



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**“TELECONTROL DE SISTEMA DE RIEGO DE BAJO COSTO  
POR GRAVEDAD PARA PEQUEÑAS PARCELAS”**

**INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN TELEMÁTICA**

**RAMÍREZ FRANCO FRANCISCO JAVIER**

**SALAZAR TOMALÁ KATHERINE AMELIA**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**AÑO: 2016**

## **AGRADECIMIENTO**

Por el presente trabajo de titulación, primeramente, doy gracias a Dios, por haberme dado la fortaleza necesaria y poder concluir esta etapa de mi vida, gracias a su luz divina, se hizo realidad un sueño tan anhelado.

A mis padres Víctor y Dora, por el apoyo incondicional que me han dado en todo momento, por los valores éticos y humanos que han inculcado en mí, y sobre todo, por el sacrificio de cada uno de ellos para que cumpla mi sueño de ser profesional.

A mis hermanos Iván, Doris, Cinthya y Soledad, por ser un soporte fundamental y mantener siempre la unidad familiar, por vencer juntos las diferentes adversidades que nos presenta la vida.

A mi amada esposa Ingrid, por alentarme y convencerme de que todo en la vida se puede lograr si así lo queremos, por creer en mí como un profesional antes de lograrlo, por demostrarme cada día, que el amor es la fuerza más grande que Dios nos dio.

A mi amado hijo Kaleth, por haber llegado a nuestras vidas y llenarnos de felicidad, por ser el motor principal que nos empuja a ser cada día mejores padres, por darnos la paz que todo padre necesita y sólo un ángel la puede brindar.

A mi compañera de tesis y ahora amiga Katherine, por el empeño y sacrificio desplegado durante este proceso, por haberme enseñado que los análisis y discusiones constructivas pueden crear proyectos innovadores, y lo más importante, por demostrar que la fe en Dios, siempre es fundamental para alcanzar las metas.

Javier Ramírez

Doy gracias a Dios, pues es Él quien me ha fortalecido a lo largo de mi carrera universitaria, me ha guiado en cada paso, y me ha dado la sabiduría y la inteligencia para poder terminar con éxito este maravilloso proyecto.

A mis amados padres, Juanita y René, por estar animándome constantemente a perseverar y no rendirme. Mi anhelo es honrarlos en cada etapa de mi vida. Definitivamente fueron un pilar fundamental, y hoy celebramos juntos el triunfo.

A mi hermano René, por estar dispuesto a desvelarse junto a mí, y ayudarme en tiempos de desesperación. Su experiencia fue de mucha ayuda en este proyecto.

A la familia Durán Tapia, por haberme abierto las puertas de su casa y hacerme sentir parte de su familia. Han sido un gran apoyo, gracias por brindarme su amor tan genuino, los llevo por siempre en mi corazón.

A la familia Mora Ríos, por su generosidad y amor para conmigo. Sus vidas inspiran la mía, gracias por haberme dado un hogar en el cual habitar, y por darme el ejemplo de lo que es tener una familia en Dios. Todo el tiempo, me sentí parte de uds, gracias por acogerme con tanta calidez. Son parte fundamental de mi formación espiritual.

A todos los amigos con los que pude compartir dentro de la universidad en Spoude, sus ánimos, palabras oportunas, abrazos y sobretodo sus oraciones constantes, me incentivaron a perseverar hasta el fin, dando gloria a Dios en todo momento.

A mi compañero de tesis y ahora amigo Javier, por su paciencia, dedicación y diligencia durante este proyecto. Doy gracias a Dios por la oportunidad de conocerle y juntos formar un buen equipo, con excelentes resultados.

Katherine Salazar

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por llenarme de vida y poder lograr un tercer nivel académico. A mis padres, porque ante tanto sacrificio lo más justo es honrarles y demostrarles que todo valió la pena. A mis hermanos, y en especial a mi hermana Doris, por ese calor familiar que siempre han demostrado para mantenernos unidos en todo momento. A mi esposa, por llenar de amor y dicha mi hogar, por ser el pilar principal de nuestra casa, por enseñarme a ser cada día un mejor esposo y padre. A mi hijo, por ser la principal razón de superación, y en su futuro poder ayudarlo a que logre su sueño más anhelado.

Javier Ramírez

Dedico este trabajo fundamentalmente a Dios Todopoderoso, quien me ha mostrado que tomada de su mano todo es posible. A mis padres, quienes me brindan su confianza, apoyo incondicional y sobre todo, su amor. A mis sobrinos, Noelia, Luis, Zully, Abraham, Ivanna, Isabella y Ángel, los amo con todo mi corazón; sé que ustedes alcanzarán cosas mayores, esfuércense y sean valientes.

Katherine Salazar

## TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

---

**Ing. Marcos Millán Traverso**

PROFESOR DE MATERIA

INTEGRADORA

---

**Ing. Benjamín Vicente Flament**

TUTOR ACADEMICO

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOI realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”.

-----

Ramírez Franco Francisco Javier

-----

Salazar Tomalá Katherine Amelia

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, está enfocado en el escenario de pequeñas parcelas del Campus Yanuncay de la universidad de Cuenca, en el cual, no existe un control eficaz del sistema de riego aplicado. El sistema más avanzado de riego existente en la parcela, consiste en un simple temporizador, el cual, no puede impedir el paso de agua en día lluvioso, produciéndose así, un desperdicio inevitable del líquido vital.

El sistema de bombeo es por gravedad, teniendo que abastecer el reservorio sin algún tipo de supervisión, lo cual, se vuelve hasta cierto punto riesgoso para la cosecha ya que si en algún instante no se suministra agua al tanque elevado, la cosecha no recibirá el riego apropiado y podría echarse a perder.

Por estas razones, hemos implementado un sistema de telecontrol de riego automático para pequeñas parcelas, el cual, mide la humedad del suelo en donde se encuentra la cosecha y de acuerdo al tipo de sembrío, suministra cantidades apropiadas y requeridas de agua. Adicional a esto, el sistema propuesto, toma lecturas de temperatura para llevar un registro del comportamiento del clima, y para resolver el problema del suministro de agua hacia el tanque elevado, incorporamos un sensor de nivel por ultrasonido que debe ser instalado en el reservorio, para así, monitorear el volumen de agua en tiempo real y el administrador de la parcela pueda abastecerse con tiempo del líquido vital para su cosecha.

El prototipo fue puesto en marcha sobre una maqueta en la que se simuló una pequeña parcela, obteniendo resultados exitosos, ya se evitó el desperdicio de agua, y constantemente se pudo monitorear parámetros del clima que son imprescindibles para lograr una cosecha productiva.

## **ABSTRACT**

*This research work is focused on the scenario of small plots of the Yanuncay Campus of the University of Cuenca, in which there is no effective control of the applied irrigation system. The most advanced irrigation system in the plot, consists of a simple timer, which can not prevent the passage of water on rainy days, thus producing an inevitable waste of vital liquid.*

*The pumping system is by gravity, having to supply the reservoir without some kind of supervision, which, to a certain extent, becomes risky for the harvest since if at any moment water is not supplied to the elevated tank, the crop will not receive the proper watering and could spoil.*

*For these reasons, we have implemented an automatic irrigation remote control system for small plots, which measures the humidity of the soil where the crop is located and, according to the type of crop, supplies appropriate and required quantities of water. In addition to this, the proposed system takes temperature readings to keep track of weather behavior, and to solve the problem of water supply to the elevated tank, we incorporate an ultrasound level sensor that must be installed in the reservoir, In this way, monitor the volume of water in real time and the administrator of the plot can supply the vital liquid for its harvest in time.*

*The prototype was launched on a model in which a small plot was simulated, obtaining successful results, water wastage was avoided, and climate parameters that are essential to achieve a productive harvest were constantly monitored.*

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
ABSTRACT .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS .....	V
SIMBOLOGÍA .....	VI
INDICE DE FIGURAS .....	VII
INDICE DE TABLAS .....	IX
CAPÍTULO 1 .....	1
1. GENERALIDADES .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Objetivo general .....	3
1.3 Objetivos específicos .....	3
1.4 Justificación .....	3
1.5 Alcance y Limitaciones .....	5
CAPÍTULO 2 .....	6
2. METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS DE DESARROLLO .....	6
2.1 Tecnologías de comunicación .....	6
2.2 Componentes de Programación Web .....	8
2.3 Software de Programación Electrónica .....	9
2.4 Componentes Electrónicos .....	10
CAPÍTULO 3 .....	20
3. PROPUESTA DEL PROYECTO .....	20
3.1 Diseño de circuito electrónico .....	20
3.2 Programación del Arduino NANO (Controlador) .....	28
3.3 Creación de la base de datos .....	33
CAPÍTULO 4 .....	40
4. RESULTADOS .....	40
4.1 Circuito Electrónico .....	40
4.2 Creación Sitio WEB .....	43
4.3 Puesta en marcha del Sistema .....	48
4.4 Costo del Prototipo .....	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	52

BIBLIOGRAFÍA.....54

## **ABREVIATURAS**

SCI	Sociedad de la Información y de la Comunicación
Ph.D.	Philosophie Doctor – Doctor en Filosofía
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
OSI	Open Systems Interconnection
Wi-Fi	Wireless Fidelity
PC	Personal Computer
PDA	Personal Digital Assistant
VoIP	Voice over Internet Protocol
HTML	HyperText Markup Language
SQL	Structured Query Language
IDE	Integrated Development Environment
DC	Direct Current
USB	Universal Serial Bus
PCB	Printed Circuit Board

## SIMBOLOGÍA

$\mu\text{s}$	Microsegundo
m/s	Metros por segundo
mA	Miliamperios
kOhm/K $\Omega$	Kilo-Ohmio
KB	Kilobyte
Vdc	Voltage of Continuos Current
MHz	Megahercio
mm	Milímetro
°C	Grados centígrados
V	Voltio
A	Amperio
$\mu\text{F}$	Microfaradio

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2.3.1: IDE de Arduino .....	9
Figura 2.3.2: Entorno de Proteus .....	10
Figura 2.4.1: Módulo Wi-Fi ESP8266 [3].....	10
Figura 2.4.2: Sensor de Distancia por Ultrasonido HC-SR04 [5].....	11
Figura 2.4.3: Arduino Nano V3 [7] .....	11
Figura 2.4.4: Sensor de Humedad SEN0114 [9] .....	12
Figura 2.4.5: Sensor DS18B20 [11].....	13
Figura 2.4.6: Relé de 12 Vdc [13].....	14
Figura 2.4.7: Regulador de voltaje LM317 [15].....	14
Figura 2.4.8: Regulador de voltaje LM7809 [17].....	14
Figura 2.4.9: Diodo rectificador 1N4004 [19].....	15
Figura 2.4.10: Capacitor 1 $\mu$ F [20].....	15
Figura 2.4.11: Capacitor 0.1 $\mu$ F [21].....	16
Figura 2.4.12: Transistor NPN 3904 [23].....	16
Figura 2.4.13: Potenciómetro tipo trimmer [24] .....	16
Figura 2.4.14: Resistores [25] .....	17
Figura 2.4.15: Diodo LED 3mm [27] .....	17
Figura 2.4.16: Borneras [28].....	18
Figura 2.4.17: Espadines [29].....	18
Figura 2.4.18: Jack de alimentación [30].....	18
Figura 2.4.19: Electroválvula Solenoide 12V DC [31].....	19
Figura 3.1.1: Alimentación Arduino NANO .....	20
Figura 3.1.2: Alimentación tarjeta ESP8266.....	21
Figura 3.1.3: Conexión relevador y transistor .....	22
Figura 3.1.4: Funcionamiento del circuito a 0V .....	23
Figura 3.1.5: Funcionamiento del circuito a 5V DC .....	23
Figura 3.1.6: Protección de la bobina del relevador .....	24
Figura 3.1.7: Configuración diodos LEDS .....	27
Figura 3.1.8: Circuito impreso PCB .....	28
Figura 3.1.9: Diagrama Esquemático Circuito electrónico.....	28
Figura 3.2.1: Declaración de librerías, variables y constantes .....	29
Figura 3.2.2: Declaración del bloque "Setup" .....	30

Figura 3.2.3: Declaración del bloque “LOOP” .....	31
Figura 3.2.4: Envío de parámetros a la base de datos .....	32
Figura 3.2.5: Validación para encendido o apagado de electroválvula .....	33
Figura 3.3.1: Tablas creadas en MySQL .....	34
Figura 3.3.2: Estructura de tabla usuario.....	35
Figura 3.3.3: Registros guardados en tabla usuario.....	35
Figura 3.3.4: Estructura de tabla sembrío .....	36
Figura 3.3.5: Registros guardados en tabla sembrío.....	36
Figura 3.3.6: Estructura de tabla ususemb.....	37
Figura 3.3.7: Registros guardados en tabla ususemb .....	37
Figura 3.3.8: Estructura tabla programaciónriego .....	38
Figura 3.3.9: Registros guardados en tabla programaciónriego.....	38
Figura 3.3.10: Estructura tabla parámetros .....	39
Figura 3.3.11: Registros guardados en tabla parámetros.....	39
Figura 4.1.1: Circuito electrónico.....	40
Figura 4.1.2: Circuito electrónico dentro de encapsulado.....	41
Figura 4.1.3: Electroválvula dentro de encapsulado.....	42
Figura 4.1.4: Encapsulamiento prototipo Sistema de Riego.....	42
Figura 4.2.1: Captura página de inicio de Sitio Web .....	43
Figura 4.2.2: Menú Mantenimiento – opción Usuario .....	44
Figura 4.2.3: Menú Mantenimiento – opción Sembrío .....	44
Figura 4.2.4: Menú Mantenimiento – opción Permisos Sembrío .....	45
Figura 4.2.5: Menú Procesos – opción Tipo de Riego.....	45
Figura 4.2.6: Pantalla de selección de Tipo de Riego .....	46
Figura 4.2.7: Histórico de temperatura .....	47
Figura 4.2.8: Histórico de humedad .....	47
Figura 4.2.9: Pantalla de Inicio – opción Ubicación.....	48
Figura 4.3.1: Pequeño sembrío sobre maqueta .....	48
Figura 4.3.2: Prototipo completo en marcha.....	49
Figura 4.3.3: Sugerencia de implementación en campo experimental .....	49

## INDICE DE TABLAS

Tabla 4.4.1: Costo del Prototipo .....	51
--	----

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

Nos hallamos inmersos en la Sociedad de la Información y de la Comunicación (SIC), espacio en el que las redes, como por ejemplo Internet, son de vital importancia para el desarrollo del mundo moderno [1].

El propósito de los aparatos inteligentes es receptar, informar, almacenar, monitorear y gestionar toda la información que se encuentra en la sociedad y lo que le rodea, esto puede ayudar al ser humano a conocer de manera directa diferentes escenarios del diario vivir, desde un simple monitoreo y control en su misma casa, o cualquier acontecimiento ocurrido en tiempo real en cualquier lugar del mundo.

Aprovechando la disponibilidad de los dispositivos inteligentes, hay que darle relevancia a la agricultura con conocimiento, que permita ser competitivo en los diversos escenarios de cultivos y cosechas.

Trabajar en paralelo con entidades públicas y privadas en el desarrollo de sistemas que permitan perfeccionar la actividad agrícola, debiera ser tarea fundamental para promover la agroindustria.

### 1.1 Antecedentes

La ciudad de Cuenca posee un alto favoritismo para los turistas extranjeros que lo visitan por su bajo costo, encantadora temperatura, poseedora de una cultura representada por museos como opción cultural para el disfrute de propios y visitantes. Adicionalmente, esta ciudad cuenta con diversos tipos de vegetales y hortalizas, muchas de las cuales se encuentran en pequeñas parcelas.

Estos sembríos están ubicados de manera que el agua llega en la misma cantidad, lo cual no es adecuado puesto que los sembríos son diferentes; en aquello también influye el clima, ya sea húmedo o seco, para ello será necesario un riego adecuado, moderado y específico lo cual es un factor limitante para el crecimiento de los cultivos.

En un acercamiento a la Universidad de Cuenca, se realizó una visita donde se obtuvo la participación del docente Ph.D. Eduardo Chica, investigador de la Facultad de Agronomía, quien informó sobre las necesidades que ha observado en el sector productivo de esta ciudad.

Él, junto a sus estudiantes de Pregrado, han creado un campo experimental dentro de la universidad, donde tienen pequeños sembríos con riego a través de gravedad y unas válvulas que controlan el paso del agua cada cierto tiempo; a las cuales permitió ingresar al personal que involucra este estudio, con finalidad que se pueda observar cómo es el ambiente de un sembrío, explicando a su vez las limitaciones que se tienen en el proceso de control del mismo.

Las problemáticas que mencionó el docente nacen en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de sembrío bajo riego por gravedad, entre ellos fueron:

- Se produce desperdicio de agua, que se genera cuando se realiza el riego, ya que en muchas ocasiones se distribuye más agua de lo que el sembrío realmente necesita, debido a que se desconoce la cantidad de líquido vital que por tipo de planta se requiere.
- Se genera una inundación en el sembrío. En el campo experimental poseen válvulas temporizadas de riego automático, cuya función consiste en dejar fluir el paso del agua durante un período programado con anticipación. Cuando existen lluvias en tiempo de invierno, y las válvulas temporizadas están activadas, al no encontrarse personal de campo que las desactive, podría producirse una inundación del sembrío evitando que reciba el oxígeno necesario, produciendo una afectación en la actividad biológica de las plantas.

- Se desconoce la cantidad de agua existente en el reservorio; pues se necesita de un personal que realice la supervisión del nivel de almacenamiento de agua. En caso de que el reservorio se quede sin agua por un largo tiempo y no pueda abastecer lo requerido se podría generar un gran problema, como la pérdida del sembrío.

## **1.2 Objetivo general**

Implementar un sistema que permita supervisar los parámetros principales de los sembríos de una pequeña parcela y controlar una electroválvula de acuerdo con la medida de humedad requerida, a través del uso de una página web como plataforma, con el fin de mejorar la producción y minimizar los problemas por escasez de agua para sembríos en la ciudad de Cuenca.

## **1.3 Objetivos específicos**

- Diseñar un circuito electrónico que sea supervisado por un controlador, el mismo que tome lectura de los parámetros requeridos y realice el envío de datos vía inalámbrica mediante protocolo IEEE 802.11 b/g/n a la base de datos implementada en el servidor.
- Crear una plataforma web, que a través de un inicio de sesión del administrador permita el monitoreo y telecontrol del sembrío en tiempo real, así como también, nos brinde información de los históricos de acuerdo con los parámetros requeridos.
- Elaborar una maqueta a bajo costo, en el cual, se realice la puesta en marcha del sistema propuesto con el objetivo de monitorear que la irrigación se haga acorde a los parámetros de humedad tomados del sembrío.

## **1.4 Justificación**

La agricultura consiste en cultivar la tierra mediante diversos tratamientos del suelo y cultivo de vegetales con fines alimenticios, integrándola a los dinamismos del sector agrícola. Los diversos dinamismos financieros que

engloba la agricultura tienen su apoyo en el aprovechamiento del suelo y sus riquezas dadas por el trabajo del hombre.

La agricultura corresponde a la actividad agraria basada en un conjunto de acciones humanas que logran transformar el medio ambiente natural, con el propósito de hacerlo apto para el desarrollo y crecimiento de los diversos cultivos, ya que su importancia radica en el adelanto para la autosuficiencia y capital de las diversas naciones, bajo los auspicios agronomía que estudia la práctica de la agricultura.

En el campo de la agricultura, se ve la necesidad de optimizar el consumo de agua y con ello mejorar la productividad de los sembríos que serán destinados para actividades comerciales o consumo propio en sí.

En los campos de sembríos de la localidad, así mismo como en el Campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Cuenca, no existe una intervención que garantice el sostenimiento del cultivo y su lapso de obtención.

Hay algunos factores que deben tomarse en cuenta al momento de efectuar el riego de agua como, por ejemplo, la humedad requerida para cada tipo de cultivo. El conocer los valores de estos parámetros, puede ser de gran ayuda para el control del riego de agua, evitando que se deje pasar más agua de la requerida o riegos a horas innecesarias, en las que, de no estar alguien presente, podría producirse una inundación.

Las ganancias de los pequeños productores no son altas, por lo que no se puede contratar personal que ayude en la supervisión de los sembríos, lo que hace que el dueño de la pequeña parcela necesariamente tenga que estar en el lugar y no pueda realizar actividades extras fuera de la localidad en la que se encuentra.

El uso eficaz y eficiente del recurso hídrico, en la producción correcta de vegetales en pequeñas parcelas, solo puede conseguirse, cuando existe una adecuada planificación, proyecto y utilización adecuada del agua orientados específicamente en tiempo y cantidad de suministro del mismo. Esta planificación incluye necesariamente los periodos donde escasea el líquido vital y las necesidades que tiene cada uno de los cultivos, para su óptimo desarrollo y aprovechamiento.

### **1.5 Alcance y Limitaciones**

El módulo por implementarse indica los valores de humedad y temperatura en las que se encuentra el sembrío que el administrador ha decidido supervisar, así como también el estado en la que se encuentra la electroválvula que es la encargada de abrir y cerrar el flujo del agua requerida al momento del regadío, lográndose una supervisión constante mediante sensores para su evaluación final.

Los sensores por implementarse deberán ser colocados de acuerdo al tipo de sembríos que haya en la parcela, ya que cada sembrío tiene su propia curva de humedad.

## **CAPÍTULO 2**

### **2. METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS DE DESARROLLO**

En el presente capítulo se describen las metodologías, tecnologías, software y herramientas para configuración y control, así como también, conceptos tecnológicos en el ámbito de desarrollo web como en el de electrónica para la elaboración de nuestra propuesta de un sistema de riego de bajo costo por gravedad para pequeñas parcelas.

El proyecto se lo ha planteado siguiendo la siguiente metodología:

- Recepar información de la parcela tomada como estudio, para conocer su alcance y limitaciones que tiene su actual sistema de riego automático.
- Recopilar datos respecto a los rangos de humedad necesarios de acuerdo a la cosecha.
- Diseñar e implementar un prototipo a bajo costo con sus respectivos componentes tanto en hardware como en software.
- Diseñar e implementar una plataforma web de fácil funcionalidad para el usuario.
- Realizar pruebas del prototipo para confirmar su correcto funcionamiento.
- Realizar la puesta en marcha del sistema sobre una pequeña maqueta que contenga un sembrío real.

#### **2.1 Tecnologías de comunicación**

##### **2.1.1 Redes de datos**

Una red es la conectividad cableada o inalámbrica entre diversos dispositivos electrónicos que pueden viabilizar los datos a través de ordenadores, cuyo propósito primordial es compartir información y brindar servicios.

Dependiendo del objetivo de uso, una red de datos se diseña e implementa en diferentes tipos de arquitecturas, y se clasifica de acuerdo a su tamaño y distancia de cobertura.

Los medios de transmisión de una red de comunicaciones podrían variar entre cobre, fibra óptica o inalámbrica, siendo el último medio, nuestro enfoque para desarrollar nuestra investigación.

Para permitir que un equipo pueda transmitir en una red de datos, necesita de un conjunto de guías o normas de operaciones denominadas "Protocolo de comunicaciones". Para nuestro caso de estudio, utilizaremos el protocolo TCP/IP basado en el modelo de referencia OSI [2].

Desde esta perspectiva, el protocolo TCP/IP es la representación de las diversas reglas de comunicación para la internet basándose en la dirección IP, es decir, brindando una dirección IP a cada equipo de la red para ser enrutada en los paquetes de datos. El protocolo descrito anteriormente es aplicable tanto en redes cableadas como en inalámbricas.

### **2.1.2 Estándar IEEE 802.11 como tecnología inalámbrica**

Este estándar se refiere a cualquier tipo de red de área local inalámbrica que utilice las ondas de radio como portadora.

Entre las utilidades que brinda una red Wi-Fi destacamos las siguientes:

- Acceder a una red empresarial a nivel mundial.
- Conectarse a diversas redes sin cables.
- Conexión a PC, portátil, PDA, teléfono móvil o videoconsola.

- Servicio de HotSpot para acceso restringido por tiempo o volumen.
- Acceder a servicios de VoIP sin cables.

La tecnología IEEE 802.11 cubre las capas física y de enlace del modelo OSI.

## **2.2 Componentes de Programación Web**

Hoy en día, gracias al avance tecnológico, un sitio web se convierte en un ente importante de una empresa, organismo o institución, dado que es fundamental que la información a transmitir sea siempre clara, estructurada y atractiva para que el público pueda entenderla.

### **2.2.1 HTML**

Es un lenguaje de marcado usado para organizar páginas web, las siglas obedecen a la frase Lenguaje de Marcas de HiperTexto. Es súper útil para ordenar la estructura del contenido de una página incluidos textos, imágenes y objetos.

### **2.2.2 PHP**

Es un lenguaje de programación usado del lado del servidor y diseñado originalmente para obtener resultados web de manera dinámica.

### **2.2.3 Gestor de Base de Datos: MySQL**

Es un sistema de gestión de base de datos relacional de muy rápida lectura, utilizado en aplicaciones web y multiplataforma. Soporta gran cantidad de datos, es de código abierto y se basa en el Lenguaje de Consulta Estructurado (SQL).

### **2.2.4 Dreamweaver**

Es una aplicación destinada para diseñar, construir y desarrollar páginas web de manera sencilla y personalizada. Una de sus principales características es permitir agregar, eliminar o modificar de manera

interactiva las funcionalidades del sitio web, a través de su entorno visual.

### 2.2.5 Google Maps

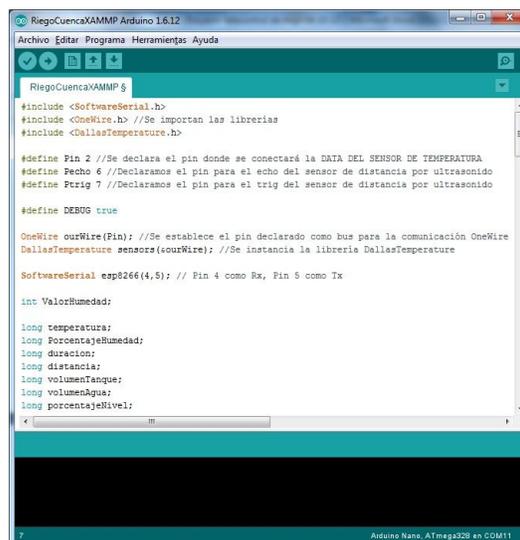
Es una aplicación vinculada a un servidor de mapas en la web, el cual ofrece imágenes de mapas, fotografías y rutas desplazables tomadas por satélites y disponibles para fácil navegación desde cualquier plataforma.

## 2.3 Software de Programación Electrónica

### 2.3.1 IDE de Arduino

Es un entorno de desarrollo integrado ejecutado desde un ordenador, en el cual, mediante líneas de código se transcriben la serie de tareas que se llevarán de manera automatizada en función de los sensores y condiciones externas. Estas líneas de código en el IDE de Arduino se denomina sketch.

La estructura es muy simple y se compone de dos bloques principales: SETUP y LOOP, las mismas que contienen declaraciones, estamentos o instrucciones. A continuación ilustraremos el entorno de programación del arduino.



```
Arduino IDE - RiegoCuencaXAMMP Arduino 1.6.12
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
RiegoCuencaXAMMP $
#include <SoftwareSerial.h>
#include <OneWire.h> //Se importan las librerias
#include <DallasTemperature.h>

#define Pin 2 //Se declara el pin donde se conectará la DATA DEL SENSOR DE TEMPERATURA
#define Pecho 6 //Declaramos el pin para el echo del sensor de distancia por ultrasonido
#define Ptrigger 7 //Declaramos el pin para el trig del sensor de distancia por ultrasonido

#define DEBUG true

OneWire ourWire(Pin); //Se establece el pin declarado como bus para la comunicación OneWire
DallasTemperature sensors(ourWire); //Se instancia la libreria DallasTemperature

SoftwareSerial esp266(4,5); // Pin 4 como Rx, Pin 5 como Tx

int ValorHumedad;

long temperatura;
long PorcentajeHumedad;
long duracion;
long distancia;
long volumenTanque;
long volumenAgua;
long porcentajeNivel;
```

Figura 2.3.1: IDE de Arduino

## 2.3.2 Proteus

Es una aplicación destinada para la elaboración de proyectos eléctricos y electrónicos. Utilizar este software implica conocer varias etapas: diseño de diagrama esquemático, simulación de componentes electrónicos, depuración de errores y construcción de la placa de circuito impreso. A continuación ilustraremos el entorno de trabajo del software Proteus:

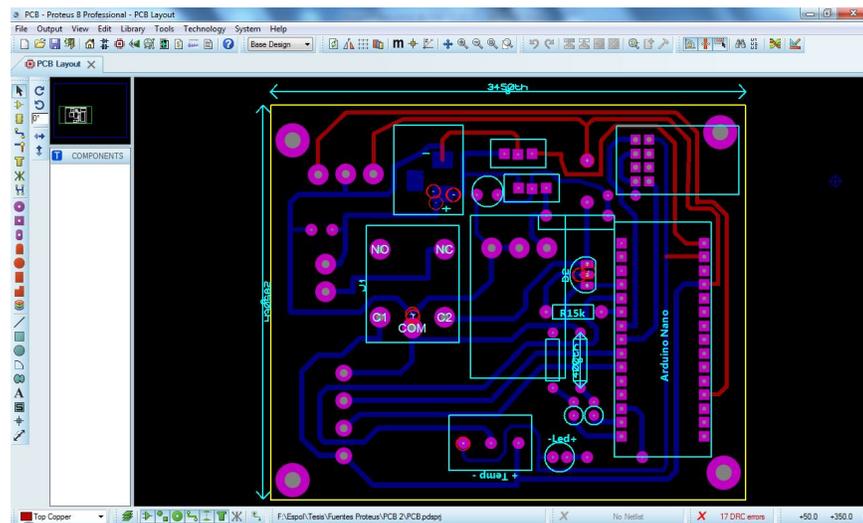


Figura 2.3.2: Entorno de Proteus

## 2.4 Componentes Electrónicos

### 2.4.1 Módulo Wi-Fi: ESP8266

Es un integrado especializado en comunicaciones inalámbricas, de bajo costo y adaptables para ser usado con micro controladores de gama media y alta [3].

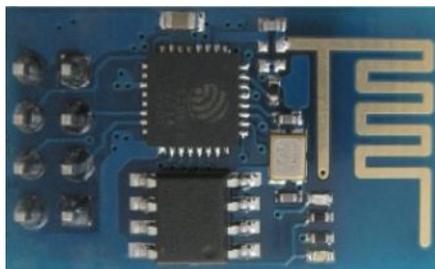


Figura 2.4.1: Módulo Wi-Fi ESP8266 [3]

### 2.4.2 Sensor de Distancia por Ultrasonido: HC- SR04

Es un sensor de distancia que opera por ondas de ultrasonido, que envía un pulso de al menos 10  $\mu$ s conocido como “*trigger*”, que no puede ser escuchado por el oído humano, haciendo que la señal rebote en algún objeto recibiendo un pulso conocido como Eco [4].

Este dispositivo electrónico servirá de utilidad para detectar objetos ubicados frente al sabiendo que la velocidad del sonido es de 345m/s.

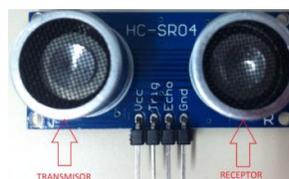


Figura 2.4.2: Sensor de Distancia por Ultrasonido HC-SR04 [5]

### 2.4.3 Arduino Nano v3

Es un microcontrolador de tamaño pequeño y compacto, diseñado para usarse en proyectos en los cuales el espacio está limitado. Es una placa que no incorpora jack de alimentación DC, y su programación únicamente puede ser cargada mediante el cable mini-B USB [6].

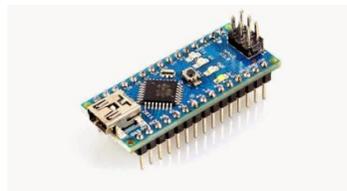


Figura 2.4.3: Arduino Nano V3 [7]

Entre sus principales características tenemos:

- Cada uno de sus 14 pines digitales pueden ser utilizados como ENTRADA o SALIDA. Estos pines operan a 5 VDC, soportan una corriente máxima de 40mA y tienen una resistencia (desconectada por defecto) de 20 a 50 kOhm.

- El Chip ATmega328 del Arduino Nano V3 tiene 32 KB, además de 2KB utilizados por el gestor de arranque.
- Su tensión de entrada recomendada es entre +7 y +12 Vdc.
- Tiene 6 pines de entradas analógicas.
- Su frecuencia de reloj es de 16 MHz.
- Su tamaño es de 0.73" x 1.7".

#### 2.4.4 Sensor de Humedad SEN0114

Es un sensor cuya característica primordial es detectar la humedad del suelo mediante dos sondas incorporadas [8].



**Figura 2.4.4: Sensor de Humedad SEN0114 [9]**

Este dispositivo envía corriente entre sus sondas a través del suelo, luego toma lectura de la resistencia provocada por la humedad de la tierra y genera un nivel, es decir, mayor humedad facilita el paso de la corriente entre las sondas (menor resistencia), mientras que en suelo seco existe mala conductividad y por ende (mayor resistencia).

Para evitar la oxidación, este dispositivo cuenta con un revestimiento bañado en oro en sus sondas.

Entre las principales características tenemos:

- Su tensión de alimentación es entre +3.3 Vdc y 5 Vdc.
- Soporta corrientes de hasta 35 mA.

- Su tamaño es de 60 x 20 x 5 mm.

#### 2.4.5 Sensor de Temperatura DS18B20

Es un dispositivo digital que cuenta con tres terminales, dos de alimentación y el pin Data. El protocolo de comunicación que utiliza este sensor es el “OneWire”, el mismo que se caracteriza por enviar y recibir datos por el mismo cable [10].



Figura 2.4.5: Sensor DS18B20 [11]

Entre sus principales características tenemos:

- Su rango de operación oscila entre los  $-50^{\circ}\text{C}$  y los  $125^{\circ}\text{C}$ .
- Su precisión es de  $\pm 0.5$  grados.

#### 2.4.6 Relé

Es un interruptor operado magnéticamente que logra la atracción o repulsión de un pequeño brazo y conecta o desconecta los terminales antes mencionados. Permite el control de un dispositivo a distancia, alcanzando activar diversas máquinas que pueden consumir gran cantidad de corriente. Con una sola señal de control, se pueden controlar varios relés a la vez [12].



Figura 2.4.6: Relé de 12 Vdc [13]

### 2.4.7 Regulador de Voltaje LM317

El regulador de Voltaje LM317 es un aparato eléctrico que regula la tensión positiva con solo 3 terminales mediante un rango de tensiones para sostener la salida desde los 1.25 hasta 37 voltios [14].



Figura 2.4.7: Regulador de voltaje LM317 [15]

### 2.4.8 Regulador de Voltaje LM7809

Es un circuito integrado de tres terminales que tiene la capacidad de regular voltaje positivo de 9V a 1A de corriente. Diseñado como regulador de tensión fijo con una alta gama de aplicaciones, además se puede usar como un elemento de paso de potencia y así fabricar reguladores de voltaje [16].

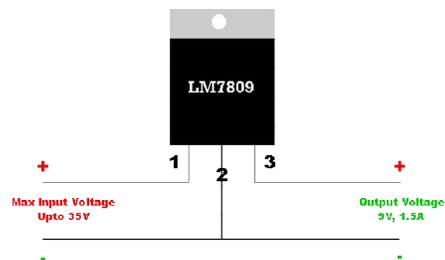


Figura 2.4.8: Regulador de voltaje LM7809 [17]

#### 2.4.9 Diodo rectificador 1N4004

El Diodo rectificador 1N4004 es un elemento electrónico que funciona como un interruptor, cuando la corriente fluye en una dirección el diodo permite el paso de la misma, sin embargo, cuando la corriente fluye en dirección contraria, el diodo la bloquea [18].



Figura 2.4.9: Diodo rectificador 1N4004 [19]

Sus características son:

- Baja caída de tensión directa
- Alta capacidad de corriente
- Alta confiabilidad
- Capacidad de corriente de sobretensión alta
- Disminución de la corriente en un 20%.

#### 2.4.10 Capacitor electrolítico de 1 $\mu$ F

Este capacitor a diferencia de los cerámicos, tienen polaridad, es decir, que dependiendo de la necesidad de tensión en sus terminales, acumula la carga. Este tipo de capacitores, utiliza un líquido conductor como una de sus placas [20].



Figura 2.4.10: Capacitor 1 $\mu$ F [20]

Soporta temperaturas desde -40 hasta +85 grados Celsius. Sus dimensiones son de 13 x 21 mm.

#### 2.4.11 Capacitor cerámico de 0.1 $\mu\text{F}$

Este capacitor es un elemento construido por dos placas conductoras pero a su vez, separadas entre ellas por un material no conductor. Son utilizados como filtros, derivación y acoplamiento de circuitos que contienen integrados [21].



Figura 2.4.11: Capacitor 0.1  $\mu\text{F}$  [21]

#### 2.4.12 Transistor 2N3904

Este transistor es uno de los elementos más utilizados en proyectos de electrónica por sus características de amplificación. Está diseñado para funcionar en tensiones y potencias bajas, pero puede trabajar a velocidades extremadamente altas [22].



Figura 2.4.12: Transistor NPN 3904 [23]

#### 2.4.13 Potenciómetro tipo trimmer de 1 k $\Omega$

Un potenciómetro es un dispositivo cuya configuración consiste en dos resistencias en serie, las cuales pueden ser modificadas por el usuario según los valores de tensión que desee obtener. Los trimmers son elementos cuya principal característica es que las resistencias variables se pueden ajustar con mayor precisión [24].



Figura 2.4.13: Potenciómetro tipo trimmer [24]

#### 2.4.14 Resistores

Estos elementos, son dispositivos diseñados para crear una resistencia al paso de la corriente entre dos puntos referenciales. Existe una codificación de colores dependiendo del valor que tengan tres parámetros fundamentales: resistencia eléctrica, disipación máxima y precisión o tolerancia [25].



Figura 2.4.14: Resistores [25]

#### 2.4.15 Diodo LED 3mm

Los diodos son componentes electrónicos que permiten el paso de la corriente en un solo sentido, y a la vez emiten luz. Cuando se conecta un diodo en el sentido que permite el paso de la corriente se dice que está polarizado directamente [26].

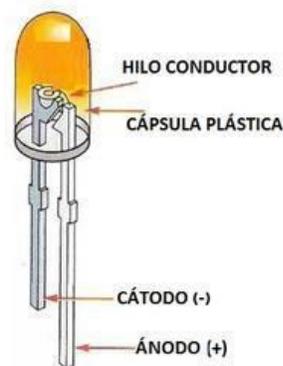


Figura 2.4.15: Diodo LED 3mm [27]

Tienen dos patillas de conexión, ánodo y cátodo. Para que pase la corriente y emita luz se debe conectar el ánodo al polo positivo y el cátodo al negativo, en caso contrario la corriente no pasará y no emitirá luz.

#### 2.4.16 Borneras

Las borneras son los contactos metálicos utilizados como interfaces para capturar los parámetros leídos por sensores bien sean análogos o digitales.

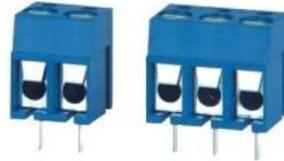


Figura 2.4.16: Borneras [28]

#### 2.4.17 Espadines

Los espadines, son contactos metálicos soldados al PCB para evitar soldar dispositivos que podrían dañarse y deben ser cambiados con facilidad del circuito electrónico.

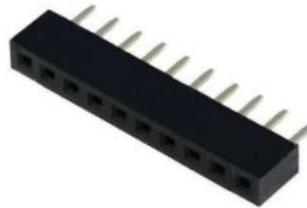


Figura 2.4.17: Espadines [29]

#### 2.4.18 Jack de alimentación eléctrica

Este elemento se trata de un enchufe hembra con dos o más terminales diseñados para recibir un enchufe macho. Se utiliza para la alimentación hacia el circuito impreso.

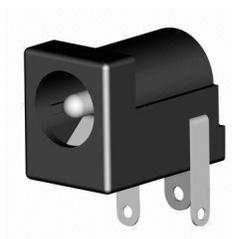


Figura 2.4.18: Jack de alimentación [30]

#### **2.4.19 Electroválvula 12V DC 2/2 - 1/4"**

Las electroválvulas son válvulas electromecánicas diseñadas y utilizadas para controlar el paso de cualquier tipo de fluido, generalmente gas o agua. Operan en dos posiciones, abierta o cerrada.

La válvula funciona a través de una bobina solenoide, que convierte electricidad en energía mecánica mediante magnetismo.



**Figura 2.4.19: Electroválvula Solenoide 12V DC [31]**

## CAPÍTULO 3

### 3. PROPUESTA DEL PROYECTO

El sistema de telecontrol de riego descrito en el presente capítulo, es un prototipo diseñado para pequeñas parcelas utilizando la gravedad como sistema de bombeo del agua.

Las lecturas de humedad de suelo, temperatura ambiente, y nivel de reservorio de agua son tomadas como parámetros por el sistema para definir la cantidad de agua que será suministrada en la cosecha.

El sistema informático incorporado le permitirá al usuario controlar de manera remota y en tiempo real el estado de los sembríos, así como también, obtener reportes de históricos de humedad y temperatura.

Para lograr implementar el prototipo de telecontrol, dividimos el proyecto en varias etapas que son: diseño, programación, implementación y puesta en marcha. A continuación describiremos cada una de estas.

#### 3.1 Diseño de circuito electrónico

Empezaremos indicando que el circuito se alimenta con 12 VDC a través del Jack. Este voltaje podría ser inyectado directamente al controlador arduino ya que, su regulador interno permite entradas de tensión entre 7 y 12V DC, sin embargo, la demanda de corriente de la electroválvula conectada al circuito electrónico provoca un leve calentamiento en el regulador interno y la superficie del controlador.

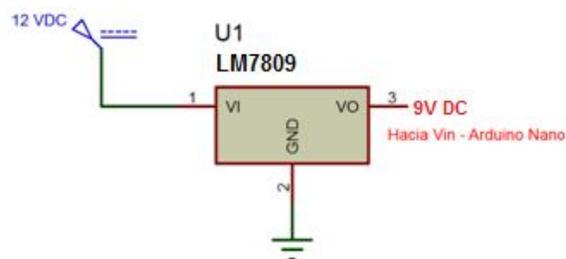
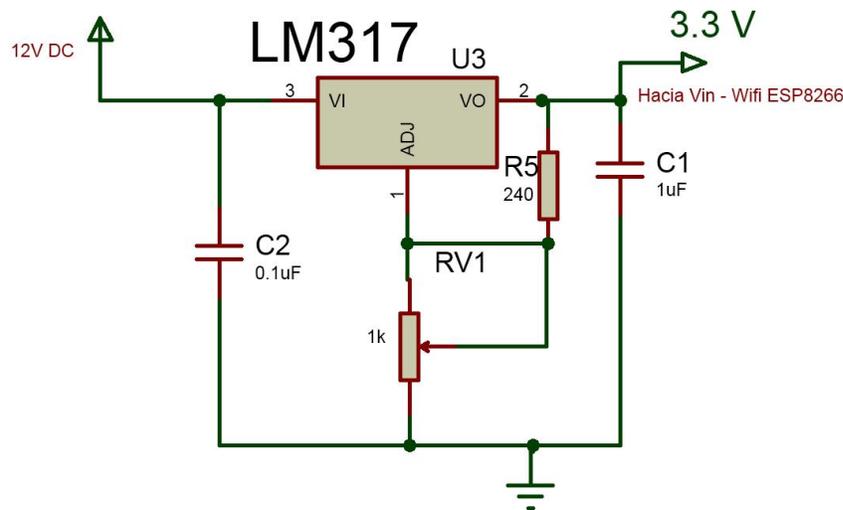


Figura 3.1.1: Alimentación Arduino NANO

Por esta razón, utilizamos un regulador LM7809 para obtener 9V DC y alimentar con esta tensión el controlador.

Con la misma fuente de 12V DC a través del Jack y realizando la configuración mostrada en la figura 3.1.2, alimentamos con 3.3V DC la tarjeta WIFI ESP8266. Es de suma importancia mantener este voltaje de salida ya que un incremento podría quemar la tarjeta WIFI. Para lograr este objetivo, utilizamos un potenciómetro tipo trimmer, el cual nos permite regular con precisión el voltaje deseado.



**Figura 3.1.2: Alimentación tarjeta ESP8266**

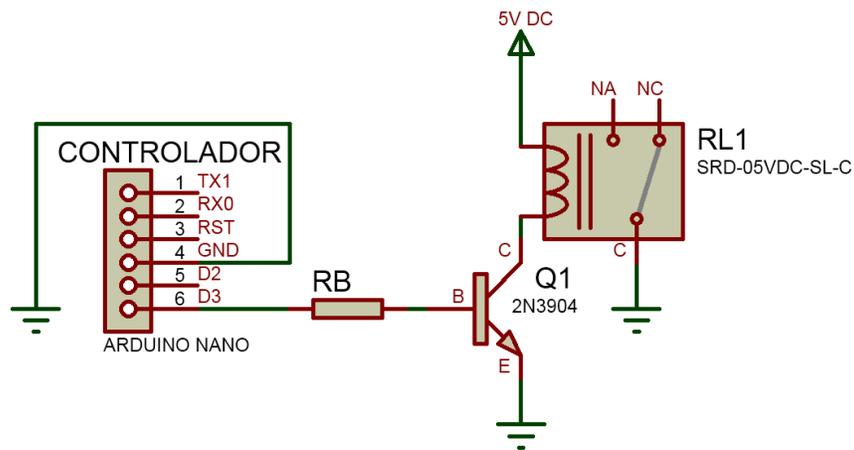
El pin 17 del arduino (3V3) también entrega 3.3V DC y una corriente máxima de 40mA, sin embargo, la tensión de operación de la tarjeta ESP8266 es de 80mA, es decir, no se podría utilizar este pin para alimentar la tarjeta inalámbrica.

Por estas razones, nuestro diseño contempla regulaciones de voltaje independientes tanto para el controlador como para la tarjeta WIFI.

Una vez que el Arduino NANO es energizado, su lógica de operación empieza a correr, entre las cuales se encuentra habilitar o deshabilitar la señal que abre o cierra la electroválvula, sin embargo, esto se logra a

través de un relevador de 5V DC que debe ser activado por medio de un transistor 2N3904.

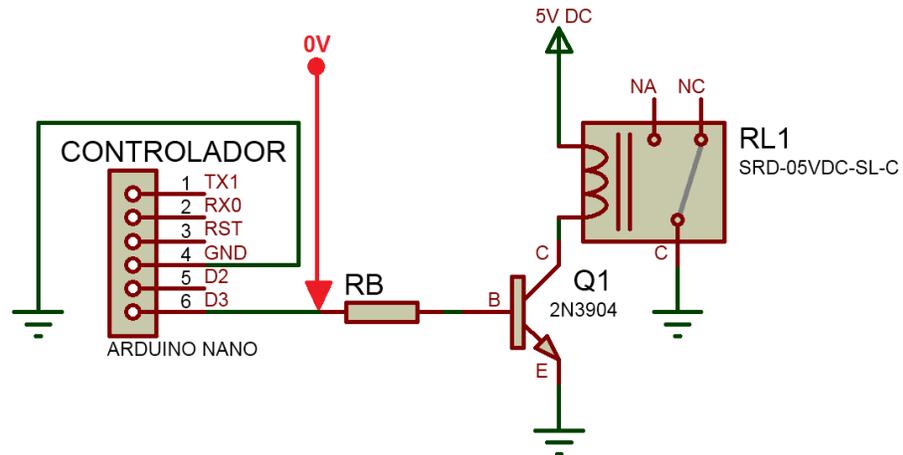
La configuración ilustrada en la figura 3.1.3, es la manera más sencilla para activar un relevador a través del transistor NPN 2N3904. El transistor, conectado de este modo, cierra el circuito poniendo a masa el terminal de la bobina mientras que el otro terminal se encuentra conectado a positivo.



**Figura 3.1.3: Conexión relevador y transistor**

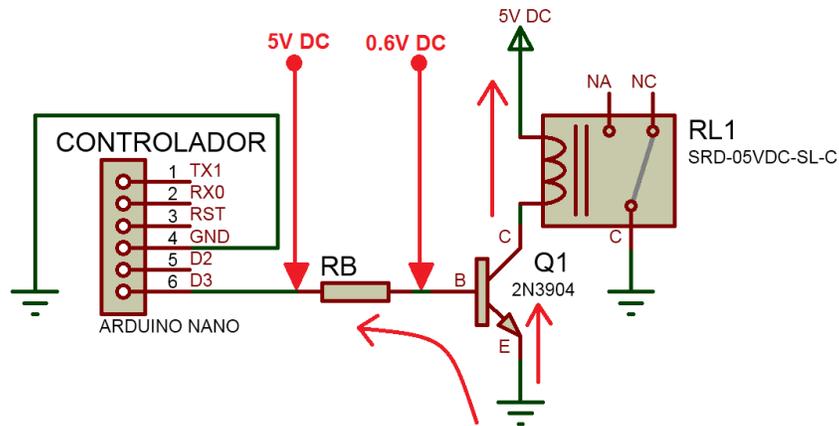
La ventaja de esta configuración es permitir el uso del relevador con una tensión de alimentación de la bobina diferente respecto a la tensión de trabajo del circuito de control.

Cuando la salida del circuito de control es baja (0 V) lo será también la base del transistor y por lo tanto, este no dejará pasar corriente entre emisor y colector para activar la bobina del relé.



**Figura 3.1.4: Funcionamiento del circuito a 0V**

Cuando la salida del circuito de control es alta (5 V), se supera la tensión de umbral de la base del transistor (0,6 V) y por lo tanto, empieza a circular una corriente que lleva el transistor al estado de conducción (entre emisor y colector) cerrando el circuito de la bobina del relé y por lo tanto activándolo.



**Figura 3.1.5: Funcionamiento del circuito a 5V DC**

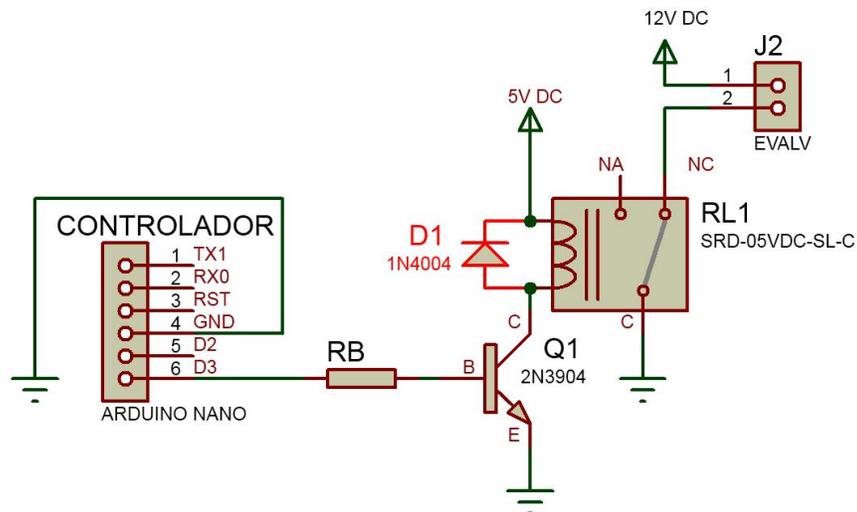
Para obtener una correcta activación del relé es necesario que el transistor se encuentre “saturado”, es decir, que permita pasar toda la corriente posible como si fuera un simple interruptor cerrado.

Como la tensión de control es independiente de la tensión de alimentación del relevador, podemos trabajar con tensiones separadas para la parte de control y para el relevador. Esto es muy útil porque nos da libertad de

conectar distintos tipos de relevadores sin necesidad de modificar la parte de control. Además, podemos evitar interferencias generadas por la bobina del relevador sobre el circuito de control (las bobinas generan picos de tensión, cuando son conmutadas, que se propagan a través de líneas de alimentación).

Cuando se desactiva el relevador a través del transistor, se interrumpe el paso de la corriente que pasa por la bobina, induciendo en ella misma un campo magnético por un breve momento. Esta tensión es muy elevada, se la conoce como “extra tensión de apertura” o “extra corriente de apertura”, la misma que podría dañar el transistor.

Para resolver este problema, conectamos en paralelo con la bobina, un diodo rectificador inversamente polarizado en modo tal que absorba estos picos de tensión de polaridad opuesta. Generalmente se usan diodos rectificadores comunes, en nuestro proyecto utilizamos el 1N4004.



**Figura 3.1.6: Protección de la bobina del relevador**

Para poder controlar nuestro relevador sólo es necesario que la base del transistor supere los 0.6V y entre en conducción, de esta manera, la corriente que el transistor deja pasar entre emisor y colector depende exclusivamente de la corriente que entra por la base, multiplicado por la ganancia ( $h_{FE}$ ).

Para obtener el valor de la resistencia que debemos colocar en la base lo haremos a través de la siguiente ecuación:

$$V_{control} - 0.6 V = I_B \times R_B \quad (3.1.1)$$

Donde:

$R_B$  : Resistencia de base.

$V_{control}$  : Tensión que entrega el circuito de control.

$I_B$  : Corriente que circula a través de la base del transistor.

Previo al cálculo de la resistencia de la base, necesitamos calcular la corriente que circula a través de la base, con la siguiente ecuación:

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} \quad (3.1.2)$$

Donde:

$\beta$  : Ganancia o  $h_{FE}$  del transistor 2N3904.

$I_C$  : Corriente que circula a través del colector del transistor.

Es decir, que en nuestro escenario, la corriente que circula a través del colector del transistor es la corriente que circula a través de la bobina del relé. Nuestro relevador tiene una impedancia de 91 Ohm, y está alimentado con una tensión de 5 VDC, entonces, la corriente que necesita la bobina para poder activar el relevador es:

$$I_{relevador} = \frac{5 Vdc}{79 ohm}$$

$$I_{relevador} = 63.29 mA$$

$$I_C = \text{Irelevador}$$

Entonces, dado que la ganancia medida de nuestro transistor es de 230, calculamos la resistencia necesaria en la base del transistor reemplazando la ecuación (3.1.2) en (3.1.1):

$$R_B = \frac{(V_{control} - 0.6 V) \times \beta}{I_C}$$

$$R_B = \frac{(5.00 \text{ v} - 0.6 \text{ v}) \times 230}{0.050 \text{ A}}$$

$$R_B = 15989.6 \text{ ohm} \sim 15 \text{ kohm}$$

No está demás indicar, que la ganancia en corriente continua de un transistor ( $h_{FE}$ ) depende del modelo y puede ser entre 50 y 300.

Si aumentáramos la corriente de la base, la corriente que pasa por nuestro relevador no aumentará más porque una vez que el transistor se encuentre en conducción plena (saturación), la corriente que pasa por él no dependerá del transistor sino de la carga, en nuestro caso, la bobina del relevador no dejará pasar más de la corriente necesaria.

A continuación explicaremos la incorporación de los diodos leds en nuestra placa electrónica.

Los diodos LEDS fueron incorporados como simples indicadores de estados, es decir, en nuestra lógica programada en el Arduino NANO, se activarán las salidas digitales y por ende encenderán los diodos cuando:

1. El controlador se conecta al servidor.
2. El controlador graba registros en la base de datos.
3. El controlador logra activar o desactivar la electroválvula, es decir, cambia de estado entre abierta y cerrada.

Los LEDs trabajan a tensiones de 2V, como en nuestro circuito electrónico están conectados a la salidas del Arduino (5V), lo conectamos en serie con una resistencia de 220  $\Omega$ . Esto con el objetivo de que los 5V entregados por el circuito de control se distribuyan entre el diodo LED y la resistencia, evitando que se nos queme el diodo.

Los diodos mencionados anteriormente quedaron conectados de la siguiente manera:

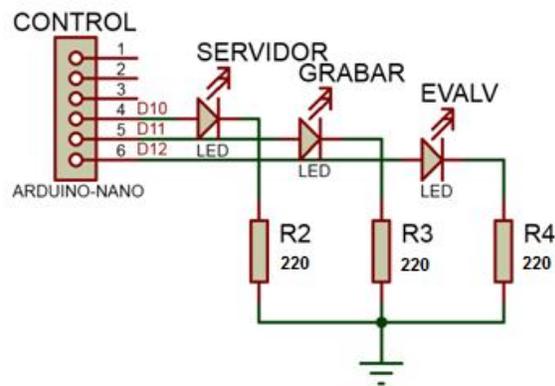
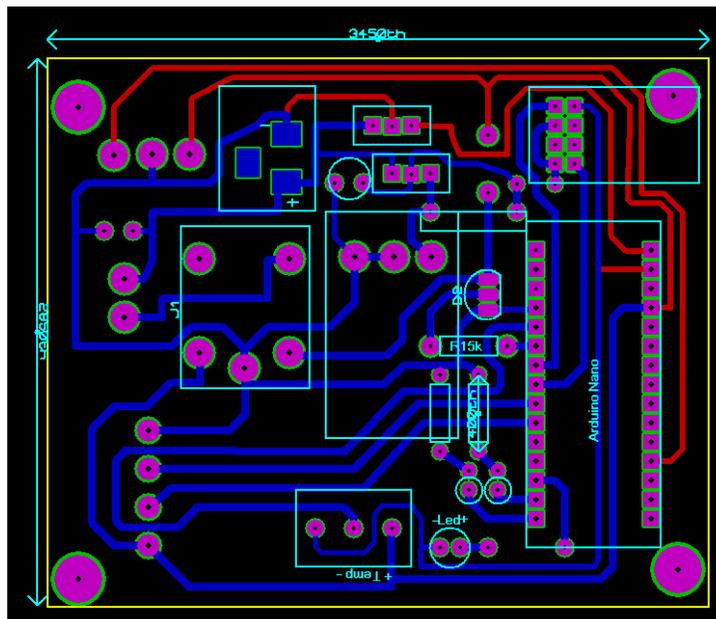
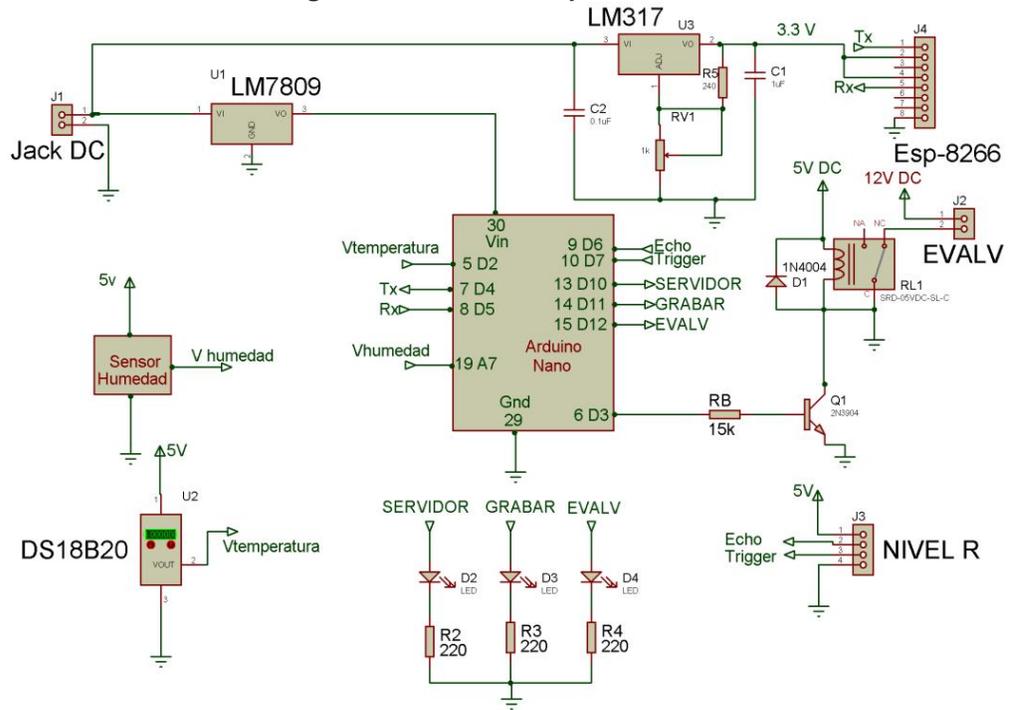


Figura 3.1.7: Configuración diodos LEDs

Una vez concluido el diseño del circuito electrónico, se procedió a elaborar el esquemático y respectivo circuito impreso en Proteus, los mismos que ilustramos a continuación:



**Figura 3.1.8: Circuito impreso PCB**



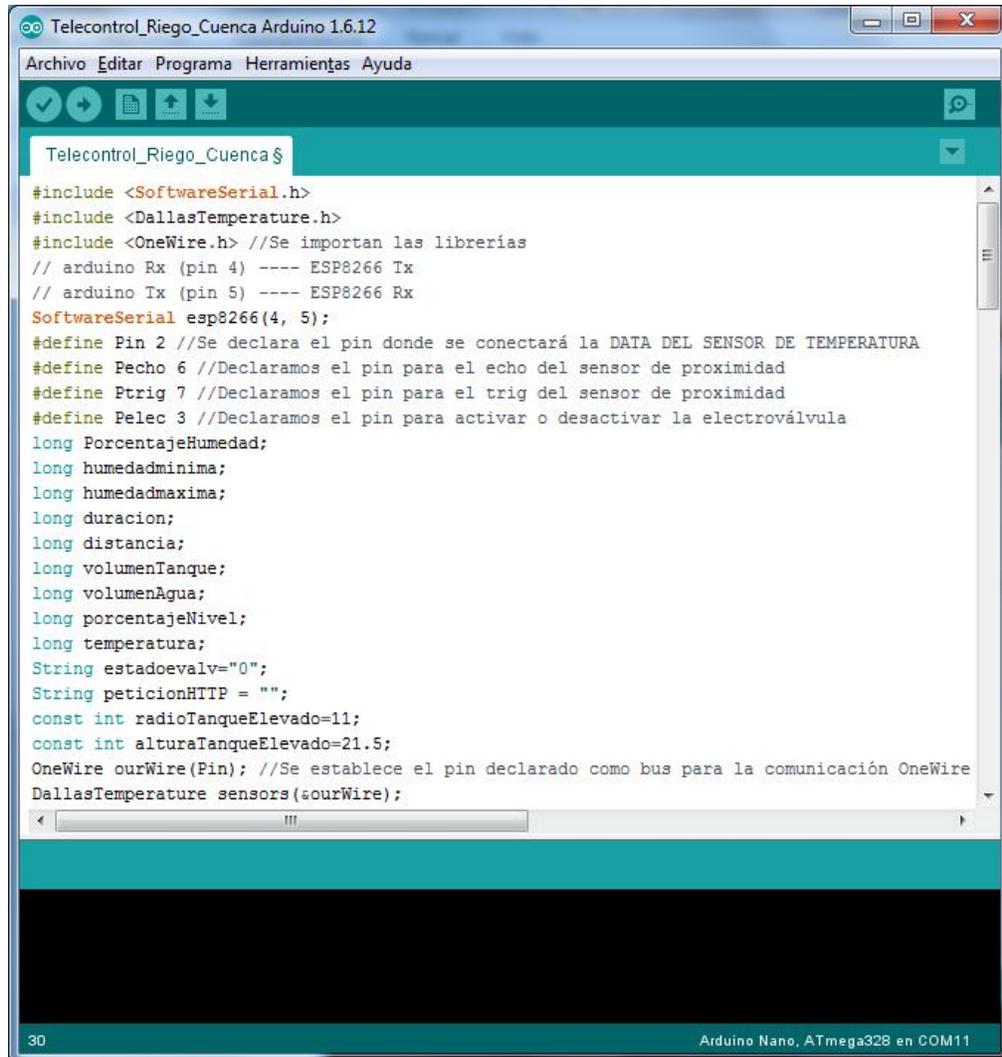
**Figura 3.1.9: Diagrama Esquemático Circuito electrónico**

### 3.2 Programación del Arduino NANO (Controlador)

El principal elemento de la placa de control es el Arduino Nano, que es el encargado de procesar los datos obtenidos de los sensores utilizados. A continuación, describiremos las líneas de código ingresadas en el entorno de programación (IDE de Arduino).

En el sketch, se deben definir primeramente las librerías, variables y pines que utilizarán los sensores, en nuestro caso, declaramos las necesarias para los sensores de temperatura, humedad y proximidad.

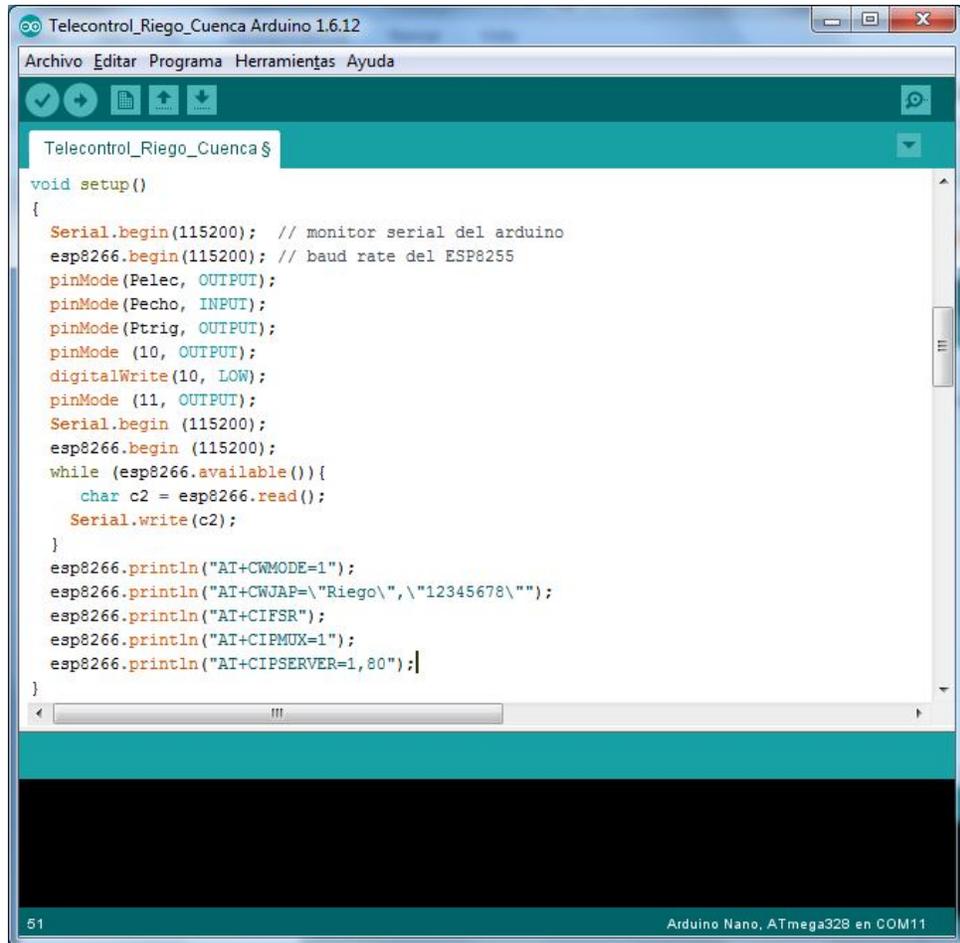
Seguido de las librerías debemos declarar variables y constantes, en nuestro caso, los valores de humedad, temperatura y proximidad, son atribuidas como variables, mientras que las dimensiones del reservorio de agua, como constantes.



```
Telecontrol_Riego_Cuenca Arduino 1.6.12
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Telecontrol_Riego_Cuenca $
#include <SoftwareSerial.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <OneWire.h> //Se importan las librerías
// arduino Rx (pin 4) ---- ESP8266 Tx
// arduino Tx (pin 5) ---- ESP8266 Rx
SoftwareSerial esp8266(4, 5);
#define Pin 2 //Se declara el pin donde se conectará la DATA DEL SENSOR DE TEMPERATURA
#define Pecho 6 //Declaramos el pin para el echo del sensor de proximidad
#define Ptrig 7 //Declaramos el pin para el trig del sensor de proximidad
#define Pelec 3 //Declaramos el pin para activar o desactivar la electroválvula
long PorcentajeHumedad;
long humedadminima;
long humedadmaxima;
long duracion;
long distancia;
long volumenTanque;
long volumenAgua;
long porcentajeNivel;
long temperatura;
String estadoevalv="0";
String peticionHTTP = "";
const int radioTanqueElevado=11;
const int alturaTanqueElevado=21.5;
OneWire ourWire(Pin); //Se establece el pin declarado como bus para la comunicación OneWire
DallasTemperature sensors(&ourWire);
```

**Figura 3.2.1: Declaración de librerías, variables y constantes**

En la siguiente sección del sketch (SETUP), declararemos líneas de código que se ejecutarán una sola vez al energizar el circuito electrónico tales como: velocidad en bps a la trabajará la tarjeta Wi-Fi, inicialización de los sensores y tarjeta inalámbrica, modo en la que trabajarán los pines (entrada o salida) y valores por defecto (Alto y Bajo).



```
void setup()
{
  Serial.begin(115200); // monitor serial del arduino
  esp8266.begin(115200); // baud rate del ESP8255
  pinMode(Pelec, OUTPUT);
  pinMode(Pecho, INPUT);
  pinMode(Ptrig, OUTPUT);
  pinMode (10, OUTPUT);
  digitalWrite (10, LOW);
  pinMode (11, OUTPUT);
  Serial.begin (115200);
  esp8266.begin (115200);
  while (esp8266.available()){
    char c2 = esp8266.read();
    Serial.write(c2);
  }
  esp8266.println("AT+CWMODE=1");
  esp8266.println("AT+CWJAP=\"Riego\", \"12345678\"");
  esp8266.println("AT+CIFSR");
  esp8266.println("AT+CIPMUX=1");
  esp8266.println("AT+CIPSERVER=1,80");
}
```

Figura 3.2.2: Declaración del bloque “Setup”

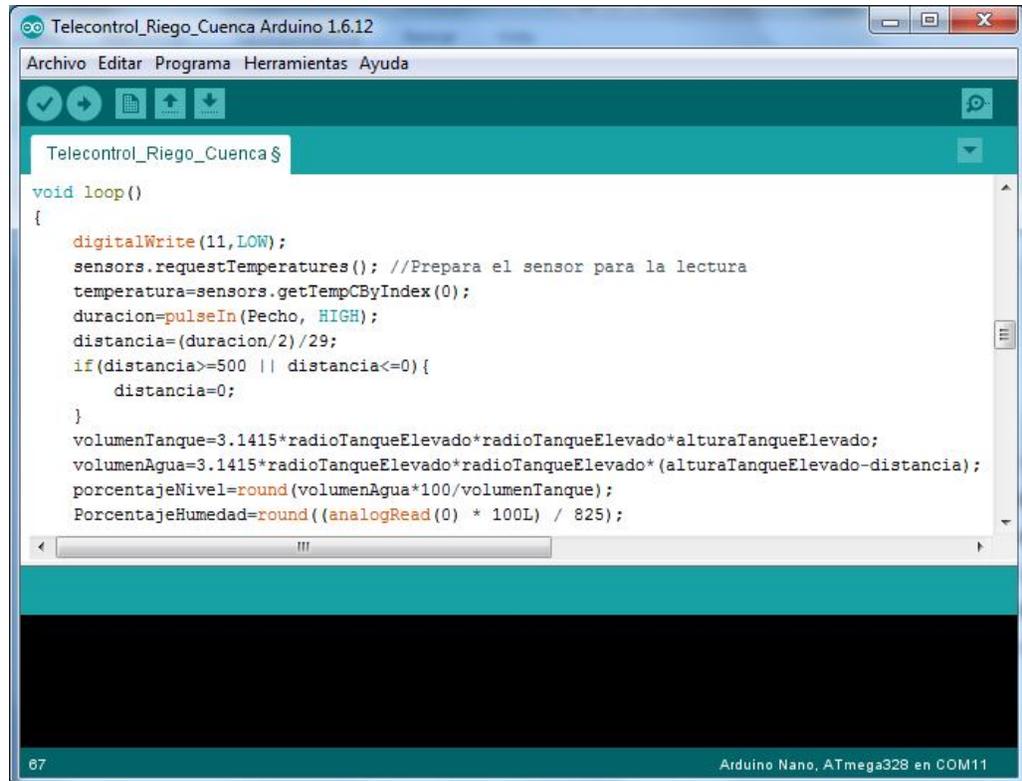
Uno de los bloques primordiales en el sketch, es el LOOP, en el cual se declara toda la lógica de operación, es decir, toma de decisiones y sentencias que automatizarán el sistema de riego. También en esta sección, se hace la conexión con la base de datos y se transfieren los datos hacia la página web.

El primer parámetro que capturamos es la temperatura a través del comando “requestTemperatures()”, este valor se almacena en la variable “temperatura”.

El segundo parámetro que capturamos es el porcentaje de nivel de agua en el reservorio a través del sensor ultrasónico, el cual, nos da la duración en que la señal enviada (*trigger*), rebota (*eco*). Al obtener el tiempo de viaje de

la señal, podemos hallar la distancia que ha recorrido dentro del reservorio hasta topar la superficie del agua.

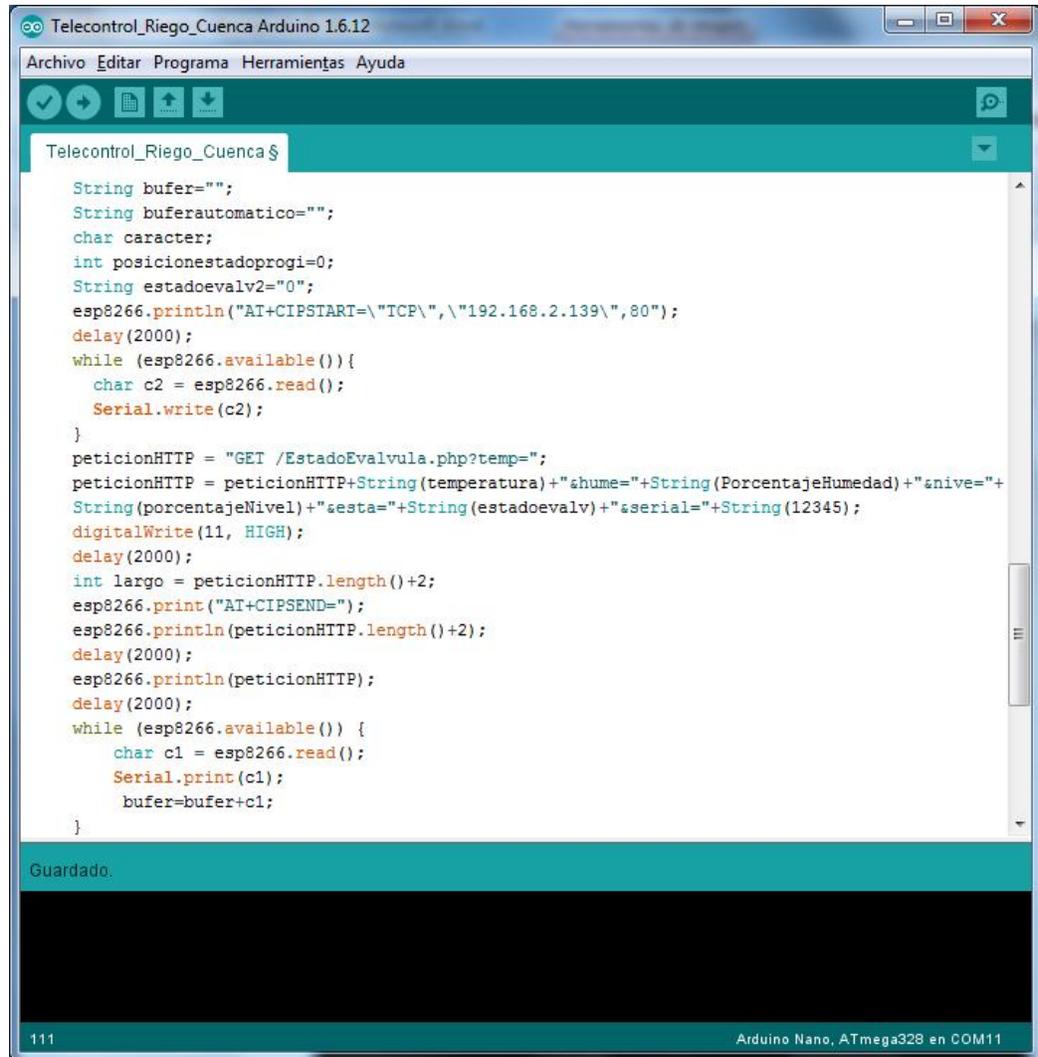
Calculamos también el volumen de agua en el reservorio con el valor de la distancia que hayamos previamente, finalmente, procedemos a hallar el porcentaje de nivel de agua que existe en el reservorio.



```
Telecontrol_Riego_Cuenca Arduino 1.6.12
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Telecontrol_Riego_Cuenca $
void loop()
{
  digitalWrite(11,LOW);
  sensors.requestTemperatures(); //Prepara el sensor para la lectura
  temperatura=sensors.getTempCByIndex(0);
  duracion=pulseIn(Pecho, HIGH);
  distancia=(duracion/2)/29;
  if(distancia>=500 || distancia<=0){
    distancia=0;
  }
  volumenTanque=3.1415*radioTanqueElevado*radioTanqueElevado*alturaTanqueElevado;
  volumenAgua=3.1415*radioTanqueElevado*radioTanqueElevado*(alturaTanqueElevado-distancia);
  porcentajeNivel=round(volumenAgua*100/volumenTanque);
  PorcentajeHumedad=round((analogRead(0) * 100L) / 825);
}
67 Arduino Nano, ATmega328 en COM11
```

Figura 3.2.3: Declaración del bloque “LOOP”

El sensor de humedad, debe obtener valores entre 0 y 825, para calcular su valor porcentual, dividimos el valor obtenido para 825 y lo multiplicamos para 100. El valor porcentual capturado de humedad será enviado a la base de datos y en futuras comparaciones permitir o no la apertura de la electroválvula conectada al sistema.

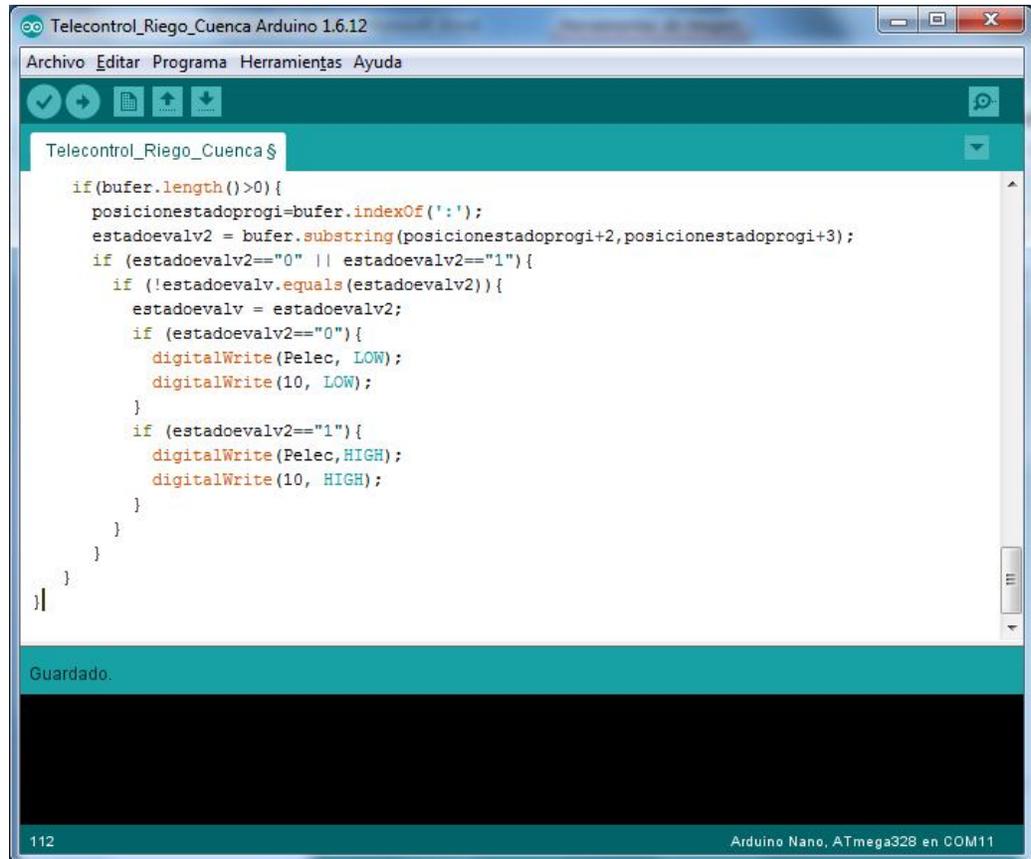


```
Telecontrol_Riego_Cuenca Arduino 1.6.12
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Telecontrol_Riego_Cuenca $
String bufer="";
String buferautomatico="";
char caracter;
int posicionestadoprogi=0;
String estadoevalv2="0";
esp8266.println("AT+CIPSTART=\"TCP\", \"192.168.2.139\", 80");
delay(2000);
while (esp8266.available()){
  char c2 = esp8266.read();
  Serial.write(c2);
}
peticionHTTP = "GET /EstadoEvalvula.php?temp=";
peticionHTTP = peticionHTTP+String(temperatura)+"zhume="+String(PorcentajeHumedad)+"znive="+
String(porcentajeNivel)+"sستا="+String(estadoevalv)+"sserial="+String(12345);
digitalWrite(11, HIGH);
delay(2000);
int largo = peticionHTTP.length()+2;
esp8266.print("AT+CIPSEND=");
esp8266.println(peticionHTTP.length()+2);
delay(2000);
esp8266.println(peticionHTTP);
delay(2000);
while (esp8266.available()) {
  char c1 = esp8266.read();
  Serial.print(c1);
  bufer=bufer+c1;
}
Guardado.
111 Arduino Nano, ATmega328 en COM11
```

**Figura 3.2.4: Envío de parámetros a la base de datos**

Una vez que los valores de temperatura, humedad y nivel de reservorio son capturados, se establece conexión con la base de datos por medio de petición HTTP y son enviados para almacenarlos como registros.

Finalmente, luego de haber enviado la petición, y mediante procedimientos almacenados que describiremos más adelante, obtenemos el valor de 1 ó 0, para activar o desactivar la electroválvula según el modo de operación establecido en el sistema.

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The title bar reads "Telecontrol\_Riego\_Cuenca Arduino 1.6.12". The menu bar includes "Archivo", "Editar", "Programa", "Herramientas", and "Ayuda". The toolbar contains icons for file operations and a refresh button. The main text area displays the following C++ code:

```
Telecontrol_Riego_Cuenca $  
  
if(bufer.length()>0){  
  posicionestadoprogi=bufe.indexOf(':');  
  estadoevalv2 = bufer.substring(posicionestadoprogi+2,posicionestadoprogi+3);  
  if (estadoevalv2=="0" || estadoevalv2=="1"){  
    if (!estadoevalv.equals(estadoevalv2)){  
      estadoevalv = estadoevalv2;  
      if (estadoevalv2=="0"){  
        digitalWrite(Pelec, LOW);  
        digitalWrite(10, LOW);  
      }  
      if (estadoevalv2=="1"){  
        digitalWrite(Pelec, HIGH);  
        digitalWrite(10, HIGH);  
      }  
    }  
  }  
}
```

The status bar at the bottom indicates "Guardado." on the left, "112" in the center, and "Arduino Nano, ATmega328 en COM11" on the right.

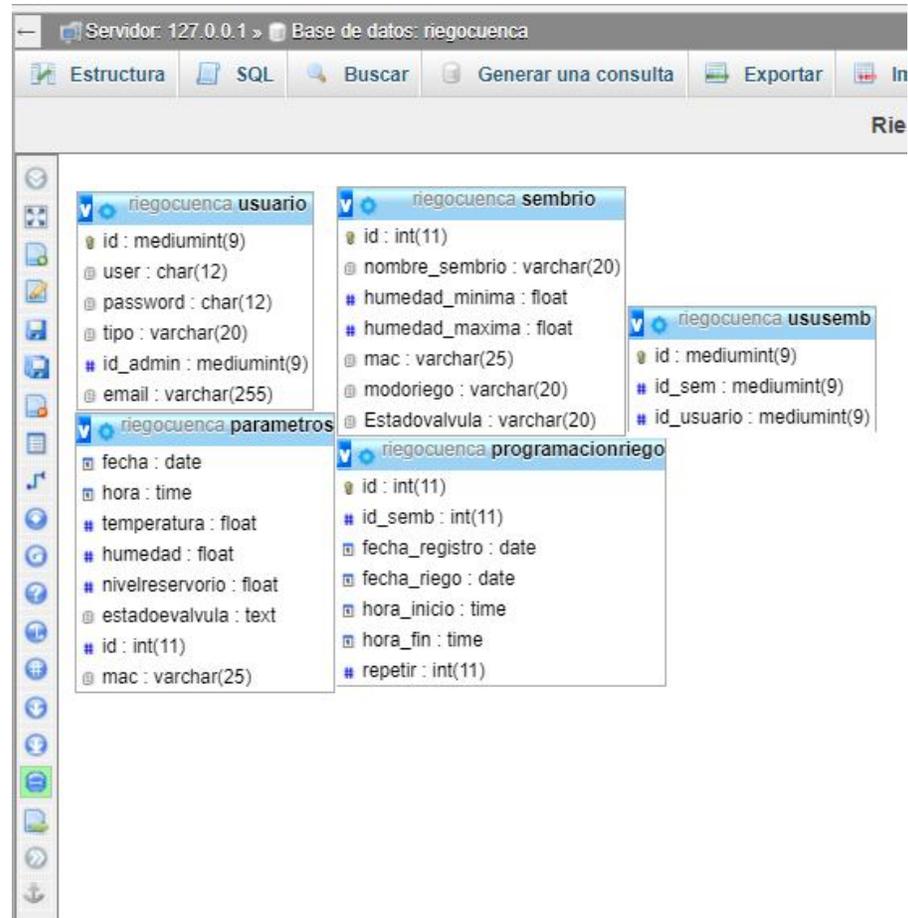
**Figura 3.2.5: Validación para encendido o apagado de electroválvula**

Las líneas de código las hemos explicado a manera de gráficos, sin embargo, puede ser ingresado en el IDE de arduino para su compilación y ejecución.

### **3.3 Creación de la base de datos**

Los valores capturados por los sensores deben ser almacenados periódicamente con el objetivo de llevar un registro y en un futuro obtener reportes que indiquen el comportamiento de los factores climáticos en la parcela. Por esta razón, implementamos una base de datos con MySQL ya que es un gestor robusto y de mucha utilidad en cuanto a requerimientos de consultas se refiere.

Para el presente proyecto fue necesario crear 5 tablas.



**Figura 3.3.1: Tablas creadas en MySQL**

A continuación haremos una breve descripción de cada una de las tablas, así como también, ilustraremos la estructura y registros almacenados durante el tiempo de prueba del prototipo.

La tabla “usuario” fue creada para registrar a los usuarios que tendrán acceso al sistema, y de acuerdo al tipo asignado, podrán acceder a diferentes opciones en el sistema web.

Server: 127.0.0.1 » Base de datos: negocuencia » Tabla: usuario

Examinar Estructura SQL Buscar Insertar Exportar Importar Privilegios

Estructura de tabla Vista de relaciones

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra
1	id	mediumint(9)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT
2	user	char(12)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
3	password	char(12)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
4	tipo	varchar(20)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
5	id_admin	mediumint(9)			Sí	NULL		
6	email	varchar(255)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		

Figura 3.3.2: Estructura de tabla usuario

Server: 127.0.0.1 » Base de datos: negocuencia » Tabla: usuario

Examinar Estructura SQL Buscar Insertar Exportar Importar Privilegios

Mostrando filas 0 - 3 (total de 4, La consulta tardó 0.0005 segundos.)

SELECT \* FROM 'usuario'

Mostrar todo | Número de filas: 25 | Filtrar filas: Buscar en esta tabla | Ordenar según la clave

+ Opciones

	id	user	password	tipo	id_admin	email
1	rsalazar	24051982	SUPERVISOR	1		
2	katasala	katasala	ADMIN	1	renesalazart@hotmail.com	
3	katty	12345	Consulta	2	renesalazart@hotmail.com	
4	fjramirez	fjramirez	ADMIN	2		

Figura 3.3.3: Registros guardados en tabla usuario

La tabla “sembrío” fue creada para registrar los nombres de las cosechas y sus parámetros de humedad requeridos para una excelente producción.

Server: 127.0.0.1 » Base de datos: negocuencia » Tabla: sembrío

Examinar Estructura SQL Buscar Insertar Exportar Importar Privilegios

Estructura de tabla Vista de relaciones

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra
1	id	int(11)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT
2	nombre_sembrío	varchar(20)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
3	humedad_minima	float			Sí	NULL		
4	humedad_maxima	float			Sí	NULL		
5	mac	varchar(25)	latin1_swedish_ci		Sí	NULL		
6	modoriego	varchar(20)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
7	Estadovalvula	varchar(20)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		

Figura 3.3.4: Estructura de tabla sembrío

Server: 127.0.0.1 » Base de datos: negocuencia » Tabla: sembrío

Examinar Estructura SQL Buscar Insertar Exportar Importar Privilegios Opera

Mostrando filas 0 - 2 (total de 3, La consulta tardó 0.0005 segundos.)

SELECT \* FROM `sembrío`

Perfilando [ Editar en lí...

Mostrar todo | Número de filas: 25 | Filtrar filas: Buscar en esta tabla | Ordenar según la clave: Ninguna

+ Opciones

	id	nombre_sembrío	humedad_minima	humedad_maxima	mac	modoriego	Estadovalvula
<input type="checkbox"/>	1	Tomate	20	80	33333		
<input type="checkbox"/>	2	Zanahoria	25	75	12345	Manual	0
<input type="checkbox"/>	3	Yuca	15	90	22222		

Figura 3.3.5: Registros guardados en tabla sembrío

La tabla “ususemb” fue creada para registrar el tipo de sembrío que está asociado a determinado usuario. Esto permitirá que varios usuarios puedan monitorear varias cosechas a la vez.

Server: 127.0.0.1 » Database: regocuencia » Table: ususemb

Examinar Estructura SQL Buscar Insertar Exportar Importar Pri

Estructura de tabla Vista de relaciones

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra
1	id	mediumint(9)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT
2	id_sem	mediumint(9)			No	Ninguna		
3	id_usuario	mediumint(9)			No	Ninguna		

Figura 3.3.6: Estructura de tabla ususemb

Server: 127.0.0.1 » Database: regocuencia » Table: ususemb

Examinar Estructura SQL Buscar Insertar

Mostrando filas 0 - 6 (total de 7, La consulta tardó 0.0005 segundos.)

`SELECT * FROM 'ususemb'`

Mostrar todo | Número de filas: 25 | Filtrar filas: Buscar en

+ Opciones

				id	id_sem	id_usuario
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1	2	2
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	2	3	2
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	3	4	2
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	4	5	2
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	5	1	2
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	6	2	2
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	7	3	2

Figura 3.3.7: Registros guardados en tabla ususemb

La tabla “programaciónriego” fue creada para almacenar planificaciones de riego en modo PROGRAMADO.

Server: 127.0.0.1 » Database: negocuencia » Table: programacionriego

Examinar Estructura SQL Buscar Insertar Exportar Importar

Estructura de tabla Vista de relaciones

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra
1	id	int(11)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT
2	id_semb	int(11)			No	Ninguna		
3	fecha_registro	date			No	Ninguna		
4	fecha_riego	date			No	Ninguna		
5	hora_inicio	time			No	Ninguna		
6	hora_fin	time			No	Ninguna		
7	repetir	int(11)			No	Ninguna		

Figura 3.3.8: Estructura tabla programaciónriego

Server: 127.0.0.1 » Database: negocuencia » Table: programacionriego

Examinar Estructura SQL Buscar Insertar Exportar Importar Privilegios

+ Opciones

	id	id_semb	fecha_registro	fecha_riego	1	hora_inicio	hora_fin	repetir
Editar Copiar Borrar	49	2	2018-01-14	2018-01-15		08:00:00	09:00:00	1
Editar Copiar Borrar	50	2	2018-01-14	2018-01-14		14:31:00	14:32:00	0
Editar Copiar Borrar	2	1	2017-12-17	2017-12-30		07:07:00	07:53:00	0
Editar Copiar Borrar	26	3	2017-12-12	2017-12-27		02:00:00	03:00:00	0
Editar Copiar Borrar	1	1	2017-12-17	2017-12-27		07:04:00	08:04:00	0
Editar Copiar Borrar	15	1	2017-12-08	2017-12-24		02:00:00	04:00:00	0
Editar Copiar Borrar	9	1	2017-12-07	2017-12-21		02:00:00	04:03:00	0
Editar Copiar Borrar	11	3	2017-12-08	2017-12-16		04:05:00	05:00:00	0
Editar Copiar Borrar	17	3	2017-12-12	2017-12-12		00:00:00	09:21:56	0
Editar Copiar Borrar	30	1	2017-12-12	2017-12-12		11:11:53	00:00:00	0
Editar Copiar Borrar	31	1	2017-12-12	2017-12-12		00:00:00	11:12:26	0
Editar Copiar Borrar	5	3	2017-12-02	2017-12-10		08:00:00	09:06:00	0
Editar Copiar Borrar	4	3	2017-12-01	2017-12-01		11:00:00	12:00:00	0

Figura 3.3.9: Registros guardados en tabla programaciónriego

La tabla “parámetros” fue creada para almacenar los parámetros más relevantes de nuestro prototipo como lo son: temperatura, humedad y nivel de reservorio. Adicional a esto, el estado de la electroválvula para saber si ha estado operando o no.

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado
1	fecha	date			No	Ninguna
2	hora	time			No	Ninguna
3	temperatura	float			No	Ninguna
4	humedad	float			No	Ninguna
5	nivelreservorio	float			No	Ninguna
6	estadoevalvula	text			No	Ninguna
7	id	int(11)			No	Ninguna
8	mac	varchar(25)			No	Ninguna

Figura 3.3.10: Estructura tabla parámetros

fecha	hora	temperatura	humedad	nivelreservorio	estadoevalvula	id	mac
2017-02-18	13:04:26	26	0	57	ABIERTA	1	12345
2017-02-18	13:05:07	26	84	57	CERRADA	2	12345
2017-02-18	13:05:48	26	87	57	CERRADA	3	12345
2017-02-18	13:06:29	26	86	57	CERRADA	4	12345
2017-02-18	13:07:09	25	88	57	CERRADA	5	12345
2017-02-18	13:07:50	25	90	57	CERRADA	6	12345
2017-02-18	13:08:31	25	90	57	CERRADA	7	12345
2017-02-18	13:09:12	26	90	57	CERRADA	8	12345
2017-02-18	13:09:53	26	90	57	CERRADA	9	12345
2017-02-18	13:10:33	26	90	57	CERRADA	10	12345
2017-02-18	13:11:14	26	90	57	CERRADA	11	12345
2017-02-18	13:12:41	26	90	57	CERRADA	12	12345
2017-02-18	13:13:25	26	90	57	CERRADA	13	12345
2017-02-18	13:14:05	26	90	57	CERRADA	14	12345

Figura 3.3.11: Registros guardados en tabla parámetros



#### 4.1.1 Humedad

El valor de la humedad del sembrío, es obtenido mediante el sensor SEN0114 que es incrustado en la tierra del cultivo. Este parámetro es el de mayor importancia, ya que nos indica en qué momento el sembrío necesita de riego. Los valores mínimos y máximos de este parámetro varían de acuerdo al tipo de sembrío.

#### 4.1.2 Nivel de reservorio

El nivel de agua disponible en el reservorio, es medido a través del sensor de ultrasonido HC – SR04, que es colocado en la parte superior del tanque elevado, el mismo que posee el recurso hídrico para el riego del sembrío.

Éste parámetro necesita ser monitoreado, ya que si llegase a su nivel mínimo y no se toman medidas, afectaría directamente a la producción de nuestro sembrío.

El circuito electrónico fue acoplado en un encapsulamiento para protegerlo de humedad y polvo. De esta manera, nuestra solución prototipo queda de la siguiente manera:

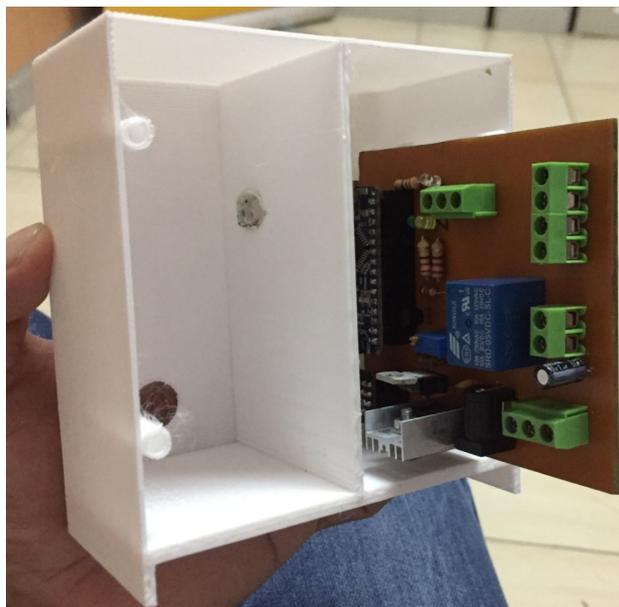
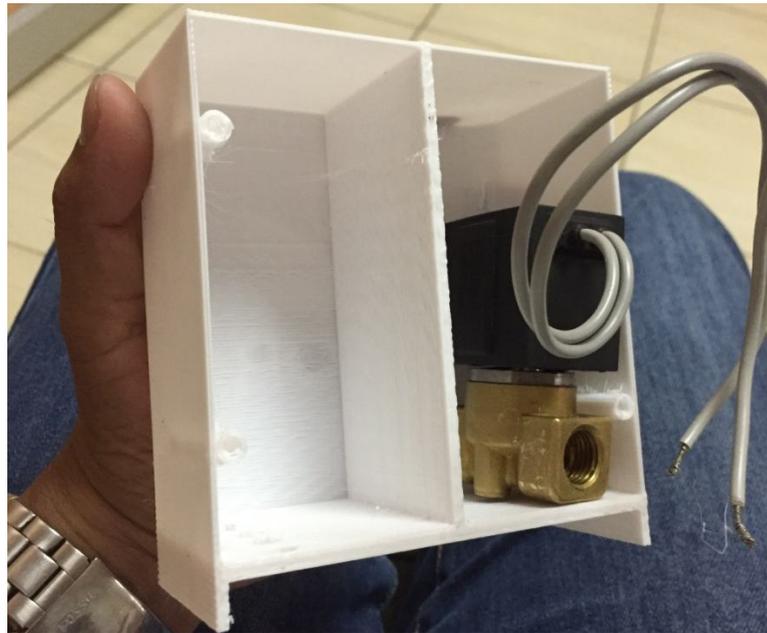


Figura 4.1.2: Circuito electrónico dentro de encapsulado

El encapsulado, tiene dos compartimientos, uno para la placa electrónica y otro para la electroválvula quedando de la siguiente manera:



**Figura 4.1.3: Electroválvula dentro de encapsulado**

Finalmente, nuestra solución prototipo queda lista para ser conectada a las mangueras que provienen del tanque elevado, y del lado de la salida de la electroválvula, las mangueras que harán el riego en el sembrío.



**Figura 4.1.4: Encapsulamiento prototipo Sistema de Riego**

## 4.2 Creación Sitio WEB

La implementación de la plataforma web es de suma importancia, ya que esta es la interface entre el usuario y el circuito electrónico. A través de este, se pueden monitorear las diferentes funciones de automatización para el riego y se podrán obtener reportes que ayudarán en la planificación de las cosechas en las pequeñas parcelas.



Figura 4.2.1: Captura página de inicio de Sitio Web

Una vez logeado con algún usuario y contraseña registrados y validados en la base de datos, navegaremos en el menú principal en el cual encontraremos tres opciones principales: Mantenimiento, Procesos y Consultas.

En el menú Mantenimiento, opción “Mantenimiento Usuario”, podremos registrar a un usuario y darle permisos especiales de monitoreo del riego.



**Figura 4.2.2: Menú Mantenimiento – opción Usuario**

En el menú Mantenimiento, opción “Mantenimiento Sembrío”, podremos registrar las cosechas que serán administradas por el sistema de riego automático, en esta sección, podremos asignar valores de humedad máxima y mínima permitidos.



**Figura 4.2.3: Menú Mantenimiento – opción Sembrío**

En el menú Mantenimiento, opción “Permisos Sembrío”, podremos asignarle a un usuario registrado el tipo de cosecha que quiere monitorear o supervisar.

A continuación, ilustraremos con capturas de pantalla las opciones del sistema web descritas anteriormente.



**Figura 4.2.4: Menú Mantenimiento – opción Permisos Sembrío**

En el menú “Procesos”, podremos seleccionar la opción “Tipo de Riego”, el cual nos permite primeramente seleccionar la cosecha a la cual realizaremos el riego automatizado.



**Figura 4.2.5: Menú Procesos – opción Tipo de Riego**

Una vez que hayamos escogido el sembrío nos dará opciones para realizar la programación de riego, sea esta automática, manual o programada. Al escoger una de las tres opciones se debe escoger la opción “procesar”.

En modo automático, la apertura y cierre de electroválvula se condicionará por la humedad del suelo.

En modo manual, el usuario puede decidir en qué momento activar o desactivar la electroválvula eligiendo la opción encender o apagar.

En modo Programado, el encendido o apagado de la electroválvula se ejecutará en las fechas y horas establecidas en la tabla de planificación mostrada en pantalla.

A continuación ilustraremos las capturas de pantalla de lo descrito anteriormente.



# SICOR S.A.

Sistema de control de riego a bajo costo para pequeñas parcelas

### Otros modos de Riego

Sembrio Seleccionado  
Zanahoria

- Automático
- Manual
- Programado

Selector:  Encender  Apagar

Planificaciones de Riego Vigentes						
Sembrio	Fecha de Riego	H. Inicio	H.Final	Repetir		
Zanahoria	2018-01-15	08:00:00	09:00:00	1	<a href="#">Modificar</a>	<a href="#">Eliminar</a>
Zanahoria	2018-01-14	14:31:00	14:32:00	0	<a href="#">Modificar</a>	<a href="#">Eliminar</a>

### Planificador de Nuevo Riego

Sembrio Seleccionado  
Zanahoria

Fecha de Riego

H.Inicio  H.Final

Reptir tarea cada:  días

**Figura 4.2.6: Pantalla de selección de Tipo de Riego**

Estas opciones de la plataforma WEB podrían catalogarse como las más importantes, ya que una vez que demos clic en “Procesar”, empezará a funcionar el sistema de riego de acuerdo al modo o fechas establecidas.

Finalmente, tenemos el menú “Consultas”, el cual, nos permite obtener un reporte gráfico denominado “Histórico”. Este reporte, muestra en pantalla los valores capturados y almacenados en la base de datos de temperatura y humedad registrados en la parcela.

A continuación, mostraremos las capturas de pantalla de los históricos solicitados en el sistema web.

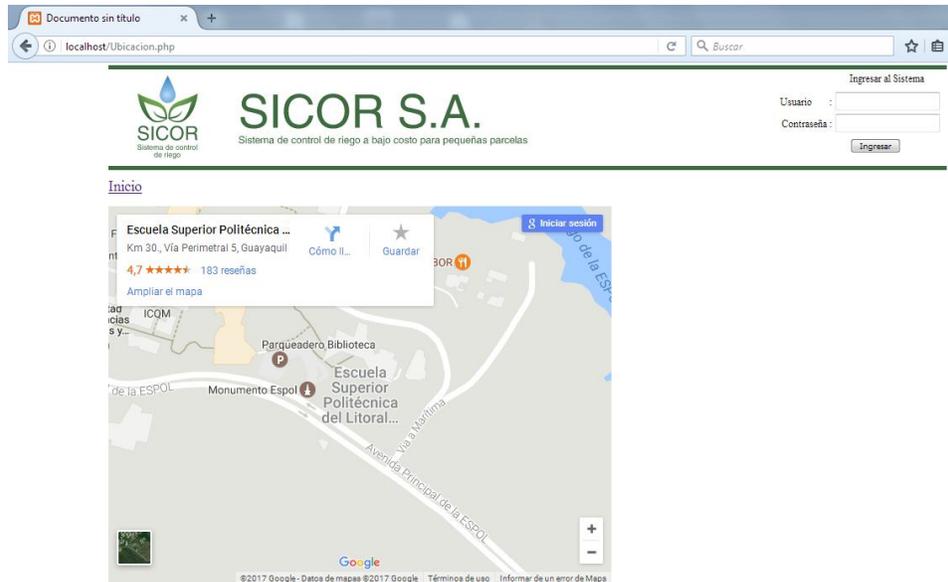


**Figura 4.2.7: Historial de temperatura**



**Figura 4.2.8: Historial de humedad**

Una de las opciones adicionales implementadas en el sistema web, es brindarle a cualquier usuario una localización mediante GoogleMaps. Esta opción se encuentra en la pantalla principal, menú “Ubicación”. A continuación se ilustra la captura de pantalla.



**Figura 4.2.9: Pantalla de Inicio – opción Ubicación**

### 4.3 Puesta en marcha del Sistema

El proyecto prototipo fue puesto en marcha sobre maqueta simulando la parcela, utilizando materiales de bajo costo como son: madera, esponjas, tanque plástico, pintura, mangueras plásticas, piedras de río, silicón entre otros.



**Figura 4.3.1: Pequeño sembrío sobre maqueta**

En la siguiente figura se muestran todos los componentes del sistema propuesto, conectados y funcionando de acuerdo a la lógica de programación descrita en los capítulos anteriores.



Figura 4.3.2: Prototipo completo en marcha

En la imagen siguiente se ilustra la manera de cómo nuestro prototipo debe ser implementado en campo experimental.

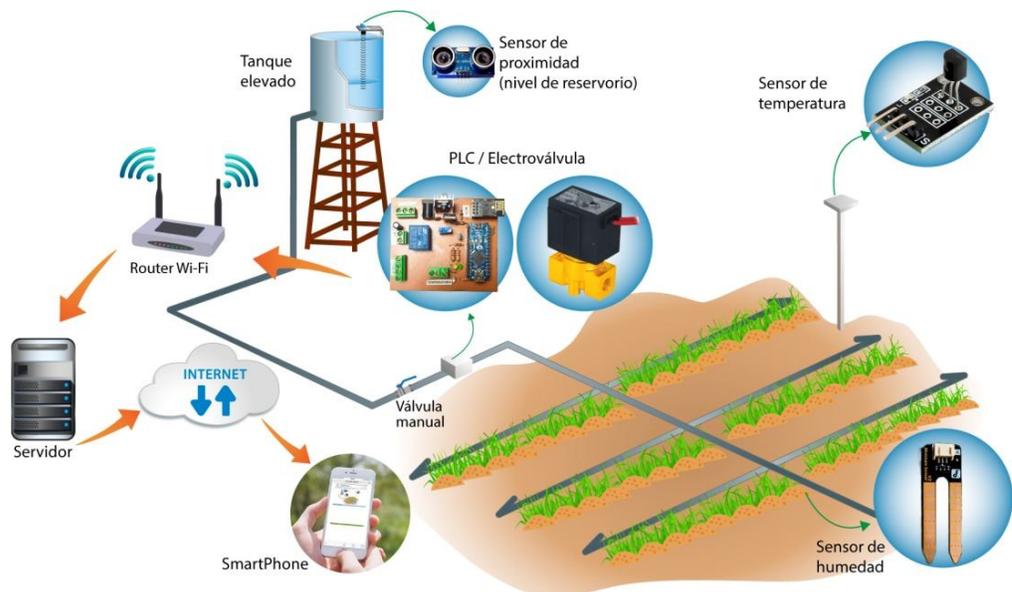


Figura 4.3.3: Sugerencia de implementación en campo experimental

#### 4.4 Costo del Prototipo

Una de las principales características de la presente propuesta es el costo. A continuación detallaremos los precios de cada uno de los elementos que conforman nuestra solución:

Descripción	Cant.	P.U.	Total
Arduino NANO V3.0	1	13,50	13,50
Tarjeta Wifi ESP8266	1	6,10	6,10
Sensor de proximidad	1	2,50	2,50
Sensor de humedad	1	2,50	2,50
Sensor de temperatura	1	2,50	2,50
Electroválvula 12V DC	1	15,00	15,00
Regulador LM317	1	0,75	0,75
Regulador LM7809	1	1,00	1,00
Transistor 2N3904	1	0,35	0,35
Potenciómetro trimmer 1k $\Omega$	1	0,50	0,50
Relevador de 5V DC	1	1,30	1,30
Capacitor 1 $\mu$ F	1	0,20	0,20
Capacitor 0.1 $\mu$ F	1	0,15	0,15
Resistencia 15k $\Omega$	1	0,10	0,10
Resistencia 220 $\Omega$	3	0,05	0,15
Resistencia 240 $\Omega$	1	0,05	0,05
Diodo LED 3mm	3	0,15	0,45
Diodo 1N4004	1	0,75	0,75
Bornera de 2 líneas	1	0,45	0,45

<b>Bornera de 3 líneas</b>	2	0,75	1,50
<b>Bornera de 4 líneas</b>	1	0,90	0,90
<b>Espadines hembra</b>	2	1,50	3,00
<b>Disipador de calor</b>	1	0,20	0,20
<b>Jack de alimentación</b>	1	0,50	0,50
<b>Total</b>			<b>\$54,40</b>

**Tabla 4.4.1: Costo del Prototipo**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

En base a los objetivos de la presente investigación, de implementar un sistema que permita supervisar los parámetros principales de los sembríos de una pequeña parcela y controlar una electroválvula de acuerdo a la medida de humedad requerida, a través del uso de una página web como plataforma, con el fin de mejorar la producción y minimizar los problemas por escasez de agua para sembríos en la ciudad de Cuenca, se puede inferir que nuestro sistema de telecontrol propuesto se desarrollaría con éxito en las infraestructuras de gestión de agua, puesto que al obtener este tipo de sistemas, ayudan a los productores a satisfacer las diferentes falencias presentes en los cultivos.

Implementar el sistema propuesto, garantizaría una excelente producción agrícola, ya que la distribución del agua se la realizaría de manera eficaz y en cantidades necesarias, cumpliendo los requisitos pertinentes de una moderna automatización.

En definitiva, crear una plataforma web, que permita el monitoreo y telecontrol del sembrío en tiempo real contribuirá de manera significativa la sostenibilidad de los recursos hídricos en cuanto a las carencias y baja calidad del agua dentro de la ciudad de Cuenca, ya que el productor puede escoger diversas formas de irrigación (manual, automático o programado), para la obtención de cosechas de calidad. Esto a su vez, representará bajos costos en mano de obra.

### **RECOMENDACIONES**

Ante los planteamientos expuestos en esta investigación se hace imperioso considerar, para futuras investigaciones las siguientes recomendaciones:

Para mantener el control de la calidad del agua y el correcto funcionamiento de la plataforma web se debe monitorear y controlar diariamente los puntos de rebose de agua en los cultivos.

Se debe estudiar la posibilidad de la instalación de tanques de almacenamiento que permitan subsanar el déficit del líquido para los diferentes niveles de complejidad en los sembríos en la ciudad de Cuenca.

Implementar un proceso educativo de largo y mediano plazo, conducente a lograr una conciencia ambiental que repercuta en el mantenimiento y/o mejoramiento del uso de los recursos hídricos.

Profundizar estudios de calidad de agua con el propósito de considerar las implicaciones ambientales, sociales y económicas del mismo en sembríos en la ciudad de Cuenca.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. I. Laguna, "Estudio sobre el uso de internet y sus aplicaciones en el alumnado del último año de carrera de la Universidad de Alicante," Tesis de doctorado, Fac. de Educación, Univ. de Alicante, Alicante, España, 2013.
- [2] Academy, Xperts, (2014), Modelo OSI y TCP/IP [Online]. Disponible en: <http://mikrotikxperts.com/index.php/informacion/conocimientos-basicos/14-modelo-osi-y-tcp-ip>
- [3] Víctor Ventura, (2015, Febrero). Conexión WiFi con un módulo ESP8266 [Online]. Disponible en: <http://polaridad.es/modulo-wifi-esp8266/>
- [4] Kevin Soria, (2013, Septiembre 17). Todo lo que tienes que saber sobre HC-SR04 [Online]. Disponible en: <http://bkargado.blogspot.com/2013/09/todosobrehc-sr04.html>
- [5] Efrén, (2016, Septiembre 21). Módulo sensor ultrasónico HC-SR04 [Online]. Disponible en: <http://blog.inventores.mx/2016/09/21/modulo-sensor-ultrasonico-hc-sr04/>
- [6] Antonio García González, (2013, Enero 26). Arduino Nano, Características y Funciones [Online]. Disponible en: <http://panamahitek.com/arduino-nano-caracteristicas-funciones-y-como-conseguirlo-en-panama/>
- [7] Arduino Nano, (2014, Diciembre 21). Arduino y sólo Arduino [Online]. Disponible en: <https://soloarduino.blogspot.com/2014/12/arduino-nano.html>
- [8] Oscar Fernández Alzate, (2016, Octubre 9). Sensor de humedad con arduino [Online]. Disponible en: <http://codigoelectronica.com/blog/sensor-humedad-arduino>
- [9] Jonathan Salguero, (2017, Febrero 2). Sensor de Humedad [Online]. Disponible en: <http://a-electronics.com.mx/blog/tag/dfrobot/>
- [10] Rolando Ramírez, (2015, Septiembre 30). DS18B20 Sensor de Temperatura [Online]. Disponible en: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/sensor-de-temperatura-ds18b20/>
- [11] Mar Domínguez & Co., (2013, Diciembre 1). Sensor de Temperatura [Online]. Disponible en: <https://soloarduino.blogspot.com/2013/12/k001-sensor-de-temperatura.html>
- [12] Pinout, (2017, Junio 26). SRD-05VDC-SL-C [Online]. Disponible en: <http://www.datasheetcafe.com/srd-05vdc-sl-c-datasheet-pdf/>
- [13] Anders Noren, (2015, Mayo 9). Módulo de relé para arduino [Online]. Disponible en: <http://www.profetolocka.com.ar/2015/05/09/modulo-de-4-reles-para-arduino/>

- [14] Enrique, (2014, Octubre 6). Regulador de voltaje LM317 [Online]. Disponible en: <http://www.educachip.com/regulador-de-voltaje-lm317/>
- [15] Antony García, (2013, Diciembre 9). Calculadora para regulador de voltaje con LM317 [Online]. Disponible en: <http://panamahitek.com/java-applet-calculadora-para-regulador-de-voltaje-con-lm317/>
- [16] Ariel Palazzesi, (2006, Abril 18). Reguladores de voltaje [Online]. Disponible en: <http://www.neoteo.com/reguladores-de-voltaje/>
- [17] Steve McGrath, (2013, Abril 2). LM7809 Regulador Circuit [Online]. Disponible en: <https://www.flickr.com/photos/94586554@N03/8614024653>
- [18] T-BEM, (2017). Diodo rectificador 1N4004 [Online]. Disponible en: <http://teslabem.com/diodo-1n4004.html>
- [19] Stuart, (2015, Enero 12). Diodos [Online]. Disponible en: <http://toolguyd.com/electronic-components-guide/>
- [20] T-BEM, (2017). Capacitor electrolítico 1 uF [Online]. Disponible en: <http://teslabem.com/capacitor-electrolitico-radial-de-1uf-a-63v.html>
- [21] T-BEM, (2017). Capacitor cerámico 0.1 uF [Online]. Disponible en: <http://teslabem.com/capacitor-ceramico-1000-pf-pico-faradios-500v-0-1uf-102.html>
- [22] Electrónica para principiantes, (2013, Junio 15). Transistores [Online]. Disponible en: <https://electronicaprincipiantes.wordpress.com/tag/2n3904/>
- [23] Angel Y., (2013, Agosto 29). Puente H [Online]. Disponible en: <http://circuitosscrypuenteh.blogspot.com/>
- [24] Antony García González, (2016, Enero 16). Que es y cómo funciona un potenciómetro [Online]. Disponible en: <http://panamahitek.com/que-es-y-como-funciona-un-potenciometro/>
- [25] Ariel Palazzesi, (2006, Julio 31). Resistores [Online]. Disponible en: <http://www.neoteo.com/resistores/>
- [26] José García, (2012, Marzo). Qué es un led [Online]. Disponible en: [http://www.asifunciona.com/fisica/ke\\_led/ke\\_led\\_2.htm](http://www.asifunciona.com/fisica/ke_led/ke_led_2.htm)
- [27] Ricardo Brico, (2016, Septiembre 3). El Diodo [Online]. Disponible en: [http://bricovoltio.com/diodos\\_todo\\_lo\\_que\\_debes\\_saber\\_sobreellos](http://bricovoltio.com/diodos_todo_lo_que_debes_saber_sobreellos)
- [28] Electrónicos Caldas, (2013). Bloque de terminales [Online]. Disponible en: <http://www.electronicoscaldas.com/otros-conectores/662-bloque-de-terminales-de-tornillo-osttcxx2162.html>

[29] V. García, (2017). Como crear tu propio escudo [Online]. Disponible en: [http://hispavila.com/total/3ds/atmega/escudo\\_arduino.html](http://hispavila.com/total/3ds/atmega/escudo_arduino.html)

[30] Electrónicum, (2013). Sustitución de DC Jack [Online]. Disponible en: <http://www.electronicum.es/sustitucion-de-dc-jack/>

[31] Ningbo Wiikade, (2015). Vx2120-1/4" – DC12V Solenoid Control Valves [Online]. Disponible en: [http://es.made-in-china.com/co\\_nbwiikade/image\\_Vx2120-1-4-DC12V-Solenoid-Control-Valves-for-Air-Water\\_erueniyrg\\_CNOEdVwWSHG.html](http://es.made-in-china.com/co_nbwiikade/image_Vx2120-1-4-DC12V-Solenoid-Control-Valves-for-Air-Water_erueniyrg_CNOEdVwWSHG.html)