



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA: INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS

COMPUTACIONALES

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO Y SU MONITOREO A TRAVÉS DE UNA APLICACIÓN MÓVIL, PARA EL CENTRO EXPERIMENTAL LA PLAYITA”

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales.

Autores:

Allauca Ayala Ángel Gregorio

Espín Ortega Diana Maritza

Tutor:

Ing. MSc. Rodríguez Sánchez Edel Ángel

La Maná - Ecuador

Agosto - 2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Quienes suscribimos: **ANGEL GREGORIO ALLAUCA AYALA** con cédula de ciudadanía N°. 120606047-5 y **DIANA MARITZA ESPIN ORTEGA** con cédula de ciudadanía N°. 050352728-5 declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO Y SU MONITOREO A TRAVÉS DE UNA APLICACIÓN MÓVIL, PARA EL CENTRO EXPERIMENTAL LA PLAYITA**, siendo el Ing. MSc. Rodríguez Sánchez Edel Ángel tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Angel Gregorio Allauca Ayala

C.I. 120606047-5



Diana Maritza Espin Ortega

C.I. 050352728-5

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Titulación II, sobre el título: “**AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO Y SU MONITOREO A TRAVÉS DE UNA APLICACIÓN MÓVIL, PARA EL CENTRO EXPERIMENTAL LA PLAYITA**”, de **ÁNGEL GREGORIO ALLAUCA AYALA** y **DIANA MARITZA ESPÍN ORTEGA**, de la Carrera Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto, que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, Agosto 2017



Ing. M.Sc. Edel Ángel Rodríguez Sánchez

TUTOR


APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

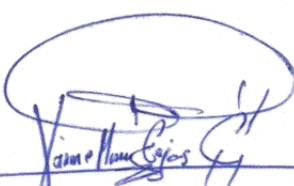
En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: **ÁNGEL GREGORIO ALLAUCA AYALA** y **DIANA MARITZA ESPÍN ORTEGA**, con el título de Proyecto de Investigación: **AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO Y SU MONITOREO A TRAVÉS DE UNA APLICACIÓN MÓVIL, PARA EL CENTRO EXPERIMENTAL LA PLAYITA**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

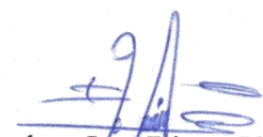
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, Agosto 2017

Para constancia firman:


Nombre: Ing. Carlos Chávez
C.I.: 170779125-5
Lector 1 (Presidente)


Nombre: Ing. Jaime Cajas
C.I.: 050235925-0
Lector 2


Nombre: Ing. Diego Jácome
CC: 050255408-2
Lector 3



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

**COORDINACIÓN
TRABAJO DE GRADO**

CERTIFICACIÓN

El suscrito. Lic. Mg. Sc. López Bustamante Ringo John con C.I: **1202797112**, **COORDINADOR ACADÉMICO Y ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - EXTENSIÓN LA MANÁ** certifica que:

El Sr. Ángel Gregorio Allauca Ayala y la Srta. Diana Maritza Espin Ortega, estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, cumplieron a cabalidad con la realización y entrega del proyecto con el nombre **“AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO Y SU MONITOREO A TRAVÉS DE UNA APLICACIÓN MÓVIL, PARA EL CENTRO EXPERIMENTAL LA PLAYITA”**, el mismo que cumple con todos los requerimientos establecidos en el transcurso de su investigación.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al interesado hacer uso del presente documento siempre y cuando este dentro de las leyes.

Particular que comunico para fines pertinentes

Atentamente;

“POR LA VINCULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CON EL PUEBLO”

Lcdo. Mg. Sc. Ringo López Bustamante
COORDINADOR DE LA EXTENSIÓN
Universidad Técnica de Cotopaxi – La Maná



La Maná, Agosto del 2017

RLB/eas

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente por haber puesto en mi camino a personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

Diana Espin

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Ángel Allauca

DEDICATORIA

A las personas más importantes de mi vida estudiantil que son mis queridos padres Vidal Espin y Lilia Ortega que gracias a su esfuerzo y dedicación diario han realizado su labor para ver a sus hijos crecer y llegar a ser profesionales, a mi novio por estar a mi lado apoyándome incondicionalmente a lo largo de mi carrera.

Diana Espin

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Ángel Allauca



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA: INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS
COMPUTACIONALES

TEMA:

“AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO Y SU MONITOREO A TRAVÉS DE UNA APLICACIÓN MÓVIL, PARA EL CENTRO EXPERIMENTAL LA PLAYITA”

AUTORES:

Allauca Ayala Ángel Gregorio
Espín Ortega Diana Maritza

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue automatizar el sistema de riego en el Centro Experimental La Playita, mediante la utilización de una placa arduino uno y el monitoreo a través de internet con la ayuda de una placa Ethernet shield.

Para lograr realizar el control automatizado del sistema de riego fue necesario de dispositivos electrónicos, que sirvieron para complementar el mencionado control y así funcione de manera más eficiente, un potenciómetro selecciona la humedad deseada, además una pantalla LCD muestra los datos de riego y el estado de cada sensor de humedad, logrando ser una herramienta tecnológica de gran utilidad para el control en las actividades agrícolas en el Centro Experimental La Playita. Para que el proyecto ejecute el control, se tomó como estrategia el uso del método de informática que comprende de hardware libre, el cual se utilizó para la creación de los procesos de conceptualización de administración y de desarrollo para la ejecución del sistema de control de riego, utilizando una electroválvula para controlar el flujo de agua y para el monitoreo del suelo es de gran importancia obtener información como determinar los sitios adecuados para la implementación de los distintos Sensor de Humedad. El sistema de riego contara con el monitoreo de su funcionamiento a través de una página web, utilizando una placa Ethernet Shield con programación HTML para Arduino.

Realizando pruebas de diagnósticos de control de riego, forzando aparecer todos los ambientes posibles y por lo cual se obtuvo como resultado que el sistema automatizado funciona de manera correcta. Para culminar el proyecto, con todos los elementos conectados después de las pruebas en prototipos fue necesario experimentar en el campo real en donde se sometió al sistema a sus diversas fases de riego y se culminó mediante la verificación del correcto funcionamiento a través de internet.

PALABRAS CLAVE

Arduino, Ethernet Shield, Electroválvula, Sensor de Humedad, Lenguaje de programación HTML, Automatización.



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
COMPUTER ENGINEERING AND COMPUTER SYSTEMS

TOPIC:

**"AUTOMATION OF A IRRIGATION SYSTEM AND ITS MONITORING
THROUGH A MOBILE APPLICATION, FOR THE EXPERIMENTAL
CENTER BEACH"**

AUTHORS:

Allauca Ayala Ángel Gregorio
Espín Ortega Diana Maritza

ABSTRACT

The purpose of this work was to automate the irrigation system in “La Playita” Experimental Center, using a board and monitoring through the internet with the help of an ethernet shield.

In order to achieve the automatic control of the irrigation system, electronic devices were necessary, which served to complement said control and thus works more efficiently, a potentiometer selects the desired humidity, in addition an LCD display shows the data of irrigation and the state of each is a moisture sensor, making it a technological tool of great utility for control in agricultural activities at “La Playita” Experimental Center. For the project to execute the control, it was used as a strategy of the use of the computer method that comprises of free hardware, which was used for the creation of the processes of conceptualization of administration and development for the execution of the irrigation control system , using a solenoid valve to control the flow of water and for the monitoring of the soil is of great importance to obtain information as to determine the suitable sites for the implementation of the different humidity sensor. The irrigation system will have the monitoring of its operation through a web page, using an ethernet shield shield with HTML programming for Arduino.

Performing tests of irrigation control diagnostics, forcing all possible environments to appear and so the result was that the automated system works correctly. To complete the project, with all the elements connected after prototyping tests, it was necessary to experiment in the real field where the system was subjected to its various phases of irrigation and culminated by the verification of the correct functioning through the internet.

KEYWORDS

Arduino, Ethernet Shield, Solenoid Valve, Humidity Sensor, HTML Programming Language, Automation.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Centro
de
Idiomas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
CENTRO DE IDIOMAS

La Maná - Ecuador

CERTIFICACIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná; en forma legal CERTIFICO que: La traducción de la descripción del Proyecto de Investigación al Idioma Inglés presentado por los estudiantes egresados: Ángel Gregorio Allauca Ayala y Diana Maritza Espín Ortega

Cuyo título versa **“AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO Y SU MONITOREO A TRAVÉS DE UNA APLICACIÓN MÓVIL, PARA EL CENTRO EXPERIMENTAL LA PLAYITA”** lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

La Maná, Agosto 2017

Atentamente


Lcdo. Kevin Rivas Mendoza
DOCENTE
C.I. 1311248049

ÍNDICE GENERAL

	PORTADA.....	i
	AUTORÍA.....	ii
	AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO.....	iii
	AVAL DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
	CERTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	v
	AGRADECIMIENTO.....	vi
	DEDICATORIA.....	vii
	RESUMEN.....	viii
	ABSTRACT.....	ix
	CERTIFICACIÓN DE LA TRADUCCIÓN.....	x
1.	INFORMACIÓN DEL PROYECTO.....	1
2.	RESUMEN DEL PROYECTO.....	2
3.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4.	BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
5.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6.	OBJETIVOS.....	5
6.1.	Objetivo general.....	5
6.2.	Objetivos específicos.....	5
7.	ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
8.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
8.1.	La automatización.....	7
8.1.1.	Procesos de automatización.....	7
8.1.2.	Parte Operativa.....	7
8.1.3.	Parte De Mando.....	8
8.2.	Sistemas de control.....	8
8.2.1.	Sensores y Actuadores.....	8
8.2.2.	Características del Sistema Domótico.....	9
8.3.	Electroválvulas.....	9
8.3.1.	Sistemas de Riego.....	9
8.3.2.	Componentes del sistema.....	10

8.3.3.	Tipos de sistemas de riego.....	11
8.3.4.	Riego por aspersión.....	11
8.3.5.	Riego a gran cañón.....	12
8.3.6.	Riego por goteo.....	12
8.4.	Telecomunicaciones.....	12
8.4.1.	Internet.....	12
8.4.2.	Fibra óptica.....	12
8.5.	Ingeniería de Software.....	13
8.5.1.	Paradigma del Software.....	13
8.5.2.	Proceso.....	13
8.5.3.	Métodos.....	13
8.5.4.	Herramientas.....	13
8.5.5.	Clasificación de las metodologías.....	14
8.5.6.	Metodología estructurada.....	14
8.5.7.	Metodología Orientada a Objetos.....	14
8.6.	Arduino.....	14
8.6.1.	Tipos de Arduino.....	15
8.6.1.1.	Arduino Uno.....	15
8.6.1.2.	Arduino Due.....	16
8.6.1.3.	Arduino Leonardo.....	16
8.6.1.4.	Arduino Mega 2560.....	16
8.6.1.5.	Arduino Mega Adk.....	16
8.6.1.6.	Arduino Micro.....	16
8.6.1.7.	Arduino Nano.....	16
8.6.1.8.	Arduino Yun.....	17
8.6.1.9.	Arduino Fio.....	17
8.7.	Sistema Microcontrolador.....	17
8.7.1.	Aplicaciones de los microcontroladores.....	17
8.8.	Ethernet Shield.....	18
8.8.1.	Tipos de Ethernet Shield.....	18
8.8.1.1.	Shield” Arduino.....	18
8.8.1.2.	Arduino Motor Shield.....	18
8.8.1.3.	Arduino Proto Shield.....	19

8.8.1.4.	Arduino Ethernet Shield.....	19
8.8.1.5.	Arduino GSM Shield.....	19
8.8.1.6.	Arduino WiFi Shield.....	19
8.9.	Plataforma Arduino.....	19
8.9.1.	Software de Arduino.....	19
8.9.1.	Proteus.....	20
8.9.2.1.	Software de Diseño.....	20
8.9.2.2.	Proteus 8 Professional.....	20
9.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPOTESIS.....	21
10.	METODOLOGÍAS.....	21
10.1.	Tipos de Investigación.....	21
10.1.1.	Investigación Bibliográfica.....	21
10.1.2.	Investigación de Campo.....	21
10.2.	Métodos de Investigación.....	21
10.2.1.	Método de observación.....	21
10.2.2.	Método inductivo.....	21
10.2.3.	Método deductivo.....	22
10.3.	Técnicas de Investigación.....	22
10.3.1.	La Entrevista.....	22
10.3.2.	La Encuesta.....	22
10.4.	Población y muestra.....	23
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	24
11.1.	Requerimientos Funcionales y no funcionales del sistema de riego	24
11.2.	Agentes que intervienen en el desarrollo del proyecto	26
11.2.1.	Resultados de la aplicación de la entrevista realizada al Ingeniero.....	26
11.2.2.	Resultados de las encuestas efectuadas a los estudiantes de Ingeniería Agronómica.....	26
11.3.	Diagrama de conexión de circuito.....	28
11.4.	Análisis de componentes y diseño de localización.....	29
11.4.1.	Diseño y ubicación de los sensores de humedad.....	29
11.4.2.	Análisis y diseño del sistema.....	29
11.4.3.	Unidad de regulación.....	30

11.4.3.1	Electroválvula.....	30
11.4.4.	Unidad sensorial.....	30
11.4.4.1	Módulo sensor de humedad de tierra FC-28.....	30
11.4.5.	Unidad de control.....	31
11.4.5.1	Arduino Uno.....	31
11.4.5.2	Arduino Ethernet Shield.....	32
11.4.6.	Otros Complementos.....	32
11.4.6.1	Potenciómetro.....	32
11.4.6.2	Led (Light Emitting Diodes).....	33
11.4.6.3	Pantalla LCD.....	33
11.4.6.4	Módulo relé.....	34
11.5.	Área de implementación.....	34
11.5.1.	Áreas de los aspersores.....	35
11.5.2.	Caudal de la bomba.....	36
11.5.3.	Proyección del Sistema.....	37
11.5.4.	Área de los sensores.....	37
11.6.	Código beta arduino.....	38
11.7.	Pruebas y verificación de la automatización del sistema de riego.....	45
11.7.1.	Pruebas de Unidades.....	45
11.7.2.	Pruebas de Integración.....	45
11.7.3.	Pruebas de Aceptación.....	45
12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	46
12.1.	Impactos Técnicos.....	46
12.2.	Impactos Sociales.....	46
12.3.	Impactos Económicos.....	46
12.4.	Impactos Ambientales.....	46
13.	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	47
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
14.1.	Conclusiones.....	49
14.2.	Recomendaciones.....	49
15.	BIBLIOGRAFÍA.....	50
16.	ANEXOS.....	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Diagrama de conexión del circuito.....	28
Figura 2:	Ubicación sensores de humedad.....	29
Figura 3:	Esquema lógico.....	30
Figura 4:	Electroválvulas.....	30
Figura 5:	Sensor de humedad fc- 28.....	31
Figura 6:	Arduino uno.....	31
Figura 7:	Arduino ethernet shield.....	32
Figura 8:	Potenciómetro.....	32
Figura 9:	Led (light emitting diodes).....	33
Figura 10:	Pantalla lcd.....	33
Figura 11:	Módulo relé.....	34
Figura 12:	Invernadero donde se va a automatizar.....	34
Figura 13:	Posición del tanque del invernadero.....	35
Figura 14:	Área de los aspersores.....	36
Figura 15:	Bomba de agua Pedrolo de 0.5 HP.....	36
Figura 16:	Sensores de humedad.....	37
Figura 17:	Código de arduino.....	38
Figura 18:	Código de arduino.....	39
Figura 19:	Código de arduino.....	40
Figura 20:	Código de arduino.....	40
Figura 21:	Muestra en la pantalla el control de la humedad.....	41
Figura 22:	Código arduino.....	41
Figura 23:	Código arduino.....	42
Figura 24:	Muestra en la pantalla el estado de los sensores.....	42
Figura 25:	Código de arduino.....	43
Figura 26:	Muestra en la pantalla la humedad deseada.....	43
Figura 27:	Código de arduino.....	43
Figura 28:	Código de arduino.....	44
Figura 29:	Muestra el estado de la válvula (abierta o cerrada).....	44

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios directos e indirectos.....	4
Tabla 2: Actividades y sistemas de tarea.....	6
Tabla 3: Requerimientos Funcionales.....	24
Tabla 4: Requerimientos no Funcionales.....	25
Tabla 5: Requerimientos de Seguridad.....	25
Tabla 6: Personas que intervienen en el proyecto.....	26
Tabla 7: Presupuesto.....	47

1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

TÍTULO DEL PROYECTO

“AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO Y SU MONITOREO A TRAVÉS DE UNA APLICACIÓN MÓVIL, PARA EL CENTRO EXPERIMENTAL LA PLAYITA”

Fecha de inicio: 12 de Octubre del 2016

Fecha de finalización: Agosto del 2017

Lugar de ejecución: Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia: Ingeniería en informática y Sistemas Computacionales

Proyecto de investigación vinculado: Desarrollo de Sistema de Información.

EQUIPO DE TRABAJO:

Nombre: Allauca Ayala Ángel Gregorio

Correo: angel.allauca5@utc.edu.ec

Teléfono: 0939436866

Nombre: Espín Ortega Diana Maritza

Correo: diana.espin5@utc.edu.ec

Teléfono: 0981922489

Tutor: Ing. MSc. Edel Ángel Rodríguez Sánchez

Correo: admin@edelangel.netne.net

Área de Conocimiento: Desarrollo de Software

Línea de investigación: Línea 6: Tecnología de la Información y Comunicación (TICS) y Diseño Gráfico.

Sub líneas de investigación de la Carrera: Redes de comunicación

Categorización: Domótica.

2. RESUMEN DEL PROYECTO

El propósito de este trabajo fue automatizar el sistema de riego en el Centro Experimental La Playita, mediante la utilización de una placa arduino uno y el monitoreo a través de internet con la ayuda de una placa Ethernet shield.

Para lograr realizar el control automatizado del sistema de riego fue necesario de dispositivos electrónicos, que sirvieron para complementar el mencionado control y así funcione de manera más eficiente, un potenciómetro selecciona la humedad deseada, además una pantalla LCD muestra los datos de riego y el estado de cada sensor de humedad, logrando ser una herramienta tecnológica de gran utilidad para el control en las actividades agrícolas en el Centro Experimental La Playita.

Para que el proyecto ejecute el control, se tomó como estrategia el uso del método de informática que comprende de hardware libre, el cual se utilizó para la creación de los procesos de conceptualización de administración y de desarrollo para la ejecución del sistema de control de riego, utilizando una electroválvula para controlar el flujo de agua y para el monitoreo del suelo es de gran importancia obtener información como determinar los sitios adecuados para la implementación de los distintos Sensor de Humedad. El sistema de riego contara con el monitoreo de su funcionamiento a través de una página web, utilizando una placa Ethernet Shield con programación HTML para Arduino.

Realizando pruebas de diagnósticos de control de riego, forzando aparecer todos los ambientes posibles y por lo cual se obtuvo como resultado que el sistema automatizado funciona de manera correcta.

Para culminar el proyecto, con todos los elementos conectados después de las pruebas en prototipos fue necesario experimentar en el campo real en donde se sometió al sistema a sus diversas fases de riego y se culminó mediante la verificación del correcto funcionamiento a través de internet.

PALABRAS CLAVE

Arduino, Ethernet Shield, Electroválvula, Sensor de Humedad, Lenguaje de programación HTML, Automatización.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación pretende automatizar un sistema de riego que será controlado con la ayuda de sensores y actuadores que permiten el paso o cierre de la irrigación, a su vez comunicar su estado por medio de un aplicativo móvil conectado a internet teniendo acceso a ver el estado de humedad del suelo y el estado de todo el sistema de riego automático. El aporte del presente proyecto es dar solución a la necesidad de desarrollar un sistema de riego automatizado capaz de ser monitoreado y controlado mediante una aplicación móvil. Además se evidencia que la mayoría de los sistemas de riego no son automatizados, por lo que se adaptara tecnologías apropiadas a los sistemas de riego para poder realizar la irrigación en horas que las plantas aprovechen los nutrientes hídricos al máximo como es en horas de la noche. Con la automatización del sistema de riego beneficiará a los estudiantes y docentes del Centro experimental La Playita de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná. Dicho proyecto tiene como finalidad proteger los cultivos y mejorar el riego en las plantaciones, utilizando diferentes recursos como el hardware y software diseñados para la correcta funcionabilidad en el sector implementado. Este proyecto impactará en la eficiencia de los cultivos obteniendo cosechas más productivas como también en el campo experimental permitiendo a los ingenieros agrónomos controlar la cantidad de agua que llega a los cultivos y obtener conclusiones de cada experimento. La utilidad práctica de este proyecto indica directamente, por medio de una aplicación móvil en tiempo real los diferentes procesos que se estarían aconteciendo en los cultivos cuando el sistema de riego esta puesto en marcha, y su fácil operación por parte del usuario.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Con la automatización del sistema de riego se pretende beneficiar de forma directa a los alumnos de la carrera Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, e indirectamente se beneficia a los docentes de la carrera Agronómica.

Tabla 1: Beneficiarios directos e indirectos

BENEFICIARIOS		Nº DE PERSONAS
DIRECTOS	Alumnos	149
INDIRECTOS	Docentes	7
	TOTAL	156

Fuente: Secretaría UTC – La Maná.

Realizado por: Los autores

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La aplicación móvil como instrumento para controlar un proceso automatizado cada día es más común a nivel mundial, uno de los casos es la domótica que se encarga de automatizar y controlar los hogares. Dentro de la agricultura existen diversos tipos de aplicaciones móviles que ayudan a mejorar la eficiencia en los cultivos ya sean ayudando a recordar procesos como fumigaciones y control de plagas hasta pudiendo llegar a controlar sistemas artificiales permitiendo a los ingenieros manipular los ambientes y hacer pruebas con los cultivos.

Mediante información del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (Inec) que fue publicado en el mes de mayo del año 2014 el 16,9% de la población mayor de cinco años tienen un teléfono inteligente, lo que muestra un crecimiento del 14% frente a los datos del 2011 por esta razón es muy indispensable desarrollar aplicaciones móviles que se ajusten a las necesidades propias de nuestro país. En la actualidad en el Ecuador existen varias empresas encargadas de desarrollar aplicaciones para teléfonos inteligentes que brindan soluciones para quienes las contrate, las aplicaciones son varias, entre ellas se pueden mencionar las que nos permiten supervisar nuestros hogares, controlar la apertura o el cierre de garajes, sistema de riego de césped etc. (Larrea, 2011)

En el Cantón La Maná no existen empresas destinadas al desarrollo de aplicaciones móviles y la tecnología en este ámbito es escasa, por esta razón el proyecto que se va a ejecutar en el Centro Experimental La Playita pretende automatizar su sistema de riego utilizando la más alta tecnología en desarrollo de aplicaciones móviles y así poder monitorear su correcto

funcionamiento logrando que los cultivos tengan siempre la humedad adecuada para su exitoso desarrollo. Además del beneficio agropecuario hay que mencionar que el proyecto servirá como ejemplo de cómo se puede dar soluciones tecnológicas completamente desarrolladas en el Cantón La Maná.

El sistema de riego del Centro Experimental La Playita, es primitivo y carece de cualquier tipo de tecnología para un eficiente desempeño, se logró determinar que el riego se realiza de manera manual, utilizando la presión de la gravedad de un tanque elevado. El sistema se abastece de un pozo del cual mediante una bomba lleva el agua hacia un depósito ubicado en una de las aulas del centro experimental La Playita el sistema de tubería de agua es desordenado para lo cual se tuvo que hacer una nueva instalación para su correcto funcionamiento. Además se colocó un tanque adicional, el cual recibe el agua lo almacena para posteriormente ser enviado a presión mediante una bomba hacia los sectores seleccionados que necesiten ser regados.

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Favorecer el monitoreo de un sistema de riego mediante una aplicación móvil, en el Centro Experimental La Playita de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná en el año 2017.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los requerimientos necesarios del sistema de riego actual, para mejorar su funcionamiento.
- Crear un programa de automatización en Arduino que permita optimizar el sistema de riego en el Centro Experimental La Playita.
- Realizar las pruebas de diagnóstico para comprobar el correcto funcionamiento del sistema de riego y corregir posibles fallas.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 2: Actividades de los objetivos planteados

Objetivos	Actividad	Resultados	Medios de Verificación
Analizar los requerimientos necesarios del sistema de riego actual, para mejorar su funcionamiento.	Entrevista con el Ingeniero Agrónomo encargado. Estudiar el funcionamiento del sistema de riego actual.	Requerimientos detallados para la automatización del sistema de riego.	Entrevista Encuesta Investigación de campo.
Crear un programa de automatización en Arduino que permita optimizar el sistema de riego en el Centro Experimental La Playita.	Desarrollar la codificación para cargarlo en la placa arduino.	Un microcontrolador programado para controlar el sistema de riego en el Centro Experimental La Playita.	Comprobar que las salidas energicen correctamente a los relés según la programación. Evidencias gráficas
Realizar las pruebas de diagnóstico para comprobar el correcto funcionamiento del sistema de riego y corregir posibles fallas.	Automatizar el sistema de riego. Verificar el funcionamiento del sistema	Sistema de riego con la adecuada calibración de los elementos que lo componen.	Programación en Arduino. Fotografías de lo implementado. Diagnóstico del sistema mediante una serie de pruebas de humedad.

Realizado por: Los autores

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. La Automatización

La Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas define la automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. De esta definición original se desprende la definición de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales. (Torrente, 2013)

Por proceso, se entiende aquella parte del sistema en que, a partir de la entrada de material, energía e información, se genera una transformación sujeta a perturbaciones del entorno, que da lugar a la salida de material en forma de producto. Los procesos industriales se conocen como procesos continuos, procesos discretos y procesos batch. Los procesos continuos se caracterizan por la salida del proceso en forma de flujo continuo de material, como por ejemplo la purificación de agua o la generación de electricidad. Los procesos discretos contemplan la salida del proceso en forma de unidades o número finito de piezas, siendo el ejemplo más relevante la fabricación de automóviles. Finalmente, los procesos batch son aquellos en los que la salida del proceso se lleva a cabo en forma de cantidades o lotes de material. (Ponsa, 2012)

En la actualidad la automatización es de gran ayuda en las pequeñas o grandes industrias ocasionado grandes avances en el campo de la industria dándole las facilidades a empresas u organizaciones en el cumplimiento de diversas tareas permitiendo que sus producciones sean más eficientes y competitivas dentro del mercado. (Ruiz Vadillo, 2012).

8.1.1. Procesos de automatización

“La automatización de los procesos es la sustitución de tareas tradicionalmente manuales por las mismas realizadas de manera automática por máquinas, robots o cualquier otro tipo de automatismo”.

8.1.2. Parte Operativa

Son los elementos (motores eléctricos, hidráulicos, neumáticos, válvulas, sensores, entre otros) que actúan de manera directa sobre la máquina haciendo que se mueva o realice una acción determinada.

8.1.3. Parte De Mando

Es un autómatas programable que ordena o controla las tareas de la parte operativa, siendo capaz de comunicarse con todos los elementos de los que está formado el sistema automatizado. (MOMPIN, 2014)

8.2. Sistemas de control

Un sistema de control es aquel sistema constituido por un conjunto de elementos conectados de forma que permiten regular o gobernar otro sistema, denominado planta o proceso.

Estos sistemas ayudan a dirigir el funcionamiento de cualquier sistema o máquina con la mejor eficiencia y eficacia posible mediante dispositivos o elementos físicos, siendo también capaces de controlar sus movimientos por si mismos sin la necesidad de la intervención de factores externos, se conoce como sistema de control. (Angulo Bahón, 2014)

8.2.1. Sensores y Actuadores

Entendemos por sensores a todos aquellos elementos que envían información de cómo se encuentra el automatismo o sobre los que podemos actuar, por ejemplo, pulsadores, finales de carrera, sensores, etc.

Por otra parte los actuadores serán los elementos finales de un automatismo: son los encargados de realizar las funciones de automatización: motores, cilindros neumáticos, resistencias calefactores, etc., o incluso, lámparas de señalización.

En la instalación de los automatismos estos elementos no van situados en el cuadro de control si no que se sitúan "a pie de máquina", como los finales de carrera, sensores de proximidad, termostatos, etc. (Páez, 2013).

El sistema domótico está compuesto por tres elementos principales:

a) Sensores. Captan cualquier tipo de cambio físico en el interior de una vivienda y transmiten la información a la unidad de control para que actúe al modo de trabajo que se ha establecido.

b) Actuadores. Son aparatos que actúan con la unidad de control, transforma aquellos datos como:(subir persianas, realizar una llamada).

c) **Unidad de control.** Componente principal del sistema, es la parte encargada de gestionar la información y enviar los datos necesarios hacia el actuador para resolver los problemas. Tiene las interfaces necesarias para presentar la información por (pantalla, monitor, etc.).

8.2.2. Características del Sistema Domótico:

Descentralizado. Sensores y actuadores poseen sistemas de autocontrol que permite la interacción directa de unos con otros

Centralizado. Los sensores son conectados a las entradas del controlador y los actuadores a la salida. Por lo que toda la información es controlada por la unidad central, recibiendo los datos de las diferentes partes de la instalación captando, y gestionando todas las modificaciones. Para controlarlo se utiliza un módulo de control, la cual es programable y es la encargada de transformar la información que proviene de las entradas. (Páez, 2013)

8.3. Electroválvulas

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas como son elementos mixtos, esto es, mediante una señal eléctrica exterior efectúan las funciones propias de las válvulas distribuidoras neumáticas.

La parte fundamental de la electroválvula es el electroimán, capaz de mover directamente el distribuidor.

Una electroválvula de mando indirecto funciona de la siguiente forma:

Cuando la bobina está bajo tensión, el núcleo es atraído, venciendo el esfuerzo del muelle. En este momento, el conducto de alimentación neumático (P) puede alimentar el elemento neumático (A) porque los pequeños émbolos distribuidores, pilotados a través del conducto derivación de P, cierran la utilización (B) y abren la (A), respectivamente. Al cesar la tensión, el muelle devuelve al núcleo a su posición de reposo, se purgan los émbolos por la salida superior y el orificio (A) es puesto a escape (R) mientras (8) es alimentado. (Nistal, 2013)

8.3.1. Sistemas de Riego

El riego es una práctica desde la antigüedad, que tiene como finalidad suministrar la cantidad necesaria de agua para un correcto desarrollo de las plantas o cultivos.

Una de las labores agronómicas de gran importancia que permite conseguir potencialmente el desarrollo agrícola de los cultivos incrementando sus rendimientos. El riego se puede definir como la aplicación artificial de agua al terreno con el fin de suministrar a las especies vegetales la humedad necesaria para su desarrollo.

Un sistema de riego se denomina al conjunto de elementos físicos que hace posible que un área determinada pueda ser cultivada con la aplicación de agua necesaria para las plantas.

En la actualidad existen diferentes métodos para el riego de cultivos, las cuales pueden variar en costo, eficiencia o facilidades en uso, pero todos tienen la misma finalidad. (Gómez Palacio, 2011).

8.3.2. Componentes del sistema.

Todos los elementos que pueden entrar a formar parte del equipo necesario de un sistema de riego por aspersión, son los siguientes: fuente de agua. Unidad de bombeo cabezal de abastecimiento y reputación y la red de tuberías para la conducción, distribución y aplicación del agua, con sus respectivos accesorios.

El cabezal, a su vez, puede estar constituido por los siguientes componentes, de acuerdo con las características del agua, la topografía, el tamaño del sistema y las facilidades de inspección que quieran adaptarse: válvula de retención, inyector de fertilizantes, filtros, medidor de volúmenes, equipo clorinador, manómetros.

Fuente le agua, El agua para el riego por aspersión puede tener cualquier origen (rio, acequia, estanque, pozo excavado o pozo profundo). Lo importante es que el agua esté libre de sólidos en suspensión, sus tenga una baja concentración de bacterias y que su concentración de sales esté dentro de los límites de tolerancia aceptables para el riego. Cuando el agua contiene sólidos en suspensión, resulta necesario eliminarlos por medio de filtros. Cuando la concentración de bacterias puede conducir a la formación de aglomeraciones bacterianas en los emisores y obstruirlos será necesaria la instalación de filtros de arena o equinos de clorinación para reducirlas o eliminarlas.

Unidad de Bombeo. Estará constituida generalmente por una bomba centrífuga, accionada por un motor eléctrico o de combustión interna El tamaño de la unidad estera determinado por la carga total necesaria, para da conducción y distribución del agua y el gasto total requerido

para regar el área beneficiara en él tiempo disponible. En ocasiones excepcionales, es posible disponer de una diferencia de nivel adecuada entre la fuente de agua y, los terrenos de riego, para dar la presión necesaria para la conducción y distribución. En tales casos, puede omitirse la unidad de bombeo, con evidentes ventajas económicas.

Cabezal de Abastecimiento y Regulación. Los elementos que pueden entrar en la composición del cabezal, son: válvula de retención, inyector de fertilizantes, filtro desarenador, filtro de malla, filtro de arena, válvulas de control medidor de volúmenes, manómetros no es preciso que todos estos elementos formen parte, del cabezal. (Jaramillo, 2013)

8.3.3. Tipos de sistemas de riego

Este tipo riego es uno de los antiguos y baratos hasta la actualidad, aunque este sistema genera un gasto descontrolado e innecesario de tiempo y agua porque no existe una igualdad debido a que en algunos sitios puede caer más agua que en otros, pero se lo sigue utilizando en diferentes lugares donde se encuentre cualquier tipo de plantaciones.

8.3.4. Riego por aspersión

Mediante el uso de un sistema de riego por aspersión el agua llega a las plantas o cultivos en forma de lluvia cubriendo más cantidad de área en comparación al de goteo, este sistema lo realiza a través del funcionamiento de una bomba. Sin importar el tipo de terreno en el que se encuentre instalado el aspersor realizará su trabajo con un 80% de eficiencia, siendo el único problema que el viento sería su némesis obstaculizando su uniformidad y área de riego.

Para conseguir un buen riego por aspersión son necesarios:

- Presión del agua por medio de una bomba.
- Una planificada red de tuberías, que permita manejar los niveles de presión adecuados al riego.
- Aspersores que permitan abastecer de agua a toda el área de cultivo de una manera eficiente.
- Depósito de agua que permitan conectarse con la red de tuberías

Los sistemas de riego por aspersión se caracterizan por la aplicación de una lluvia sobre la parcela para que el agua se infiltre donde cae. El riego por aspersión utiliza dispositivos de

emisión en los que la presión disponible en las tuberías porta emisoras induce un caudal de salida. (Briones, 2013).

8.3.5. Riego a gran cañón

Se puede decir que este es una versión mejorada del riego por aspersión, es un aspersor en grandes dimensiones, la aplicación del agua llega de la misma manera en forma de lluvia, pero este es usado en cultivos de áreas grandes y con mayor producción, por ejemplo una plantación de banano.

8.3.6. Riego por goteo

Con este sistema de riego el agua es aplicada mediante gotas de manera uniforme y constante, ocasionando que el suelo se humedezca para que el cultivo lo absorba y obtenga los nutrientes necesarios para su desarrollo. Pero este tipo de método necesita riegos continuos en intervalos de tiempo. (Gutierrez Jaguey, 2012).

8.4. Telecomunicaciones

Las redes de telecomunicaciones, se construyen con el objetivo de prestar servicios de comunicaciones, de muy diversa naturaleza, a los usuarios que se conectan a ellas y, así, muchas de las redes que hoy existen pueden ofrecer voz, datos e imágenes con la calidad de servicio deseada, en base a incorporar en la misma una combinación de tecnologías que hacen posible disponer de un gran ancho de banda y una alta capacidad de conmutación. (Huidobro Moya, 2013)

8.4.1. Internet

Internet es una enorme red de comunicaciones que permite la interconexión de sistemas informáticos, independientemente de su tipo y situación. Sobre estos ordenadores, y aprovechando los servicios de comunicaciones de la red, se ejecutan diversos tipos de aplicaciones, que permiten realizar intercambios muy sofisticados de información. (Romero Laguillo, 2012)

8.4.2. Fibra óptica

Cada vez que navegamos por internet o hablamos por teléfono, lo que se dice o digita viaja a su destino través de fibras delgadas hechas de vidrio, conocidas como las fibras ópticas. Son

pequeñas y livianas capaces de transportar información a gran velocidad de manera simultánea y no están sujetos a la interferencia electromagnética siendo esto posible gracias a la luz que viaja a través del vidrio que contiene esta fibra. (Fernández García, 2014)

8.5. Ingeniería de Software

La ingeniería de software es el establecimiento y uso de principios fundamentales de la ingeniería con objeto de desarrollar en forma económica software que sea confiable y que trabaje con eficiencia en máquinas reales.

8.5.1. Paradigma del Software

La ingeniería de software surge de la ingeniería de sistemas y de hardware. Abarca un conjunto de tres elementos que facilitan el control sobre el proceso de desarrollo de software y suministran las bases para construir software de calidad de una forma productiva:

- Métodos
- Herramientas
- Procedimientos

8.5.2. Proceso

Procedimientos que definen la secuencia en la que se aplican los métodos, las entregas, los controles de calidad y guías para evaluación del progreso.

8.5.3. Métodos

Métodos que indican cómo construir el software técnicamente e incluyen un amplio espectro de métodos para la planificación, la estimación, el análisis, el diseño, codificación, prueba y mantenimiento.

8.5.4. Herramientas

Herramientas automáticas y semiautomáticas que apoyan a la aplicación de los métodos. Cuando se integran las herramientas de forma que la información creada por una herramienta puede ser usada por otra, se establece un sistema para el soporte del desarrollo de software, llamado Ingeniería de Software Asistida por Computadora (CASE) (Pressman, 2014)

8.5.5. Clasificación de las metodologías

Existen dos metodologías que tienen analogía en la práctica con los paradigmas de programación. Metodología estructurada y metodología orientada a objetos.

8.5.6. Metodología estructurada

La orientación de esta metodología se dirige hacia los procesos que intervienen en el sistema a desarrollar, es decir, cada función a realizar por el sistema se descompone en pequeños módulos individuales. Es más fácil resolver problemas pequeños, y luego unir cada una de las soluciones, que abordar un problema grande.

8.5.7. Metodología Orientada a Objetos

A diferencia de la metodología mencionada anteriormente, ésta no comprende los procesos como funciones sino que arma módulos basados en componentes, es decir, cada componente es independiente del otro. Esto nos permite que el código sea reutilizable. Es más fácil de mantener porque los cambios están localizados en cada uno de estos componentes. (Carrion, 2014)

8.6. Arduino

Arduino es una plataforma de prototipos electrónicos de código abierto (open-source) basado en hardware y software flexible y fácil de usar. Está pensado para estudiantes, diseñadores, y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos.

Arduino puede interpretar el entorno mediante la recepción de sus entradas desde una variedad de sensores y puede afectar su entorno mediante el control de transductores, luces, motores y otros artefactos. El Microcontrolador de la placa se programa usando el “Arduino Programming Language” (basado en Wiring1) y el “Arduino Development Environment” (basado en Processing2). Los proyectos de Arduino pueden ser autónomos o se pueden comunicar con software en ejecución en un ordenador, tableta o equipo móvil.

Las placas se pueden ensamblar a mano o encargarse preensambladas; el software se puede descargar gratuitamente. Los diseños de referencia del hardware están disponibles bajo licencia open-source, por lo que eres libre de adaptarlas a tus necesidades.

Arduino es tres cosas:

- **Una placa hardware libre** que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines-hembra (los cuales están unidos internamente a las patillas de E/S del microcontrolador) que permiten conectar allí de forma muy sencilla y cómoda diferentes sensores y actuadores.

Cuando hablamos de "placa Arduino", deberíamos especificar el modelo concreto, ya que existen varias placas Arduino oficiales, cada una con diferentes características (como el tamaño físico, el número de pines-hembra ofrecidos, el modelo de microcontrolador incorporado y como consecuencia, entre otras cosas, la cantidad de memoria utilizable, etc.). Conviene conocer estas características para identificar qué placa Arduino es la que nos convendrá más en cada proyecto.

- **Un software** (más en concreto, un "entorno de desarrollo") gratis, libre y multiplataforma (ya que funciona en Linux, MacOS y Windows) que debemos instalar en nuestro ordenador y que nos permite escribir, verificar y guardar ("cargar") en la memoria del microcontrolador de la placa Arduino el conjunto de instrucciones que deseamos que este empiece a ejecutar. El software o soporte lógico de un computador es el conjunto de programas asociados a un computador o a un equipo tecnológico que brinde funciones específicas estos pueden ser de muchos tipos de programación, de control de tratamiento, entre otros. (Álvarez, 2013).
- **Un lenguaje de programación libre ARDUINO (SDK):** El entorno del lenguaje de programación de Arduino, es fácil de usar para principiantes y lo suficientemente flexible para los usuarios avanzados. Pensando en los profesores, Arduino está basado en el entorno de programación de Processing con lo que el estudiante que aprenda a programar en este entorno se sentirá familiarizado con el entorno de desarrollo Arduino. (Torrente Artero, 2013)

8.6.1. Tipos de Arduino

8.6.1.1. Arduino Uno

Arduino de gama básica, todas las shields están diseñadas para usarse sobre esta placa. Cuenta 14 pines entrada/salida digitales de las cuales 6 se pueden usar como PWM, además cuenta con 6 entradas analógicas, además cuenta con I2C, SPI, además de un módulo UART. (Evans, 2013)

8.6.1.2. Arduino Due

Arduino basado en un microcontrolador de 32 Bits, Tiene 54 entradas/salidas digitales y 12 entradas analógicas, 2 buses TWI, SPI y 4 UARTs. Funcionan todos los módulos basados en 3.3V, no soporta 5V ya que puede dañar la placa. Posee adicionalmente interno dos puerto USB para poder controlar periféricos. (ARDUINO, 2015)

8.6.1.3. Arduino Leonardo

Arduino básico, Con características similares a la arduino, sin embargo tiene 12 entradas analógicas y 20 entrada salidas digitales. A diferencia del resto de arduinos con el microcontrolador ATmega32u4 en que no posee un controlador adicional para controlar el USB. Además tiene más pines de interrupciones externas. Tiene comunicación TWI, SPI y dos UART. (Banzi, 2013)

8.6.1.4. Arduino Mega 2560

Arduino basado en un microcontrolador ATmega2560. Tiene 54 entradas/salidas digitales, 16 de ellos pueden usarse como PWM, 16 entradas analógicas y 4 UART además dos modos PWI y uno SPI. Tiene 6 interrupciones externas. Y es compatible con todos los shields de arduino. (MEGA, 2015)

8.6.1.5. Arduino Mega Adk

Exactamente igual que el Mega 2560 pero con la diferencia de que en este caso se tiene la posibilidad de USB Host, poco útil en este proyecto.

8.6.1.6. Arduino Micro

Es completamente similar al Leonardo, la única diferencia es el tamaño con el que fue construido. Es compatible con las Shields de arduino, sin embargo se debe instalar de forma externa, es decir, cableándolo, aunque en el caso de que se construya nuestra propia shield no es ningún problema. (Kurniawan, 2016)

8.6.1.7. Arduino Nano

Arduino basado en un microcontrolador ATmega328. Es similar en cuanto a características al arduino uno. Las diferencias son tanto el tamaño como la forma de conectarlo al ordenador para programarlo. Es compatible con la mayoría de shield, aunque de la misma forma que el arduino Micro. (Tero Karvinen, 2011)

8.6.1.8. Arduino Yun

El Arduino YUN se trata de un conjunto que trabaja por separado de forma complementaria, por un lado se tiene la versatilidad de un arduino normal. En este caso un ATmega 32u48 a 16 Mhz, y por otro lado de un dispositivo con microprocesador Atheros AR9331. El cual funciona con Linux (Linux basado en OperWrt (OperWrt-Yun)) a 400 Mhz. Las características del arduino son similares a la placa Leonardo. (Kuhnel, 2015)

8.6.1.9. Arduino Fio

Arduino basado en un microcontrolador ATmega328p. Trabaja a 8 Mhz y 3.3V tiene 14 pines de entrada/salida digitales (6 PWM), 8 pines de entrada analógicas e integra tanto un conector para la batería y su correspondiente módulo de carga, como un slot para poder instalar un módulo de comunicaciones xBee. Tiene UART TTL e interrupciones lo que nos permite también ponerlo en modo Sleep, permite también poner el XBEE en modo Sleep, reduciendo el consumo total. Además posee tanto TWI (I2C) como SPI. Unas ventajas importantes de este dispositivo son el bajo consumo en Sleep y el poder programarlo mediante XBEE, sin necesidad conectarlo físicamente al ordenador. (Torrente Artero, 2013)

8.7. Sistema Microcontrolador

Un microcontrolador (Microcontroller) es un circuito integrado digital monolítico que contiene todos los elementos de un procesador digital secuencial síncrono programable de arquitectura Harvard o Princeton (Von Newnan).

Por su pequeño tamaño, los microcontroladores permiten empotrar un procesador programable en muchos productos industriales. Su coste reducido y su consumo de energía y velocidad adaptables, resultan apropiados para numerosas aplicaciones. Además, poseen mecanismos de seguridad de funcionamiento (Safety) y proporcionan protección del equipo electrónico contra copias y modificaciones del programa no autorizadas (Security). (Enrique Mandado Pérez)

8.7.1. Aplicaciones de los microcontroladores.

Cada vez existen más productos que incorporan un microcontrolador con el fin de aumentar sustancialmente sus prestaciones, reducir su tamaño y coste, mejorar su fiabilidad y disminuir el consumo.

Los microcontroladores se utilizan para la realización de sistemas electrónicos empotrados en otros sistemas (eléctricos, mecánicos, etc.) como por ejemplo electrodomésticos (televisor, lavadora, microondas, etc.), sistemas informáticos (ratón, impresora, etc.), sistemas de telecomunicaciones (teléfono móvil, circuito de control de una red, etc.), sistemas de control de maquinaria (circuito de control del brazo de un robot, etc.) o sistemas de automoción (circuito de control de frenado, circuito de control de la climatización, etc.) En todas estas aplicaciones los microcontroladores emulan a (se comportan igual que) numerosos sistemas digitales que antes se realizaban con circuitos integrados MSI (escala de integración media) y LSI (gran escala de integración) como por ejemplo circuitos contadores, comparadores, etc. (Enrique Mandado Pérez).

8.8. Ethernet Shield

Con el Ethernet Shield podrás conectar Arduino a la red mediante una conexión Ethernet. Las Shields son placas de circuitos modulares que se montan unas encima de otras para dar funcionalidad extra a un Arduino.

Las Shields se pueden comunicar con el Arduino bien por algunos de los pines digitales o analógicos o bien por algún bus como el SPI, I2C o puerto serie, así como usar algunos pines como interrupción. Además, estas Shields se alimentan generalmente a través del Arduino mediante los pines de 5V y GND.

Cada Shields de Arduino debe tener el mismo factor de forma que el estándar de Arduino con un espaciado de pines concreto para que solo haya una forma posible de encajarlo. (Jecrespo, 2013).

8.8.1. Tipos de Ethernet Shield

8.8.1.1. Shield” Arduino

En Arduino el término Shield se utiliza denominar el hardware que permite otras funciones específicas como movimiento de brazos mecánicos y comunicación en redes. (USERS, 2014)

8.8.1.2. Arduino Motor Shield

Este Shield nos permite dominar la velocidad y sentido de giro de hasta dos motores DC de forma independiente o bien estas dos magnitudes de un motor pasó a pasó. También podemos realizar diferentes medidas sobre las capacidades de los motores conectados.

Está diseñado para controlar componentes que contienen inductores (bobinas) en su estructura interna, tales como relés, solenoides, motores DC (corriente continua) o motores paso a paso, entre otros. (McRoberts, 2013)

8.8.1.3. Arduino Proto Shield

Este Shield permite de forma fácil diseñar e implementar circuitos personales. Ofrecer un área de trabajo donde se pueden soldar los diferentes componentes electrónicos que necesitemos para montar nuestro proyecto. Teniendo de forma muy compacta todo un circuito completo. (McRoberts, 2013)

8.8.1.4. Arduino Ethernet Shield

Este Shield permite a una placa Arduino la capacidad de conectarse a una red cableada TCP/IP, configurándose con la librería “Ethernet” la cual ya viene por defecto en el lenguaje de Arduino. (Hammell, 2014)

8.8.1.5. Arduino GSM Shield

Este Shield permite hacer llamadas telefónicas, enviar SMS y conectarse a internet utilizando la red inalámbrica GPRS. Solo se tiene que conectar una tarjeta SIM de un operador de cobertura GPRS. Para realizar y/o recibir las llamadas de voz es necesario un circuito de altavoz y micrófono externo. (Hughes, 2016)

8.8.1.6. Arduino WiFi Shield

Este Shield permite a una placa Arduino la capacidad de conectarse Inalámbricamente a una red TCP/IP. Incorpora el chip HDG104 del fabricante H&D Wireless, el cual incluye una antena integrada y viene preprogramado de fábrica para proporcionar una IP completa.

Se puede conectar a redes abiertas, o protegidas con encriptado de tipo WEP o WPA2. Para poder gestionar este Shield es necesario utilizar la librería “Wifi” la cual viene por defecto en el lenguaje de Arduino. (Jecrespo, 2013)

8.9. Plataforma Arduino

8.9.1. Software de Arduino

El software Arduino, es software libre porque se publica con una combinación de la licencia GPL (para el entorno visual de programación propiamente dicho) y la licencia LGPL (para los

códigos fuente de gestión y control del microcontrolador a nivel más interno). La consecuencia de esto es, en pocas palabras, que cualquier persona que quiera (y sepa), puede formar parte del desarrollo del software Arduino y contribuir así a mejorar dicho software, aportando nuevas características, sugiriendo ideas de nuevas funcionalidades, compartiendo soluciones a posibles errores existentes, etc.

Esta manera de funcionar provoca la creación espontánea de una comunidad de personas que colaboran mutuamente a través de Internet, y consigue que el software Arduino evolucione según lo que la propia comunidad decida. Esto va mucho más allá de la simple cuestión de si el software Arduino es gratis o no, porque el usuario deja de ser un sujeto pasivo para pasar a ser (si quiere) un sujeto activo y participe del proyecto. (Artero, 2013)

8.9.1. Proteus

Proteus es una compilación de programas de diseño y simulación electrónica, desarrollado por Labcenter Electronics que consta de los dos programas principales: Ares e Isis. Hablando del programa ISIS, Intelligent Schematic Input System (Sistema de Enrutado de Esquemas Inteligente) permite diseñar el plano eléctrico del circuito que se desea realizar con componentes muy variados, desde simples resistencias, hasta alguno que otro microprocesador o microcontrolador, incluyendo fuentes de alimentación, generadores de señales y muchos otros componentes con prestaciones diferentes.

Este programa ISIS nos permite dibujar sobre un área de trabajo, un circuito que posteriormente podemos simular, y verificar para encontrar sus posibles errores. (Ribado García, 2013)

8.9.2.1. Software de Diseño

8.9.2.2. Proteus 8 Professional

Es un completo entorno de diseño que permite realizar todas las tareas de diseño de circuitos electrónicos, tales como: dibujo de esquemas de circuitos, simulación interactiva de circuitos analógicos, digitales y con microcontroladores, con animación en tiempo real además de diseño de circuitos impresos. Cuenta con una extensa librería de componentes genéricos y específicos. (Tojeiro Calaza, 2016)

9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPOTESIS.

¿Con la automatización del sistema de riego en el Centro Experimental La Playita se podrá controlar de manera más eficiente la humedad necesaria para cada cultivo?

10. METODOLOGÍAS

10.1. Tipos de Investigación

10.1.1. Investigación Bibliográfica

Con la presente investigación bibliográfica permitirá la recopilación de información de los libros, consultas, linografías para el sustento del marco teórico mediante averiguaciones bibliográfica desde el inicio hasta la culminación de trabajo investigativo. (BERNAL, 2014)

10.1.2. Investigación de Campo

Con este tipo de investigación nos permitirá verificar y diagnosticar la realidad del lugar o sitio donde se encuentra el objeto de estudio y se logrará manejar los datos con más seguridad y confiables. (Jose Yuni, 2014).

10.2. Métodos de Investigación

10.2.1. Método de observación

Sugiere y motiva los problemas y conduce a la necesidad de la sistematización de los datos, hace referencia explícitamente a la percepción visual que emplea para indicar todas las formas de percepción utilizadas para el registro de respuestas tal como se presentan a los investigadores. (Moguel, 2013)

10.2.2. Método inductivo

Extrae una determinada conclusión o comportamiento general, luego de las investigaciones de casos particulares o individuales ya que todo efecto se deriva de una causa. Este método es de gran utilidad para la automatización del sistema de riego ya que permitirá realizar las respectivas, entrevistas al personal encargado del Centro experimental la Playita, permitiendo un análisis del estado actual de este proyecto. (DE LA MORA, 2013).

10.2.3. Método deductivo

Este método consiste en inducir una ley y luego deducir nuevas hipótesis como consecuencia de otras más generales. El método deductivo parte los datos generales aceptados como válidos, para deducir por medio del razonamiento lógico, varias suposiciones, es decir: parte de verdades previamente establecidas como principios generales, para luego aplicarlo a casos individuales y comprobar así su validez. El razonamiento deductivo constituye una de las principales características del proceso de enfoque cuantitativo de la investigación. (Carvajal, 2013)

10.3. Técnicas de Investigación

10.3.1. La Entrevista

La entrevista es la relación directa establecida entre el investigador y su objeto de estudio a través de individuos y grupos con el fin de obtener testimonios orales, mantenido en un encuentro formal y planeado, entre una o más personas entrevistadoras y una o más entrevistadas, en el que se transforma y sistematiza la información conocida por éstas, de forma que sea un elemento útil para el desarrollo de un proyecto. (Jose Yuni, 2014)

“La entrevista se realizara al Ing. Ricardo Luna Murillo, encargado del Centro Experimental La Playita, de lo que se obtuvo información acerca de los requerimientos principales para dicho sistema.”

10.3.2. La Encuesta

La encuesta es una técnica destinada a obtener datos de varias personas cuyas opiniones impersonales interesan al investigador. Para ello, a diferencia de la entrevista, se utiliza un listado de preguntas escritas que se entregan a los sujetos, a fin de que las contesten igualmente por escrito. Varios autores llaman cuestionario a la técnica misma. (Galvez., 2013)

“Esta técnica estará dirigida a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, para conocer la factibilidad de la Automatización de un sistema de riego para el Centro Experimental La Playita. Para obtener está información, se planteara una encuesta con preguntas cerradas.”

10.4. Población y muestra

Para la utilización de los instrumentos de investigación se tomó un universo de 156 personas las mismas que son 149 estudiantes y siete docentes que son los que intervienen en este proyecto. Para determinar el tamaño de la muestra y aplicar nuestra encuesta se aplicó la siguiente fórmula.

$$n = \frac{N}{e^2(N - 1) + 1}$$

Dónde:

n= tamaño de la muestra

N= tamaño de la población

e= Error máximo admisible al cuadrado

Proceso de cálculo:

$$n = \frac{156}{(0,05)^2(156 - 1) + 1}$$

$$n = \frac{156}{(0.0025)(155) + 1}$$

$$n = \frac{156}{1.3875}$$

$$n = 112$$

El resultado de la muestra es de 112 personas. Ver (Anexo 3)

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1. Requerimientos Funcionales y no funcionales del sistema de riego automatizado

Basado en los lineamientos de la norma IEEE 830 se desarrolló la especificación de requisitos del software (ERS).

Tabla 3: Requerimientos Funcionales

N°	REQUERIMIENTOS FUNCIONALES
Req. 01	El sistema estará acoplado a un gabinete denominado caja de control, donde se podrá monitorear el funcionamiento del sistema.
Req. 02.	Visualizar los estados de las electroválvulas en una pantalla LCD.
Req. 03.	Se podrá regular la humedad deseada a través de un potenciómetro instalado en la caja de control
Req. 04.	Programa que al detectar un índice de humedad determinado por el usuario a través de un potenciómetro, se active una electroválvula y al llegar a la humedad deseada esta se desactive.
Req. 05.	La caja de control tendrá instalado un led parpadeante, el mismo que sirve para comprobar que el sistema está en funcionamiento.
Req. 06.	Se podrá regular la humedad deseada a través de un potenciómetro instalado en la caja de control.
Req. 07.	El sistema controlará el riego activando o desactivando una electroválvula conectada a la placa de Arduino.
Req. 08.	El sistema será monitoreado desde internet.
Req. 09.	El sistema controlará el acceso a la página web y permitirá el acceder solo a usuarios autorizados con su respectiva contraseña.
Req. 10.	El sistema permitirá a los usuarios autorizados monitorear la humedad del suelo y el estado de la válvula, ya sea abierta o cerrada.

Realizado por: Los autores

Tabla 4: Requerimientos no Funcionales

N°	REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES
Req. 01.	El sistema automatizado no permite una instalación adicional de elementos sin su respectiva reconfiguración tanto del software como del hardware.
Req. 02.	El sistema no debe detenerse por encontrarse en alguna estación temporal en el año.
Req. 03.	El sistema no debe ser manipulado en su parte técnica por ninguna persona que no esté capacitada para hacerlo.
Req. 04.	El sistema no debe detenerse por la desconexión accidental de uno de sus sensores de humedad.
Req. 05	El sistema no debe permitir visualizar el sistema de riego a través de internet a personal no autorizado.

Realizado por: Los autores

Tabla 5: Requerimientos de Seguridad

N°	REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD
Req. 01.	Se debe solicitar una autorización al encargado del centro experimental la Playita para reconfigurar el software.
Req. 02.	Se necesita una clave para poder acceder a la visualización del estado de riego a través de internet.
Req. 03.	El sistema de debe contar con un circuito de seguridad en caso de sobre carga o cortocircuito.
Req. 04.	El sistema automatizado debe estar ubicado en un ambiente seco para un correcto funcionamiento de sus elementos de control.

Realizado por: Los autores

11.2. Agentes que intervienen en el desarrollo del proyecto de investigación en el Centro Experimental La Playita.

Tabla 6: Personas que intervienen en el proyecto

Agentes	Funciones	Técnicas, espacios y difusión	Población	Muestra
Tutor	Guía	Técnica experimental	1	1
Estudiantes	Investigadores	Ejecutores del proyecto	1	1
Investigador de la UTC.	Director de Investigación	Entrevista	1	1
Estudiantes de Ingeniería Agronómica	Facilitan información del sistema de riego.	Encuestas	156	112

Realizado por: Los autores

11.2.1. Resultados de la aplicación de la entrevista realizada al Ingeniero Ricardo Luna Murillo director de investigación.

El objetivo fundamental de la entrevista es comprender todos los aspectos importantes que tiene el sistema de riego en la Institución, el cual permitió conocer cuáles son los requerimientos necesarios para desarrollar este proyecto.

La entrevista se realizó al Director de investigación ingeniero Ricardo Luna Murillo encargado del Centro Experimental La Playita el mismo que señaló, que el sistema de riego que actualmente posee es de forma manual y no ofrece todos los beneficios para las plantas, el cual nos arrojó como solución la automatización de un sistema de riego más eficiente. Ver (Anexo 2).

11.2.2. Resultados de las encuestas efectuadas a los estudiantes de Ingeniería Agronómica.

Las encuestas dirigidas a los estudiantes la Carrera de Ingeniería Agronómica, fueron desarrolladas en el lapso de un mes con la colaboración conjunta del docente encargado del Centro Experimental La Playita, los resultados de la encuesta indican que un 65%, el sistema de agua no es totalmente eficiente por lo que no se puede controlar la cantidad adecuada para los sembríos, mientras que el 35% está de acuerdo con el sistema actual.

Más del 90% de los encuestados indican que con la automatización del sistema de riego mejoraría el riego en las plantaciones, sin embargo un 5% de la población se siente conforme con el sistema de riego manual; acorde con el criterio de los encuestados el 84% manifestaron que se debería invertir tiempo automatizando el sistema de riego actual en El Centro Experimental La Playita, por lo tanto un 16% no considera factible en gastar tiempo con este sistema, por aspectos antes mencionado el 80% de encuestados indicaron que con el sistema de riego automatizado se evitará que el agua se desperdicie de manera innecesaria, sin embargo un 20% consideran apropiado el sistema de riego existente. La población en un 95% manifestaron que con la automatización de un sistema de riego con sensores de humedad mejorará la productividad de los cultivos, mientras que un 5% de la población no considera necesario, sin embargo el 99% de la población manifiesta la necesidad de automatizar el sistema de riego actual en el Centro Experimental La Playita para obtener mejores beneficio en la producción, el 1% se considera conforme con dicho sistema.

11.3. Diagrama de conexión de circuito

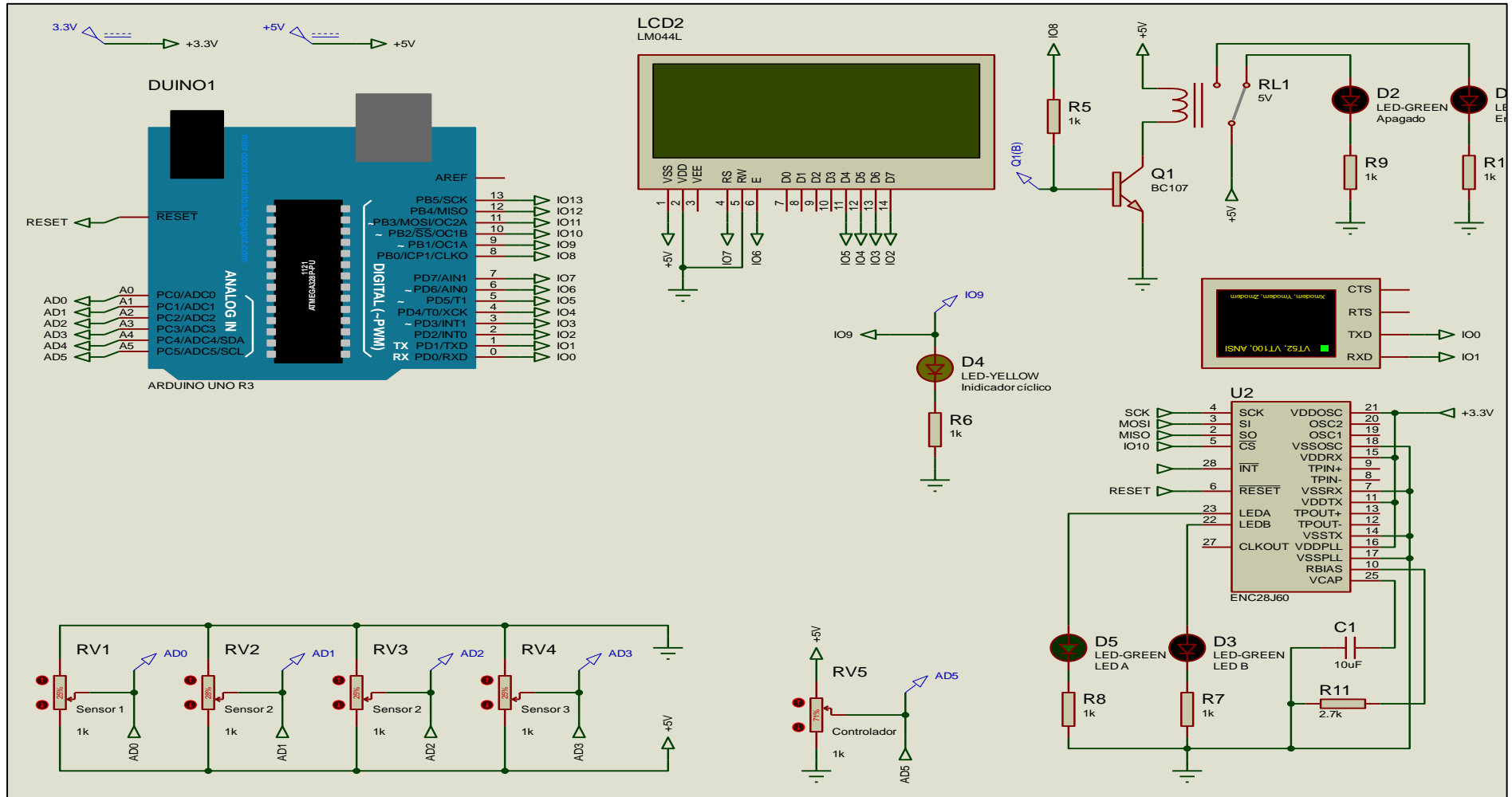


Figura 1: Diagrama de conexión de circuito

Realizado por: Los autores

11.4. Análisis de componentes y diseño de localización

11.4.1. Diseño y ubicación de los sensores de humedad

El presente sistema de automatización ha sido diseñado para que cumpla con los requerimientos y las especificaciones de los encargados del riego en el Centro Experimental La Playita y cuentan con elementos de funcionamiento didáctico e intuitivo para su control y manejo, el sistema de automatización cuenta con una unidad de control el cual es el elemento principal.

La unidad de control es donde se reciben señales y se procesa la información luego se ejecutan acciones en base a lo que necesite el sistema de riego. Cuenta con Arduino Uno, además de una tarjeta Ethernet Shield y de elementos auxiliares como fuente de alimentación, gabinete en donde todo forma un conjunto. La unidad de control estará ubicada a un costado del invernadero haciendo que sus conexiones sean más fáciles, observando que no afecte al área cultivable y que cumpla con algunos parámetros como seguridad, protección contra la humedad creando así un ambiente seguro para esta unidad.

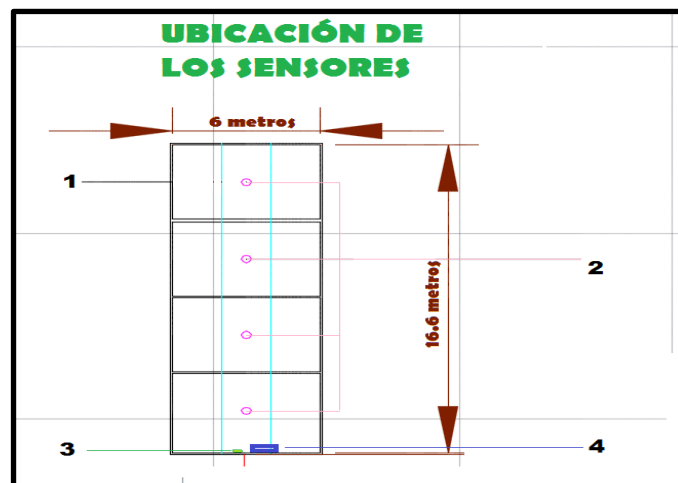


Figura 2: Ubicación sensores de humedad

Realizado por: Los autores

11.4.2. Análisis y diseño del sistema

Para esta fase se determinará que componentes utilizaremos en el sistema es decir empezando desde los dispositivos que formaran parte del hardware, el software que nos permitirá dotar de la programación lógica para que cada uno de los elementos puedan comunicarse entre sí y el conocimiento específico de cada una de las partes que conformaran el sistema.

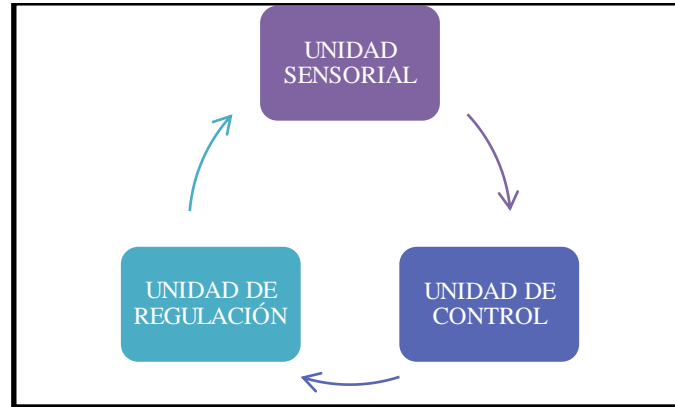


Figura 3: Esquema lógico

Realizado por: Los autores

11.4.3. Unidad de regulación

11.4.3.1. Electroválvula

La electroválvula es un dispositivo que controla el paso o cierre de algún fluido, mantiene dos posiciones abierto o cerrado, puede ser utilizada en muchas aplicaciones para controlar fluidos de todos los tipos. La electroválvula será controlada por la placa de Arduino, permitiendo el paso de agua o cierre del mismo respectivamente, según las lecturas tomadas por los sensores de humedad.

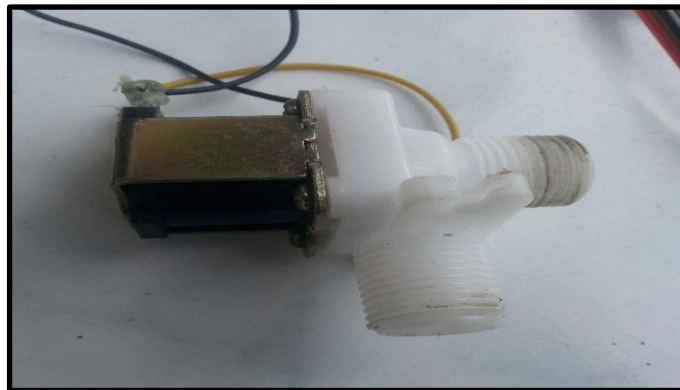


Figura 4: Electroválvulas

Realizado por: Los autores

11.4.4. Unidad sensorial

11.4.4.1. Módulo sensor de humedad de tierra FC-28

El sensor de humedad de tierra puede medir la cantidad de agua presente en el suelo. Consiste en dos terminales separados, que a través de la conductividad puede dar valores

referenciales a la cantidad de líquido existente en el suelo, este sensor va conectado a la placa de Arduino.

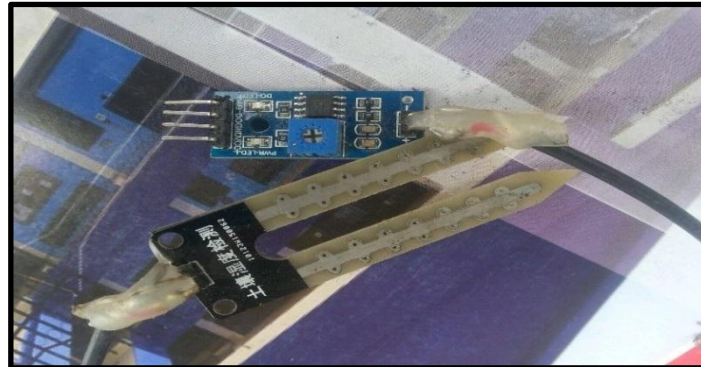


Figura 5: Sensor de Humedad FC- 28

Realizado por: Los autores

11.4.5. Unidad de control

11.4.5.1. Arduino Uno:

Arduino es una plataforma de programación de Hardware y software totalmente libre, puede ser utilizado para desarrollar cualquier prototipo electrónico, como drones, robots, carros a control remoto, entre otros. Arduino proporciona una placa con entradas y salidas, analógicas y digitales, logrando ser el cerebro de cualquier proyecto electrónico, el entorno de desarrollo de Arduino es un lenguaje de programación basado en JAVA. En el presente proyecto Arduino controla todo el sistema de riego tomando lecturas de los sensores de humedad y abriendo o cerrando la válvula respectivamente, tomado en cuenta la humedad deseada por el usuario.



Figura 6: Arduino Uno

Realizado por: Los autores

1.4.5.2. Arduino Ethernet Shield

Arduino Ethernet Shield es una placa que se acopla a Arduino uno, Arduino mega o sus similares, facilitando la comunicación del proyecto a una red cableada TCP/IP, en este dispositivo se realizara la programación HTML, con su respectivo Login para el monitoreo del sistema de riego.



Figura 7: Arduino Ethernet Shield

Realizado por: Los autores

11.4.6. Otros Complementos

11.4.6.1. Potenciómetro

Es un componente capaz de cambiar su voltaje debido a la regulación de una perilla, consiguiendo valores alto o bajos. Este componente se utilizara para manipular la humedad deseada por el usuario del sistema de riego.



Figura 8: Potenciómetro

Realizado por: Los autores

11.4.6.2. Led (Light Emitting Diodes)

Un tipo de diodo se ilumina cuando la electricidad pasa a través de él. En el presente proyecto se utilizará un led con parpadeos constantes, para indicar que el dispositivo de Arduino está funcionando perfectamente.



Figura 9: Led (Light Emitting Diodes)

Realizado por: Los autores

11.4.6.3. Pantalla LCD

Una pantalla LCD o Display de cristal líquido, es un dispositivo diseñado para mostrar información en forma gráfica. Se utilizará pantalla LCD 4x16, que posibilita mostrar cuatro líneas con 16 caracteres y de esta manera mostrar: la humedad detectada por los sensores, la humedad establecida por el usuario y el estado de la válvula ya sea abierta o cerrada.



Figura 10: Pantalla LCD

Realizado por: Los autores

11.4.6.4. Módulo relé

Esta tarjeta es un canal con el que se puede controlar aparatos de alto voltaje a través de un voltaje mínimo, Arduino trabajo con 5v y por medio de un relé podrá controlar a la electroválvula que trabaja con 12 voltios.

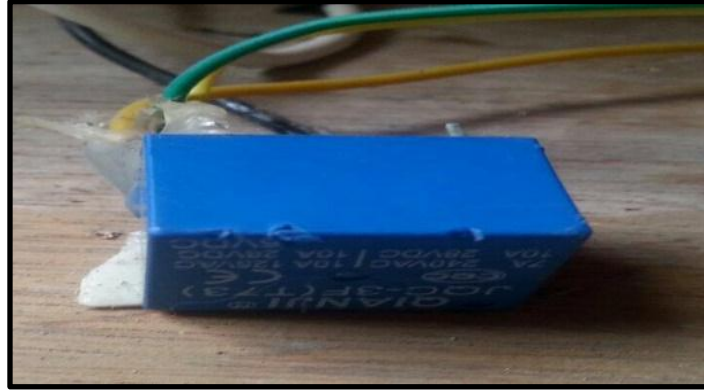


Figura 11: Módulo relé

Realizado por: Los autores

11.5. Área de implementación

El Centro Experimental La Playita tiene un invernadero donde se experimentan diversos cultivos, el invernadero cuenta con una cobertura protectora de plástico perforado el cual impide que el exceso de luz solar ingrese a él y afecte a la plantación. Según el ingeniero agrónomo en el invernadero se experimenta un cultivo a la vez, es decir que el cultivo con el que se experimenta siempre requerirá en promedio la misma humedad, lo cual lo hace ideal para la automatización del sistema de riego. En el momento que se automatizo se estaba experimentado con cultivos cítricos específicamente naranjas el mismo que se calibro el sistema con una humedad moderada del 50% ya que esta es la recomendada.



Figura 12: Invernadero donde se va a automatizar

Realizado por: Los autores

El invernadero contaba con un sistema de riego pero no funcionaba por malas conexiones hidráulicas, para solucionar este problema se instaló un reservorio de agua con los sistemas de seguridad para un llenado controlado, esto nos ofrece una cantidad de agua necesaria para brindar el riego a los cultivos, el tanque cuenta con un volumen de 500 litros.

El área que comprende el invernadero es de 6m por 4m, por lo que en base a esto se hizo un dimensionamiento de la cantidad del reservorio a potencia de la bomba y la cantidad de sensores necesarios para que todo el sistema automatizado funcione de manera más eficiente.



Figura 13: Posición del tanque del invernadero

Realizado por: Los autores

11.5.1. Áreas de los aspersores

El sistema de riego ubicado en el centro experimental la playita específicamente en el área donde se ubicara la automatización, cuenta con tres líneas de riego, ubicados a lo largo del invernadero con una cañería de pvc flexible de $\frac{1}{4}$ de pulgada, sobre estas tres líneas se ubicaron aspersores distributivos de tal manera que cuando funcionen cubran toda el área cultivable.

Los aspersores son de tipo tambor los cuales al ingresar agua con presión giran brindando un riego circular es decir, su forma de riego tiene una trayectoria circular, la circunferencia que emite depende de la presión que se ejerza sobre el mismo, para ejemplo se ubicaron 4 sensores las cuales mostraran un radio de 1m, lo que cumple con las necesidades del invernadero.



Figura 14: Área de los aspersores

Realizado por: Los autores

11.5.2. Caudal de la bomba

Uno de los problemas a solucionar fue la falta de presión de agua en el sistema de riego haciéndolo ineficiente, para esto se implementó una bomba de agua que brinde tanto presión y caudal al sistema. La bomba de agua es una Pedrolo de 0.5 HP de potencia que funciona a 110 voltios con una conexión de agua de 1 pulgada.

La bomba se conecta directamente al reservorio y mediante la señal eléctrica generada por el automático, fuerza la circulación de agua hacia las líneas que forma el circuito del sistema de riego. La bomba abastece satisfactoriamente al invernadero además se incorporó conexiones de pvc para posteriores casos de proyecciones.



Figura 15: Bomba de agua Pedrolo de 0.5 HP

Realizado por: Los autores

11.5.3. Proyección del Sistema

Para ampliar el área a controlar basta con aumentar las conexiones de agua ya que este es el factor fundamental teniendo en cuenta que la humedad será la misma en todos los ambientes y que el cultivo tenga la misma tolerancia de humedad haciendo que el sistema automatizado sea eficaz, eficiente y efectivo con una suficiente flexibilidad para adaptarse a las modificaciones que sean necesario hacerse.

11.5.4. Área de los sensores

Los sensores de humedad trabajan en base a la resistencia que estos presentan al paso de la corriente eléctrica, dispuesta por la continuidad de agua en el terreno en donde este se plante, tiene dos formas de enviar las señales una de ellas es analógica la otra es digital. La señal analógica es representada en porcentaje en escala de 0 al 100% las cuales son identificadas por el autómatas y realiza las operaciones que sean necesarias para el riego.

La señal digital en cambio muestra un régimen de encendido y apagado configurable en el sensor a través de un potenciómetro. La cantidad de sensores que se ubique en un lugar determinado depende principalmente de la programación y del objeto de automatización que se pretende hacer.

Según el criterio del ingeniero agrónomo a cargo del invernadero en el Centro Experimental La Playita, requiere un sistema de riego flexible, él cuenta con una escala de riego regulable y que permita el flujo de agua sobre el cultivo que se está experimentando. Para lograr este fin se colocaron cuatro sensores de humedad lo cual están ubicados en cuatro esquinas del invernadero para mejorar su precisión ya que todo el invernadero contara con una especie de cultivo a la vez, no es imprescindible la cantidad de sensores sino más bien la distribución de los aspersores que cubran toda el área cultivable repartiendo homogéneamente el agua.

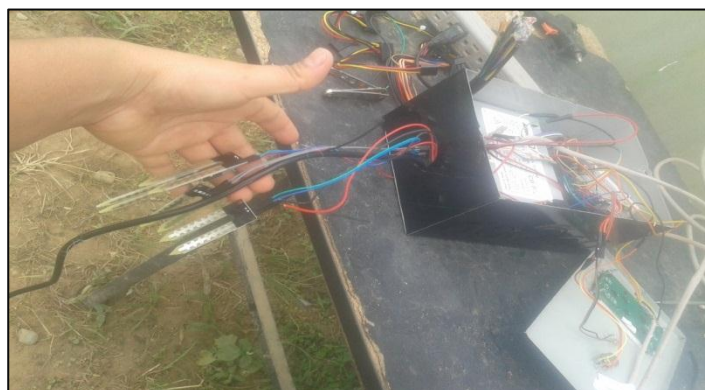


Figura 16: Sensores de humedad

Realizado por: Los autores

11.6. Código beta arduino

Para programar en Arduino, se ha realizado una codificación la cual cumple con los parámetros que demanda el sistema los cuales son: lecturas de humedad de los sensores, procesamiento de la información mediante la comparación de la lectura recibida por los sensores y el porcentaje determinado por el programador para la activación de las salidas.

La programación de Arduino es bastante simple y divide la ejecución en dos partes: setup y loop. Setup() constituye la preparación del programa y loop() es la ejecución. En la función Setup() se incluye la declaración de variables y se trata de la primera función que se ejecuta en el programa. Esta función se ejecuta una única vez y es empleada para configurar el pinMode (p. ej. si un determinado pin digital es de entrada o salida) e inicializar la comunicación serie. La función loop() incluye el código a ser ejecutado continuamente (leyendo las entradas de la placa, salidas, etc.).

```
#define N_SENSORES 4
#define DELAY_MSG 1000
#include <LiquidCrystal.h>
#include <string.h>

const float humedadDeseada = 20.0;
int paSensor[N_SENSORES];
int paControl = A5;
const int pdValvula = 8;
const int pdLED = 13;
int valLED = HIGH;
int valDeseado;

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

Figura 17: Código de Arduino

Realizado por: Los autores

Se define a la variable `#define n_sensores 4` con un cantidad de cuatro sensores y también que un mensaje tendrá una duración de 1000 milisegundos, la biblioteca `#include <LiquidCrystal.h>` contiene todo lo necesario para gestionar un display LCD (Cristal Líquido) con Arduino. La librerías `#include <string.h>` es un archivo de la Biblioteca estándar del lenguaje de programación, que contiene la definición de macros, constantes, funciones y tipos y algunas operaciones de manipulación de memoria.

'float' es una palabra reservada de varios lenguajes, y sirve para declarar variables de punto flotante o fraccionarias como 2.81 ó 78.1002. 'const' es otra palabra reservada, sirve como

medida de seguridad cuando sabes que una variable nunca se debe modificar. Es decir, se trata de una variable constante de tipo float, una vez que se la declara y se le asigne un valor, no se puede cambiar dicho valor.

Para definir la humedad deseada por defecto, se utiliza la siguiente línea de códigos `const float humedadDeseada = 20.0;` a continuación se define las variables `int paSensor[N_SENORES];` esta variable utilizará cuatro pines analógicos. Se utiliza la variable `int paControl = A5;` para lecturas de datos por el pin analógico cinco.

Se declara `const int pdValvula = 8;` para definir la variable `pdValvula` que se conectara al pin ocho de la placa de arduino. Luego se define a un led conectado al pin trece, siendo útil para comprobar físicamente si la placa de arduino está en su correcto funcionamiento.

La librería `LiquidCrystal lcd` nos permite crear un objeto que representa al display LCD y que contiene todas las operaciones “de bajo nivel” para que a nosotros nos resulte fácil la programación de este dispositivo y `(12, 11, 5, 4, 3, 2);` los diferentes pines que utilizara la pantalla `lcd`.

```
void setup() {
    for (int i = 0; i < N_SENORES; i++) {
        paSensor[i] = A0 + i;
        pinMode(paSensor[i], INPUT);    }

    pinMode(pdValvula, OUTPUT);
    pinMode(pdLED, OUTPUT);
    pinMode(paControl, INPUT);
    lcd.begin(16, 4);
}
```

Figura 18: Código de Arduino

Realizado por: Los autores

El `setup()` es la primera función en ejecutarse dentro de un programa en Arduino. Es, básicamente, donde se “setean” las funciones que llevará a cabo el microcontrolador.

Aquí es donde se establece algunos criterios que requieren una ejecución única. Por ejemplo, vamos a utilizar un pin determinado como salida de voltaje, usamos el `pinMode` para indicarle a Arduino que determinado pin funcionará como salida, usando el parámetro `OUTPUT`.

`for (int i = 0; i < N_SENSORES; i++) {` La sentencia `for` se utiliza para repetir un bloque de declaraciones encerrado entre llaves. Normalmente se usa un contador de incremento para incrementar y terminar el bucle. La instrucción `for` es útil para cualquier operación repetitiva, y se utiliza a menudo en combinación con matrices para operar en colecciones de datos / pines. El código `paSensor[i] = A0 + i;` inicializa el arreglo y `pinMode(paSensor[i], INPUT);` define al sensor como entrada.

```
void loop() {
    digitalWrite(pdLED, !digitalRead(pdLED));
    saludo();
    printValSensores();
    printValDeseado();
    controlar();
    printEstadoValvula();
}
```

Figura 19: Código de Arduino

Realizado por: Los autores

Loop en inglés significa lazo o bucle. La función `loop` en Arduino es la que se ejecuta un número infinito de veces. Al encenderse el Arduino se ejecuta el código del `setup` y luego se entra al `loop`, el cual se repite de forma indefinida hasta que se apague o se reinicie el microcontrolador. El código `digitalWrite(pdLED, !digitalRead(pdLED));` se utiliza para cambiar el estado del led. La línea de código, `saludo();` permite ejecutar toda la codificación ingresada en la función `void saludo()` de la misma forma se realiza para `printValSensores(); printValDeseado(); controlar(); printEstadoValvula();` permitiendo ejecutar todas las funciones del programa.

```
void saludo() {
    lcd.clear();
    lcd.print("CONTROL HUMEDAD");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("* UTC-LA MANA *");
    delay(DELAY_MSG);
}
```

Figura 20: Código de Arduino

Realizado por: Los autores

La función `void saludo()` nos permitirá mostrar en pantalla un mensaje, `lcd.clear();` Limpia la pantalla LCD y posiciona el cursor en la parte superior izquierda, con `lcd.print("CONTROL HUMEDAD");` permite mostrar en pantalla las palabras `CONTROL HUMEDAD`, para cambiar de posición al cursor se utiliza `lcd.setCursor(0,1);` el código `lcd.print("* UTC-LA MANA *");` muestra en pantalla el mensaje `* UTC-LA MANA *` y `delay(DELAY_MSG);` es el tiempo que se mantiene el tecto en pantalla, en este casa son mil milisegundos.

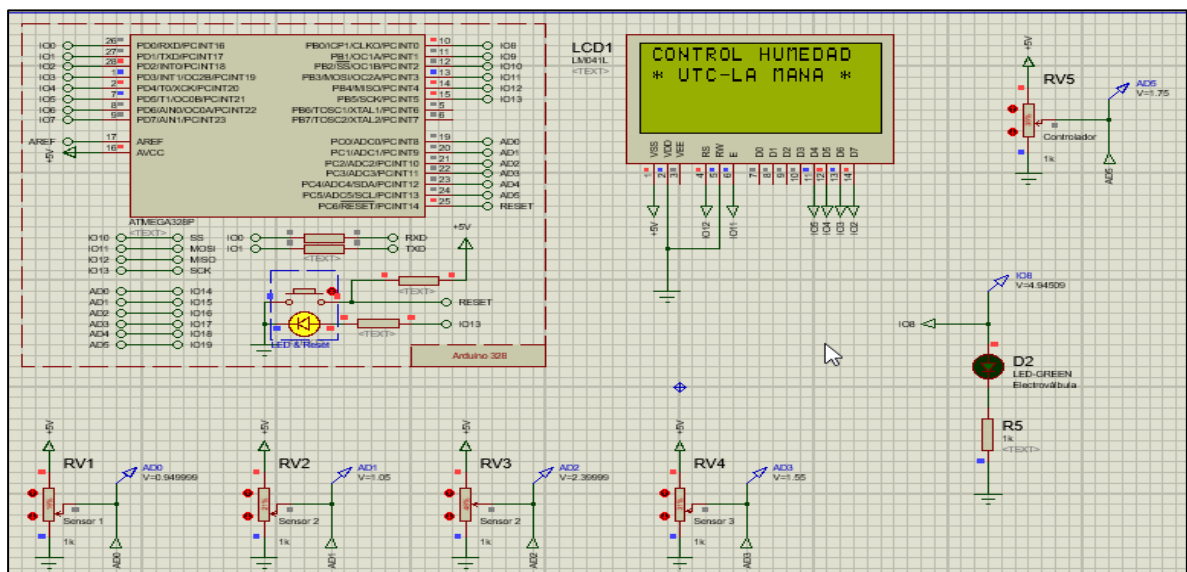


Figura 21: Muestra en la pantalla el control de la humedad

Realizado por: Los autores

```
int convertHumedad(int val) {
    int maximo = 1023;
    return (int)((float)val / maximo * 100.00);
}
```

Figura 22: Código Arduino

Realizado por: Los autores

El sensor de humedad da lecturas entre cero y mil veintitrés, debido a esto es necesario convertir los valores obtenidos en porcentaje, es decir mostrará cantidades entre cero y cien.

```

void printValSensores () {
    int iHumedad[N_SENTORES];
    int i,j;
    String strValor;
    int p = 0;

    lcd.clear();
    lcd.print("ESTADO SENSORES");

    for (i = 0; i < N_SENTORES; i++) {
        iHumedad[i] = analogRead(paSensor[i]);
        p += iHumedad[i];
    }

    for (i = 0, j = 0; i < N_SENTORES; i+=2, j++) {
        lcd.setCursor(0,j + 1);
        strValor = "S" + String(i + 1) + ":" +
String(convertHumedad(iHumedad[i])) + "%";
        lcd.print(strValor);
        lcd.setCursor(9,j + 1);
        strValor = "S" + String(i + 2) + ":" +
String(convertHumedad(iHumedad[i + 1])) + "%";
        lcd.print(strValor);
    }

    p = p / N_SENTORES;
    lcd.setCursor(0,3);
    strValor = "Promedio: " + String(convertHumedad(p)) + "%";
    lcd.print(strValor);

    delay(DELAY_MSG * 3);
}

```

Figura 23: Código Arduino

Realizado por: Los autores

La función `void printValSensores ()` muestra en pantalla el mensaje `ESTADO SENSORES` lee los valores de cada sensor de humedad y muestra en pantalla respectivamente, luego se calcula el promedio humedad existente, y por último se define que la duración de los datos en pantalla sea de tres mil milisegundos.

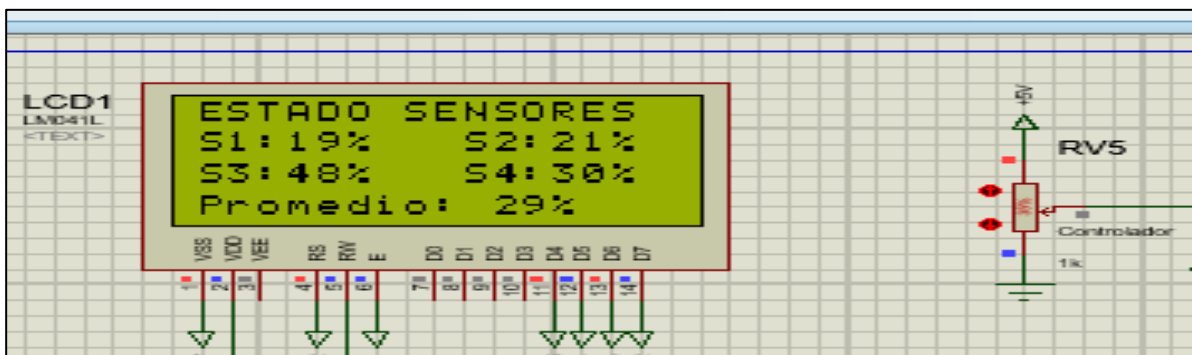


Figura 24: Muestra en la pantalla el estado de los sensores

Realizado por: Los autores

```

void printValDeseado () {
    String strValor;

    valDeseado = analogRead(paControl);
    lcd.clear();
    lcd.print("HUMEDAD DESEADA");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(String(convertHumedad(valDeseado)) + "%");
    delay(DELAY_MSG * 3);
}

```

Figura 25: Código de Arduino

Realizado por: Los autores

La función `void printValDeseado ()`, imprime en pantalla la humedad deseada como se muestra a continuación.

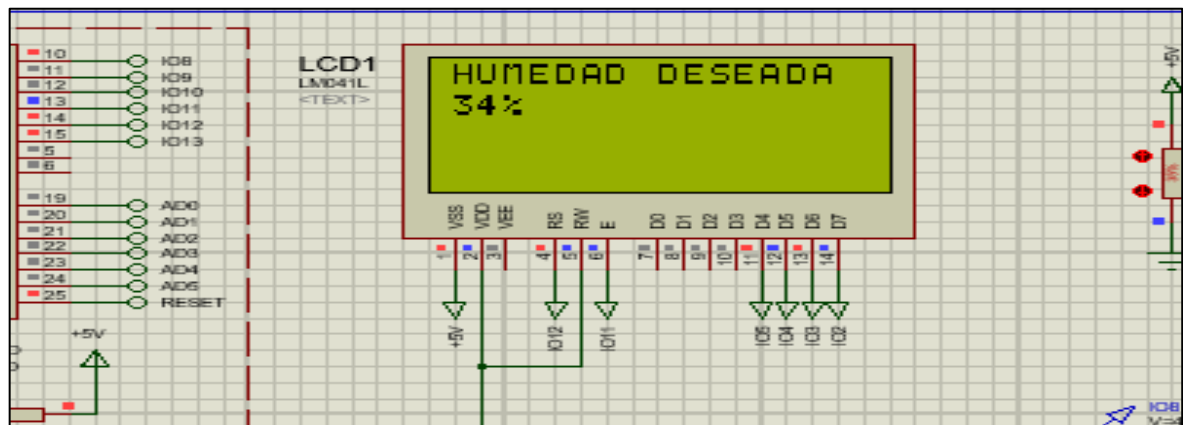


Figura 26: Muestra en la pantalla la humedad deseada

Realizado por: Los autores

La función `void controlar ()` permite controlar el estado de la válvula ya sea abierta o cerrada, se declara la variable `int p = 0;` inicializada en cero y el contado de `for int i;` luego se lee los valores en los sensores, y calcula el promedio. Si el promedio es menor o igual al valor deseado la válvula se abre, caso contrario la válvula cierra.

```

void controlar() {
    int p = 0;
    int i;
    for (i = 0; i < N_SENSORES; i++) {
        p += analogRead(paSensor[i]);
    }
    p = p / N_SENSORES;
    if (p < valDeseado) {
        digitalWrite(pdValvula, HIGH);
    } else {
        digitalWrite(pdValvula, LOW);
    }
}

```

Figura 27: Código Arduino

Realizado por: Los autores

La función `void controlar()` permite controlar el estado de la válvula ya sea abierta o cerrada, se declara la variable `int p = 0;` inicializada en cero y el contado de `for int i;` luego se lee los valores en los sensores, y calcula el promedio. Si el promedio es menor o igual al valor deseado la válvula se abre, caso contrario la válvula cierra.

```
void printEstadoValvula() {
    int estado;

    estado = digitalRead(pdValvula);

    lcd.clear();
    lcd.print("ESTADO VALVULA");
    lcd.setCursor(0,1);

    if (estado == HIGH) {
        lcd.print("ABIERTA");
    } else {
        lcd.print("CERRADA");
    }
}
```

Figura 28: Código Arduino

Realizado por: Los autores

Para mostrar en pantalla el estado de la electroválvula se utiliza la función `void printEstadoValvula()`, se declara la variable `estado`, limpia la pantalla `lcd` y muestra el ESTADO DE LA VALVULA, la variable `estado` toma el valor de `digitalRead(pdValvula);` si `estado` es igual a encendido muestre en pantalla ABIERTA caso contrario muestre CERRADA con una duración de dos mil milisegundos.



Figura 29: Muestra el estado de la válvula (abierta o cerrada)

Realizado por: Los autores

11.7. Pruebas y verificación de la automatización del sistema de riego

El período de pruebas del sistema, tiene como objetivo la verificación de los diversos procesos para comprobar si éstos cumplieron con sus requisitos, en esta fase se desarrollaron distintos tipos de pruebas como son: las funcionales, de usabilidad, de rendimiento. Las pruebas del sistema se realizan a lo largo del desarrollo del proyecto y no solo al final.

11.7.1. Pruebas de Unidades

Al aplicar las prueba se observó como resultado la correcta interacción de todos los elementos del sistema que se encuentran conectados a la placa arduino, toda esta conexión con el fin de procesar información en cada uno de los elementos que componen el sistema propuesto, en este caso no se evidenció ninguna ruptura de comunicación entre sus módulos, por lo cual esta prueba fue superada por el sistema.

11.7.2. Pruebas de Integración

La finalidad de estas pruebas es comprobar el correcto ensamblaje entre los distintos componentes una vez que han sido probados unitariamente con el fin de comprobar que interactúan correctamente a través de sus interfaces, tanto internas como externas, para cubrir la funcionalidad establecida y que se ajusten a los requisitos no funcionales especificados en las verificaciones correspondientes.

11.7.3. Pruebas de Aceptación

Las pruebas de aceptación tienen como función validar en que sistema cumpla con el funcionamiento esperado y permitir al usuario de dicho sistema de riego determine su aceptación, desde el punto de vista de su funcionalidad y rendimiento, estas pruebas se las realizaron tanto de manera experimental en maqueta como en el Centro Experimental la Playita. Ver Anexo 4.

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

12.1. Impactos Técnicos

Posterior a la finalización del proyecto, es necesario mencionar que se generó un impacto positivo, debido a que se logró optimizar mediante automatización el sistema de riego, en el Centro Experimental La Playita. A continuación se describirá los impactos que se originaron en esta investigación.

12.2. Impactos Sociales

Incluir la tecnología en los procesos, impulsa a que la población conozca y manipule herramientas informáticas que les ayude a mejorar en sus actividades diarias, este proyecto muestra que con ayuda de la tecnología se puede obtener resultados más eficientes, más eficaces y más efectivos.

12.3. Impactos Económicos

Destinar un personal para que controle la apertura y cierre de las llaves de riego, supervisar que la humedad de la tierra sea la adecuada. Demanda de recursos económicos, el presente proyecto pretende eliminar este gasto haciendo que todas estas actividades las realice un sistema automatizado.

12.4. Impactos Ambientales

El Centro experimental la playita no cuenta con un sistema exacto para medir el nivel adecuado en el suelo por lo cual se desperdicia el agua, este proyecto cuenta con sensores de humedad solucionando este problema y contribuyendo a la conservación del medio ambiente, evitando que se desperdicie los recursos hídricos.

13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Tabla 7: Presupuesto

Resultados/Actividades	TRIMESTRE			
	1ro	2do	3ro	4to
RECURSOS HUMANOS				
Programador de Arduino	\$ 150,00	\$ 150,00	\$ 150,00	\$ 150,00
Programador de HTML con Arduino	-	\$ 200,00	\$ 100,00	-
RECURSOS MATERIALES				
Placa ARDUINO UNO	\$ 44,50	-	-	-
Arduino ethernet shield	-	\$ 30,40	-	-
Protoboard	\$ 25,96	-	-	-
100 m. Cable Ethernet RJ45	-	\$ 40,00	-	-
Cargador 5v	\$ 7,50	-	-	-
Kit de cables macho – macho	\$ 9,45	-	-	-
Sensores FC-28	\$ 85,00	-	-	-
Kit de cables hembra - hembra	\$ 9,45	-	-	-
Kit de cables macho – hembra	\$ 9,45	-	-	-
Pantalla LCD 16x04 LCM1604C	-	\$ 14,00	-	-
Potenciómetro	-	\$ 2,25	-	-
Resistencia de 220Ω	\$ 5,50	-	-	-
Módulo relay	-	-	\$ 43,20	-
Válvulas senoidal	-	-	\$ 68,00	-
Gabinete de control	-	-	-	\$ 20,00
Bomba HP	-	-	\$ 60,00	-
Caja de breakers de un servicio	-	-	-	\$ 10,00
Un breakers 20 amperios	-	-	-	\$ 7,00
Un tubo cuadrado de una pulgada	-	-	-	\$ 4,00
20 electrodos 6011	-	-	-	\$ 2,00
Un disco de corte	-	-	-	\$ 3,00
Una boya para tanque de agua	-	-	-	\$ 4,00
Un radar para el control de la bomba de agua.	-	-	-	\$ 12,00
Un tanque plástico de 500 litros	-	-	-	\$ 80,00
Un caudín 60 watts	-	-	-	\$ 5,00
Un carrete de estaño	-	-	-	\$ 3,00
50 metros de cable de acometida monofásico	-	-	-	\$ 32.50

20 metros de cable número 12	-	-	-	\$ 10,00
Una broca 1/8 de pulgada	-	-	-	\$ 1,00
Alquiler suelda	-	-	-	\$ 20,00
Alquiler taladro	-	-	-	\$ 5,00
Acopladores plásticos para el tanque	-	-	-	\$ 5,00
Pinza, playos, desarmadores	-	-	-	\$ 4,00
RECURSOS TECNOLÓGICOS				
Uso de una computadora CORE I 7	\$ 300,00	-	-	-
Software Arduino SDK	\$ 0,00	-	-	-
SUBTOTAL	\$ 646,81	\$ 436,65	\$ 421,20	\$ 377,50
TOTAL	\$ 1882.16			

Realizado por: Los autores

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

- Se analizó como está estructurado el sistema de riego en el Centro Experimental La Playita, para determinar cómo es su funcionamiento y cuáles son las necesidades que se tengan que solucionar.
- Se creó un programa de automatización en Arduino el cual permite optimizar el sistema de riego ahorrando recursos hídricos.
- El sistema se automatizó en el Centro Experimental La Playita, y se realizaron pruebas de funcionamiento que resultaron positivas dando fe de la validez de la tecnología aplicada sin embargo el sistema presento inconvenientes por la falta de caudal y presión de agua.

14.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar una reestructuración de las tuberías del sistema de riego para su correcto funcionamiento además de implementar el sistema de filtrado para que no circulen impurezas ni elementos que puedan obstruir.
- Para futuros proyectos que se pretenda implementar en El Centro Experimental La Playita, referente a los cultivos, se recomienda sincronizar con el presente proyecto para obtener mejores resultados, de lo contrario se podría producir fallos en este sistema.
- Para incrementar los puntos de riego se recomienda adicionar un tanque de reserva de agua más grande y acoplar al sistema actual.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Ambientum. 2014. Irrigación automatizada en áreas de agrícolas. [En línea] 2014.
- Angulo Bahón, C., & Raya Giner, C. 2014. Tecnología de sistemas de control. Barcelona, España : Ediciones UPC.
- Antonio Ruiz Canales, José Miguel Molina Martínez. 2014. Automatización y telecontrol de sistemas de riego. 2014.
- Artero, Óscar Torrente. 2013. Arduino : curso práctico de formación. 2013.
- Banzi, Massimo. 2013. Introducción a Arduino. 2013.
- BERNAL, Augusto. 2014. “Metodología de la Investigación”. México : s.n., 2014.
- Briones, García I. 2013. Sistemas de riego por Aspersión y Goteo. s.l. : G. Editorial, 2013.
- Carrion, Benet. 2014. Definición de Software. Libro Ingeniería del Software. 2014.
- Carvajal, L. 2013. El método deductivo de investigación 18 de Enero de. 2013.
- DE LA MORA, Maurice . FEBUAP. 2013. “Metodología de la Investigación para el Desarrollo del Pensamiento”. México : s.n., 2013.
- Enrique Mandado Pérez, Luis Manuel Menenendez Fuertes, Luis Fernandez Ferreira, Emilio Lopez Matos. Microcontroladores PIC ,Sistema Integrado para el Autoaprendizaje. Microcontroladores PIC.
- Evans, Brian W. 2013. Arduino Programming NOtebbok. 2013.
- Galvez., U. M. 2013. Tecnicas de Investigación. Madrid. 2013.
- Gómez Palacio, Durango. 2011. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera. INIFAP. 2011.
- Gutierrez Jaguey, J., Porta, M., Romero, E., & Villa, J. 2012. Innovación tecnologica de sistemas de producción y comercialización de especies aromáticas y cultivos de élite en agricultura orgánica protegida con energías alternativas de bajo costo.
- Hammell, Bob. 2014. Conexión de Arduino: Programación y conexión en red con Ethernet Shield. 2014.

- Hughes, J. M. 2016. Arduino: A Technical Reference. 2016.
- Huidobro Moya, J. M. 2013. Redes y servicios de telecomunicaciones . Madrid , España: Paraninfo. : (Primera ed.). , 2013.
- Iñiguez, S. Overblog. Recuperado el 5 de Septiembre de 2015, de https://es.overblog.com/Que_es_la_automatizacion_de_procesos-1228321767-art127041.html. [En línea]
- J. M. Orduña Huertas, Vicente Arnau Llombart. 2014. Arquitectura y programación de microcontroladores. 2014.
- J., MOMPIN. 2014. Transductores y medidores eléctricos, Segunda edición. Editorial Marcombo.España Volumen Uno.
- Jaramillo, Luis Braulio. 2013. Riego por goteo y Diseño hidráulico. 2013.
- Jecrespo. 2013. Aprendiendo Arduino. [En línea] 2013.
- Jose Yuni, Claudio Ariel Urbano. 2014. Tecnicas Para Investigar. 2014.
- Kuhnel, Claus. 2015. Arduino para la Nube: Arduino Yun y Dragino Yun Shield. 2015.
- Kurniawan, Agus. 2016. Una guía práctica para principiantes . 2016.
- Larrea, Juan. 2011. Instituto Nacional de estadísticas y sensores. [En línea] 2011.
- Leiva Zea, F. 2013. Nociones de metodología de investigación científica (Quinta edición). . Quito : s.n., 2013.
- Matheus, F. 2015. Diseño de un sistema de riego por aspersion para el cultivo de la papa Universidad de Los Andes. Medrano,. 2015.
- McRoberts, Michael. 2013. Beginning Arduino. 2013.
- MEGA, ARDUINO. 2015. ARDUINO MEGA. [En línea] 2015. [Citado el: 12 de Abril de 2015.] <http://www.arduino.cc>.
- Moguel, Ernesto Rodriguez. 2013. Metodología de la Investigación . 2013.
- MOMPIN. 2014. Transductores y medidores eléctricos, Segunda edición. Editorial Marcombo.España . Volumen Uno. 2014.
- Nistal, Florencio Jesus Cembranos. 2013. Planificación de la prueba y ajustes de los equipos y elementos de los sistemas de automatización industrial. 2013.

- Páez, M. y Gerard. 2013. Creación de un ambiente Tecnológico para el Diseño de Circuitos Integrados. CEMISID – Facultad de Ingeniería. Universidad de Los Andes. 2013.
- Pearson. 2013. Introducción a los sistemas de base de datos. s.l. : Educacion , 2013.
- Ponsa, P. y Granollers, T. 2012. Diseño y Automatización industrial:. 2012.
- Pressman, Roger S. 2014. Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico. 2014.
- Ramos, José Carlos Ruiz. 2012. Sistema electrónico programable (PES), aplicación de seguridad[. 2012.
- Ribado García, Hurlé., Alexandre. 2013. Primeros pasos con Proteus 8. 2013.
- Romero Laguillo, L. F. 2012. Publicar en Internet: guía práctica para la creación de documentos HTML . Cantabria, España : (Primera ed.), 2012.
- Rueda Chacón, J. 2013. Aplicación de la metodología rup para el desarrollo rápido de aplicaciones basado en el estándar j2ee. . Guatemala : s.n., 2013.
- Ruiz Vadillo, D. M. . 2012. Montaje y reparación de sistemas eléctricos y electrónicos de bienes de equipo y máquinas industriales . Málaga, España: INNOVA. : (Primera ed.), 2012.
- Stefan Junstrand, Xavier. 2012. Domótica y hogar digital. 2012.
- Tero Karvinen, Kimmo Karvinen. 2011. Arduino Bots and Gadgets: Seis Proyectos Embebidos con Código Abierto. 2011.
- Tojeiro Calaza, Germán. 2016. Simulación de circuitos electrónicos y microcontroladores a través de ejemplos. Barcelona: Marcombo. 2016.
- Torrente Artero, Óscar. 2013. Curso práctico de formación. 2013.
- USERS, Staff. 2014. ELECTRÓNICA - Plataformas Arduino y Raspberry Pi. 2014.

16. ANEXOS



ANEXO 1. HOJAS DE VIDA DEL EQUIPO DE TRABAJO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DATOS PERSONALES DEL ESTUDIANTE INVESTIGADOR

CURRÍCULUM VITAE



1.- DATOS PERSONALES

APELLIDOS Y NOMBRES: ALLAUCA AYALA ANGEL GREGORIO

FECHA DE NACIMIENTO: 1992-07-28

CEDULA DE CIUDADANÍA: 120606047-5

ESTADO CIVIL: Soltero

NACIONALIDAD: Ecuatoriano

CELULAR: 0969351169

E-MAIL: angel.allauca5@utc.edu.ec

2.- ESTUDIOS REALIZADOS

Primaria: Escuela Fiscal Mixta "AZUAY"

Secundaria: Colegio Nacional Técnico Rafael Vascones Gómez

Superior: Universidad Técnica de Cotopaxi

3.- TÍTULOS

Bachiller Técnico en Comercio y Administración

Especialización: Contabilidad y Administración

Colegio Nacional Técnico Rafael Vascones Gómez (2011)

Angel Allauca Ayala
ESTUDIANTE



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DATOS PERSONALES DEL ESTUDIANTE INVESTIGADOR

CURRÍCULUM VITAE

1.- DATOS PERSONALES

NOMBRES Y APELLIDOS: ESPÍN ORTEGA DIANA MARITZA

FECHA DE NACIMIENTO: 1988-12-29

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0503527285

ESTADO CIVIL: Soltero

NACIONALIDAD: Ecuatoriano

CELULAR: 0981922489

E-MAIL: diana.espin5@utc.edu.ec



2.- ESTUDIOS REALIZADOS

Primaria: Escuela Fiscal Mixta “Luis Ulpiano de la Torre”

Secundaria: Instituto Tecnológico Superior La Maná

Superior: Universidad Técnica de Cotopaxi

3.- TÍTULOS

Bachiller Técnico en Comercio y Administración

Especialización: Contabilidad y Administración

Instituto Tecnológico Superior La Maná

Maestra de taller en corte y confeccion

Diana Maritza Espín Ortega
ESTUDIANTE



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE

CURRÍCULUM VITAE

1.- DATOS PERSONALES

APELLIDOS Y NOMBRES: EDEL ANGEL RODRÍGUEZ SÁNCHEZ

FECHA DE NACIMIENTO: 1980-07-11

CEDULA DE CIUDADANÍA: 175722381-1

ESTADO CIVIL: Casado

NACIONALIDAD: CUBANO

CELULAR: 0983564541

E-MAIL: admin@edelangel.netne.net



2.- ESTUDIOS REALIZADOS

NIVEL SUPERIOR: Universidad de Granma. Cuba

NIVEL SUPERIOR: Universidad de Málaga. España

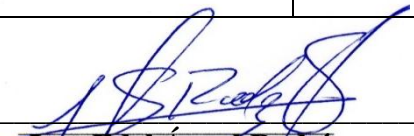
3.- TÍTULOS

PREGRADO Ingeniería Informática

POSGRADO: Máster Universitario en Ingeniería de Software e Inteligencia Artificial.

4.- EXPERIENCIA LABORAL

INSTITUCIÓN	FECHA INICIO	FECHA FIN
Delegación Provincial del CITMA.	1998	1999
Universidad de Granma	1999	2004
Universidad Técnica De Cotopaxi		Actualmente


Ing. Edel Ángel Rodríguez.
DOCENTE UNIVERSITARIO

ANEXO 2. ENTREVISTA DIRIGIDA AL ING. RICARDO LUNA DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Entrevista al Ing. Ricardo Luna para la recopilación de requerimientos para la automatización del sistema de riego

1. ¿Cómo está distribuido el sistema de riego en el Centro Experimental la Playita?

No existe ninguna estructura predeterminada ya que los sistemas se ponían de manera aleatoria dependiendo donde se esté experimentado el cultivo, los sistemas no tuvieron ninguna planificación.

2. ¿Con cuántos puntos de riego cuenta el Centro Experimental la Playita?

Actualmente cuenta con dos sistemas de riego pero no funcionan en sus totalidad porque las conexiones están estructuradas de manera inadecuada haciéndolo ineficiente el sistema.

3. ¿Qué factores cree usted que intervienen para realizar un riego?

Dependiendo de la planta, el suelo, el tipo de aspersor y la presión de la bomba. En base a eso se aplica la cantidad debida de riego.

4. ¿Cuáles son los índices de humedad que se manejan en la experimentación con los cultivos?

Los índices de humedad depende de cada cultivo que se esté experimentando en El Centro Experimental La Playita, no todas las plantas son iguales por ejemplo el banano es una planta de agua y necesita estar en zonas húmedas para mantenerse en buen estado

5. ¿De existir un sistema de riego, quien lo controla?

El ingeniero encargado del centro Experimental La Playita.

6. ¿Considera usted que se debe automatizar el sistema de riego?

Sí, porque ayudaría a ahorrar el agua, y también da facilidades a quien se encarga de regar.

Sr. Angel Allauca
Entrevistador

Srta. Diana Espín
Entrevistador

Ing. Ricardo Luna
Entrevistado

Logo: Centro de Investigación y Tecnología (CITC) Ing. Ricardo Luna M.

ANEXO 3. ENCUESTA APLICADA A ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Encuesta realizada a estudiantes de la carrera de Ingeniería Agronómica

“Automatización de un sistema de riego y su monitoreo a través de una aplicación móvil, para el Centro Experimental La Playita”

I. Instrucciones: Lea detenidamente y señale con una X la respuesta correcta.

II. CUESTIONARIO

1. ¿Usted cree que el sistema de riego utilizado en las plantaciones del Centro Experimental La Playita es totalmente eficiente?

SI

NO

2. ¿Usted cree que el sistema de riego se podría mejorar con su automatización?

SI

NO

3. ¿Usted cree que se debería invertir tiempo en mejorar el sistema de riego automatizándolo?

SI

NO

4. ¿Cree usted que automatizando el sistema de riego mejorara el manejo del agua y se evitara el gasto innecesario de este recurso?

SI

NO

5. ¿Un sistema de riego automatizado mejorara la producción?

SI

NO

6. ¿Estaría de acuerdo que se automatice el sistema de riego actual?

SI

NO

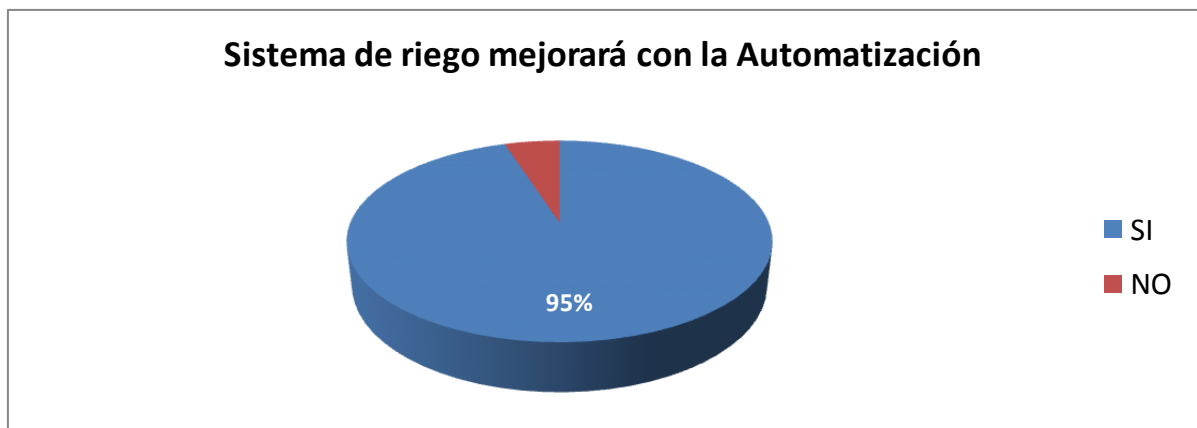
TABULACIÓN DE LAS ENCUESTAS APLICADAS A LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA AGRONÓMICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI ETENSIÓN LA MANÁ.

1. ¿Usted cree que el sistema de riego utilizado en las plantaciones del Centro Experimental La Playita es totalmente eficiente?



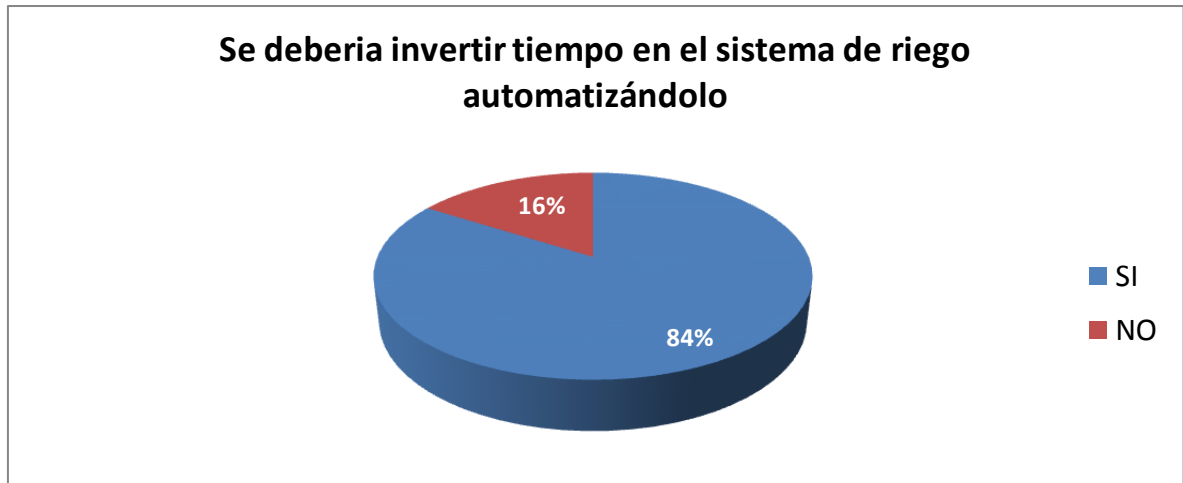
Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica.
Realizado por: Los autores

2. ¿Usted cree que el sistema de riego se podría mejorar con su automatización?



Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica.
Realizado por: Los autores

3. ¿Usted cree que se debería invertir tiempo en mejorar el sistema de riego automatizándolo?



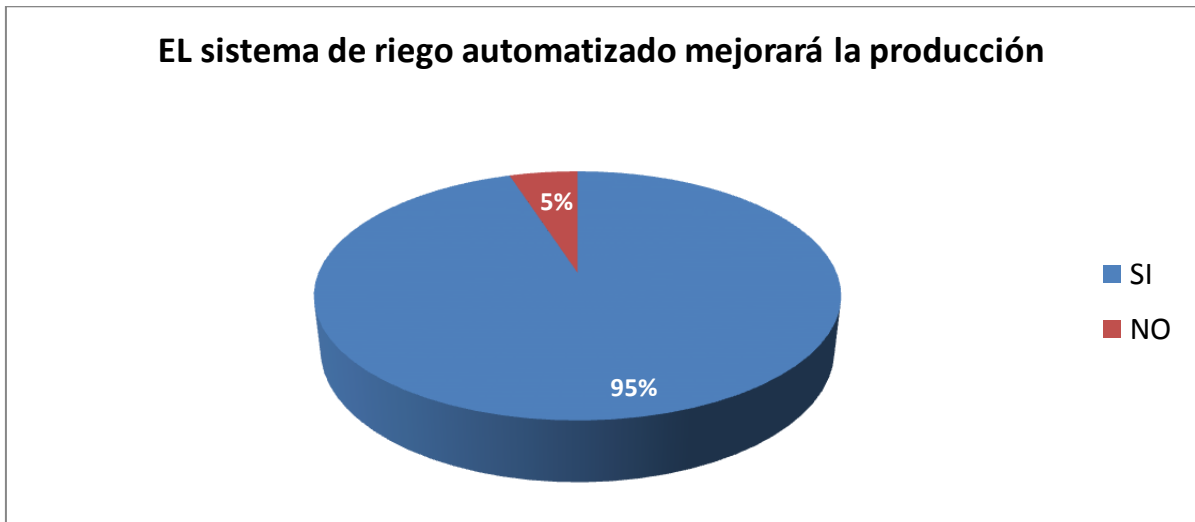
Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica.
Realizado por: Los autores

4. ¿Cree usted que automatizando el sistema de riego mejorara el manejo del agua y se evitara el gasto innecesario de este recurso?



Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica.
Realizado por: Los autores

5. ¿Un sistema de riego automatizado mejorara la producción?



Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica.

Realizado por: Los autores

6. ¿Estaría de acuerdo que se automatice el sistema de riego actual?



Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica.

Realizado por: Los autores

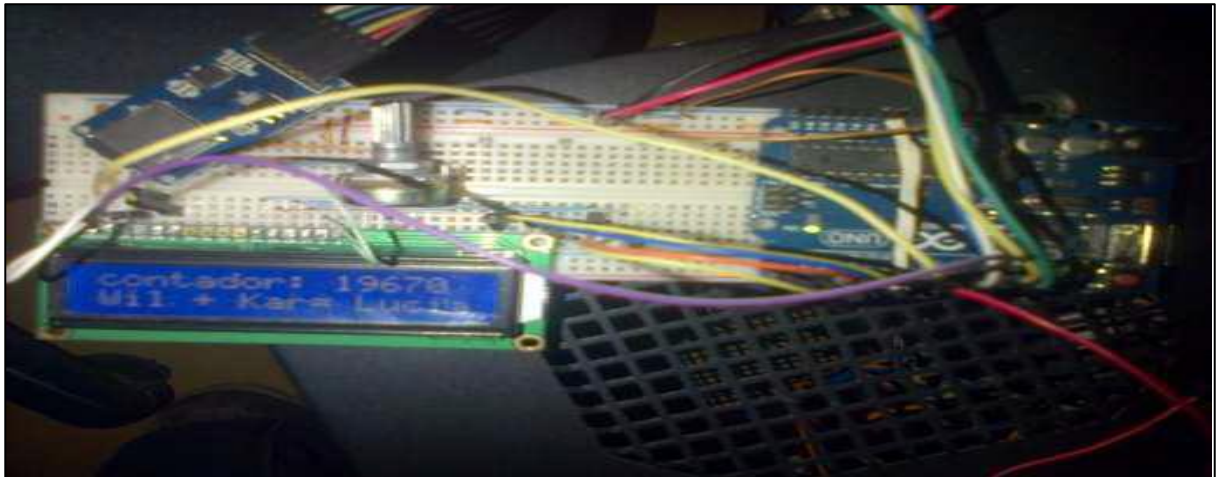
ANEXO 4.

Pruebas y validaciones del sistema automatizado en el Centro Experimental La Playita

En esta etapa se revisó el uso adecuado del lector Sd y el Lcd 16x2 con la placa Arduino uno.



Realizado por: Los autores



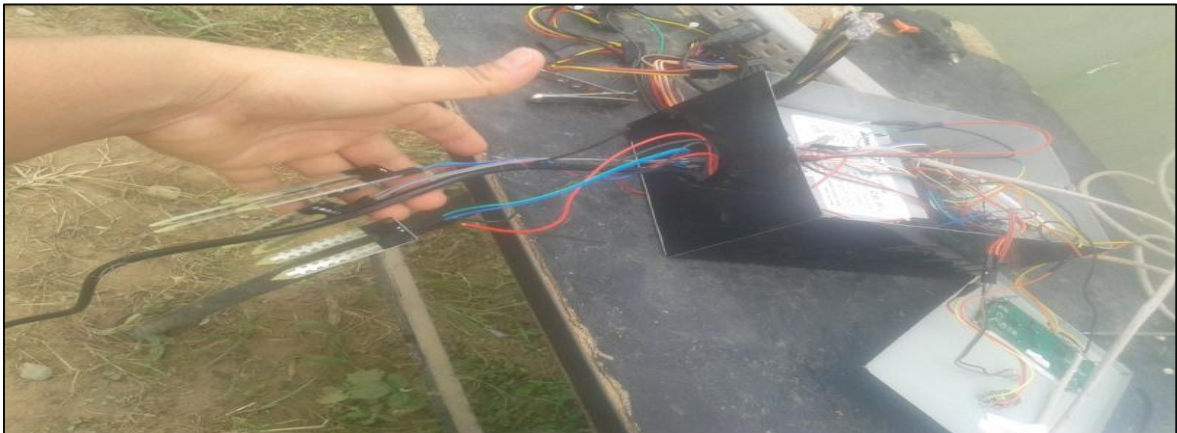
Realizado por: Los autores

En esta etapa se implementó el Arduino Mega ya que se necesitó de mayores puertos, para poder personalizar la conexión del internet al sistema de riego.



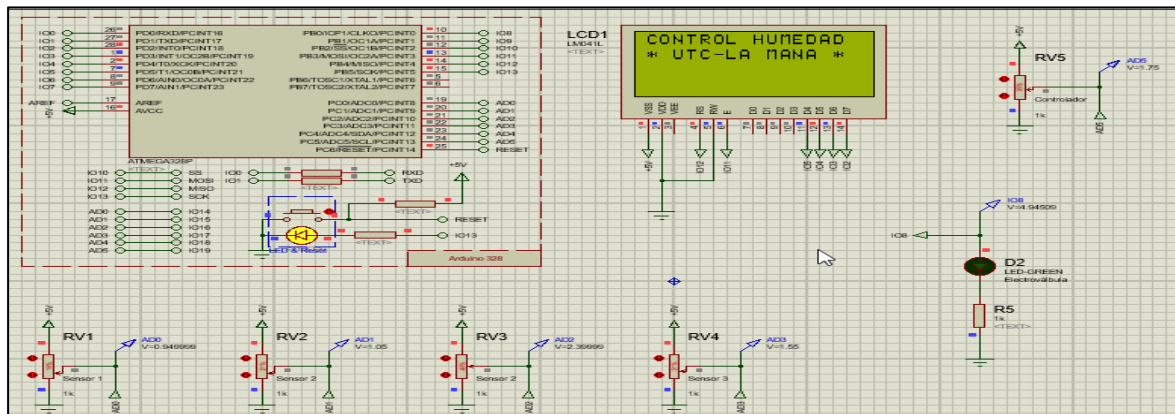
Realizado por: Los autores

En Esta etapa se implementó todos los módulos con placa Arduino a la placa con el circuito.

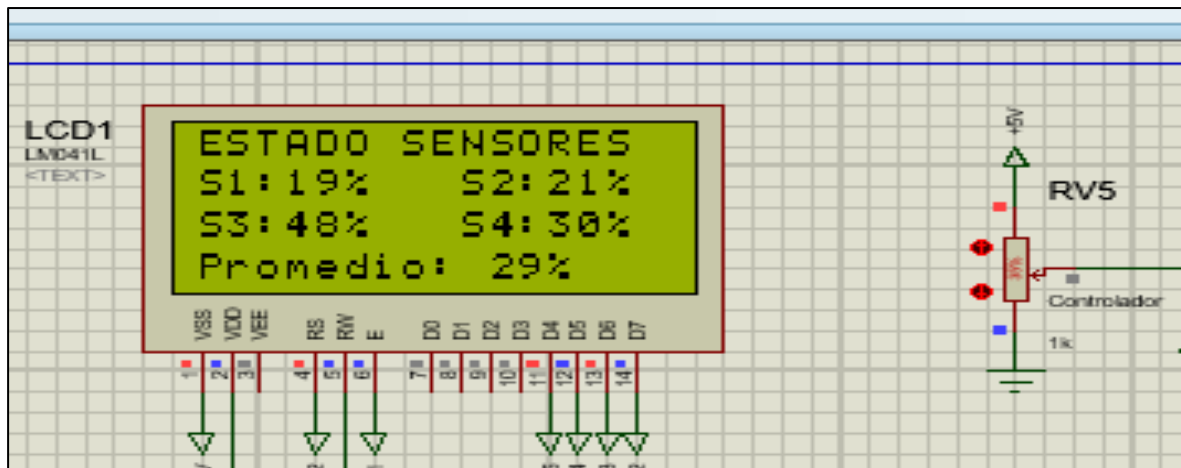


Realizado por: Los autores

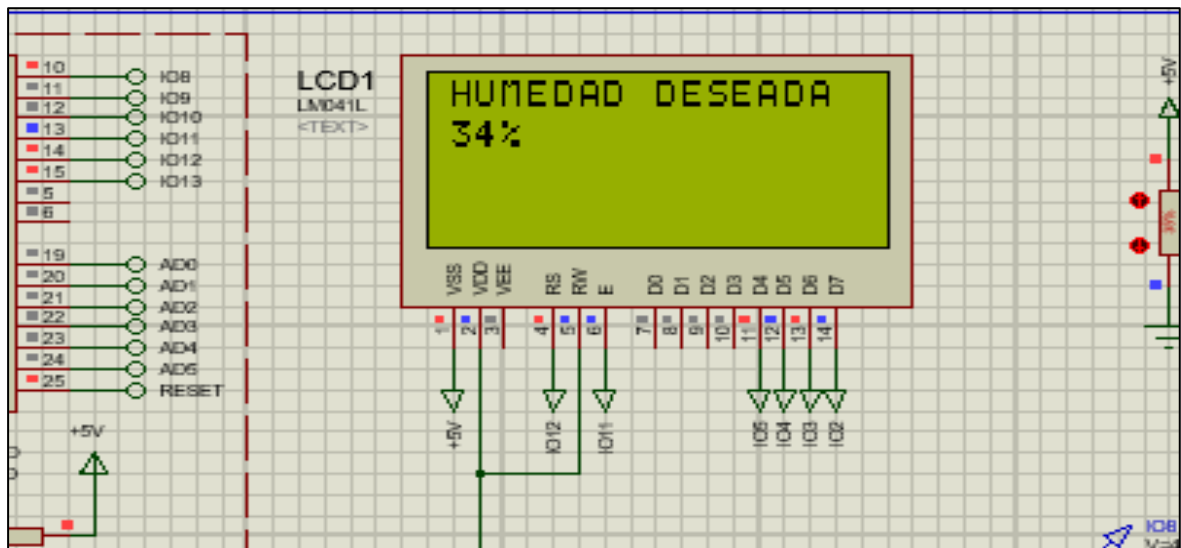
En esta etapa se pudo visualizar el sistema en su correcto funcionamiento.



Realizado por: Los autores



Realizado por: Los autores



Realizado por: Los autores