, libros, proyectos de grado, artículos académicos y repositorios digitales.
- Levantar información de las necesidades del domicilio para definir el modo de funcionamiento del sistema de aspersión en base a los elementos compatibles con Arduino disponibles en el mercado.
- Implementar y verificar la operatividad del sistema de aspersión mediante pruebas para determinar las condiciones de funcionamiento óptimo.

### **1.6 Alcance**

La propuesta del trabajo es implementar un sistema de riego automatizado para la distribución del líquido vital en una propiedad privada ubicada en el Cantón Pujilí, donde el principal beneficiario es el propietario.

Con la implementación de este sistema de riego automatizado con componentes electrónicos como el Arduino Uno 320p, diferentes módulos, sensores que son compatibles con esta tecnología, además de utilizar dispositivos que trabajan con corriente alterna como: electrobomba monofásica y luminarias de 110V. Además, el desarrollo de una aplicación para Android para control por mando por voz, control manual del sistema y visualización los datos de los sensores, mostrando al propietario un entorno amigable para una fácil operación de todo el sistema.

## Capítulo II

### 2. Marco teórico

#### 2.1 Riego

El riego se define como una forma de suministrar el agua al terreno con el fin que las especies vegetales tengan la humedad necesaria para su desarrollo y crecimiento (ver **Figura 1**). En sentido más amplio, la irrigación puede definirse como la aplicación de agua al terreno, los objetivos principales del riego es proporcionar humedad al suelo para que los cultivos se desarrollen de forma natural y asegurar a los cultivos contra las sequías etc.(Israelsen & Hansen, 1981)

#### Figura 1

*Riego en plantas*



*Nota.* En la imagen se observa el riego en las plantas. Tomado de (Silvi01, 2019)

#### 2.2 Método de riego para una alta producción

En principio, la forma de regar es buena para los cultivos cuando la humedad tenga un aproximado de 30cm con la superficie del suelo. En condiciones donde marque sistemas productivos intensos, se logra utilizando el sistema de riego localizado, ya sea de goteo o aspersión. (Gurovich, 1985)

#### 2.3 Sistema de Riego

Se denomina a un sistema de riego a las estructuras, que hacen posible que una cierta determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua imprescindibles para los cultivos, este sistema contiene serie de componentes, estos componentes van a depender si el riego es por medio de goteo, aspersión y superficial (ver **Figura 2**). (Montserrat, 2005)

## **Figura 2**

### *Sistemas de Riego*



*Nota.* En la imagen se observa los sistemas de riego. Tomado de (Admin, 2016)

### **2.3.1 Clasificación de los tipos de riegos**

#### **a. Sistemas de riego aéreos**

Estos sistemas son los que se aplican en forma de lluvia, donde moja toda la planta, el aprovechamiento del agua es muy inferior al de los sistemas de riego localizado, para la selección del tipo de riego aéreo se debe llevar un adecuado diseño para que sea más eficiente en la penetración de las gotas en la superficie del suelo. (Montserrat, 2005)

#### **b. Aspersión**

El sistema de riego por aspersión es un sistema apropiado para el riego en la parte de afuera de las plantas que aporte una precipitación media (5 a 20 l/hm<sup>2</sup>) (ver

**Figura 3**), donde el objetivo es minimizar la parte económica de la instalación.(Montserrat, 2005)

### Figura 3

*Aspersión*



*Nota.* En la imagen se puede observar al sistema de aspersión en cultivos. Tomado de (Mendoza, 2019)

Este sistema es el más utilizado en nuestro país en zonas que se dedican a la agricultura. A continuación, se muestra la **Tabla 1** donde se muestra las ventajas y desventajas del riego por aspersión.

### Tabla 1

*Ventajas y Desventajas del riego por aspersión.*

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce la compactación del suelo.</li> <li>• Reduce el coste laboral.</li> <li>• Ahorro de agua hasta 30%- 50%.</li> <li>• Elimina los canales de transporte de agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos de la implementación son altos.</li> </ul>

*Nota.* Esta tabla se muestra las ventajas y desventaja del riego por aspersión. Tomado de (Mendoza, 2019)

### c. Mini aspersión

El sistema de riego por mini aspersión es apropiado para cualquier cultivo (ver **Figura 4**), este sistema de riego son más utilizables en los invernaderos, viviendas y parques con una gran propagación en estos últimos años por su eficiencia, calidad y precios. (Montserrat, 2005)

#### **Figura 4**

*Riego por mini aspersión*



*Nota.* Esta imagen muestra el sistema de riego por mini aspersión. Tomado de («Mini aspersores», 2013)

### d. Sistema de riego localizado

Estos sistemas son los que humectan al suelo en una sola parte donde la planta pueda aprovechar todos los nutrientes necesarios para un mejor crecimiento. (Montserrat, 2005)

A continuación, se muestra la **Tabla 2** donde se muestra las ventajas y desventajas del riego localizado.

**Tabla 2***Ventajas y Desventajas del sistema de riego localizado*

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un ahorro de agua.</li> <li>• Permiten sectores de riego de mayor superficie.</li> <li>• Tiene un menor gasto económico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de coste en la instalación.</li> <li>• Facilidad de obturación sin un sistema de filtración.</li> </ul>

*Nota.* Esta tabla muestra las ventajas y desventajas que puede causar el sistema por riego localizado. Tomado de(Montserrat, 2005)

#### **e. Goteo**

El sistema de riego por goteo es apropiado para el riego de árboles ornamentales, frutales y arbustos dentro de una vivienda o invernadero (ver **Figura 5**), donde se localiza el agua a cada planta mediante un emisor.(Montserrat, 2005)

#### **Figura 5**

*Sistema de riego por goteo*



*Nota.* Esta imagen muestra el sistema de riego por goteo. Tomado de (*Riego por Goteo*, 2020)

Este sistema es utilizado en mi país tanto en zonas rurales y urbanas ya que es accesible para cualquier personal.

A continuación, se muestra la **Tabla 3** donde se muestra las ventajas y desventajas del riego por goteo.

**Tabla 3**

*Ventajas y Desventajas del sistema de riego por goteo*

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo consumo de energía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene un alto costo en la instalación.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatización completa del sistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se puede trabajar en el suelo cuando el sistema este instalada.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disposición exacta del agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un elevado costo de mantenimiento.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de plagas.</li> </ul>	

*Nota.* Esta tabla muestra las ventajas y desventajas del sistema de riego por goteo.

Tomado de (Gardeneas, 2016)

#### **f. Microaspersión**

El sistema de riego por micro aspersión es un sistema apropiado para regar plantas de gran tamaño como árboles y arbustos, este sistema es utilizado en invernaderos, parques y viviendas, el rango que alcanza el agua es inferior a 3 metros. Este sistema hace ahorrar el agua y tiempo. (Montserrat, 2005)

**Figura 6***Sistema de riego por microaspersión*

*Nota.* En la imagen muestra el sistema de riego por microaspersión. Tomado de (Muñoz, 2016)

A continuación, se muestra la **Tabla 4** donde se muestra las ventajas y desventajas del riego por microaspersión.

**Tabla 4***Ventajas y Desventajas del sistema de riego por microaspersión*

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es adecuado para plantas de huertos.</li> <li>• Un ahorro de agua.</li> <li>• Se puede automatizar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La inversión inicial es alta.</li> <li>• Elementos pueden averiarse.</li> <li>• No tiene una buena uniformidad</li> </ul>

*Nota.* Esta tabla muestra las principales ventajas y desventajas del sistema de riego por microaspersión. Tomada de (Muñoz, 2016)

## 2.4 Sistema de medición y control

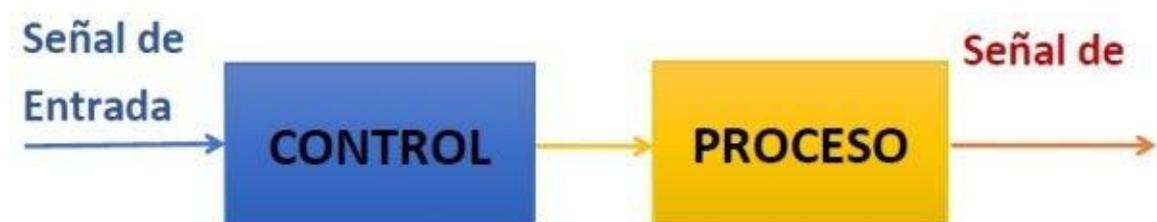
Un sistema de medición se refiere al conjunto de instrumentos, normas, operaciones, métodos, software y los recursos utilizados para poder cuantificar una unidad de medida. Además, puede considerarse como un proceso de manufactura para obtención de datos en su salida. Cuando se visualiza un sistema de medición es apropiado porque permite aprovechar sus conceptos para poder demostrar su utilidad en el área de control.(Infasdev, 2019)

El sistema de control es las actividades se refiere a las actividades que se realiza en la vida cotidiana, este sistema está definido como al conjunto de elementos asociados entre sí para la manipulación de ciertas variables para cumplir una necesidad específica. El sistema de control puede ser clasificados como: sistemas de control en lazo abierto y lazo cerrado.(Martínes, 2018)

El sistema de lazo abierto se refiere que la salida no afecta la acción de control (ver **Figura 7**).

### Figura 7

*Diagrama de bloque del sistema de control de lazo abierto.*



*Nota.* Esta imagen muestra el diagrama de bloque del sistema de lazo abierto.

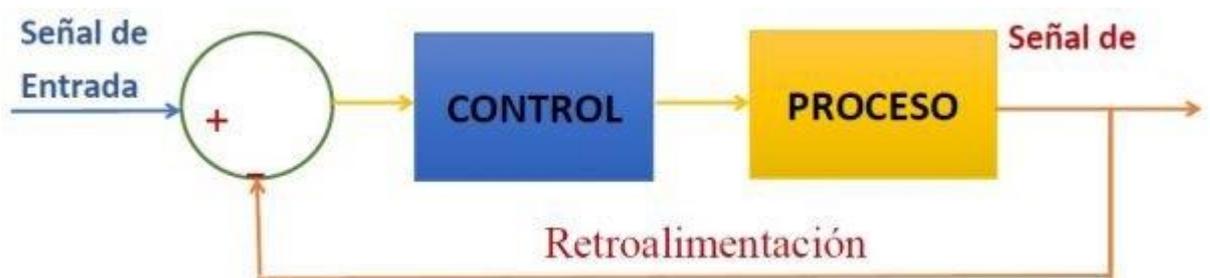
Tomado de (Martínes, 2018)

El sistema de lazo cerrado (ver **Figura 8**) se alimenta con el controlador de señal de error de actuación, es la diferencia entre la señal de entra y la

retroalimentación, importante para reducir el error y obtener un valor en la salida conveniente.

### Figura 8

*Diagrama de bloques del sistema de control de lazo cerrado.*



*Nota.* Esta imagen se muestra el diagrama del sistema de control de lazo de control de lazo cerrado. Tomado de (Martínes, 2018)

### 2.5 Sensores

En el ámbito de la electrónica los sensores son dispositivos que permiten medir múltiples variables físicas tales como temperatura, humedad, luz y convertirla o transformarla a una señal eléctrica, adicionalmente a los sensores también se los conoce como transductores (ver **Figura 9**). (Leon, 2021)

### Figura 9

*Diagrama de funcionamiento de un sensor*



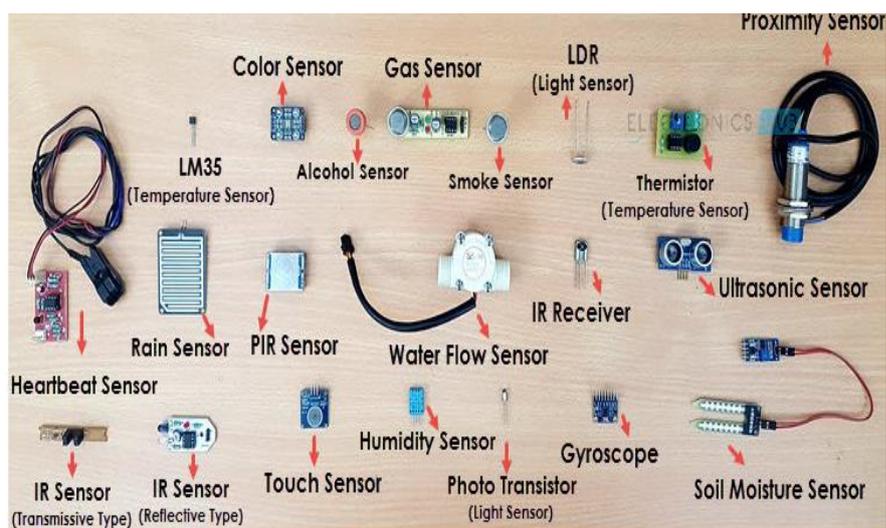
*Nota.* Esta imagen muestra como es el funcionamiento de un sensor. Tomado de (PrototipadoLAB, 2018)

### 2.5.1 Tipos de sensores

Los tipos de sensores son una lista muy amplia en los cuales se puede clasificar según la variable que pueda leer y su tipo de salida ya sea analógica o digital (ver **Figura 10** ).(Leon, 2021)

**Figura 10**

*Tipos de sensores*



*Nota.* Esta imagen muestra a los diferentes tipos de sensores que existen. Tomado de (PrototipadoLAB, 2018)

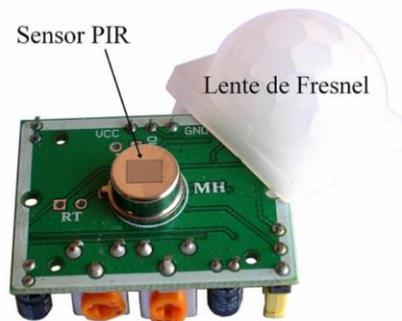
#### a. Sensor de movimiento o Pir.

El sensor Pir o también llamado pirólics o de movimiento son dispositivos que permite detectar la presencia de cualquier persona o animal que tenga radiación alrededor del entorno, este sensor tiene 2 elementos fundamentales un lente donde hacer recaer los rayos en un solo punto y un sensor Pir (ver **Figura 11**).(330ohms, 2020)

Para ver especificaciones más detallada ver **Anexo A**.

## Figura 11

### *Sensor PIR*



*Nota.* Esta imagen muestra la parte principal que tiene en la parte interna y exterior del sensor PIR. Tomado de (330ohms, 2020)

Características principales del Sensor PIR:

- Este sensor es compatible con la tecnología Arduino Uno.
- Tiene una alimentación de 5V y Gnd.
- Tiene una salida digital
- Tiene dos potenciómetros que permite calibra la distancia y el tiempo que pueda activar el sensor.
- Este tipo de sensor detecta presencia mediante la radiación que se puede emitir.
- Son sensores más utilizados en el ámbito de la seguridad.

### **b. Sensor de Lluvia**

El sensor de lluvia es un dispositivo que permite detectar la presencia de precipitaciones gracias a las variaciones de conductividad, existen varios modelos que son similares, como el FC-37 y el YL-83 (ver **Figura 12**). Estos sensores tienen una construcción es sencilla, contiene de dos contactos que están entrelazados entre sí, este tipo de sensor no tiene polaridad, en todos los modelos se envían

datos gracias al comparador LM393 donde permite leer valores analógicos y digitales. Los valores analógicos que puede leer son de 0 a 1023. (LLamas, 2016b)

Para ver más a detalle las especificaciones ver **Anexo B**.

### Figura 12

*Sensor de Lluvia*



*Nota.* Esta imagen muestra al sensor de lluvia y al comparador LM393. Tomado de (LLamas, 2016b)

Las características principales del sensor de lluvia son:

- Este tipo de sensor es compatible con la tecnología Arduino.
- Tiene una alimentación de 5V.
- Conexión a GND puede alimentarlo con el mismo GND que tenga el Arduino.
- Tiene salidas analógicas (A0) y digitales (D0).

### c. Sensor de Humedad FC-28

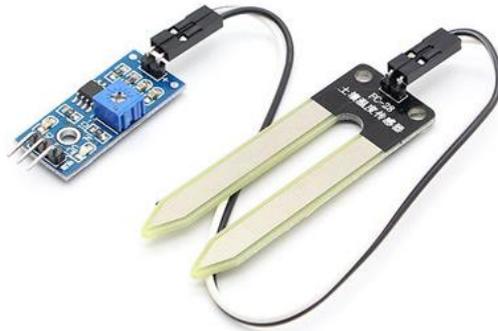
El sensor de humedad de suelo FC-28 son dispositivos que detectan la humedad que tenga el suelo, estos sensores son más utilizados en el ámbito del riego automatizado, este sensor también utiliza un comparador LM393, permite leer valores analógicos y una salida digital (ver **Figura 13** ). Los valores que se pueden

obtener es 0 a 1023 donde se puede programar un proceso respetando el rango de los valores establecidos. (LLamas, 2016a)

Para ver más a detalle las especificaciones ver **Anexo C**.

### Figura 13

#### *Sensor de Humedad de Suelo*



*Nota.* Esta imagen muestra al sensor de humedad de suelo conectada al comparador LM393. Tomada de (LLamas, 2016a)

Las características principales que tiene el sensor de humedad de suelo FC-28 son:

- Este tipo de sensor es compatible con la tecnología Arduino.
- Tiene una alimentación de 5V que puede ser conectado a la misma placa Arduino.
- Tiene salidas analógicas (A0) y digitales (D0).

#### **d. Sensor de Temperatura y Humedad DHT11**

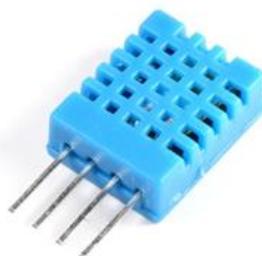
El sensor de temperatura y humedad DHT11 permite realizar la medición de temperatura y humedad simultáneamente, este dispositivo lo puede encontrar de dos modelos el primero es el DHT11 y DHT22 en estos tipos de modelos lo puede diferenciar por su encapsulado (ver **Figura 14**). El DHT11 tiene un encapsulado de color azul y el DHT22 un encapsulado blanco, estos dos dispositivos tiene un

procesador interno que permiten realizar la medición con una señal digital.(LLamas, 2016c)

Para ver más a detalle las especificaciones ver **Anexo D**.

#### **Figura 14**

*Sensor de Temperatura y Humedad DHT11*



**DHT11**

*Nota.* Esta imagen muestra al sensor de temperatura y humedad DHT11. Tomado de (LLamas, 2016c)

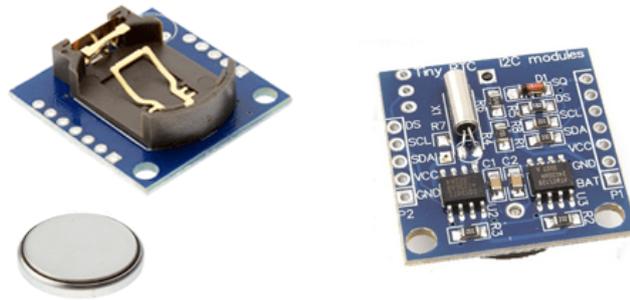
Las características principales que tiene el sensor de humedad y temperatura DHT11 son:

- Medición de temperatura de 0 a 50 °C con una precisión de 2°C.
- Medición de humedad 20 a 80% con precisión de 5%.
- La frecuencia muestreo es de 1 por segundo.

#### **e. Módulo RTC DS1307**

El módulo RTCDS1307 es un dispositivo importante para obtener datos de unidades temporales empleados de forma cotidiana, estos módulos son parecidos a los relojes habituales donde muestran las horas, minutos, segundo, años, meses y días, además este módulo se comunica a través del bus I2C y tiene una pila que tiene una duración aproximada de 2 a 3 años( ver **Figura 15** ).(LLamas, 2016f)

**Figura 15** *Modulo RTC DS1307*



*Nota.* Esta imagen muestra la parte superior e inferior del módulo RTC DS1307.

Tomado de (LLamas, 2016f)

## 2.6 Controladores

### 2.6.1 Tipos de Arduino

Los tipos de Arduino que existen es según su tipo de microcontrolador que este utilizado se recibe el nombre. Existe modelos como el Arduino Mega, Arduino Uno, Arduino Nano (ver **Figura 16**). (Pedrera, 2017)

**Figura 16**

*Tipos de Arduino*



*Nota.* Esta imagen muestra los tipos de Arduino. Tomado de (Oscar, 2009)

En los tipos de Arduino mencionado el Arduino Uno es el más utilizado donde se puede realizar proyectos normales que no sean tan complejos, en cambio con el Arduino Mega se puede realizar proyectos complejos y el Arduino Nano como su nombre lo describe sirve para hacer proyectos pequeños. La magnitud de los proyectos se lo realizan por la cantidad de entradas que tiene cada tipo Arduino.(Pedrera, 2017)

### a. Arduino Uno

El Arduino Uno es una placa que contiene un microcontrolador ATmega320P donde se deriva el propio nombre de este dispositivo, contiene 14 pines de salidas/entradas digitales de las cuales 6 son salidas PWM y 6 entradas son analógicas, un reloj de 16MHz, una conexión USB, 1 puerto serie hardware (UART) y una alimentación de la placa de 5V(ver **Figura 17**).(Tartera, 2018)

Para ver más especificaciones ver **Anexo E**.

### Figura 17

*Placa Arduino Uno*



*Nota.* Esta imagen muestra la placa Arduino Uno. Tomado de (Isaac, 2020a)

### b. Arduino Mega

El Arduino Mega es una placa con un microcontrolador ATmega2560 donde se puede desarrollar proyectos grandes, contiene 54 pines de entradas/salidas digitales donde 15 se utilizan como salidas PWM y 16 como entradas analógicas, un reloj de

16MHz, una conexión USB, 4 puertos de serie hardware (UART) y una alimentación de 5V (ver **Figura 18**). (Tartera, 2018)

### Figura 18

*Placa Arduino Mega*



*Nota.* Esta imagen muestra la placa Arduino Mega y sus elementos que componen.

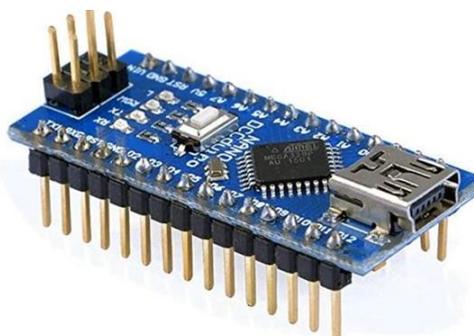
Tomado de (Isaac, 2020b)

### c. Arduino Nano

El Arduino nano es una placa pequeña de 18x54mm, basada de un microcontrolador Atmega328p en versiones 3.x, de fácil uso, contiene 14 pines digitales de las cuales 8 pines son analógicos, 2 pines de reinicio y 6 pines de potencia, usa un mini USB adaptable para la computadora, trabaja con una frecuencia de 16MHz y una alimentación de 5V (ver **Figura 19**). (Isaac, 2020c)

### Figura 19

*Placa Arduino Nano*



*Nota.* Esta imagen se muestra la placa Arduino Nano. Tomado de (Isaac, 2020c)

#### d. Características de Módulos Arduino

En la Tabla 5 se muestra la característica importante que tienen los diferentes modelos de Arduino.

**Tabla 5**

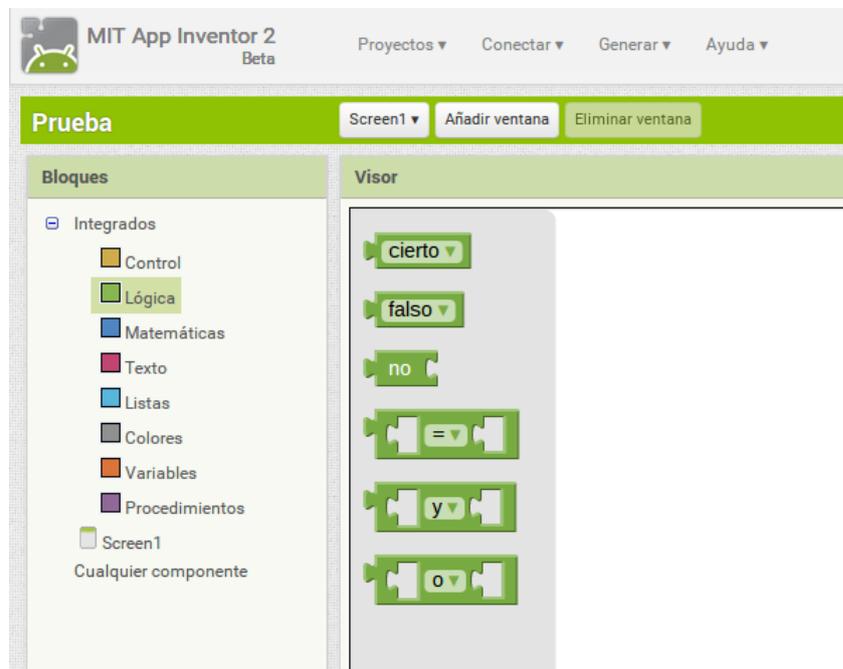
*Características del Arduino Uno*

Características	Arduino Uno	Arduino Mega	Arduino Nano
Microcontrolador	ATmega320P	ATmega2560	ATmega168
Voltaje	5V	5V	5V
Pines I/O Digitales	14	54	14
Salidas PWM	6	15	6
Entradas Analógicas	6	16	8
Corriente DC I/O en cada en pin	40mA	40mA	40mA
Corriente DC en el pin de 3.3V	50mA	50mA	..
Memoria Flash	32 KB	256 KB	16 KB
SRAM	2 KB	8 KB	1 KB
EEPROM	1 KB	4 KB	512 bytes
Reloj	16 MHz	16 MHz	16 MHz

*Nota.* Esta tabla muestra las características técnicas del Arduino. Tomado de (Tartera, 2018)

#### 2.6.2 App Inventor

El App Inventor es una página en línea donde permite desarrollar aplicaciones para Android, es un entorno fácil de manejar por cualquier persona que tenga accesibilidad a un navegador web y un teléfono, además todos tus proyectos se pueden almacenar para que luego tengas seguimiento de todos los proyectos que tengas (ver **Figura 20**). (Adriazola, 2017)

**Figura 20***Inicio de App Inventor*

*Nota.* Esta imagen muestra al inicio de la App Inventor para realizar tus proyectos.

Tomado de (Adriazola, 2017)

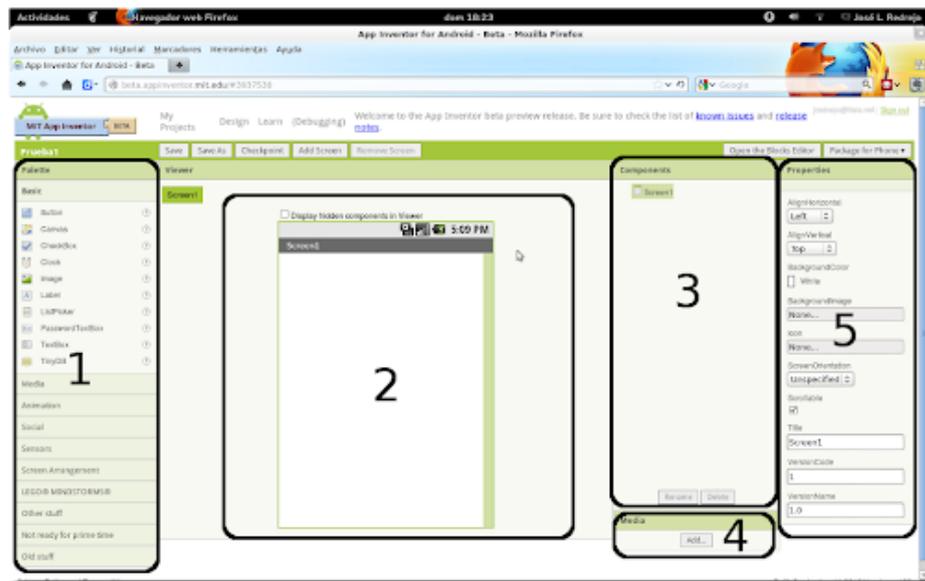
### **2.6.3 Entorno de App Inventor**

En el entorno de la App Inventor (ver **Figura 21**) está constituido por tres herramientas:

- En el gestor de proyectos permiten gestionar todos los proyectos que se realizaban con anterioridad.
- En el diseñador permiten elegir los diferentes componentes de la App y definir el ámbito del mismo.
- En el editor de bloques permite mostrar el comportamiento de la aplicación.

**Figura 21**

*Entorno de trabajo de App Inventor*



*Nota.* Esta imagen muestra el entorno de trabajo de la App Inventor. Tomado de (Rederjo, 2013)

## 2.7 Actuadores

### 2.7.1 Bomba de Agua

Las bombas de agua son máquinas especializadas para la succión de agua y trasladarlos de un lugar a otro, estas máquinas cubren diferentes áreas como la industria, agrícola y residenciales. Entre las bombas más utilizadas están las bombas centrífugas y las periféricas. (Lesics, 2016)

#### a. Tipos de bombas de agua

Las bombas centrífugas son de doble uso, el doméstico y el agrícola, este tipo de bomba extrae una gran cantidad de agua en menor tiempo posible (ver **Figura 22**). (motorex, 2017)

**Figura 22***Bomba de Agua Centrífuga*

*Nota.* Esta imagen muestra a una bomba centrífuga. Tomado de (motorex, 2017)

Las bombas periféricas son de un solo uso, el doméstico y tiene una elevación aproximada de 30 metros, extrae agua limpia y recirculada (ver **Figura 23**). (Vieta, 2019)

**Figura 23***Bomba de Agua Periféricas*

*Nota.* Esta imagen muestra a una bomba de agua periférica. Tomado de (Vieta, 2019)

**2.7.2 Bomba Periférica Modelo QB-60**

Este tipo de bomba tipos monofásico diseñadas para succionar aguas limpias y recirculada, esta bomba está construido en una fundición gris e impulsor de latón

(ver **Figura 24**), en caso de dificultades con el arranque de la bomba y requieras de las especificaciones verificar el **Anexo F.**(Newbery & Galvez, 2020)

### Figura 24

*Bomba Periférica Modelo QB-60*



*Nota.* Esta imagen muestra a la bomba periférica modelo QB60. Tomado de (Acom y Bombas S.A, 2020)

#### a. Características

En la **Tabla 6** se muestra las características técnicas que tiene una bomba de agua periférico del modelo QB-60.

**Tabla 6**

*Características de la Bomba Modelo QB-60*

	<b>Características</b>
<b>Tipo</b>	Eléctrico Monofásico
<b>Velocidad</b>	3450 RPM
<b>Frecuencia</b>	60 Hz
<b>Potencia (KW)</b>	0.37
<b>Q.max (l/min)</b>	40
<b>H max (m.c.a)</b>	40
<b>Grado de Protección</b>	IP44
<b>Temp. max. del agua</b>	40 °C

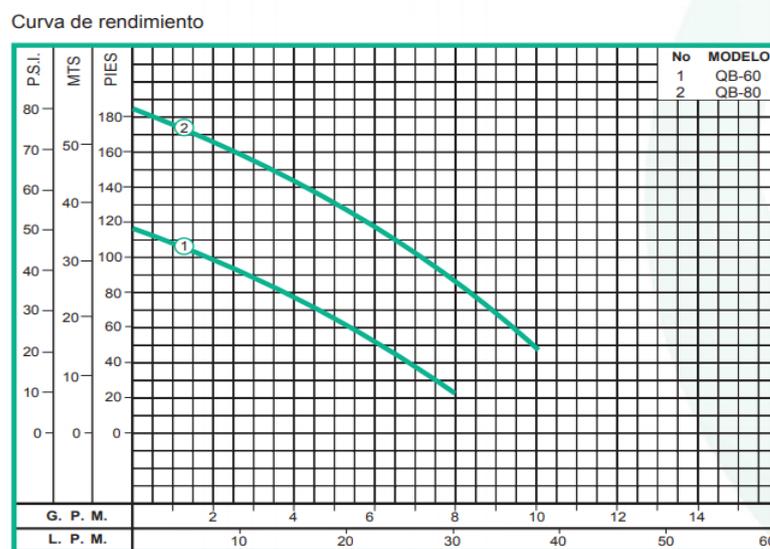
*Nota.* Esta tabla muestra las características de la bomba QB-60. Tomado de (Newbery & Galvez, 2020)

## b. Curva de Rendimiento

La curva de rendimiento es la manera de expresar la potencia, el par motor y el consumo en función de la velocidad rotacional. Cuando la potencia está disminuyendo el rendimiento del motor es bajo (ver **Figura 25**). (Mantilla & Prada, 2013)

**Figura 25**

*Curva de Rendimiento*



*Nota.* Esta imagen muestra la curva de rendimiento que tiene la bomba de agua del modelo QB-60. Tomado de (Newbery & Galvez, 2020)

### 2.7.3 Periféricos

Los periféricos son dispositivos auxiliares e independientes que están conectadas a una unidad de procesamiento, además son dispositivos hardware de los cuales el Arduino se comunica de forma exterior. (jecrespom, 2016)

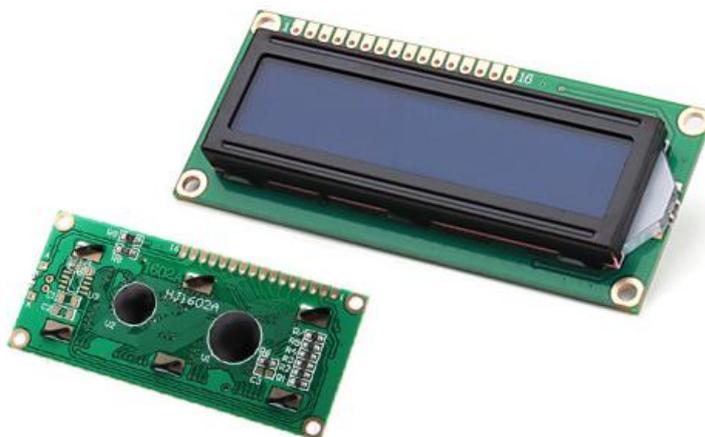
#### a. Pantalla LCD 16x2

La pantalla LCD 16X2 son dispositivos periféricos que son sencillos y económicos para dotar un display automática, este dispositivo permite control 16

caracteres alfanuméricos y símbolos además de tiene una memoria donde permita configurar sus propios caracteres(ver **Figura 26**). (LLamas, 2016d)

### **Figura 26**

*Pantalla LCD 16X2*



*Nota.* Esta imagen muestra la parte superior y inferior de la pantalla LCD 16X2.  
Tomado de (LLamas, 2016d)

### **b. Zumbadores**

Los zumbadores o más conocidos como buzzers son dispositivos periféricos que generan un sonido de una frecuencia, este dispositivo tiene un oscilador simple donde únicamente se suministre corriente emite un sonido, además este dispositivo se fácil de conecta y de controlar (ver **Figura 27** ).(LLamas, 2016e)

### **Figura 27**

*Zumbador*



*Nota.* Esta imagen muestra los tipos de zumbadores que existen. Tomado de (LLamas, 2016e)

### c. Luz Piloto

La luz piloto de bajo consumo o potencia es un dispositivo que permite visualizar un aviso del encendido o apagado de un equipo electrónico, por general existen dos tipos de modelos esto se da según su alimentación, existen luces piloto de 12V y 110V (ver **Figura 28**), además estos dispositivos son más utilizados en las industrias para las indicaciones de un proceso.(Gonzaga & Rodriguez, 2021)

### Figura 28

*Luz Piloto*

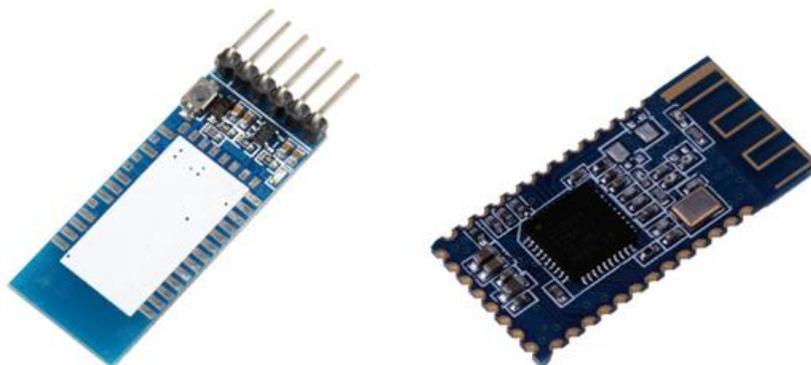


*Nota.* Esta imagen muestra las variedades de luces pilotos. Tomado de (Gonzaga & Rodriguez, 2021)

### 2.7.4 Módulos

#### a. Módulo Bluetooth HC-05

El módulo Bluetooth HC-05 es un dispositivo que permite comunicar mediante bluetooth con Arduino para realizar múltiples proyectos, con la tecnología bluetooth es uno de los mejores medios para comunicar de forma inalámbrica con Arduino (ver **Figura 29**). El módulo Bluetooth HC-05 tiene más superior técnicas que el módulo HC-06, gracias a que este módulo puede recibirlas e enviarlas la comunicación.(LLamas, 2015)

**Figura 29***Módulo Bluetooth HC-05*

*Nota.* Esta imagen muestra la parte superior e inferior del módulo bluetooth HC-05.

Tomado de (LLamas, 2015)

### **b. Módulo Relay**

El módulo relay es un dispositivo que es adaptable para Arduino y puede trabajo con elementos que ocupan corriente alterna, este módulo que actúa como un interruptor mecánico activándola de forma electrónica y no manual, además este dispositivo contiene un transistor que protege contra sobreintensidad (ver **Figura 30** ). Existen módulos de 1,2,4,8 y 16 relés.(Morales, 2019)

**Figura 30***Módulo Relay*

*Nota:* Esta imagen muestra la placa PCB del módulo relay. Tomado de (Morales, 2019)

## Capítulo III

### 3. Desarrollo del tema

#### 3.1 Implementación del sistema

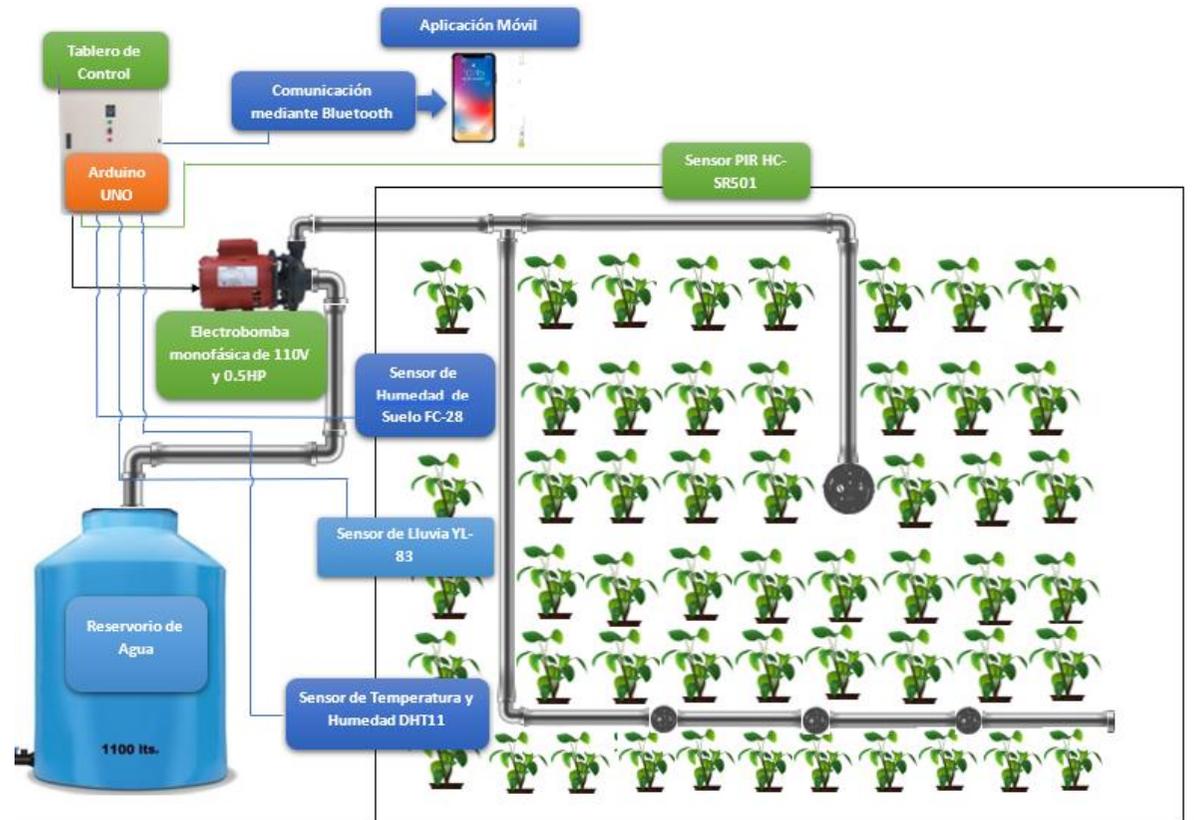
En el presente capítulo, se muestra el proceso de implementación de un sistema de riego automatizado, donde el primer factor fue ayudar con la tecnología Arduino a desarrollar un sistema avanzado de riego que sea accesible para cualquier persona, el sistema consta de un controlador (Arduino Uno) este dispositivo permite el control total de todo el proceso en este sistema, para la verificación de estados de humedad de suelo se utilizó un sensor FC-28, además se utilizó un sensor de lluvia que detecta la caída de lluvia apagando a la electrobomba, para establecer horarios de riego se utilizó el módulo RTC, adicionalmente se implementó un sistema de seguridad para la caja de control que alertar mediante una alarma.

Mediante una aplicación creada en la página online App Inventor y a través de un teléfono móvil se conectó de mediante el módulo bluetooth, esto para realizar el control manual del sistema a través del móvil, además permitirá visualizar datos de temperatura y humedad, finalmente se puede controlar por comando de voz el sistema. Mediante la pantalla LCD se podrá visualizar datos que muestra de los sensores de humedad de suelo y del sensor de lluvia.

En la **Figura 31** se muestra el diagrama de ubicación de los sensores PIR, FC-28, DHT11 y de Lluvia. Además, en la **Figura 32** se muestra las mediciones respectivas de toda el área de implementación del sistema.

**Figura 31**

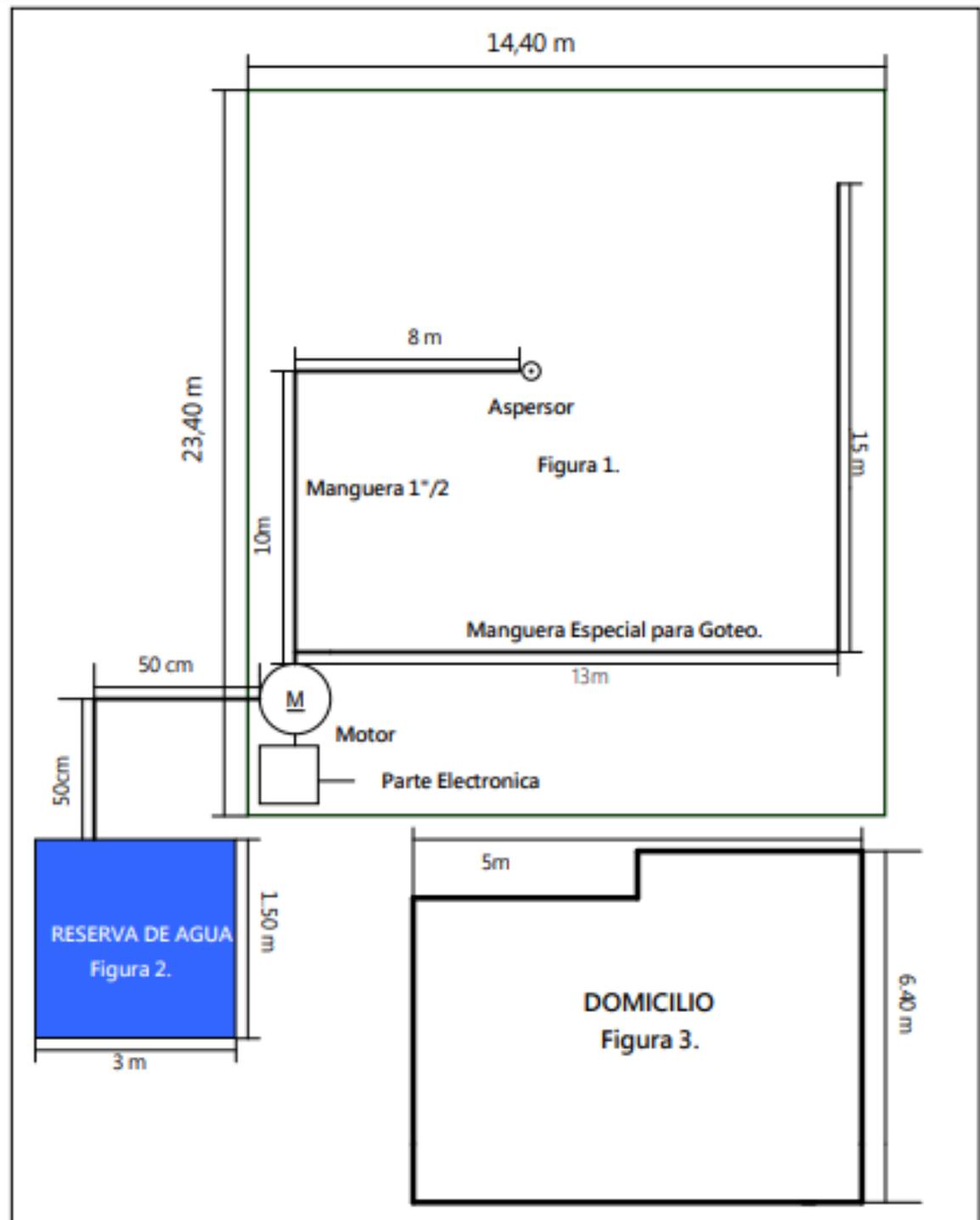
Diagrama de conexión y ubicación de los sensores.



*Nota.* Esta imagen muestra la instalación de campo, además de las conexiones y ubicaciones de los sensores.

**Figura 32**

Medidas de toda el área de implementación del sistema.



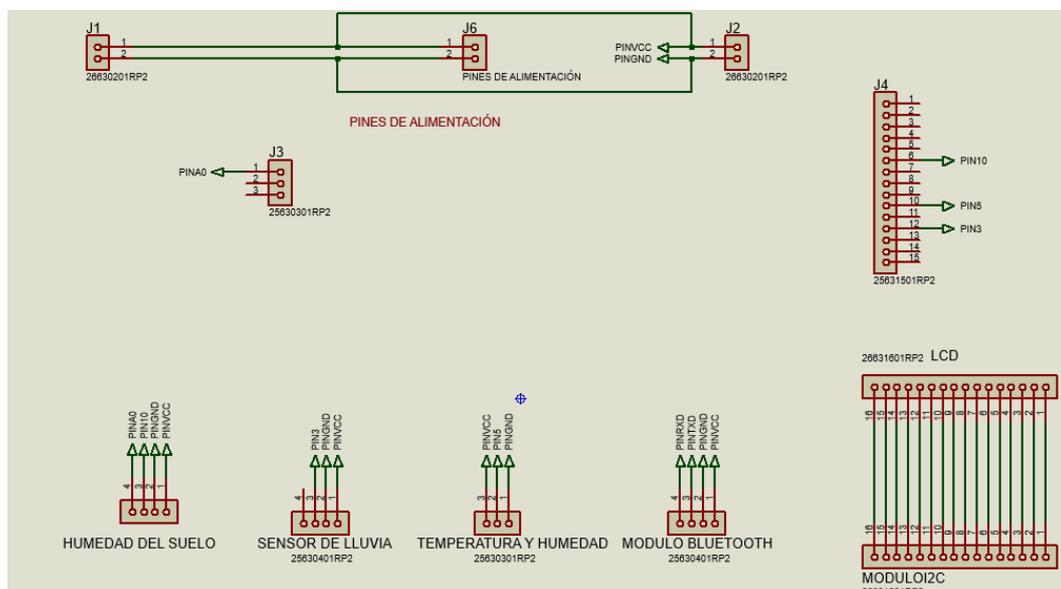
Nota. Esta imagen muestra las medidas de las tuberías y del área de implementación del sistema.

### 3.1.1 Diseño de la placa PCB del sistema automatizado

En el siguiente diagrama (ver **Figura 33**) se muestra la expansión de los pines de conexión de los sensores que necesitan ser instalados en el exterior del tablero de control, en nuestro caso se realizaron las conexiones de expansión para el sensor DHT11, sensor de humedad de suelo, sensor PIR, sensor de lluvia. Para los dispositivos que serán conectados dentro del tablero como el módulo bluetooth que estará conectado en la placa PCB, el módulo RTC y del módulo I2C estará conectado en la placa PCB y sus pines serán expandidos a la pantalla LCD. Para los demás dispositivos como el caso de módulos relay y la luz piloto solo se realizaron pines de conexión para su alimentación.

**Figura 33**

*Diagrama de conexión para la placa PCB.*

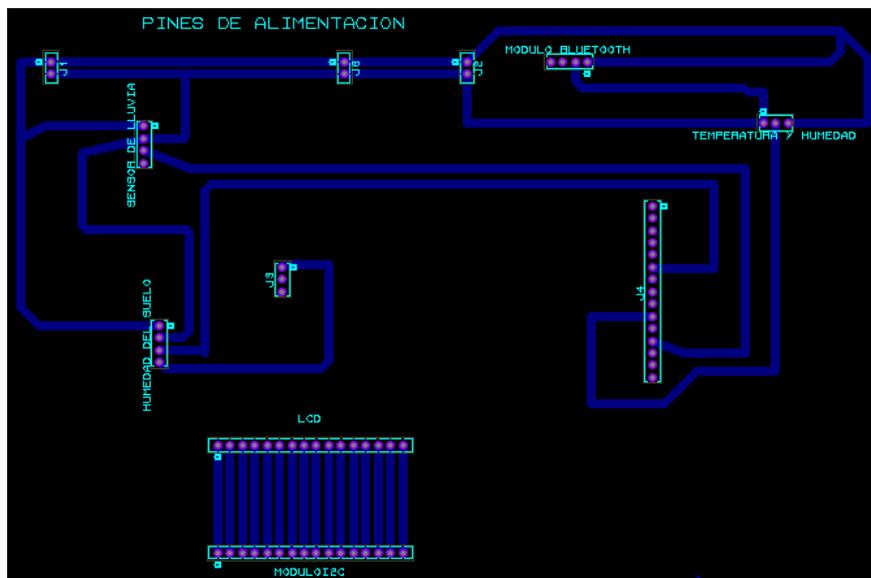


*Nota.* Esta imagen muestra los pines de conexiones para la placa PCB.

A continuación, en el siguiente diagrama (ver **Figura 34**) se muestra las pistas para el desarrollo de la placa PCB.

**Figura 34**

*Pistas para la Placa PCB*



*Nota:* Esta imagen muestra las pistas necesarias para las conexiones de los dispositivos que tiene este sistema.

### 3.1.2 Código Principal de Programación

En el código principal (ver **Figura 35**) se muestra todas las librerías que se utilizó para la programación de todos los sensores y módulos para hacer funcionar todo el sistema de riego desarrollado.

**Figura 35**

*Librerías principales utilizadas.*

```
PROGRAMA_SISTEMA_DE_RIEGO Arduino 1.8.15
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
PROGRAMA_SISTEMA_DE_RIEGO CONEXION_BLUETOOTH HORARIOS SENSOR_DE_LLUVIA SENSOR_HUMEDAD_SUELO
#include <SimpleDHT.h>
SimpleDHT11 dht11;
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd (0x27, 16, 2);
#include "RTClib.h"
DS1307 RTC;
```

*Nota:* esta imagen muestra las librerías principales para la programación de todo el sistema

### 3.1.3 Conexión del Arduino Uno a los sensores

El siguiente diagrama (ver **Figura 36**) se muestra las conexiones en general del Arduino Uno con los sensores de humedad y temperatura DHT11, sensor de lluvia, sensor PIR, módulo RTC, modulo bluetooth HC-05, leds indicadores de estados de suelo, pantalla LCD 16X2 y las conexiones de la electrobomba y la iluminaria.

A continuación, en la siguiente **Tabla 7** se muestra los pines de conexión que tiene los diferentes elementos del diagrama.

**Tabla 7**

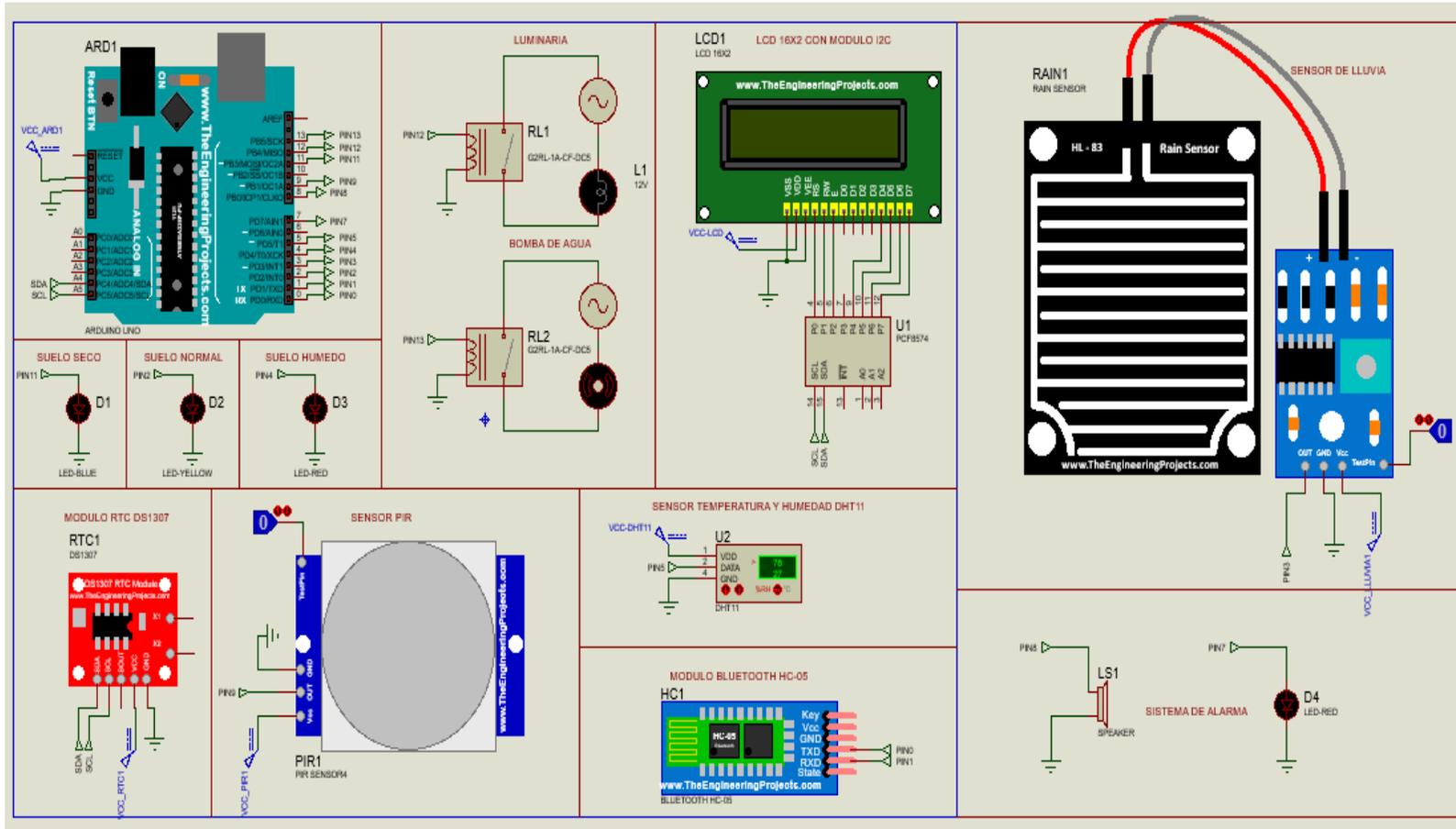
*Pines de Conexión*

Microcontrolador			
Entradas	Entradas	Salidas	Salidas
Sensor DHT11	PIN D5	PIN D13	Ventilador
Sensor FC-28	PIN A0 & PIN D10	PIN D12	Iluminaria
Sensor YL-83	PIN A1	PIN D11	Indicador es: seco del suelo
Sensor HC-SR501	PIN D9	PIN D2	Indicador es: normal de suelo
Módulo HC-05	PIN TX (PIN1) Y RX (PIN0)	PIN D4	Indicador es: húmedo de suelo
Interruptor ON/OFF	PIN D13 & PIN D12	PIN D7	Indicador de alarma: ON & OFF
		PIN A4	SDA(LCD)
		PIN A5	SCL(LCD)

*Nota.* Esta tabla muestra los pines de conexión que corresponde a las entradas y salidas.

Figura 36

Diagrama de conexión de los sensores y módulos.



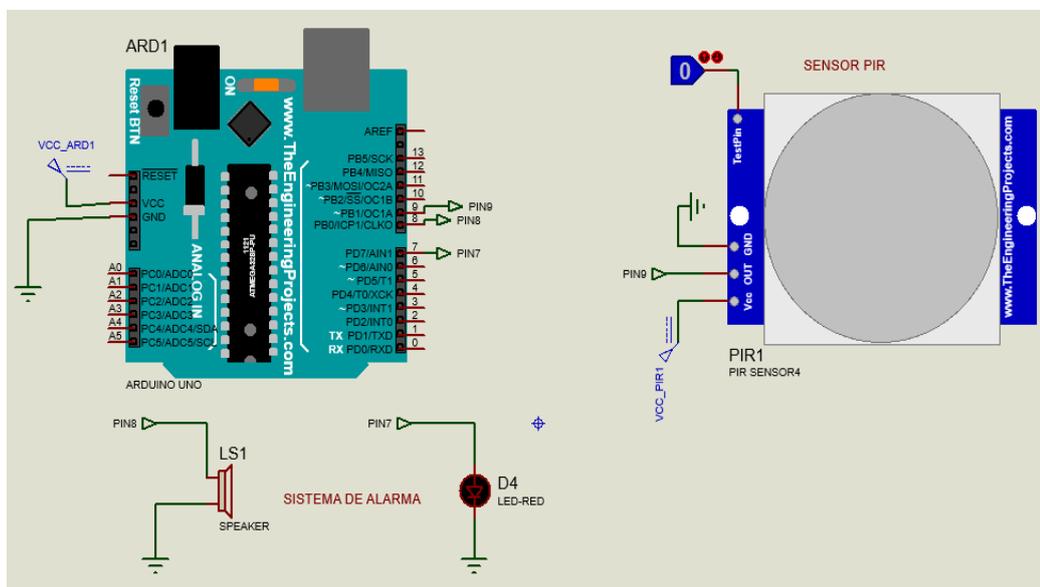
Nota. Esta imagen muestra las respectivas conexiones de los sensores y módulos.

### a. Diagrama y Programación del Sensor Pir

En el siguiente diagrama (ver **Figura 37**) se muestra las conexiones del sensor Pir para el desarrollo de un pequeño sistema de seguridad donde el sensor esta alimentado con los 5V y GND del Arduino, además su salida está conectada en el pin digital 9 del Arduino, para dar alerta se utilizó un zumbador que está conectado al pin digital 8 del Arduino y un led indicador cuando el sistema este activo que está conectado al pin digital 7 del Arduino.

**Figura 37**

*Sistema de alarma con el sensor Pir.*



*Nota.* Esta imagen muestra las conexiones que tiene el sensor PIR para activar al sistema de alarma.

A continuación, se muestra (ver **Figura 38**) el código de programación realizada en Arduino que se utilizó para hacer funcionar un pequeño sistema de seguridad, donde se activará una alarma cuando detecte movimiento.

Figura 38

## Programación del sensor PIR

```

PROGRAMA_SISTEMA_DE_RIEGO  CONEXION_BLUETOOTH  HORARIOS  SENSOR
Serial.println("COMPLETADO.....");
delay(1000);
}
Serial.println("Calibracion Completada Satisfactoriamente.");
Serial.println("*** SENSOR ACTIVO ***");
delay(50);
}

void datossensorpir(){
  if(digitalRead(pirPin) == HIGH)
  {
    digitalWrite(ledPin, LOW);
    digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
    Serial.println("-----");
    Serial.println("*** MOVIMIENTO DETECTADO ***");
    Serial.println("-----");
    Serial.println("");
    delay(1000);
  }
  else
  {
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
    digitalWrite(buzzerPin, LOW);
  }
}

```

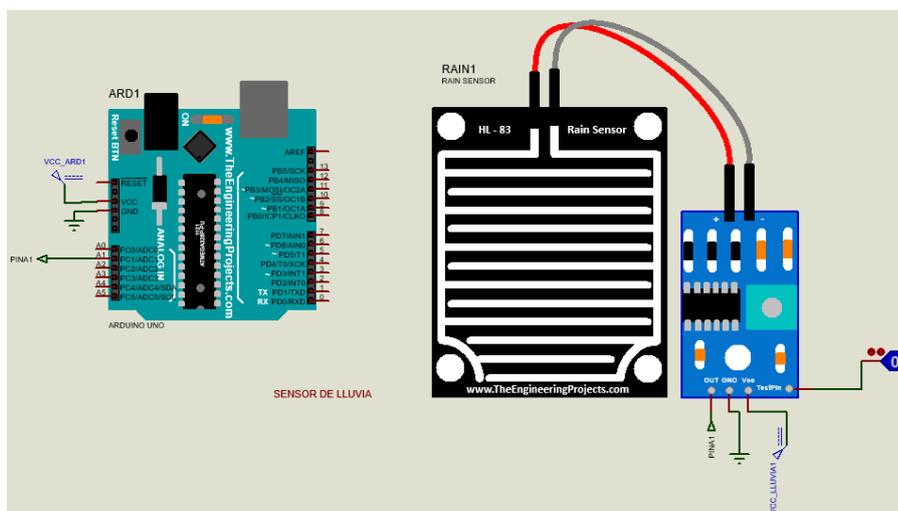
*Nota.* Esta imagen muestra la parte más relevante de programación del sensor Pir.

## b. Diagrama y Programación del Sensor de Lluvia

En el siguiente diagrama (ver **Figura 39**) se muestra las conexiones del sensor de lluvia, este dispositivo fue alimentado con los 5V y GND del Arduino su salida fue conectada al pin analógico (A1) del Arduino.

Figura 39

*Diagrama de conexión del sensor de lluvia.*



*Nota.* Esta imagen muestra las conexiones que se realizó al sensor de lluvia.

A continuación, se muestra (ver **Figura 40**) un fragmente de la programación que se utilizó para el funcionamiento del sensor de lluvia para que detecte altas precipitaciones y se apague automáticamente todo el sistema.

### Figura 40

#### Programación utilizada para el sensor de lluvia



```

PROGRAMA_SISTEMA_DE_RIEGO - SENSOR_DE_LLUVIA.ino | Arduino 1.8.15
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

PROGRAMA_SISTEMA_DE_RIEGO CONEXION_BLUETOOTH HORARIOS SENSOR_DE_LLUVIA SENSOR_HUMED

int valor;

void lluvia() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(13,OUTPUT);

  lcd.init(); //Inicializamos la LCD.
  lcd.init(); //Inicializamos por segunda vez, en caso de que la primera vez no compile.
  lcd.backlight(); // Encenderemos la LCD
}

void datoslluvia() {
  valor = analogRead(1);
  if (valor < 300){
    digitalWrite(13,HIGH);
    Serial.println(" SLL: Sistema Apagado ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("SLL: Sistema OFF");
    delay(1000);
  } }

```

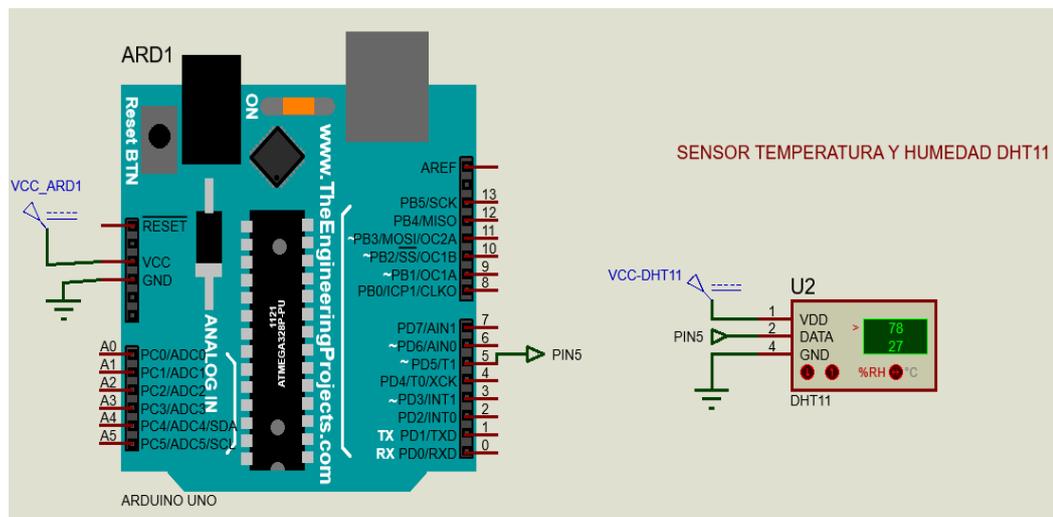
*Nota.* Esta imagen muestra la programación que se utilizó para el sensor de lluvia.

### c. Diagrama y Programación del sensor DHT11

En el siguiente diagrama (ver **Figura 41**) se muestra las conexiones del sensor DHT11, este dispositivo fue conectado a la alimentación que tiene el Arduino, además la salida del sensor DHT11 fue conectada al pin digital (5) del Arduino.

Figura 41

Diagrama de conexión de sensor DHT11



Nota. Esta imagen muestra las conexiones que se realizan al sensor DHT11.

A continuación, se muestra la programación (ver **Figura 42**) que se utilizó para el funcionamiento del sensor DHT11 para que muestre los datos de temperatura y humedad y pueda mostrarlos en dispositivos Android con conexión a Bluetooth.

Figura 42

Programación del sensor DHT11

```
//SENSOR DE HUMEDAD Y TEMPERATURA //

byte temperatura = 0;
byte humedad = 0;
if (dht11.read(pinDHT11,&temperatura,&humedad, NULL))
{
return;
}

Serial.print(temperatura); //Muestra la temperatura en el puerto
Serial.print("°C");
Serial.print("|");
Serial.print(humedad); //Muestra la humedad relativa en el pue
Serial.print("%");
Serial.print("|");
delay(1000);

}
```

Nota. Esta imagen muestra una parte importante de la programación del sensor DHT11.

#### d. Programación del sensor de humedad de suelo FC-28

Este sensor de humedad de suelo puede mostrar los estados de humedad del suelo, este dispositivo estará conectada al pin analógico (A0) y a la alimentación del Arduino.

A continuación, se muestra la programación (ver **Figura 43**) que se realizó para poder visualizar los estados de suelo, para transmitir los datos y poder mostrarlos en una pantalla LCD y cada uno de los estados del suelo será mostrará en el tablero de control.

#### Figura 43

*Programación para visualizar los estados del suelo.*



```

PROGRAMA_SISTEMA_DE_RIEGO - SENSOR_HUMEDAD_SUELO.ino | Arduino 1.8.15
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

PROGRAMA_SISTEMA_DE_RIEGO CONEXION_BLUETOOTH HORARIOS SENSOR_D

  lcd.backlight(); // Encenderemos la LCD

}

void estadosuelo()
{
  memoria = analogRead (A0);
  Serial.println (memoria); //Lectura analógica del sensor (de 0 a 10
  Serial.println (digitalRead(10)); //Lectura digital del sensor.
  delay(1000);

  if (memoria >= 912 && memoria <=1023) //Si la lectura del sensor se
  {

    digitalWrite (11, LOW); //Encenderá el LED de estado SECO.
    digitalWrite (2, HIGH); //Mantendrá apagado el LED de estado HUMEDO
    digitalWrite (4, HIGH); //Mantendrá apagado el LED de estado HUMEDO
    Serial.println ("Estado del Suelo: Seco");

    lcd.setCursor (0,0);
    lcd.print (" ES:Suelo Seco");

    delay(1000);

  }
}

```

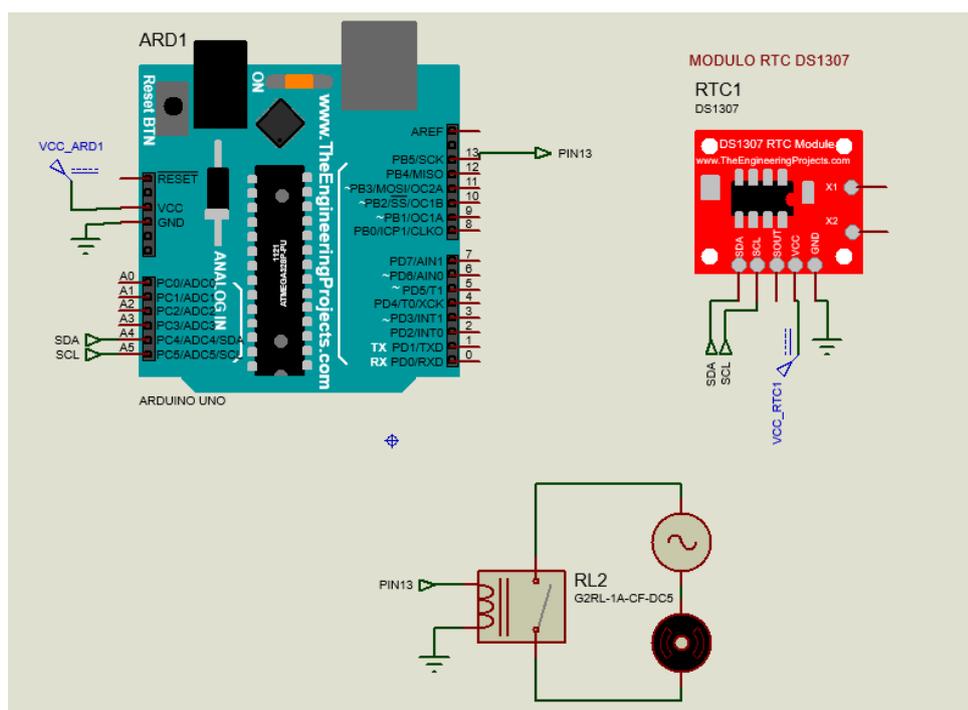
*Nota:* Esta imagen muestra una parte importante de programación con el sensor de humedad del suelo.

### e. Diagrama y Programación del módulo RTC DS1307

Con el módulo RTCDS1307 permite realizar los respectivos horarios para el riego, este módulo estará conectado a la alimentación del Arduino, en el siguiente diagrama (ver **Figura 44**) se muestra las conexiones de este módulo.

**Figura 44**

*Diagrama de conexión del módulo RTC DS1307*



*Nota.* Esta imagen muestra las conexiones que se realizaron para el módulo RTC DS1307.

A continuación, se muestra la programación (ver **Figura 45**) que se realizó para establecer los horarios de riego, se estableció tres jornadas diariamente (matutina, vespertina y nocturna) para que funcione el sistema.

**Figura 45**

*Programación de los horarios.*



```

PROGRAMA_SISTEMA_DE_RIEGO - HORARIOS.ino | Arduino 1.8.15
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
PROGRAMA_SISTEMA_DE_RIEGO CONEXION_BLUETOOTH HORARIOS SENSOR_D
//HORARIO MATUTINO//

    if(now.hour()==7 && now.minute()==00 && now.second()==00){
    digitalWrite(13,LOW);
    }
    else {
    }
    if(now.hour()==8 && now.minute()==00 && now.second()==00){
    digitalWrite(13,HIGH);
    }
    else{
    }

//HORARIO DESPERTINO//

if(now.hour()==14 && now.minute()==00 && now.second()==00){
    digitalWrite(13,LOW);
}
else{

}
    if(now.hour()==15 && now.minute()==00 && now.second()==00){
    digitalWrite(13,HIGH);
}
else{
}

```

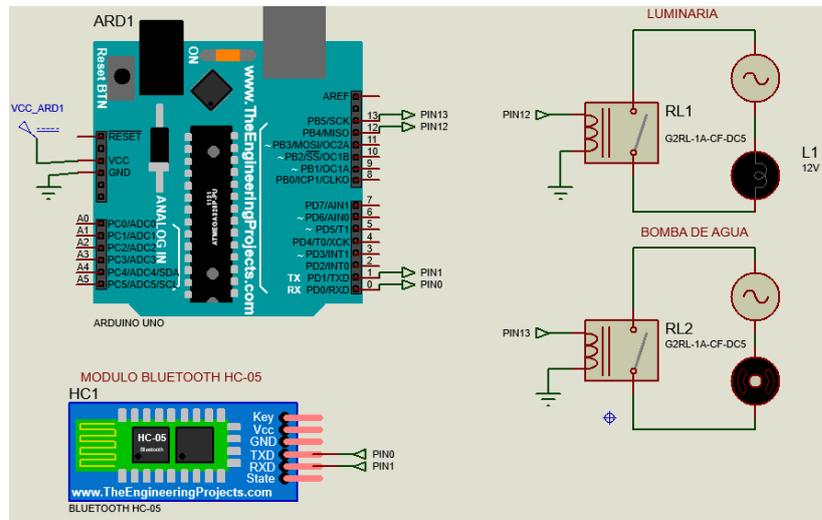
*Nota.* Esta imagen muestra la programación de los horarios con el módulo RTC DS1307.

#### **f. Diagrama y programación del módulo Bluetooth HC-05.**

En el siguiente diagrama (ver **Figura 46**) se muestra las conexiones del módulo Bluetooth HC-05, con la comunicación de este módulo se puede realizar un control manual del encendido y apagado de la electrobomba y de la iluminaria mediante una aplicación, este dispositivo estar conectado a los pines TX y RX respectivamente para que funcione correctamente.

Figura 46

Diagrama de conexión del módulo Bluetooth HC-05



Nota. Esta imagen muestra el diagrama de conexión del módulo Bluetooth HC-05

A continuación, se muestra la programación (ver **Figura 47**) que se realizó para el encendido y apagado de una electrobomba y luminaria además del paro de emergencia con el módulo Bluetooth HC-05.

Figura 47

Programación del control manual de la bomba y luminaria y paro de emergencia para el sistema.

```

PROGRAMA_SISTEMA_DE_RIEGO  CONEXION_BLUETOOTH  HC
int pinDHT11 = 5;
char Incoming_value = 0;

void datosbluetooth() {
  if(Serial.available() > 0)
  {
    Incoming_value = Serial.read();
    Serial.print(Incoming_value);
    Serial.print("\n");
    if(Incoming_value == '0')
      digitalWrite(13, HIGH);
    else if(Incoming_value == '1')
      digitalWrite(13, LOW);
    if(Incoming_value == '3')
      digitalWrite(12, LOW);
    else if(Incoming_value == '4')
      digitalWrite(12, HIGH);
  }
}

```

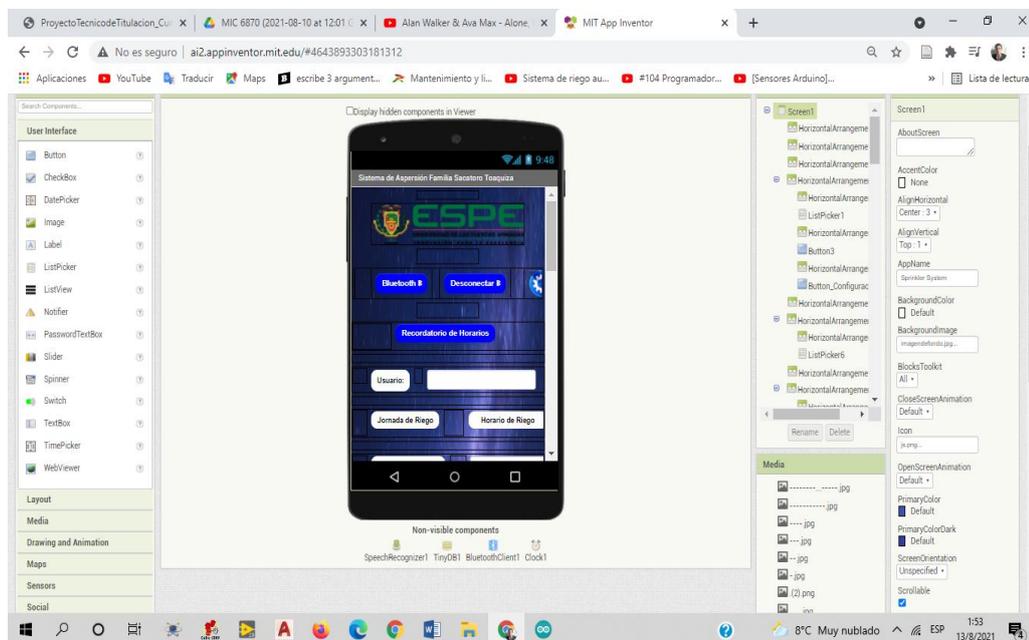
*Nota.* Esta imagen muestra una parte de la programación para el encendido y apagado de una electrobomba y una iluminaria además del paro de emergencia del sistema.

### 3.1.4 Desarrollo de la aplicación

En la página en línea App inventor se procedió a desarrollar la aplicación (ver **Figura 48**), en la parte visual de la aplicación se desarrolló con diferentes componentes como button, listpicker, label, donde permitió controlar y visualizar diferentes datos, conectar mediante Bluetooth y un reconocedor de voz.

**Figura 48**

*Desarrollo de la Aplicación en App Inventor*

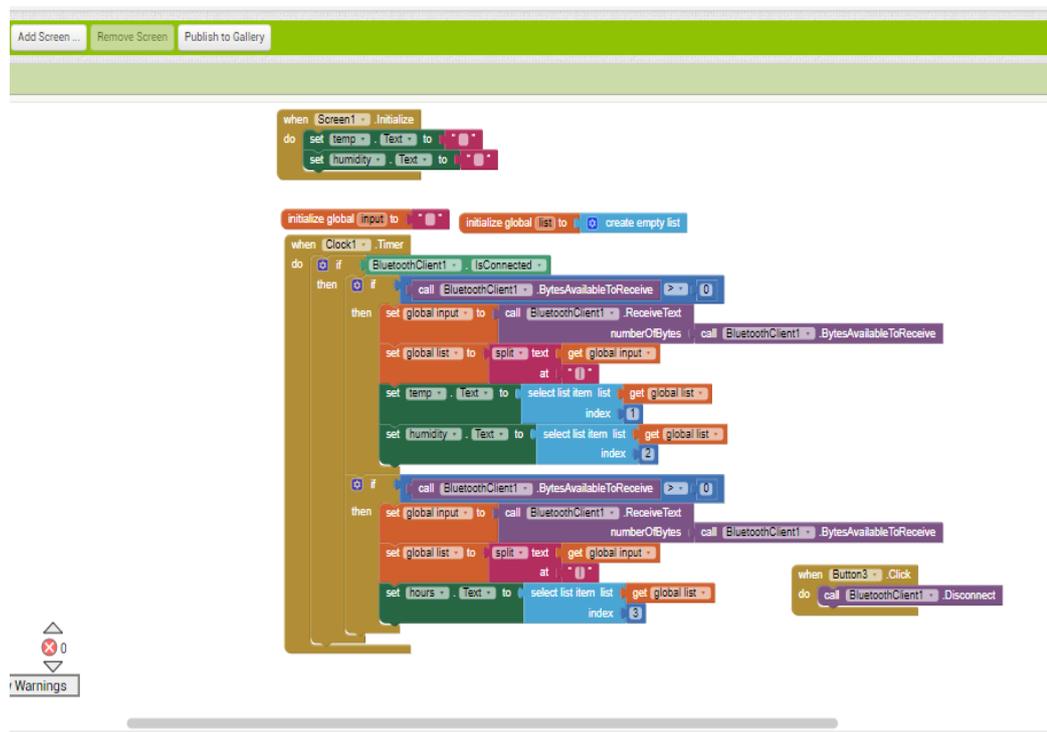


*Nota.* Esta imagen muestra la parte visual de la aplicación.

A continuación, se muestra la parte de programación de la aplicación en diagrama de bloques (ver **Figura 49**), donde permitirá conectar mediante bluetooth, reconocer la voz para diversas acciones, además recibir diversos datos y poder controlar diversos procesos.

**Figura 49**

*Programación en diagrama de bloques.*

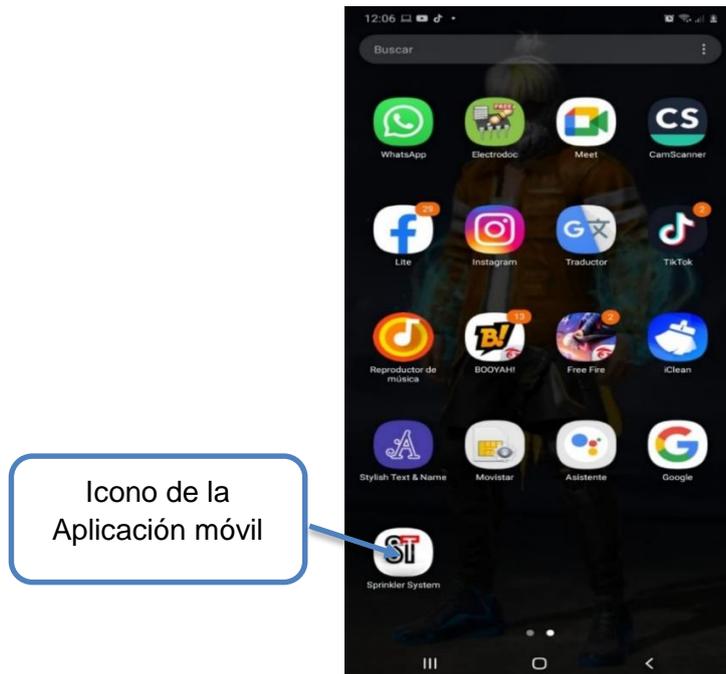


*Nota.* Esta imagen muestra la programación en diagrama de bloque de la aplicación.

A continuación, se muestra el icono de la aplicación móvil (ver **Figura 50**), además de mostrar la parte interna de la aplicación móvil, donde se puede conectar mediante bluetooth y tener un pequeño recordatorio de las jornadas de horarios de riego programado (ver **Figura 51**).

**Figura 50**

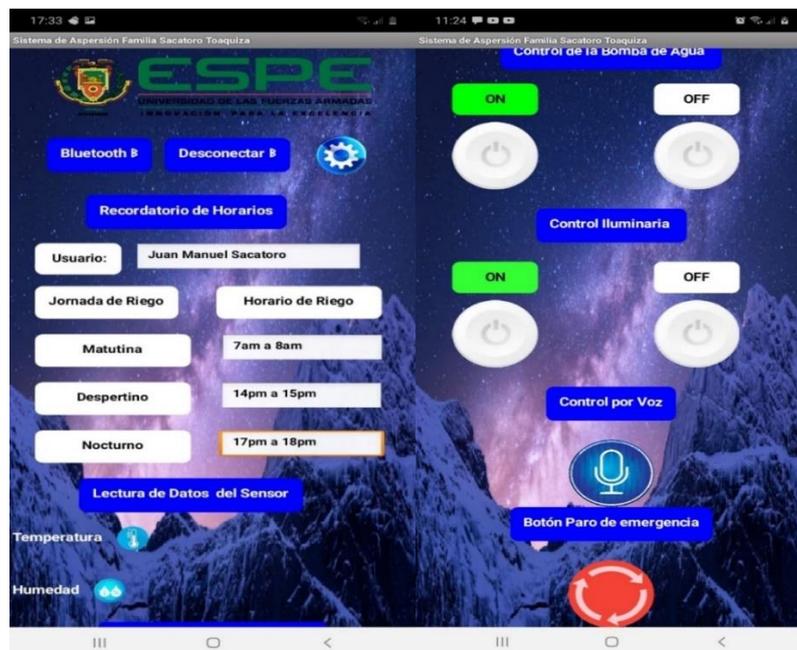
*Icono de la aplicación móvil.*



*Nota.* Esta imagen muestra el icono de la aplicación móvil.

**Figura 51**

*Parte interna de aplicación móvil.*



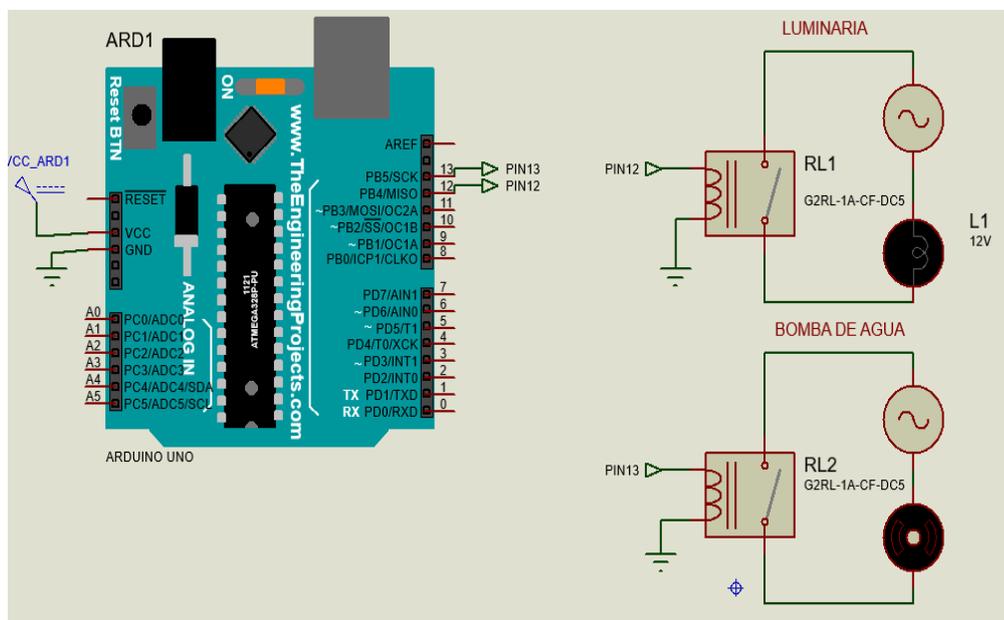
*Nota.* Esta imagen muestra la parte interna de nuestra aplicación móvil.

### 3.1.5 Electrobomba

Para el accionamiento de dispositivos que trabajan con corriente alterna es importante utilizar módulos que te ayuden a trabajar con esos dispositivos como es el caso del módulo relay, es muy importante recalcar que con este módulo se puede trabajar con un controlador como es el Arduino para diversos procesos con dispositivos que trabajen con corriente alterna. A continuación, se muestra el diagrama (ver **Figura 52**) de conexión que se realizó con el módulo relay.

**Figura 52**

*Conexión del módulo relay a una electrobomba y focos de 110v.*



*Nota.* Esta imagen se muestra las conexiones del módulo relé a elementos que trabajan con corriente alterna.

### 3.1.6 Controlador

En el siguiente flujograma (ver **Figura 53**) se ve reflejado el funcionamiento que cuenta con tres sensores como de humedad FC-28, sensor de lluvia y el sensor Pir (ver **Tabla 8**) donde muestra la funcionalidad que tiene cada uno de estos sensores en este sistema.

Para ver el archivo con el código de programación ver **Anexo G**.

**Tabla 8**

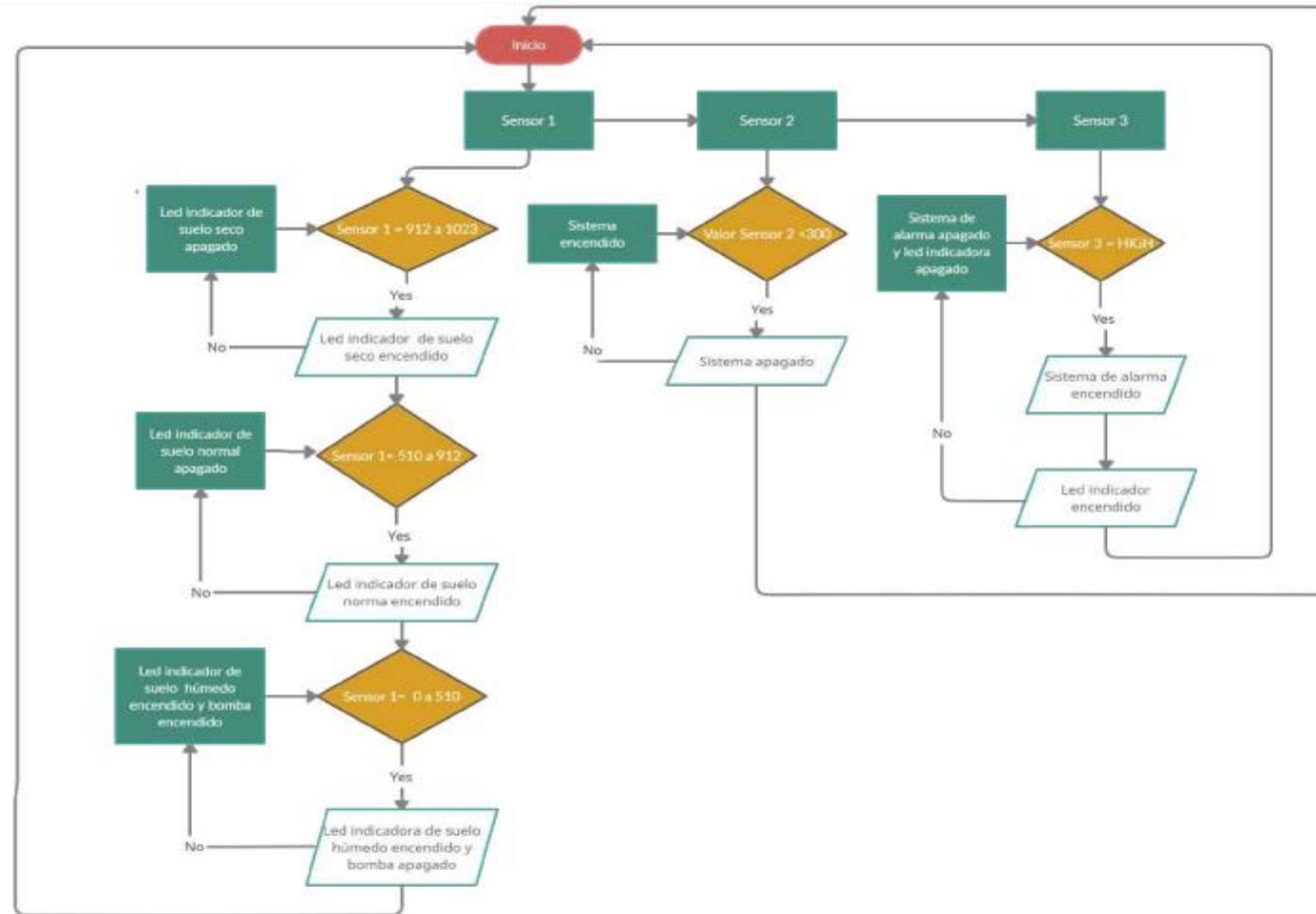
*Indicadores para el flujograma.*

<b>Indicadores Flujograma</b>	
<b>Sensor 1</b>	Sensor de humedad de suelo FC-28
<b>Sensor 2</b>	Sensor de lluvia YL-83
<b>Sensor 3</b>	Sensor Pir HC SR-501

*Nota.* Esta tabla muestra los indicadores para una mejor comprensión del flujograma.

Figura 53

Flujograma del funcionamiento de los sensores.



Nota. Esta imagen muestra el flujograma se muestra la funcionalidad que tiene los sensores.

## Capítulo IV

### 4 Prueba y resultados del Proyecto

En este capítulo se muestra todas las pruebas que se realizaron, además verificar los estados de suelo, funcionamiento de los sensores, sistema de seguridad y verificación de datos que transmite los horarios establecidos.

#### 4.1 Control Manual y visualización de datos en la App Móvil.

Mediante la aplicación móvil se puede realizar el control manual del encendido y apagado de la bomba y las luminarias, además consta de un botón de paro de emergencia, así como también visualizar los datos de temperatura y humedad del sensor DHT11 en aplicación móvil y control por voz del sistema (ver **Figura 54**).

#### Figura 54

*Obtención de datos y Control de proceso.*

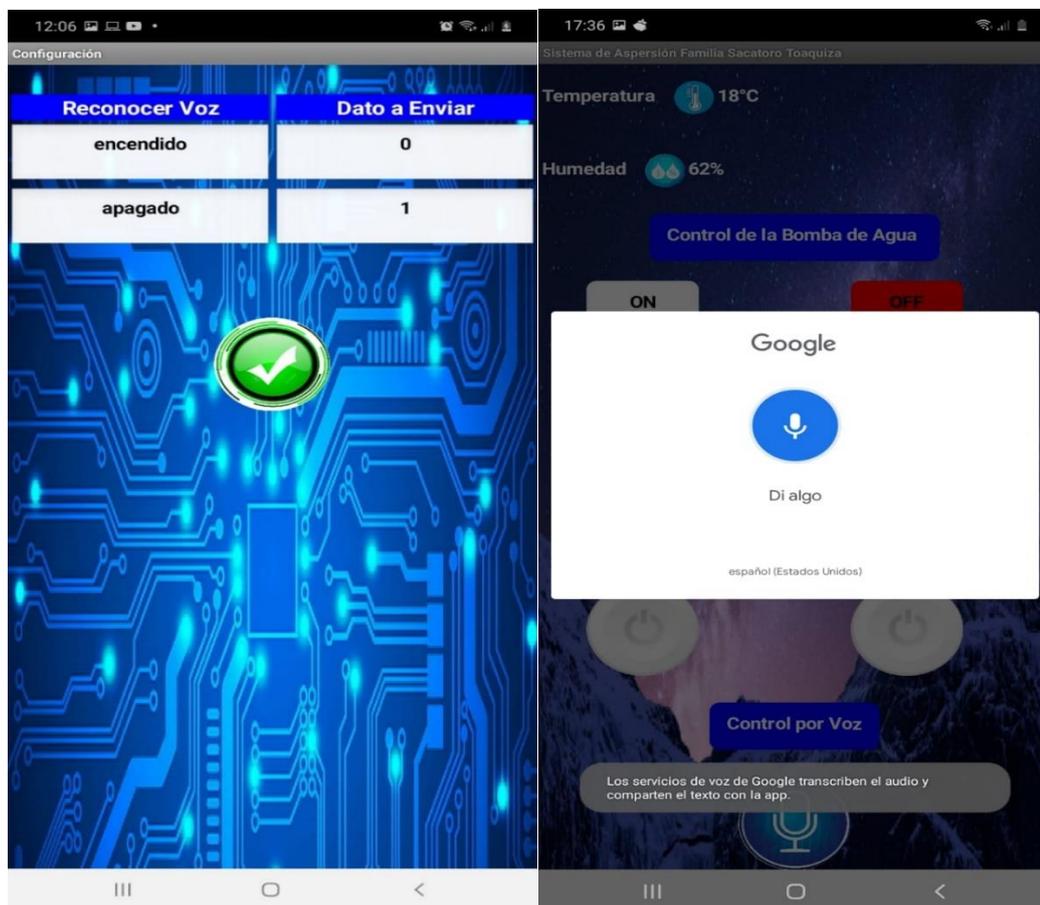


*Nota.* Esta imagen muestra la visualización de datos, control de dos procesos mediante bluetooth

Para el control del sistema por mando de voz se debe configura los datos que quiere enviar y la palabra que quiera reconocer en la aplicación (ver **Figura 55**).

**Figura 55**

*Configuración del mando por voz y su respectivo uso.*



*Nota.* esta imagen muestra la configuración y el uso del mando por voz de la aplicación móvil.

## 4.2 Riego Automatizado

En el tablero de control (ver **Figura 56**) se puede encontrar los leds indicadores de los estados de suelo ademas de un pantalla LCD donde muestra los estados de suelo y los mensajes que transmite el sensor de lluvia, finalmente un led indicador cuan el sistema de seguridad este activada.

**Figura 56**

*Componentes en el tablero control.*



*Nota.* Esta imagen muestra los componentes que tiene en el tablero de control.

En esta parte se muestra los estados de suelo donde el estado seco se enciende la luz piloto amarilla (ver **Figura 57**), para el estado normal la luz piloto roja (ver **Figura 58**) y para el estado húmedo enciende la luz piloto verde (ver **Figura 59**) que se obtuvo durante las pruebas del sistema, donde cada estado de suelo se muestra en el tablero de control, además de mostrar en la pantalla LCD y también el estado que está el sensor de lluvia.

A continuación en la siguiente **Tabla 9** se muestra los valores referenciales con lo que se puede visualizar los estados del suelo.

**Tabla 9**

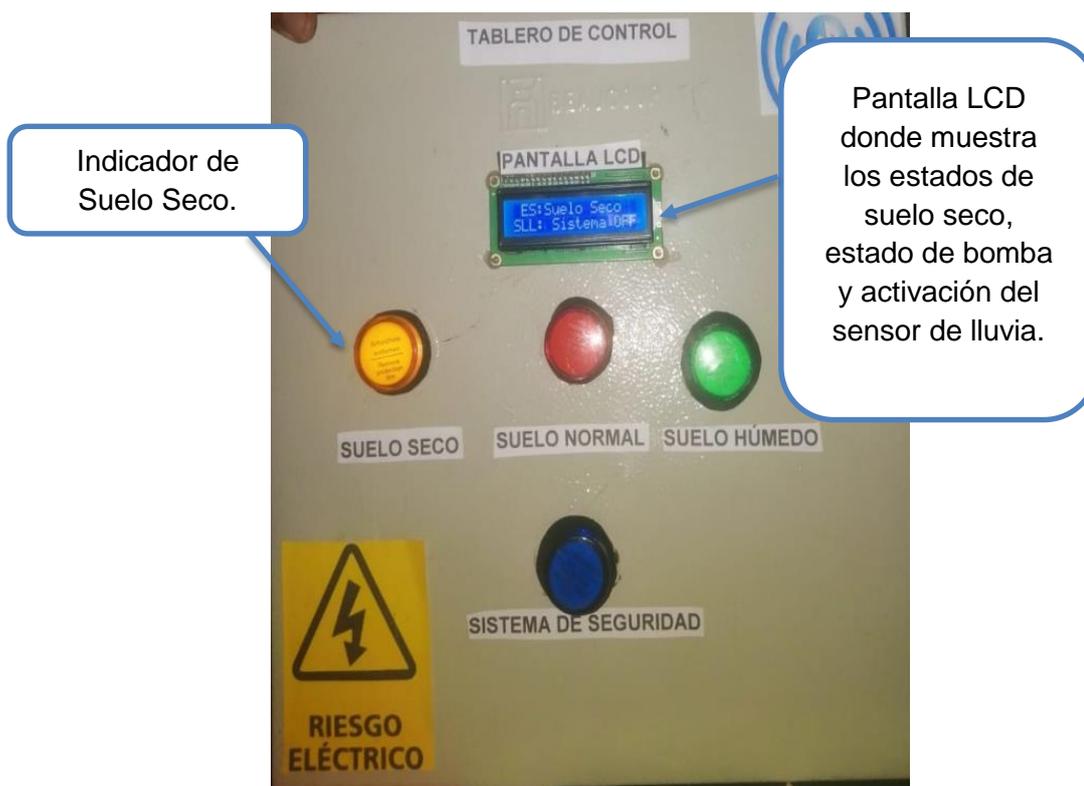
Valores referenciales del estado del suelo

Sensor de humedad FC-28	
Estados suelo	Valores referenciales (Bits)
Suelo Seco	912 a 1023
Suelo Normal	510 a 912
Suelo Húmedo	0 a 510

*Nota.* Esta tabla muestra los valores referenciales para visualizar los estados del suelo.

**Figura 57**

*Muestra del estado seco del suelo.*



*Nota.* Esta imagen muestra el mensaje del estado seco del suelo y su luz piloto indicadora del estado, además del estado del sensor de lluvia.

**Figura 58**

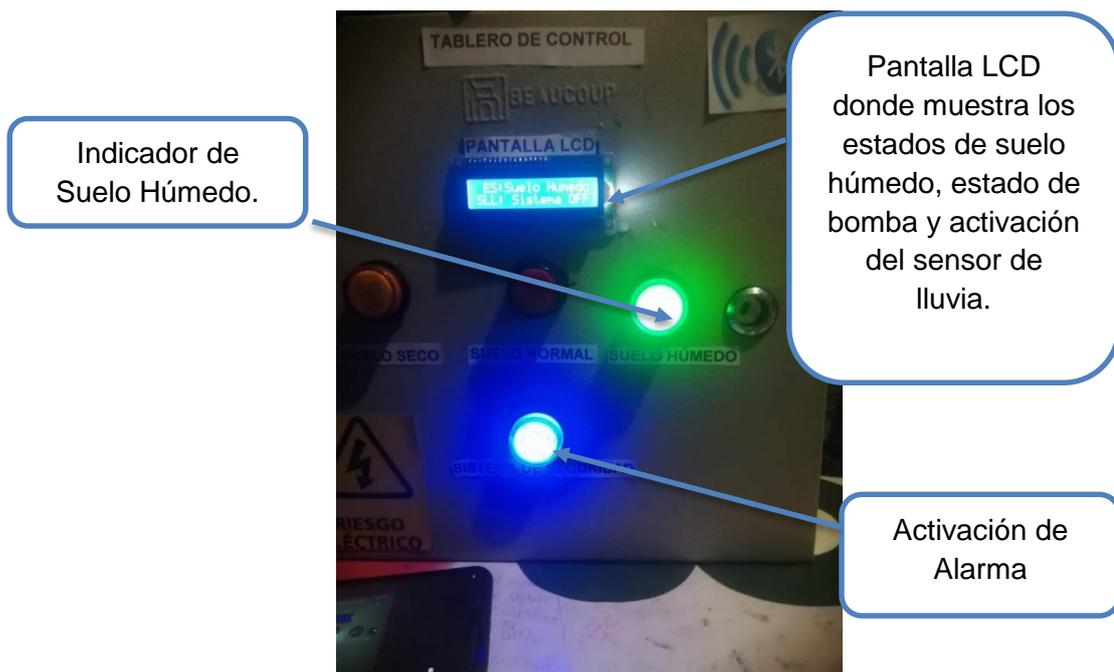
*Muestra de estado de suelo normal.*



*Nota.* Esta imagen muestra el mensaje del estado normal del suelo y su luz piloto indicadora del estado, además del estado del sensor de lluvia.

**Figura 59**

*Muestra del estado de suelo húmedo*

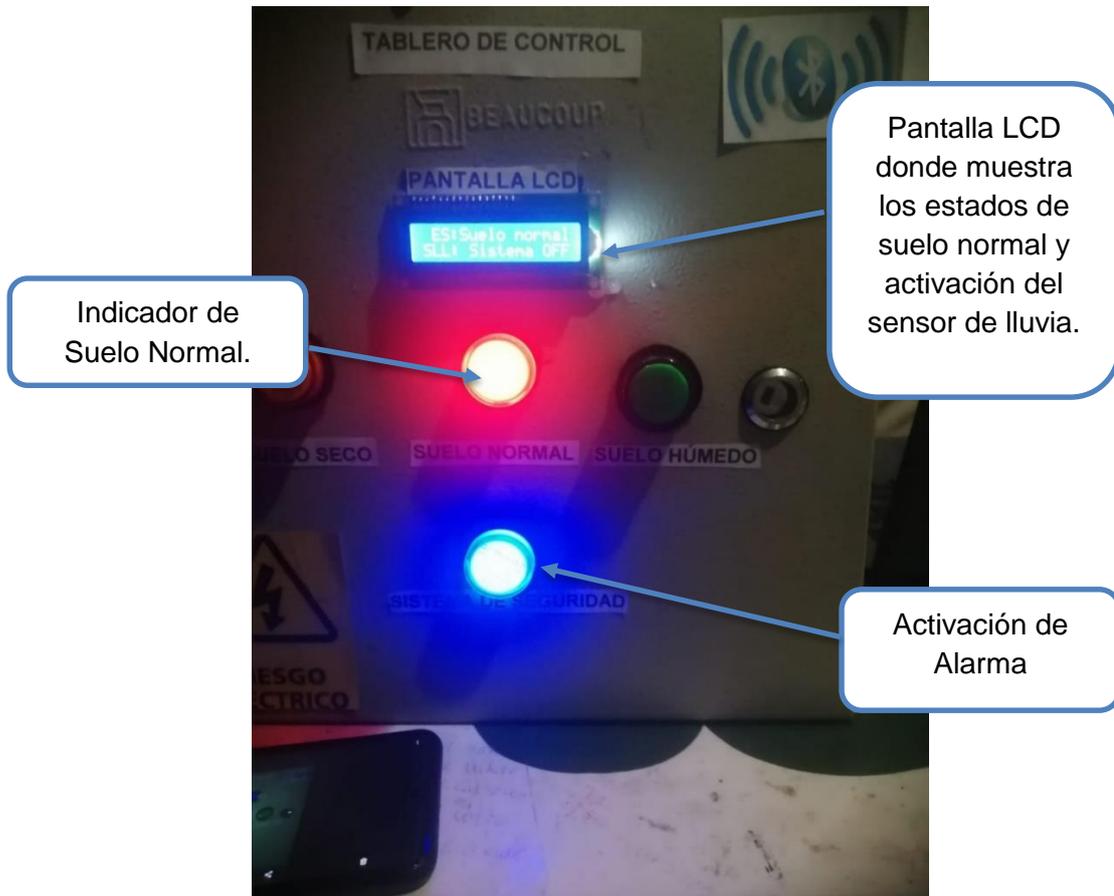


*Nota.* Esta imagen muestra el mensaje del estado húmedo del suelo y su luz piloto indicadora del estado, además del estado del sensor de lluvia.

Además se verificó el encendido del pequeño sistema de seguridad esto mediante un led indicador que mostró que sistema este totalmente encendido como apagado (ver **Figura 60**).

### Figura 60

*Sistema de seguridad encendido.*



*Nota.* Esta imagen muestra el sistema de seguridad encendido.

### 4.3 Resultados del sistema Riego.

Todos los resultados obtenidos son acorde a las pruebas realizadas en un periodo de 5 días en las jornadas de horarios de riego establecidos. En la **Tabla 10**

muestra los horarios establecidos, los estados de cada sensor y el estado de la bomba.

**Tabla 10**

*Resultados del sistema de riego*

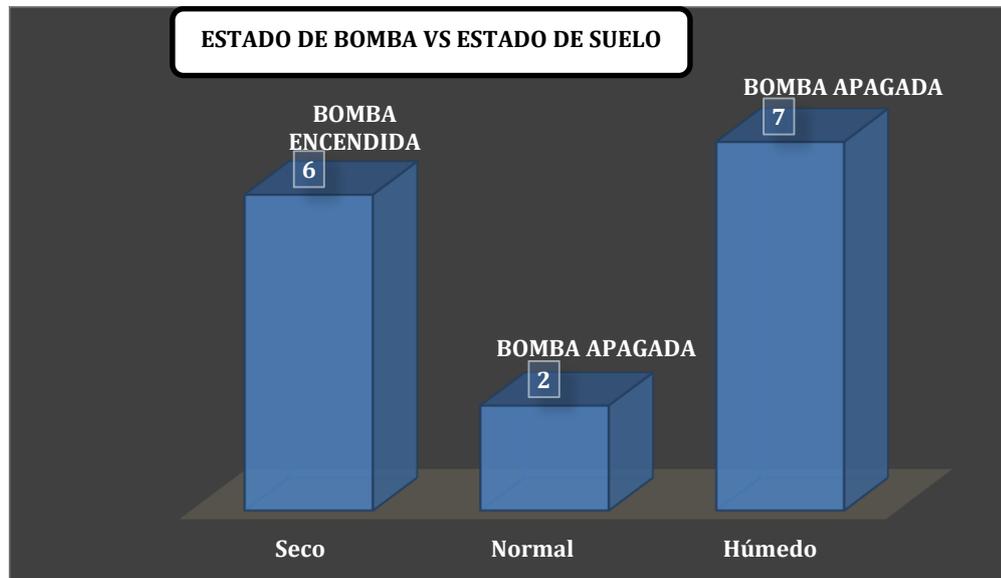
Días	Horarios de riego	Temperatura [°C]	Humedad [%]	Sensor de lluvia	Estados de Suelo	Sistema de Seguridad	Estado de Bomba
1	7:00 a 8:00	15 °C	50%	Apagado	Seco	Apagado	Encendido
	14:00 a 15:00	35°C	70%	Apagado	Húmedo	Apagado	Apagado
	17:00 a 18:00	14°C	69%	Apagado	Húmedo	Encendido	Apagado
2	7:00 a 8:00	13°C	45%	Encendido	Húmedo	Apagado	Apagado
	14:00 a 15:00	32°C	72%	Apagado	Seco	Apagado	Encendido
	17:00 a 18:00	21°C	68%	Apagado	Normal	Apagado	Apagado
3	7:00 a 8:00	16°C	48%	Apagado	Seco	Encendido	Encendido
	14:00 a 15:00	33°C	71%	Apagado	Húmedo	Apagado	Apagado
	17:00 a 18:00	14°C	69%	Encendido	Húmedo	Encendido	Apagado
4	7:00 a 8:00	15°C	47%	Apagado	Seco	Apagado	Encendido
	14:00 a 15:00	31°C	69%	Encendido	Húmedo	Apagado	Apagado
	17:00 a 18:00	16°C	70%	Apagado	Seco	Encendido	Encendido
5	7:00 a 8:00	16°C	48%	Encendido	Húmedo	Apagado	Apagado
	14:00 a 15:00	34°C	70%	Apagado	Normal	Encendido	Apagado
	17:00 a 18:00	22°C	72%	Encendido	Seco	Apagado	Apagado

*Nota.* Esta tabla muestra los resultados de los sensores de humedad y temperatura, humedad de suelo, sensor PIR y el sensor de lluvia.

En la siguiente gráfica (ver **Figura 61**) se muestra los resultados obtenidos donde 6 veces se detectó estado de suelo seco y 5 veces se encendió la bomba pero en la último día de pruebas el sensor de lluvia detectó precipitaciones por lo que la bomba se apagó, además 2 veces se detectó el estado de suelo normal y las mismas veces se apagó la bomba, finalmente 7 veces se detectó el estado de suelo húmedo y las mismas veces se apagó la bomba.

**Figura 61**

*Comparación de datos de Humedad y Estado de la Bomba.*



*Nota.* Esta imagen muestra la comparación de datos del estado de suelo y el estado de la bomba.

En la siguiente gráfica (ver **Figura 62**) se puede verificar la operatividad que tuvo el sistema de seguridad con los datos que muestra la tabla anterior, donde se puede visualizar que 6 veces que se encendió la alarma donde se verificó que no era una amenaza.

**Figura 62**

*Operatividad de sistema de seguridad.*

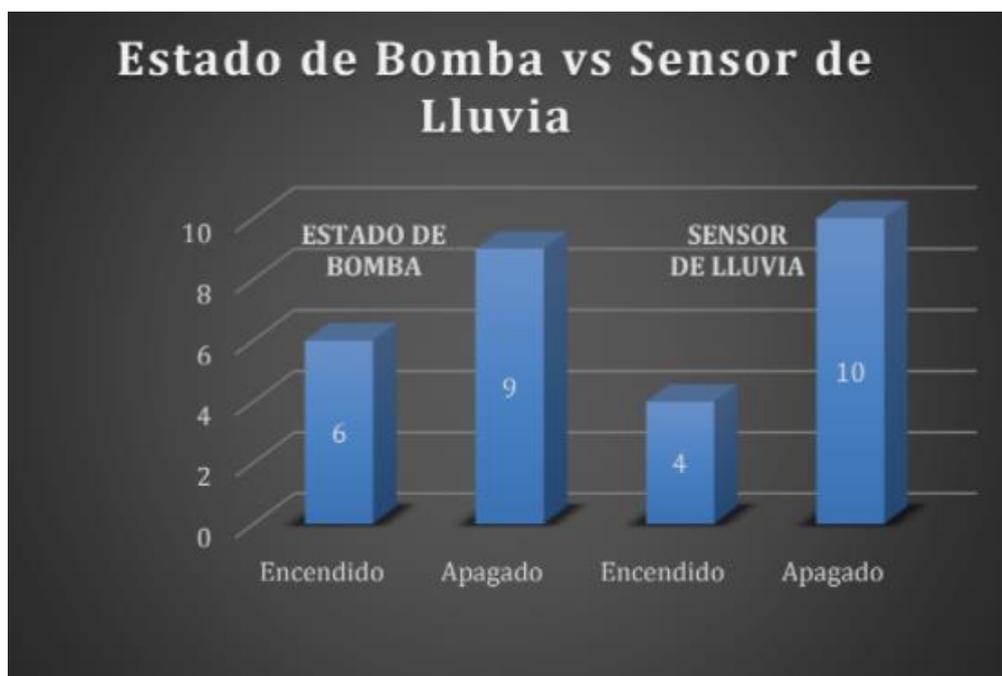


*Nota.* Esta imagen se muestra la operatividad de sistema de seguridad en las pruebas realizadas.

En la siguiente grafica (ver **Figura 63**) se puede verificar la operatividad que tuvo el sensor de lluvia con respecto al estado de la bomba, donde se ve reflejado un alto índice de apagado del sensor con respecto al estado de la bomba en la semana de pruebas. Donde de las 4 veces el sensor de lluvia detectó precipitaciones por lo que con el mismo número de veces de detección la bomba se apagó.

**Figura 63**

*Operatividad del sensor de lluvia.*



*Nota.* Esta imagen se muestra la operatividad que tuvo el sensor de lluvia en la semana de pruebas.

## Capítulo V

### 5 Conclusiones y recomendaciones

#### 5.1 Conclusiones

- Para la medición de humedad y temperatura se seleccionó el módulo DHT11, porque el rango de temperatura a medir es de 0°C a 35°C y la humedad porcentual relativa oscila entre 40% a 100%, valores que se encuentran en ese rango de operación del módulo, además es compatible con Arduino.
- Para la verificación de los estados de suelo se seleccionó el sensor FC-28, porque puede detectar valores analógicos de 0 a 1023, donde el valor 0 se refiere que está sumergido en el agua y el valor 1023 se refiere que está en el aire, donde permite programar los estados del suelo, además es compatible con Arduino.
- Para la detección de precipitaciones se seleccionó el sensor YL-83, puede trabajar en un rango de temperatura de -15°C a 55°C ambiental, además de trabajar con valores analógicos de 0 a 1023, donde el valor analógico 0 muestra que la placa está totalmente empapada y el valor analógico 1023 muestra una placa totalmente seca, además es compatible con Arduino.
- Para la detección de movimiento se seleccionó el sensor PIR HC SR-501, porque su rango de detección es aproximadamente de 4 a 6 metros con valores digitales, además es compatible con Arduino.
- Se utilizó un módulo relay para activar una señal de corriente alterna de 110v a 60Hz mediante una señal digital de 0 a 5V proporcionada por Arduino se seleccionó el módulo relay.
- El área a cubrir el sistema de aspersión que tiene 337 m<sup>2</sup>, por el tipo de plantas que tiene esta área se va tener dos sistemas uno por aspersión y el otro por goteo que trabajan por la misma bomba, la diferencia está en las

dimensiones de las mangueras para la aspersión se utiliza una manguera de 1”/2 y para goteo una manguera de 1/4”, además se estableció los horarios de riego en función a las recomendaciones del dueño del cultivo. La ubicación del tablero esta ubica cerca de la residencia, para que sea accesible y tenga protección. La bomba de agua está ubicada en una esquina del área del terreno para que tenga una fácil operatividad cuando el sistema este encendido.

- En la obtención de resultados, se tuvo referencia los valores que mostraba el sensor de humedad de suelo donde se realizaron una comparación con el estado de la bomba donde 6 veces se detectó estado de suelo seco y 1 vez se encendió la bomba pero en la último día de pruebas el sensor de lluvia se detectó precipitaciones por lo que la bomba se apagó, además 2 veces se detectó el estado de suelo normal y las mismas veces se apagó la bomba, finalmente 7 veces se detectó el estado de suelo húmedo y las mismas veces se apagó la bomba.

## 5.2 Recomendaciones

- Se recomienda calibrar bien el sensor PIR para una buena detección de movimiento, eliminando falsas alarmas por la aproximación de animales.
- Se recomienda conectar correctamente los pines TX y RX del módulo bluetooth HC-05 a la placa Arduino para una buena comunicación, además desconectar un pin de modulo para poder subir la programación y no salga un error.
- Se recomienda verificar y probar bien las conexiones de dispositivos que trabajen con corriente alterna al módulo relay para que luego no ocasionen daños a los demás dispositivos conectados.

## 6. Bibliografía

- 330ohms. (2020, diciembre 9). ¿Qué es un sensor PIR? *330ohms*. Recuperado el 1 de Julio de 2021, de <https://blog.330ohms.com/2020/12/09/que-es-un-sensor-pir/>
- Acom y Bombas S.A. (2020). *Bomba periférica QB60*. Recuperado el 3 de Julio de 2021, de <https://www.acomybombas.com/archivos/catalogo/gamma-qb60>
- admin, P. (2016, noviembre 3). Los Tipos de Riego y sus ventajas: ¿Cuál es el adecuado? | ERP Agrícola. *Software ERP Agrícola: Tu campo a la mano*. Recuperado el 28 de junio de 2021, de <https://sistemaagricola.com.mx/blog/tipos-de-riego-en-la-agricultura-y-ventajas/>
- Adriazola, N. R. C. (2017, julio 16). ApplInventor: Conceptos básicos. *ApplInventor*. Recuperado el 5 de Julio de 2021, de <http://inventorsena.blogspot.com/2017/07/conceptos-basicos.html>
- Cervantes, W. R., Santana, L. A., & Molina, B. A. (2016). Arduino en la automatización de los sistemas de riego. *Revista Colombiana de Computación*, 17(2), 90-101. Recuperado el 3 de Julio de 2021, de <https://doi.org/10.29375/25392115.2720>
- Espinosa, O. L., Nolasco, A. Q., & Mengelberg, J. R. B. (2018). PROTOTIPO PARA AUTOMATIZAR UN SISTEMA DE RIEGO MULTICULTIVO. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.*, 2(5), 659-672. Recuperado el 6 de Julio de 2021, de <https://doi.org/10.29312/remexca.v2i5.1616>
- Gardeneas. (2016, diciembre 2). *Ventajas del riego por goteo | post del blog de Gardeneas*. Gardeneas. Recuperado el 7 de Julio de 2021, de <https://gardeneas.com/ventajas-del-riego-por-goteo-y-desventajas/>

- Gonzaga & Rodriguez. (2021, marzo 15). ELEMENTOS DE CONTROL Y SEÑALIZACIÓN (LUCES PILOTO Y PULSADORES). *Gonzaga & Rodriguez Cia. Ltda.* Recuperado el 8 de Julio de 2021, de <https://electricoindustrial.com.ec/2021/03/15/elementos-de-control-y-senalizacion/>
- Gurovich, L. A. (1985). *Fundamentos y diseño de sistemas de riego*. IICA.
- Infasdev. (2019, diciembre 4). Sistemas de medición. *Infas | Máquinas, equipos especiales y sistemas de medición*. Recuperado el 9 de Julio de 2021, de <https://www.infas.com.ar/newsletters/sistemas-de-medicion/>
- Isaac. (2020a, febrero 27). Arduino UNO: Análisis de la placa de hardware libre a fondo. *Hardware libre*. Recuperado el 10 de Julio de 2021, de <https://www.hwlibre.com/arduino-uno/>
- Isaac. (2020b, marzo 10). Arduino Mega: Todo sobre la gran placa de desarrollo. *Hardware libre*. Recuperado el 10 de Julio de 2021, de <https://www.hwlibre.com/arduino-mega/>
- Isaac. (2020c, abril 27). Arduino Nano: Todo lo que necesitas saber sobre esta placa de desarrollo. *Hardware libre*. Recuperado el 10 de Julio de 2021, de <https://www.hwlibre.com/arduino-nano/>
- Israelsen, O. W., & Hansen, V. E. (1981). *Principios y aplicaciones del riego*. Reverte.
- jecrespom. (2016, noviembre 6). Electrónica, Sensores, Actuadores y Periféricos. *Aprendiendo Arduino*. Recuperado el 11 de Julio de 2021, de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/11/06/electronica-sensores-actuadores-y-perifericos/>
- Leon, F. (2021, mayo 22). ¿Qué son los sensores y para qué sirven? *Dynamo Electronics*. Recuperado el 11 de Julio de 2021, de <https://dynamoelectronics.com/que-son-los-sensores-y-para-que-sirven/>

- Lesics, E. (2016). *Bombas de agua—Tipos | De Máquinas y Herramientas*. Recuperado el 13 de Julio de 2021, de <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/bombas-de-agua-funcionamiento>
- LLamas, L. (2015, noviembre 27). Conectar Arduino por Bluetooth con los módulos HC-05 ó HC-06. *Luis Llamas*. Recuperado el 15 de Julio de 2021, de <https://www.luisllamas.es/conectar-arduino-por-bluetooth-con-los-modulos-hc-05-o-hc-06/>
- LLamas, L. (2016a, enero 19). Medir la humedad del suelo con Arduino e higrómetro FC-28. *Luis Llamas*. Recuperado el 16 de Julio de 2021, de <https://www.luisllamas.es/arduino-humedad-suelo-fc-28/>
- LLamas, L. (2016b, febrero 13). Detector de lluvia con Arduino y sensor FC-37 o YL-83. *Luis Llamas*. Recuperado el 17 de Julio de 2021, de <https://www.luisllamas.es/arduino-lluvia/>
- LLamas, L. (2016c, marzo 29). Medir temperatura y humedad con Arduino y sensor DHT11-DHT22. *Luis Llamas*. Recuperado el 18 de Julio de 2021, de <https://www.luisllamas.es/arduino-dht11-dht22/>
- LLamas, L. (2016d, abril 15). Conectar Arduino a un display LCD HITACHI HD44780. *Luis Llamas*. Recuperado el 18 de Julio de 2021, de <https://www.luisllamas.es/arduino-lcd-hitachi-hd44780/>
- LLamas, L. (2016e, agosto 1). Alarma con Arduino y buzzer activo (zumbador). *Luis Llamas*. Recuperado el 20 de Julio de 2021, de <https://www.luisllamas.es/arduino-buzzer-activo/>
- LLamas, L. (2016f, octubre 18). Reloj y calendario en Arduino con los RTC DS1307 y DS3231. *Luis Llamas*. Recuperado el 21 de Julio de 2021, de <https://www.luisllamas.es/reloj-y-calendario-en-arduino-con-los-rtc-ds1307-y-ds3231/>

- Mantilla, R. A. Z., & Prada, C. M. N. (2013). *OBTENCIÓN DE LAS CURVAS DE DESEMPEÑO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA ALTERNATIVO EN UN BANCO DE PRUEBAS*. 58.
- Martínes, K. (2018, diciembre 24). *Conceptos Básicos: Sistemas de Control*. ISA Sección Central México. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de <https://www.isamex.org/intechmx/index.php/2018/12/24/conceptos-basicos-sistemas-de-control/>
- Mendoza, Y. (2019, enero 25). Sistema de Riego Por Aspersión, Ventajas, Desventajas, Requisitos y Más. *Agronomía*. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de <https://deagronomia.com/drenaje/sistema-de-riego-por-aspersion/>
- Mini aspersores. (2013, junio 18). *Irritec Mexico - Sistemas de Riego*. Recuperado el 3 de Julio de 2021, de <https://new.irritec.com/es-mx/mini-aspersores/>
- Montserrat, J. (2005). *Sistemas de riego para uso en viveros*. 6.
- Morales, J. (2019, octubre 10). Relé y módulo de relé. *PASIÓN ELECTRÓNICA*. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de <https://pasionelectronica.com/rele-y-modulo-de-rele/>
- motorex. (2017, octubre 31). Conoce más sobre las bombas centrífugas. *Motorex*. Recuperado el 25 de Julio de 2021, de <http://www.motorex.com.pe/blog/conoce-bombas-centrifugas/>
- Muñoz. (2016, mayo 30). Qué es el Riego por Microaspersión: Ventajas e inconvenientes. *Agro Huerto*. Recuperado el 26 de Julio de 2021, de <https://www.agrohuerto.com/riego-por-microaspersion/>
- Newbery, A. J., & Galvez, B. (2020). *MANUAL DEL USUARIO ELECTROBOMBAS PERIFERICAS QB 60 – QB 70 – QB 80 – QB 90*. 2.
- Oscar, G. (2009). *Cómo comenzar con Arduino—Modelos y características* | *BricoGeek.com*. Blog BricoGeek.com. Recuperado el 27 de Julio de 2021, de <https://blog.bricogeek.com/noticias/arduino/como-comenzar-con-arduino---modelos-y-caracteristicas/>

- Pedraza, A. C. (2017). *Arduino para Principiantes: 2ª Edición*. IT Campus Academy.
- PrototipadoLAB. (2018, mayo 5). *¿Qué es un sensor? Tipos y diferencias – PrototipadoLAB*. Recuperado el 27 de Julio de 2021, de <https://prototipadolab.com/2018/05/05/que-son-los-sensores/>
- Rederjo, L. (2013, febrero 20). *Uso de AppInventor en la asignatura de Tecnologías de la Información y la Comunicación | Observatorio Tecnológico*. Recuperado el 28 de Julio de 2021, de <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/en/software/programacion/1090-uso-de-appinventor-en-la-asignatura-de-tecnologias-de-la-comunicacion-y-la-informacion>
- Riego por Goteo*. (2020, junio 24). [encolombia.com](https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/riego-por-goteo/). Recuperado el 28 de Julio de 2021, de <https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/riego-por-goteo/>
- Silvi01. (2019, julio 4). Impactos ambientales de la agricultura de regadío. *Iberf Agroformación*. Recuperado el 29 de Julio de 2021, de <https://agro.iberf.es/impactos-ambientales-agricultura-regadio/>
- Tartera, F. J. G. (2018). *20180701\_MAD·RID.N52.pdf*. Recuperado el 26 de Julio de 2021, de [https://www.academia.edu/37124323/20180701\\_MAD\\_RID\\_N52\\_pdf](https://www.academia.edu/37124323/20180701_MAD_RID_N52_pdf)
- Vieto, J. (2019, noviembre 15). Bomba centrífuga vs bomba periférica. *HIDROTECO*. Recuperado el 10 de Julio de 2021, de <http://www.hidrotecocr.com/bomba-centrifuga-vs-bomba-periferica/>

## 7. Anexos

# Anexos