

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
RIEGO POR GOTEO AUTOMATIZADO PARA UNA
HECTÁREA DE CULTIVO DE DURAZNO EN EL
DISTRITO DE LA ISLA - ASIA, CAÑETE**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECATRÓNICO**

PRESENTADA POR

Bach. VILCHEZ CHUMPITAZ, HANS AARON

Asesor: Dr. Ing. SOTELO VALER, FREEDY

LIMA-PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mi esposa e hija por ser mis fuentes de motivación e inspiración para poder superarme cada día más.

A mis padres por su sacrificio constante y su apoyo incondicional que me permitieron culminar mi carrera profesional

Hans Vilchez

AGRADECIMIENTOS

En el presente trabajo de tesis agradezco primeramente a Dios por bendecirme siempre con salud, iluminación y fortaleza, por permitirme cumplir con mis metas trazadas. Agradezco a mis padres, Rosa y Tito, por su gran amor, esfuerzo y dedicación que tuvieron conmigo desde pequeño, por haberme formado como un hombre de bien y lleno de valores. Gracias por todos sus desvelos, su esfuerzo del día a día, su gran ejemplo, su paciencia. Por enseñarme a afrontar la vida y por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida. Muchas gracias papá y mamá. Un agradecimiento muy especial a mi asesor y profesor de carrera el Dr. Ing. Fredy Sotelo Valer, por sus enseñanzas, paciencia, tiempo, dedicación y por sus aportes en esta investigación. A mi alma máter la Universidad Ricardo Palma, por su buena formación personal y profesional. A la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica por brindarme todas las facilidades para que este proyecto se haga realidad.

Hans Vilchez

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. Problema general y específico	2
1.2. Objetivos.....	5
1.3. Justificación	6
1.4. Alcances y limitaciones de la investigación	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes de la investigación.....	8
2.2. Óptica de la investigación.....	10
2.3. Selección de variables.....	11
2.4. Bases Teóricas	12
2.4.1. Riegos Agrícolas.....	12
2.4.1.1. Riego por inundación.....	12
2.4.1.2. Riego por surcos	13
2.4.1.3. Riego por aspersión	14
2.4.1.4. Riego por microaspersión	15
2.4.1.5. Riego por nebulización	15
2.4.1.6. Riego por goteo.....	16
2.4.2. Automatización y control.....	17
2.4.2.1. Sistema en Lazo Abierto.....	17
2.4.2.2. Sistema en Lazo Cerrado	17
2.4.3. Componentes de sistema de riego.....	18
2.4.4. Tipos de Tuberías.....	19

2.4.4.1. Tubería Fibrocemento.....	19
2.4.4.2. Tubería de Hormigón.....	19
2.4.4.3. Tubería de Fundición.....	19
2.4.4.4. Tubería de Acero.....	19
2.4.4.5. Tubería de PVC.....	19
2.4.4.6. Tubería de Polietileno.....	20
2.4.5. Electroválvulas.....	21
2.4.6. Microcontrolador Arduino.....	21
2.4.7. Plataforma de programación Visual Studio.....	22
CAPÍTULO III: DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA.....	23
3.1. Diagrama del Sistema de Riego Automatizado.....	23
3.1.1. Detalle del Sistema.....	24
3.1.1.1. Terreno.....	24
3.1.1.2. Canal de Agua.....	26
3.1.1.3. Bomba de agua.....	27
3.1.1.4. Tanques del sistema.....	27
3.1.1.5. Red Hidráulica Primaria.....	27
3.1.1.6. Red Hidráulica Secundaria.....	28
3.1.1.7. Sistema de Control.....	28
3.1.1.8. Sensores.....	29
3.1.1.9. Electroválvulas.....	29
3.2. Subsistema mecánico.....	30
3.2.1. Diagrama mecánico.....	30
3.2.2. Descripción de componentes mecánicos.....	30
3.2.2.1. Tubería de Polietileno de 32mm.....	30
3.2.2.2. Tubería de Polietileno de 16mm.....	31
3.2.2.3. Gotero autocompensante.....	31
3.2.2.4. Válvula unión de 16mm.....	32
3.2.2.5. Conector inicial de 16mm.....	33
3.2.2.6. Derivación en T de 16mm.....	34
3.2.2.7. Tapón a presión de 16 mm.....	34
3.2.2.8. Toma hembra de ½ pulgada.....	35

3.3.	Subsistema Eléctrico.....	35
3.3.1.	Descripción de componentes Eléctrico.....	35
3.3.1.1.	Selección de la Bomba Eléctrica Centrifuga	35
3.4.	Subsistema Electrónico.....	45
3.4.1.	Descripción de componentes Electrónico.....	45
3.4.1.1.	Sensor DHT11	45
3.4.1.2.	Sensor de Humedad de Suelo HL-69.....	46
3.4.2.	Placas electrónicas	47
3.4.2.1.	Placa electrónica para el control de electroválvulas	47
3.4.2.2.	Placa electrónica para visualizar en un LCD	48
3.4.2.3.	Placa electrónica fuente de 5v	50
3.5.	Programación del Sistema	51
3.5.1.	Descripción de la Programación en Visual Studio	51
3.5.2.	Descripción de la Programación en Arduino	53
3.6.	Implementación del Subsistema Mecánico.....	56
3.7.	Implementación del Subsistema Eléctrico.....	56
3.8.	Implementación del Subsistema Electrónico.....	57
3.9.	Implementación de la programación.....	59
3.10.	Análisis económico.....	60
	CAPÍTULO IV: PRUEBAS Y RESULTADOS.....	62
4.1.	Pruebas de Funcionamiento	62
4.1.1.	Pruebas de Funcionamiento del Sistema propuesto.....	62
4.2.	Pruebas de lectura de sensores.....	63
4.2.1.	Lectura con el sensor DHT11	63
4.2.2.	Lectura con el sensor de humedad HL-69	63
4.3.	Resultados del estudio de la tesis.....	64
4.3.1.	Resultados de la Primera Hipótesis	64
4.3.2.	Resultados de la Segunda Hipótesis	66
4.3.3.	Resultados de la Tercera Hipótesis.....	68
	CONCLUSIONES	71
	RECOMENDACIONES	72
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73

ANEXOS.....	74
Anexos N°1: Dibujo 2D de la válvula unión	75
Anexos N°2: Dibujo 2D del gotero	76
Anexos N°3: Dibujo 2D de la Conector Inicial	77
Anexos N°4: Dibujo 2D de Derivación T	78
Anexos N°5: Dibujo 2D de la Toma Hembra	79
Anexos N°6: Layout de Control de Válvulas.....	80
Anexos N°7: Layout de Visualización LCD	81
Anexos N°8: Layout de Regulador de Voltaje 5v.....	82
Anexos N°9: Datasheet LCD 20x4	83
Anexos N°10: Datasheet DHT11	86
Anexos N°11: Manual de Usuario - Hidrostral	88
Anexos N°12: Programación en Visual Studio.....	92
Anexos N°13: Programación en Arduino	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Durazno Huayco	2
Figura N° 2: Riego por inundación.....	13
Figura N° 3: Riego Por Surcos	13
Figura N° 4: Riego Por Aspersión	14
Figura N° 5: Riego por microaspersión	15
Figura N° 6: Riego por nebulización	16
Figura N° 7: Riego por Goteo.....	16
Figura N° 8: Sistema en Lazo Abierto.....	17
Figura N° 9: Sistema en Lazo Cerrado	18
Figura N° 10: Partes del sistema de riego por goteo.....	18
Figura N° 11: Ficha Técnica Tuberías de Polietileno.....	20
Figura N° 12: Electroválvula	21
Figura N° 13: Arduino Mega 2560	22
Figura N° 14: Logo de Visual Basic.....	22
Figura N° 15: Diagrama Bloques del Sistema de Riego.....	23
Figura N° 16: Anexo La Isla.....	24
Figura N° 17: Lugar de Trabajo.....	25
Figura N° 18: Digitalización del Terreno	25
Figura N° 19: Canales de Riego	26
Figura N° 20: Reservas de Agua.....	27
Figura N° 21: Tuberías Primarias y Secundarias.....	28
Figura N° 22: Sistema de Control del Sistema	28
Figura N° 23: Sistema de Control del Sistema	29
Figura N° 24: Diagrama Mecánico de todo el terreno.....	30
Figura N° 25: Tubería de polietileno 32mm.....	31
Figura N° 26: Tubería de polietileno 16mm.....	31
Figura N° 27: Gotero Autocompensante	32
Figura N° 28: Digitalización del Gotero Autocompensante.....	32
Figura N° 29: Válvula Unión de 16 mm.....	32
Figura N° 30: Digitalización de la Válvula Unión de 16 mm	33

Figura N° 31: Conector inicial de 16 mm.....	33
Figura N° 32: Conector inicial de 16 mm.....	33
Figura N° 33: Derivación en T de 16 mm	34
Figura N° 34: Digitalización de la Derivación en T de 16 mm	34
Figura N° 35: Tapón a presión de 16 mm.....	34
Figura N° 36: Toma hembra de ½ pulgada.....	35
Figura N° 37: Digitalización de la Toma hembra de ½ pulgada	35
Figura N° 38: Diagrama de cargas para el cálculo de la potencia de la bomba.....	40
Figura N° 39: Electrobomba seleccionada.....	43
Figura N° 40: Diagrama de cargas para el cálculo de la potencia de la bomba.....	44
Figura N° 41: Electrobomba centrífuga monoblock serie A	44
Figura N° 42: Sensor DHT11	45
Figura N° 43: Sensor de Humedad de Suelo HL-69.....	46
Figura N° 44: Ubicación del sensor HL-69	46
Figura N° 45: Esquema electrónico del control de Electroválvulas	47
Figura N° 46: Layout Placa de control de Electroválvulas.....	47
Figura N° 47: Digitalización de la placa de control de electroválvulas.....	48
Figura N° 48: Esquema electrónico del control de Electroválvulas	48
Figura N° 49: Layout Placa de control de Electroválvulas.....	49
Figura N° 50: Digitalización de la placa de control de electroválvulas.....	49
Figura N° 51: Esquema electrónico del control de Electroválvulas	50
Figura N° 52: Layout Placa de Fuente de 5v	50
Figura N° 53: Digitalización de la placa de control de electroválvulas.....	51
Figura N° 54: Interfaz General del Control del cultivo de Durazno.....	51
Figura N° 55: Interfaz Comunicación.....	52
Figura N° 56: Mensaje de Puertos no disponibles.....	52
Figura N° 57: Interfaz Sensor DHT11	52
Figura N° 58: Interfaz Sensor DHT11	53
Figura N° 59: Programación Arduino LCD 20x4.....	53
Figura N° 60: Programación para DHT11	54
Figura N° 61: Programación para Sensor de Humedad de Suelo HL-69	55
Figura N° 62: Programación para el Control de Rango de Humedad	55

Figura N° 63: Conexión de Tuberías	56
Figura N° 64: Bomba eléctrica extrayendo agua del canal.....	56
Figura N° 65: Implementación de Placa Electrónica para Electroválvulas	57
Figura N° 66: Implementación de Placa Electrónica para LCD.....	57
Figura N° 67: Placa implementada con LCD de 20x4.....	58
Figura N° 68: Implementación de placa electrónica 5v.....	58
Figura N° 69: Interfaz Control del Cultivo de Durazno	59
Figura N° 70: Interfaz en Funcionamiento	62
Figura N° 71: Interfaz en Funcionamiento con nivel de humedad optimo.....	63
Figura N° 72: Interfaz En Funcionamiento con Placa LCD	64
Figura N° 73: Cosecha de Durazno	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 : Precios del Agua en tierras de cultivo en Asia.....	3
Tabla N° 2: Tabla comparativa de los diferentes métodos de riego	3
Tabla N° 3: Definición operacional de las variables	11
Tabla N° 4: Humedad aprovechable para diferentes texturas del suelo	36
Tabla N° 5: Dimensiones comerciales de Tuberías de PVC	39
Tabla N° 6: Rugosidad absoluta de materiales	41
Tabla N° 7: Valores de los Coeficientes K.....	42
Tabla N° 8: Especificaciones Técnicas Sensor DHT11.....	45
Tabla N° 9: Comparación de las dos tecnologías de riego consideradas en el estudio ..	60
Tabla N° 10: Gastos del Sistema de riego por goteo automatizado – No Incluye Mano de Obra	61
Tabla N° 11: Resumen comparativo de la producción de durazno huayco por la técnica de riego por surco y de riego controlado de forma automatizada por goteo	65
Tabla N° 12: Consumo de agua de riego por surcos.....	67
Tabla N° 13: Resumen de resultados comparativos del consumo de agua por riego surco y por riego controlado de forma automatizada por goteo	68
Tabla N° 14: Resumen de resultados comparativos del costo por tiempo en el periodo de riego por surco y por riego controlado de forma automatizada por goteo.....	69

RESUMEN

El propósito de este trabajo de investigación fue determinar de qué manera el diseño e implementación de un sistema de riego por goteo automatizado influyó en la optimización del recurso hídrico para una hectárea de cultivo de durazno en el distrito de la Isla – Asia, Cañete, ya que la escases del agua es una problemática que viven los agricultores de esta región árida, por el inadecuado uso de este recurso, debido a que usan en su gran mayoría el riego por surcos que es un tipo de riego ineficiente. En esta investigación la solución propuesta fue complementar el riego por goteo, que es un tipo de riego altamente eficiente, con la automatización de la misma, mediante un controlador Arduino Mega 2560 y una interfaz en Visual Studio, que nos permitió lograr un tipo de riego aún más eficiente. La cual permite a los agricultores de esta zona obtener una mejor calidad de durazno, un ahorro económico de consumo de agua en menos de 6% respecto del consumo de riego por surco con lo cual se preserva para el futuro este líquido vital en la zona de estudio.

Palabras claves:

Riego de agua por goteo, automatización, calidad, preservación.

ABSTRACT

The purpose of this research work was to determine how the design and implementation of an automated drip irrigation system influenced the optimization of the water resource for one hectare of peach crop in La Isla - Asia, Cañete, and that the scarcity of water is a problem that farmers in this region experience, due to the inadequate use of this resource, due to the fact that they mostly use row irrigation, which is an inefficient type of irrigation. In this research the proposed solution was to complement the drip irrigation, which is a highly efficient type of irrigation, with the automation of it, through an Arduino Mega 2560 controller and an interface in Visual Studio, which allowed us to achieve an even more efficient type of irrigation. Which allows farmers in this area to obtain a better quality of peach, an economic saving of water consumption by less than 6% compared to the consumption of irrigation by furrow, which preserves for the future this vital liquid in the area of study.

Keywords:

Drip water irrigation, automation, quality, preservation.

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías aplicadas a la agricultura han ido evolucionando con el transcurrir del tiempo desde simples herramientas como palas, hoz, asadas y rastrillos hasta el surgir de la agricultura de precisión que utiliza maquinarias agrícolas de última tecnología para el cultivo y cosecha en las que se ahorra tiempo y esfuerzo de trabajo que beneficia al agricultor, de igual manera actualmente se obtiene el diagnóstico del cultivo en tiempo real por medio de sensores, drones y equipos de rastreo satelital, pero hay un nuevo reto que viven muchos agricultores como un problema gravitante en estos días, que es la escases de agua, no solo en el Perú sino a nivel mundial.

Razón por la cual la obtención de agua será un motivo de conflicto entre los diferentes países del mundo en el futuro, así como lo es en la actualidad el petróleo.

Por este motivo los científicos están en búsqueda de nuevas soluciones más eficaces, ante esta situación, que en el futuro se intensificará aún más, debido a esto en esta investigación, se plantea una solución al problema de escases de este recurso hídrico vital, que se vive en la localidad de La Isla en el distrito Asia - Cañete.

Muy probablemente esta investigación no sea una solución determinante a este problema tan complejo que se nos avecina en el futuro, fundamentalmente por los cambios climáticos, pero lograremos aportar un pequeño grano de arena a esta problemática y si los agricultores se concientizaran más se lograría un avance significativo ante esta situación. Por otra parte, ayudará a incentivar a los agricultores a optimizar el uso del agua para un área determinada, permitiéndoles mejorar sus cosechas, reducir sus costos y brindándoles más autonomía ya que emplearán menos tiempo en el control y cuidado de sus cosechas.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Problema general y específico

El Anexo La Isla en el distrito de Asia – Cañete, es una zona arenosa conocida por su facilidad en el cultivo de plantas de tallo largo, siendo el cultivo preferente y de buena calidad como el durazno huayco (Ver Figura N°1), el que se muestra en la figura 1, donde el principal problema en esta localidad es la falta de agua, el cual se desperdicia en su gran mayoría debido a que se utiliza el riego por surco, este tipo de riego trae consigo que se desperdicie una cantidad significativa de agua y no provee a las plantas de la cantidad necesaria de agua, pero este tipo de riego ha generado que pozos de donde se saca el agua, vayan disminuyendo; por ende las autoridades locales y los pobladores creen que la solución es seguir haciendo más pozos a mayor profundidad, pero el problema real es que la napa freática está disminuyendo por el mal uso del agua, la Figura N°1 fue extraída de la página de la municipalidad de Asia que todos los años hacen un festival para este fruto.



Figura N° 1: Durazno Huayco

Fuente: <http://www.muniasia.gob.pe/gastronomia.php>

En la actualidad hay preocupaciones y dificultades con la consigna de realizar horarios para regar con los pozos, como se muestra en la tabla 1, y como son una cantidad

considerable de regantes que riegan, hay veces que les toca regar en las madrugadas por que el horario es continuo durante las 24 horas. Otro problema que se genera es el exceso de mala hierba que crece debido al tipo de riego que se utiliza. Teniendo que invertirse en pesticidas, lo cual afecta el medio ambiente y la consecuencia es un costo más de inversión por parte de los agricultores de la zona. Hace 5 años el costo por hora de agua era 24 soles, cuando la comunidad utilizaba un motor a combustión por lo que no había corriente eléctrica en la zona, actualmente se usa un motor eléctrico donde el costo es de 15 soles la hora y alargando los tiempos de riego para mayor cantidad de usuarios, con menor caudal de agua, ocasionando que las plantas no obtengan los nutrientes necesarios y generando productos de baja calidad. (Ver Tabla N°1)

Tabla N° 1 : Precios del Agua en tierras de cultivo en Asia

Pozo/Costo	Precio del agua por hora de riego (Soles)	Tiempo que se brinda por hectárea (hrs)
Comunidad: Motor petrolero	24	4
Comunidad: Motor eléctrico	15	4
Otros pozos	[25, 30]	De acuerdo a la necesidad

Fuente: Elaboración Propia

El principal problema que presentan los riegos tradicionales, en este caso el riego por surcos usado por los agricultores del Anexo de la Isla es la falta de optimización en el uso de los recursos hídricos; es decir, existe un desperdicio de una gran cantidad de agua al momento que riegan por su poca eficiencia de riego como se muestra en la tabla. (Ver Tabla N°2)

Tabla N° 2: Tabla comparativa de los diferentes métodos de riego

	Riego por inundación	Riego por surcos	Riego por aspersión	Riego por microaspersión	Riego por goteo
Eficiencia en el uso del agua	Baja	Baja	Media	Alta	Alta

Propenso al crecimiento de maleza	Alta	Alta	Media	Media	Bajo
Daños a la planta al momento de regar	Alta	Alta	Media	Bajo	Bajo
Propenso a enfermedades	Media	Media	Alta	Alta	Bajo
Costo inicial para la instalación	Bajo	Bajo	Media	Alta	Alta
Adaptación a cualquier tipo de superficie	Media	Media	Alta	Alta	Alta
Mano de obra	Alta	Alta	Bajo	Bajo	Bajo
Calidad de los productos	Media	Media	Alta	Alta	Alta

Fuente: Elaboración Propia

Lo que se quiere lograr es que por medio de cálculos y con el uso de nuevas tecnologías, poder optimizar correctamente este recurso hídrico por medio de este método de riego por goteo, el cual se traducirá en la mejora de la calidad del durazno. Asimismo, asegura un ahorro económico para los agricultores y preservar en el futuro el uso de este líquido elemento en el Anexo de La Isla del distrito de Asia, Cañete.

Este sistema de riego automatizado se controlará por medio de un microcontrolador Arduino Mega, asimismo, se podrá visualizar el funcionamiento de los sensores y electroválvulas en tiempo real. Esta información será mostrada en una interfaz en Visual Studio que se desarrollará especialmente para este proyecto.

Problema General

¿De qué manera la el tipo de sistema de riego de agua afecta la optimización de la producción de durazno para una hectárea de terreno de cultivo, en el distrito de la Isla – Asia, Cañete?

Problemas Específicos

- a) ¿De qué manera el tipo de sistema de riego de agua afecta la productividad del cultivo de durazno para una hectárea de terreno de cultivo, en el distrito de la Isla – Asia, Cañete?
- b) ¿De qué manera el tipo de sistema de riego de agua afecta la disponibilidad del recurso hídrico en el cultivo de durazno para una hectárea de terreno de cultivo, en el distrito de la Isla – Asia, Cañete?
- c) ¿De qué manera el tipo de sistema de riego de agua afecta la optimización del tiempo de trabajo del agricultor en la producción del durazno para una hectárea de terreno de cultivo, en el distrito de la Isla – Asia, Cañete?

1.2. Objetivos

Objetivo General

Determinar de qué manera el tipo de sistema de riego de agua afecta la optimización de la producción de durazno para una hectárea de terreno de cultivo, en el distrito de la Isla – Asia, Cañete.

Objetivos Específicos

- a) Determinar de qué manera el tipo de sistema de riego de agua afecta la productividad del cultivo de durazno para una hectárea de terreno de cultivo, en el distrito de la Isla – Asia, Cañete.
- b) Determinar de qué manera el tipo de riego de agua afecta la disponibilidad del recurso hídrico en el cultivo de durazno, para una hectárea de terreno de cultivo, en el distrito de la Isla – Asia, Cañete.
- c) Determinar de qué manera el tipo de riego de agua afecta la optimización del tiempo de trabajo del agricultor en la producción del durazno para una hectárea de terreno de cultivo, en el distrito de la Isla – Asia, Cañete.

1.3. Justificación

El presente trabajo, es un aporte científico que se desarrolla en la Sección de Pregrado de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Ricardo Palma.

El trabajo de tesis permitirá ampliar conocimientos de técnicas de diseño y construcción de un sistema de riego automatizado en investigación, complementadas con herramientas que llevarán a cabo las simulaciones. El sistema de riego automatizado para cultivo de durazno ayudará a los agricultores a optimizar el uso del agua, tiempo de trabajo, lo que les permitirá ahorrar costos en sus cultivos, ofreciéndole además una mejor calidad en sus cultivos, en este caso en el cultivo de durazno.

Esto es, con el fin de crear conciencia a los agricultores y la personas sobre la economía de tiempo y la optimización del uso del agua para una hectárea de terreno de cultivo, ya que en la actualidad se usa de manera indiscriminada, creyendo los pobladores que es un recurso ilimitado, pero en la realidad se llegaría a un futuro en que los países pelearan por este vital recurso hídrico.

En el mismo sentido, establecer una propuesta económica para que este sistema esté al alcance de los agricultores, con la finalidad que tengan una mejor calidad en los diferentes productos que siembren.

1.4. Alcances y limitaciones de la investigación

La tesis en desarrollo pretende diseñar e implementar un sistema de riego por goteo automatizado para un cultivo de una hectárea de durazno en el anexo de “La Isla” del distrito de Asia. De igual modo, el proyecto de tesis tiene el alcance de diseñar e implementar una interfaz en Visual Studio que le permitirá al agricultor visualizar y controlar el sistema de riego en una pantalla.

Entre las limitaciones de la tesis en desarrollo se tiene los siguientes:

- Se utilizarán dispositivos electrónicos de código abierto con el objetivo de mejorar y modificar en futuras aplicaciones y lograr adaptar a las necesidades de otros usuarios.
- El desarrollo del proyecto de tesis se pondrá a prueba en el terreno de cultivo de un agricultor de esa zona árida que necesite de esta nueva solución.
- El área de trabajo de la investigación será de una hectárea de terreno de cultivo de durazno para las pruebas. Sin embargo, será posible adaptarlo a diferentes tamaños de área de cultivo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

A continuación, mostraremos investigaciones y tesis anteriores que tienen vinculación al problema o problemas parecidos que guardan relación con el proyecto de investigación:

- Agudelo, R., Castellanos, D. y Medina M. (2005). *Automatización de Sistema de Riego para el Cultivo de Flores Tipo Exportación*, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá – Colombia. Los autores afirman:

Se diseña un sistema capaz de automatizar el riego por goteo en un invernadero empleando un módulo inalámbrico de tecnología RF cuyo funcionamiento estará determinado por la información programada por el operario de riego o mediante mediciones de humedad del suelo. La gran mayoría de los sistemas de telecontrol y telemetría, están orientados a conexión y dado el gran número de hectáreas de tierra que constituyen un cultivo de flores, no es muy viable la solución alambrada, ya que la implementación de un sistema con esta característica puede generar altos costos para la construcción y gestión del mismo, es por eso por lo que el diseño de estos equipos que utilicen tecnologías inalámbricas despierta gran interés y confiabilidad. (p.10)

- Gonzales, M. (2016). Reducción de contaminantes atmosféricos e hídricos en agricultura de precisión utilizando sistemas robotizados. (Tesis Doctoral). Universidad de León, León – España. El autor afirma:

El presente proyecto de investigación presenta y analiza una metodología para reducir el combustible empleado en tareas agrícolas. Para ello se desarrolla un modelo de consumo de combustible del robot agrícola y una representación tridimensional del terreno para analizar y estudiar el consumo en cada instante y en cada zona del cultivo. Con estos datos se aplican una serie de algoritmos diseñados para buscar la mejor secuencia de actuación respecto al consumo de combustible por parte del robot agrícola para llevar a cabo la tarea correspondiente. Finalmente, se valida el método realizando una serie de pruebas experimentales en cultivos reales para las tres tareas agrícolas consideradas

mediante el análisis de los resultados obtenidos. Los resultados demuestran que el uso de este tipo de métodos reduce significativamente el combustible empleado, y que considerando las alturas del terreno es especialmente interesante para tareas donde existen variaciones importantes en la masa del sistema. Cabe destacar que el método descrito también es válido para otras tareas, tanto agrícolas como de otro tipo.

- Ayala, L. y Gonzales, L. (2014). Diseño e Instalación de un Sistema de Riego por Goteo para 38.92 hectáreas en el Grupo de Gestión Empresarial El Progreso - Pátapo, Chiclayo. (Tesis). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque - Perú. Los autores afirman:

Plantea una alternativa para mejorar la eficiencia de riego en el manejo del agua y busca de esta manera el equilibrio entre la agricultura tradicional y las tecnologías de punta, reemplazando al riego por gravedad por los sistemas de riego presurizado (sistemas de riego por goteo que han evolucionado constantemente), tal es el caso del proyecto a ejecutarse en la provincia de Chiclayo, distrito de Pátapo - El Progreso; donde se sustituirá el riego por gravedad para hacer uso del riego por goteo; el cual ha logrado en los últimos años una masificación y aplicación a diversos cultivos a nivel mundial lo cual lo ha posicionado como el sistema de riego de mayor eficiencia comparado con otros. (p.8)

- Cruz, J. (2009). *Diseño de un sistema de riego por goteo controlado y automatizado para uva Italia*. (Tesis). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima – Perú. Los autores afirman:

Tiene por objetivo principal reducir la cantidad de agua utilizada en el proceso de riego de una chacra ubicada en sector Pampa de Ñoco distrito de Grocio Prado, provincia de Chincha en el departamento de Ica. Se toma una muestra de 100 metros lineales de un universo total de 6 hectáreas para realizar el trabajo y limitar los alcances del mismo. Se propone la solución mediante el diseño de un sistema de riego por goteo controlado y automatizado en base a un algoritmo de control desarrollado en un microcontrolador y que responde a una estrategia de control que realiza una acción diferente para los 5 rangos

de trabajo en los que se ha dividido la variable controlada (presión), por lo tanto, el sistema realiza 5 acciones diferentes de acuerdo con la medición del sensor de presión. (p.3)

- Salcedo, A. (2014). *Diseño de un sistema automatizado para riego por goteo para Palta Hass*. (Tesis). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima – Perú. El autor afirma que:

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo principal reducir la cantidad de agua utilizada en el proceso de riego de una parcela ubicada en el distrito de Abelardo Pardo Lezameta – Llaclla, provincia de Bolognesi, departamento de Ancash. Se toma la muestra de una hectárea, 10,000 m², para realizar el trabajo y limitar los alcances del mismo. Se propone la solución mediante el diseño de un sistema automatizado para riego por goteo en base a una estrategia de control que fue desarrollada en una plataforma de hardware libre, Arduino Mega 2560. El cultivo escogido fue la palta Hass, debido que es un producto de agroexportación y es uno de los que se produce en esta región. (p.2)

2.2. Óptica de la investigación

En función de las interrogantes planteadas del problema, con los objetivos generales y específicos que persigue la tesis, plantea las siguientes hipótesis:

Es viable y de relevante importancia el diseño e implementación de un sistema de riego automatizado para una hectárea de terreno de cultivo, en el distrito de La Isla - Asia, Cañete.

Hipótesis General

El diseño e implementación de un tipo de sistema de riego de agua por goteo automatizado influye significativamente en la optimización de la producción de durazno para una hectárea de terreno de cultivo, en el distrito de la Isla – Asia, Cañete.

Hipótesis Específicas

- a) El diseño e implementación del control automatizado de un tipo de sistema de riego de agua por goteo influye significativamente en la productividad del cultivo

de durazno para una hectárea de terreno de cultivo, en el distrito de la Isla – Asia, Cañete.

- b) El diseño e implementación del control automatizado de un tipo de sistema de riego de agua por goteo influye significativamente en la disponibilidad del recurso hídrico en el cultivo de durazno para una hectárea de terreno de cultivo, en el distrito de la Isla – Asia, Cañete.
- c) El diseño de la interfaz en Visual Studio para controlar y visualizar el funcionamiento en tiempo real de los sensores y electroválvulas de un tipo de sistema de riego de agua por goteo automatizado influye significativamente en la optimización del tiempo de trabajo del agricultor en la producción del durazno para una hectárea de terreno de cultivo, en el distrito de la Isla – Asia, Cañete.

2.3. Selección de variables

Para demostrar y comprobar la hipótesis, operacionalizaremos las variables y los indicadores que a continuación se indican (Ver Tabla N°3):

Variable Independiente

Diseño e Implementación de un Sistema de Riego de agua por Goteo Automatizado.

Variable Dependiente

Optimización de producción de durazno para una hectárea de terreno de cultivo.

Tabla N° 3: Definición operacional de las variables

VARIABLES	INDICADORES
Diseño e implementación de un sistema de riego de agua por goteo automatizado	Humedad del suelo
	Humedad del ambiente
	Temperatura del ambiente
Optimización de producción de durazno	Cantidad de agua
	Tiempo de trabajo
	Productividad agrícola

Fuente: Elaboración Propia

a) Variable X = Diseño e Implementación de un Sistema de Riego Por Goteo Automatizado

Indicadores:

- Humedad del Suelo X_1 .
- Humedad del Ambiente X_2 .
- Temperatura del Ambiente X_3 .

b) Variable Y = Optimización de producción de durazno

Indicadores:

- Cantidad de Agua Y_1 .
- Tiempo de Trabajo Y_2 .
- Productividad Agrícola Y_3 .

2.4. Bases Teóricas

2.4.1. Riegos Agrícolas

En esta sección se presentan los diferentes tipos de riego existentes, sus características, sus ventajas y desventajas.

2.4.1.1. Riego por inundación

El riego por inundación como su nombre lo dice inunda el terreno en donde se está trabajando comúnmente se utilizan para cultivos de arroz, pero este tipo de riego tiene una gran desventaja que hay un exceso de agua en el área de la raíz de la planta o árbol la cual genera pérdidas por infiltración y también por evaporización en áreas donde no se encuentra la raíz y haciendo crecer mala hierba en esa zona y en la zona de la planta o árbol, otra desventaja es que si se trabaja en terrenos con desnivel la distribución del agua no será equitativa ya que se concentrara más agua en zonas con mayor caída, y finalmente este tipo de riego como la gran mayoría, arrastra los nutrientes del suelo hacia desembocadura del agua haciendo que el suelo se debilite lo cual generaría una baja calidad de la cosecha. (Ver Figura N°2).



Figura N° 2: Riego por inundación

Fuente: <http://ijardineros.com/wp-content/uploads/2010/12/jardineros2.jpg>

2.4.1.2. Riego por surcos

El riego por surco se caracteriza por poseer hendiduras en la tierra de cultivo que le sirve para que agua pase a través de ellas y lograr llegar a la planta, al igual que el riego por inundación el paso de agua por esa hendiduras genera la producción de mala hierba generando más mano de obra para su remoción, y también usa demasiada agua, tal vez no tanta como el riego por inundación, pero hay gran porcentaje de mala utilización por parte de ella, siendo este tipo de riego poco eficiente (Ver Figura N°3).

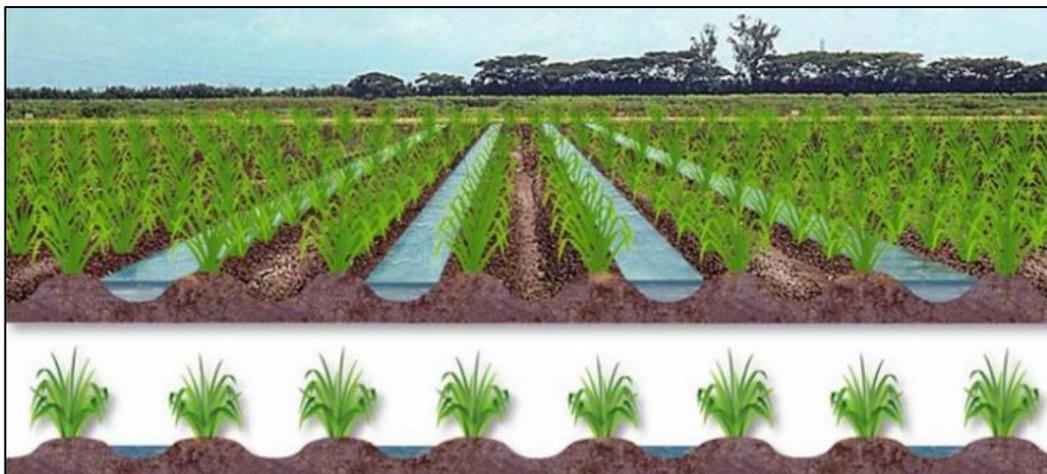


Figura N° 3: Riego Por Surcos

Fuente: http://www.cenicana.org/web/images/Cenicana/acercadecenicana/riego_surco_ultimo1.jpg

2.4.1.3. Riego por aspersión

En el riego por aspersión, se utiliza este método de riego hacia el suelo en forma de lluvia utilizando unos dispositivos de emisión de agua, denominados aspersores, que generan un chorro de agua pulverizada en gotas. Este sistema necesita de una buena presión por lo cual se necesitará de una bomba de agua para lograr pulverizar el agua desde los aspersores.

Este sistema de riego, al ser un tipo de sistema de riego tecnificado, y al estar integrado por un sistema de tuberías le permite adaptarse a áreas de terrenos no uniformes, una de sus desventajas es que la distribución del agua dependerá de las condiciones climáticas, por ejemplo si hay grandes vientos en la zona el agua que estaba destinada para una área de terreno no caerá en la zona deseada por las condiciones del viento, de igual forma si la temperatura del ambiente es muy alta y se genera gotas muy pequeñas desde los aspersores, el agua no logrará tocar el suelo por la evaporación. (Ver Figura N°4).



Figura N° 4: Riego Por Aspersión

Fuente: <http://www.riegosagricolasporspersion.com/>

2.4.1.4. Riego por microaspersión

En el riego por microaspersión, es un tipo de riego tecnificado, donde el agua se aplica sobre la superficie del suelo en forma de lluvia muy fina, mojando una zona determinada que depende del alcance de cada emisor. Pueden ser utilizados tanto para cultivos leñosos como para cultivos herbáceos.

Existen dos tipos de emisores para este tipo de riego denominados microaspersores y micro difusores. Los cuales exigen una gran presión para su utilización, por lo cual es necesario el uso de una bomba de agua para su utilización e implementación y una gran fuente agua permanente. De igual manera que el riego por aspersion este sistema depende de las condiciones climáticas para su buen funcionamiento (Ver Figura N°5).



Figura N° 5: Riego por microaspersión

Fuente:

http://hydroenv.com.mx/catalogo/images/00_Redaccion/riego/220_que_es_el_riego_por_aspersion/riego_por_aspersion_en_jardin.jpg

2.4.1.5. Riego por nebulización

El riego por nebulización es un riego donde se utilizan grandes cantidades de presión, aún más que las presiones utilizadas en el riego por aspersion y microaspersión, este riego es utilizado principalmente en invernaderos (Ver Figura N°6).



Figura N° 6: Riego por nebulización

Fuente: <http://hidroponia.mx/tecnologia-agricola-que-es-el-riego-por-nebulizacion/>

2.4.1.6. Riego por goteo

El riego por goteo (Ver Figura N°7), también conocido con el nombre de riego gota a gota, es un método de irrigación utilizado en terrenos áridos ya que su uso optimiza la distribución del agua, la distribución de abono y de los fertilizantes.

El agua se aplica gota a gota en el área que se encuentra sobre la superficie de las raíces, que es distribuida por un conjunto de tuberías donde su principal componente es el gotero, del cual existen varios tipos, pero los más utilizados son el gotero autocompensante y el gotero regulable.



Figura N° 7: Riego por Goteo

Fuente: <https://it.depositphotos.com/38780847/stock-photo-drip-irrigation.html>

2.4.2. Automatización y control

En esta sección se presentan los sistemas de lazo abierto y lazo cerrado respectivamente.

2.4.2.1. Sistema en Lazo Abierto

El sistema en Lazo Abierto es un tipo de sistema, que no es retroalimentado lo cual significa que la variable de entrada es independiente de la variable de salida, lo cual quiere decir que presentan actuadores, pero no presentan sensores que controlan la variable de salida para retroalimentar el sistema. (Ver Figura N°8).

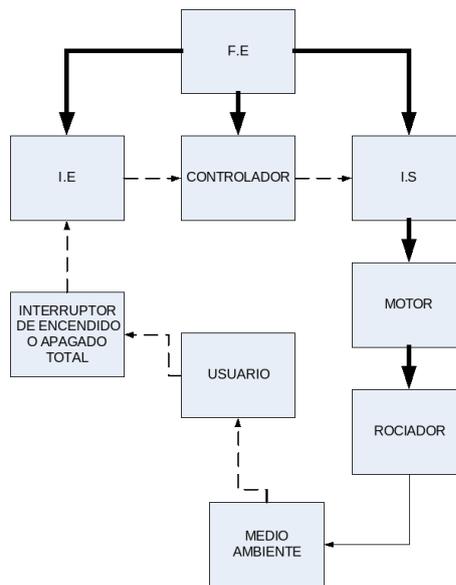


Figura N° 8: Sistema en Lazo Abierto

Fuente: <http://recursos.ort.edu.ar/static/archivos/image/161494/10237>

2.4.2.2. Sistema en Lazo Cerrado

El sistema en lazo cerrado, se diferencia exclusivamente del sistema en la abierta ya que es un sistema retroalimentado, lo cual quiere decir que tiene la presencia de un sensor, que hace que la variable de entrada sea dependiente de la variable de salida, la cual compara con un valor fijado por el usuario o programador al cual llamaremos referencia. El cual, de acuerdo con el resultado de comparación, modificará el funcionamiento del actuador (Ver Figura N°9).

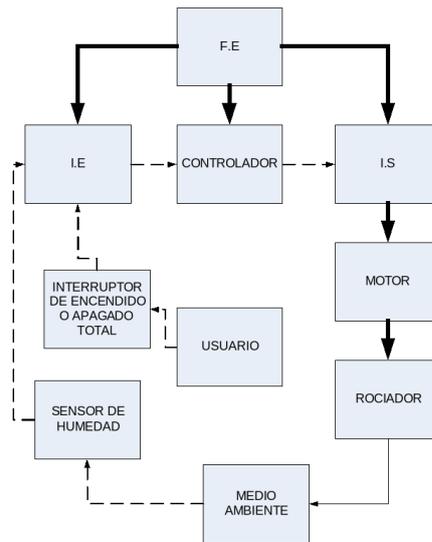


Figura N° 9: Sistema en Lazo Cerrado

Fuente: <http://recursos.ort.edu.ar/static/archivos/image/161494/10236>

2.4.3. Componentes de sistema de riego

En este aparte se muestra los componentes básicos (Ver Figura N°10) que debería tener un sistema de riego que son los siguientes:

- Fuente de Agua
- Tuberías primarias
- Tuberías secundarias
- Válvulas de control de riego
- Emisores

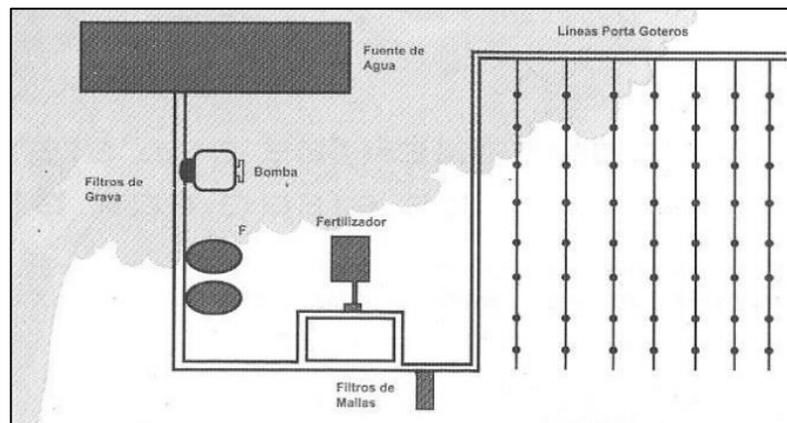


Figura N° 10: Partes del sistema de riego por goteo

Fuente: <http://www.lamolina.edu.pe/facultad/agronomia/cursos/cursoDSRG/>

2.4.4. Tipos de Tuberías

El tipo de tubería se selecciona de acuerdo a la necesidad o uso que se le dará y tenemos 6 tipos de materiales usualmente usados para las tuberías:

El primero de ellos y más usado es el policloruro de vinilo (PVC), polietileno (PE), fibrocemento, Hormigón fundición y acero. De ellas se utilizarán para este sistema las tuberías de PVC y PE. Las otras tuberías se emplean con mayor frecuencia para grandes caudales o grandes presiones.

2.4.4.1. Tubería Fibrocemento

Se fabrican desde diámetros de 50 mm y presiones normalizadas de 5 Kg/cm², y se utiliza con frecuencia en conducciones para riego, donde compiten con el PVC.

2.4.4.2. Tubería de Hormigón

Las de Hormigón en masa solo soportan presiones de varios metros y se fabrican en diámetros a partir de 20 cm. En obras de riego solo se utilizan en sistemas de riego por tuberías de baja presión. Las de Hormigón armado se emplean para conducciones con carga exterior y presiones de hasta 10 kg/ cm².

2.4.4.3. Tubería de Fundición

Pueden ser de fundición gris (grafito laminar), que hoy se usan muy poco, con diámetros de 80 a 1.000 mm y presiones normalizadas de 15 a Kg/cm², o de fundición dúctil (grafito esferoidal) con diámetro de 40 a 1.000 mm y presiones normalizadas desde 16 Kg/cm². Estas tuberías deben protegerse del medio exterior y de los líquidos que conducen.

2.4.4.4. Tubería de Acero

Estas tuberías, que también necesitan protección, se fabrican en diámetros de 25 a 500 mm y en presiones normalizadas de 25 a 100 Kg/cm².

2.4.4.5. Tubería de PVC

Las tuberías de PVC son las tuberías más comerciales para el sector doméstico e industrial.

2.4.4.6. Tubería de Polietileno

Las tuberías de polietileno están formadas por un plástico derivado del etileno, que se fabrica mediante extrusión. Son de fácil instalación y son más flexibles y menos frágil que el PVC, Su uso es ideal para los sistemas de riego por su alta resistencia a los rayos ultravioleta y la intemperie. En la ficha técnica logramos observar la relación entre su espesor y peso de acuerdo al diámetro y calidad de la tubería de polietileno.

PE100	SDR 7,4 PN 25		SDR 9 PN 20		SDR 11 PN 16		SDR 13,6 PN 12,5		SDR 17 PN 10		
	Diámetro Nominal (mm.)	Espesor (mm.)	Peso (kg/m.)	Espesor (mm.)	Peso (kg/m.)	Espesor (mm.)	Peso (kg/m.)	Espesor (mm.)	Peso (kg/m.)	Espesor (mm.)	Peso (kg/m.)
16	2.30	0.10	2.00	0.09	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
20	3.00	0.16	2.30	0.13	2.00	0.12	-----	-----	-----	-----	-----
25	3.50	0.24	3.00	0.21	2.30	0.17	2.00	0.15	-----	-----	-----
32	4.40	0.39	3.60	0.33	3.00	0.28	2.40	0.23	2.00	0.20	-----
40	5.50	0.61	4.50	0.51	3.70	0.43	3.00	0.36	2.40	0.30	-----
50	6.90	0.94	5.60	0.79	4.60	0.67	3.70	0.55	3.00	0.45	-----
63	8.60	1.48	7.10	1.27	5.80	1.06	4.70	0.88	3.80	0.72	-----
75	10.30	2.11	8.40	1.78	6.80	1.48	5.60	1.24	4.50	1.02	-----
90	12.30	3.03	10.10	2.56	8.20	2.14	6.70	1.78	5.40	1.46	-----
110	15.10	4.53	12.30	3.81	10.00	3.17	8.10	2.63	6.60	2.18	-----
125	17.10	5.83	14.00	4.93	11.40	4.11	9.20	3.39	7.40	2.78	-----
140	19.20	7.33	15.70	6.17	12.70	5.12	10.30	4.25	8.30	3.49	-----
160	21.90	9.54	17.90	8.04	14.60	6.73	11.80	5.55	9.50	4.55	-----
180	24.60	12.06	20.10	10.17	16.40	8.50	13.30	7.04	10.70	5.76	-----
200	27.40	14.91	22.40	12.57	18.20	10.48	14.70	8.64	11.90	7.10	-----
225	30.80	18.85	25.20	15.91	20.50	13.27	16.60	10.97	13.40	9.01	-----
250	34.20	23.27	27.90	19.56	22.70	16.32	18.40	13.51	14.80	11.04	-----
280	38.30	29.18	31.30	24.58	25.40	20.46	20.60	16.93	16.60	13.87	-----
315	43.10	36.93	35.20	31.10	28.60	25.90	23.20	21.45	18.70	17.57	-----
355	48.50	46.83	39.70	39.50	32.20	32.87	26.10	27.20	21.10	22.36	-----
400	54.70	59.48	44.70	50.10	36.30	41.73	29.40	34.49	23.70	28.25	-----
450	61.50	75.24	50.30	63.44	40.90	52.85	33.10	43.69	26.70	35.80	-----
500	-----	-----	55.80	78.17	45.40	65.21	36.80	53.90	29.70	44.23	-----
560	-----	-----	62.50	98.08	50.80	81.69	41.20	67.63	33.20	55.41	-----
630	-----	-----	70.30	124.11	57.20	103.51	46.30	85.48	37.40	70.18	-----
710	-----	-----	79.30	158.00	64.50	131.70	52.20	108.77	42.10	89.18	-----
800	-----	-----	89.30	200.47	72.60	167.02	58.80	137.97	47.40	113.09	-----
900	-----	-----	-----	-----	81.70	211.41	66.20	174.79	53.30	143.05	-----
1000	-----	-----	-----	-----	90.20	259.55	72.50	212.89	59.30	176.80	-----
1200	-----	-----	-----	-----	-----	-----	88.20	310.44	67.90	243.52	-----

Figura N° 11: Ficha Técnica Tuberías de Polietileno

Fuente: Cormaplast

2.4.5. Electroválvulas

Las electroválvulas o válvula solenoide funcionan a través de una bobina que al pasar corriente por ella realizan la acción de abrir y cerrar de la válvula. La válvula puede ser totalmente abierta o totalmente cerrada.

La cual posee diferentes aplicaciones por ejemplo a nivel industrial, para abrir y cerrar un proceso que este automatizado, o este caso para fines de esta investigación el de abrir y cerrar el paso de agua para el riego por goteo que se piensa automatizar.



Figura N° 12: Electroválvula

Fuente: www.mdcontrolymarve.com

2.4.6. Microcontrolador Arduino

Los microcontroladores Atmel ofrecen una rica mezcla de diseños integrados eficientes, con tecnología probada, y la innovación revolucionaria que es ideal para los productos conectados inteligentes de hoy. En esta era del internet, los microcontroladores comprenden una tecnología clave en comparación de los que usan combustibles a máquina a máquina.

Además, los microcontroladores Atmel también ofrecen soporte inalámbrico y seguridad. Esta empresa ofrece una solución convincente que se adapta a las necesidades de los usuarios directos de hoy y mañana.

Los microcontroladores Arduino que presentan el controlador Atmel en sus diferentes tipos existentes en el mercado facilitan con la placa integrada que poseen la creación de proyectos de manera fácil y sencilla, permitiendo desde novatos conocedores

de la programación y la electrónica hasta grandes programadores y electrónicos especialistas usar este microcontrolador, incentivando la creación de una gran cantidad de proyectos por lo fácil que es usarlo.



Figura N° 13: Arduino Mega 2560
Fuente: <https://store-cdn.arduino.cc/>

2.4.7. Plataforma de programación Visual Studio

Es un paquete de softwares que contiene diferentes lenguajes de programación como Visual Basic, Visual C. Visual C++ y muchos otros más. En el proyecto de investigación se usará más el software Visual Basic que servirá de interfaz, Visual Basic está diseñado para crear productivamente aplicaciones seguras y orientadas a objetos. Visual Basic permite a los desarrolladores segmentar Windows, Web y dispositivos móviles.



Figura N° 14: Logo de Visual Basic
Fuente: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/visual-basic/>

CAPÍTULO III: DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA

3.1. Diagrama del Sistema de Riego Automatizado

En esta parte observaremos la realización del diagrama de bloques del sistema de riego, que nos permitirá entender el funcionamiento general del sistema que será dividida en subsistema mecánico, subsistema eléctrico, subsistema electrónico y programación del sistema que son puntos básicos que debe tener todo proyecto de tesis mecatrónico.

En el diagrama de bloques del sistema de riego (Ver Figura N° 15) que comienza con la canal de regadillo ya que, es el lugar de donde se extraerá el agua para las plantas de durazno, a continuación la bomba de agua la cual permitirá la extracción del agua, para luego llenar los tanques del sistema que serán 6 en total, la cual se mandará a las tuberías primarias, y luego a las tuberías secundarias que son de un menor diámetro que las tuberías primarias, para luego ser controladas por electroválvulas que permitirán el pase del agua por medio de sensores y el sistema de control que será nuestro microcontrolador Arduino, y nuestra referencia el porcentaje de humedad del sensor

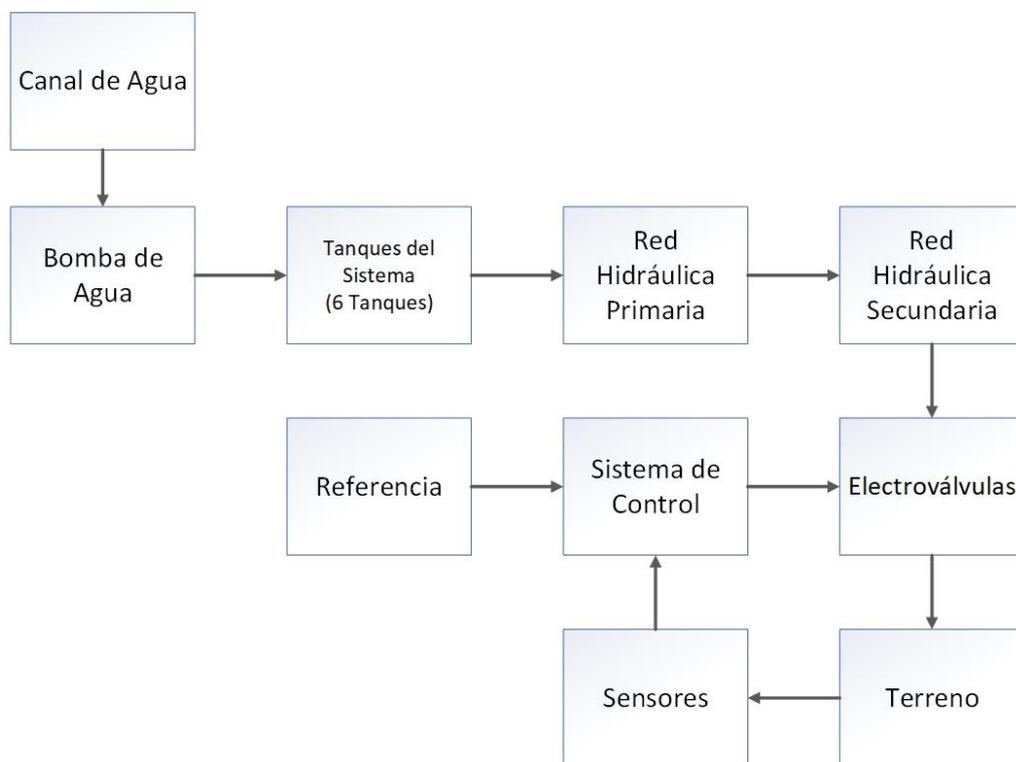


Figura N° 15: Diagrama Bloques del Sistema de Riego

Fuente: Elaboración Propia

3.1.1. Detalle del Sistema

3.1.1.1. Terreno

El terreno de cultivo se encuentra ubicado en el Anexo la Isla distrito de Asia (Ver Figura N° 16), Cañete, Como logramos observar en la Figura N° 17 a través de la plataforma de Google Maps, es una zona donde hay en su mayoría basta vegetación Es una zona exclusiva de siembra y cosecha de durazno y lúcuma.



Figura N° 16: Anexo La Isla

Fuente: Google Maps

Las plantas con las que se trabajó tienen un poco más de 5 años, de los árboles de durazno tienen una esperanza de vida aproximada de 20 años, independientemente del tipo de durazno que fuera. Logrando en su primer y segundo año una baja cantidad de duraznos para su cosecha. En el tercer año para adelante dan una gran cantidad de durazno para cosechar que aumenta progresivamente por cada año que pasa. Estos son datos importantes que serán de gran utilidad para apartados posteriores.

Al realizar un acercamiento al lugar de trabajo (Ver Figura N°17) en donde se realizará la tesis, como se visualiza en la Figura N° 18. podremos observar áreas verdes que son las plantas de durazno huayco que se trabajarán para la realización de esta tesis.



Figura N° 17: Lugar de Trabajo

Fuente: Google Maps

Las dimensiones del terreno son en ancho de 95 metros y en largo de 95 metros. Obteniendo un área aproximada de 1 hectárea. El terreno de cultivo cuenta con 400 árboles de Durazno Huayco. Que tiene una separación de 5 metros entre ellas de forma matricial. La digitalización del terreno fue realizada con el software SolidWorks (Ver Figura N°18)

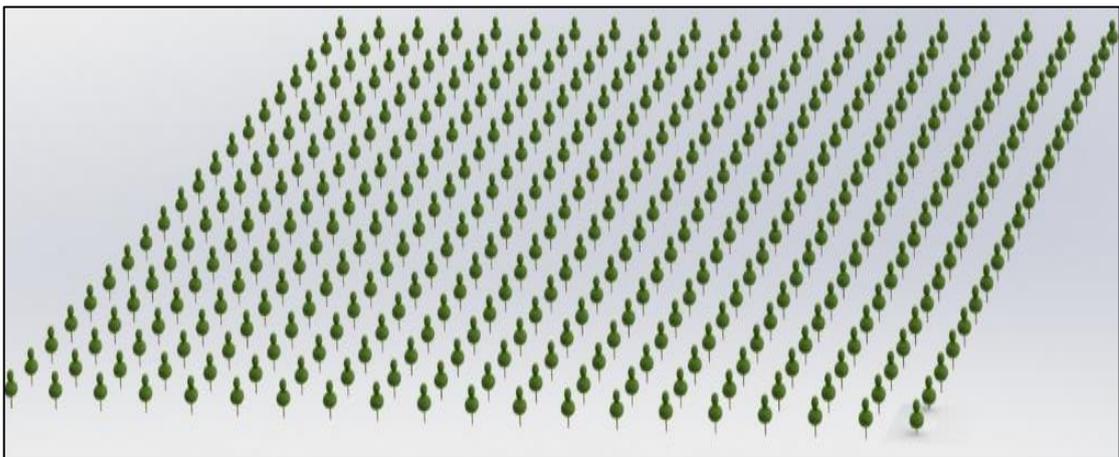


Figura N° 18: Digitalización del Terreno

Fuente: Elaboración Propia – Utilizando SolidWorks

3.1.1.2. Canal de Agua

En el lugar donde se realiza la tesis pasan dos canales de riego (Ver Figura N°19) para los agricultores del distrito de Asia, que vienen desde un pozo ubicado en el anexo La esquina de Asia la cual es administrada por la Comunidad Campesina de Asia, los anexos beneficiados por donde transcorre el agua son; Platanal, La esquina de Asia y La Isla, por lo tanto, es una fuente hídrica de gran ayuda, que abastece de agua en el horario de 12 am hasta las 5pm.



Figura N° 19: Canales de Riego

Fuente: Elaboración Propia – Fundo DonCato

3.1.1.3. Bomba de agua

La bomba de agua eléctrica nos permitirá el llenado de los tanques de agua, existen varios tipos de bombas, pero los de mayor uso son las bombas periféricas y bombas centrífuga, en un posterior apartado que es el de subsistema eléctrico, se detallará más sobre la bomba de agua, el porqué del tipo de bomba agua que elegimos y el porqué de la potencia elegida para dicha bomba.

3.1.1.4. Tanques del sistema

Los tanques del sistema nos servirán como reservas de agua (Ver Figura N°20) que son un grupo de 6 tanques de agua, 2 tanques de 2500 litros y 4 tanques de 1100 litros, los cuales hacen un total de 9400 litros de reserva de agua para el sistema de riego.



Figura N° 20: Reservas de Agua

Fuente: Elaboración Propia – Fundo DonCato

3.1.1.5. Red Hidráulica Primaria

La red hidráulica primaria es principalmente la tubería primaria (Ver Figura N° 21) que será la de mayor diámetro, que posteriormente en el subsistema mecánico se mencionará el porqué de la selección de diámetro correspondientes, y detalles de componentes adicionales, que permitirán su realización desde la conexión con los tanques del sistema hasta la red hidráulica secundaria.

3.1.1.6. Red Hidráulica Secundaria

La red hidráulica secundaria es la tubería secundaria (Ver Figura N° 21) de menor diámetro, juntos con las conexiones adicionales hasta finalizar en los goteros, y también en un apartado posterior en subsistema mecánico veremos el porqué del diámetro elegido para dicha red y sus componentes adicionales para la realización de dicha red.



Figura N° 21: Tuberías Primarias y Secundarias

Fuente: Elaboración Propia

3.1.1.7. Sistema de Control

Existen dos tipos de sistemas de control como se mencionó en el marco teórico, el sistema de control en lazo abierto y sistema de control en lazo cerrado. El sistema de control que utilizaremos será de lazo cerrado, ya que es un sistema retroalimentado por medio del sensor de humedad. Que trabaja junto el microcontrolador Arduino y la plataforma Visual Studio (Ver Figura N°22).

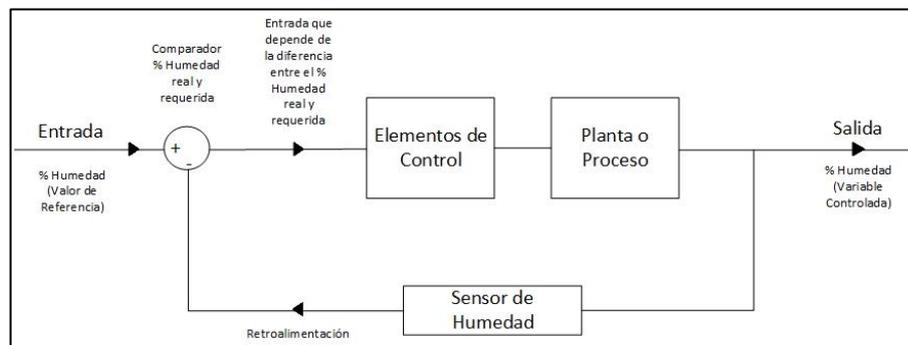


Figura N° 22: Sistema de Control del Sistema

Fuente: Elaboración Propia

3.1.1.8. Sensores

Los sensores que se utilizarán son un higrómetro de humedad HL-69, un sensor de humedad y temperatura DHT11. Que nos permitirá el control del sistema con el microcontrolador Arduino y la plataforma de programación Visual Basic. En posteriores apartados lograremos verlo con más detalle. En esta oportunidad solo se mencionará ya que eso corresponde esencialmente al apartado de subsistema electrónico.

La referencia con la que se trabajó será el porcentaje de humedad del suelo, que tendrá que oscilar entre 40% y 70% para que los frutos tengan un correcto desarrollo. En la etapa de floración.

3.1.1.9. Electroválvulas

Las electroválvulas (Ver Figura N° 23) que se usarán son válvulas solenoides normalmente cerradas de 220v, inicialmente se pensaba usar las válvulas de 12v, pero por las largas distancias que se usarán se requerirán de una fuente de 12v de alta potencia. Pero en la zona de trabajo se cuenta con una red eléctrica 220v estable y permanente.



Figura N° 23: Sistema de Control del Sistema

Fuente: Elaboración Propia

3.2. Subsistema mecánico

En esta parte de la tesis se realizará un diagrama mecánico para poder entender el funcionamiento de este subsistema y el detalle de cada componente del mismo.

3.2.1. Diagrama mecánico

En este apartado se realizará un diagrama mecánico, de la distribución mecánica del sistema para lograr observar los componentes que hay en ella.

Donde se visualiza el canal de agua, los tanques, la tubería primaria y tuberías secundarias con válvula unión.

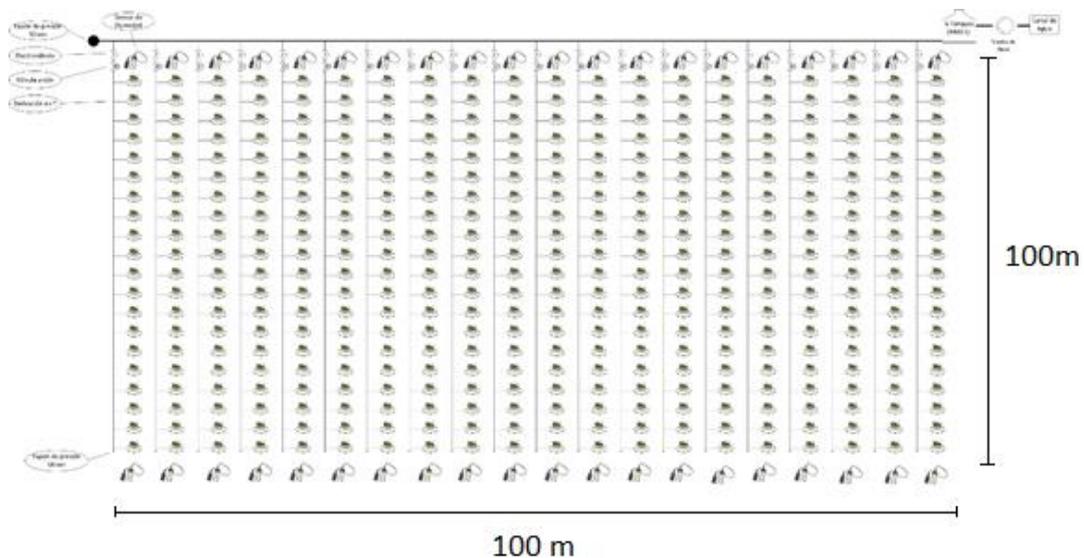


Figura N° 24: Diagrama Mecánico de todo el terreno

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2. Descripción de componentes mecánicos

En esta parte mostramos los componentes mecánicos que tendrá el sistema de riego por goteo automatizado, que son los siguientes:

3.2.2.1. Tubería de Polietileno de 32mm

En la presente tesis se usarán tuberías flexibles de 16mm y 32mm de diámetro de polietileno, debido a su alta resistencia a los rayos ultravioletas y a la intemperie. Se utilizan estas tuberías porque el sistema viene de tanques que desplazan el agua por gravedad, y no tienen tanta presión que soportar como en el caso de que estuviera

conectada directamente con una bomba eléctrica. Las tuberías de 32 mm que se observa en la Figura N°25, es la tubería de la red hidráulica primaria debido a su mayor diámetro.



Figura N° 25: Tubería de polietileno 32mm

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2.2. Tubería de Polietileno de 16mm

La tubería de polietileno de 16mm, es la tubería que deriva de la tubería primaria donde va el gotero y las válvulas unión de 16 mm, conector inicial, derivación en T y el tapón de presión y la toma hembra de ½ pulgada.



Figura N° 26: Tubería de polietileno 16mm

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2.3. Gotero autocompensante

En el sistema de riego por goteo tenemos una gran variedad de componentes para la red hidráulica de riego, pero en este proyecto usaremos ciertos elementos que serán descritos a detalle uno por uno, con el cual comenzaremos con el componente principal del sistema de riego que es el gotero. En este caso utilizaremos un gotero

autocompensante, ya que el terreno donde se trabajará es irregular y con desniveles, y este tipo de gotero tiene un caudal constante de 4 litros por hora (Ver Figura N° 27). Y también se realizó la digitalización del componente en SolidWorks (Ver Figura N° 28).



Figura N° 27: Gotero Autocompensante
Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 28: Digitalización del Gotero Autocompensante
Fuente: Elaboración Propia – Utilizando SolidWorks

3.2.2.4. Válvula unión de 16mm

El siguiente componente es una válvula unión (Ver Figura N°29) el cual nos servirá de respaldo manual en caso se tenga que cerrar el sistema de una red hidráulica secundaria por algún fallo imprevisto o mantenimiento respectivo de dicha red. Y también mediante ella podremos regular el flujo de agua en caso este sea muy elevado. Y de igual manera se realizó su respectiva digitalización en SolidWorks (Ver Figura N°30).



Figura N° 29: Válvula Unión de 16 mm
Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 30: Digitalización de la Válvula Unión de 16 mm

Fuente: Elaboración Propia – Utilizando SolidWorks

3.2.2.5. Conector inicial de 16mm

El conector inicial (Ver Figura N° 31).es un componente que nos permite pasar de la red hidráulica de 32 mm a la red hidráulica de 16 mm por medio de una perforación en la tubería de 32 mm. Y también se realizó la digitalización del componente en SolidWorks (Ver Figura N° 32).



Figura N° 31: Conector inicial de 16 mm

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 32: Conector inicial de 16 mm

Fuente: Elaboración Propia – Utilizando SolidWorks

3.2.2.6. Derivación en T de 16mm

La derivación en T es un componente que se usar tanto para rodear a la planta de manera circular como veremos posteriormente en la implementación del sistema de riego, y poder continuar las conexiones por la red hidráulica primaria (Ver Figura N° 33 y 34).



Figura N° 33: Derivación en T de 16 mm

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 34: Digitalización de la Derivación en T de 16 mm

Fuente: Elaboración Propia – Utilizando SolidWorks

3.2.2.7. Tapón a presión de 16 mm

El tapón a presión nos permite detener el flujo de agua al final de las red primaria y redes secundarias (Ver Figura N° 35).



Figura N° 35: Tapón a presión de 16 mm

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2.8. Toma hembra de ½ pulgada

La toma hembra de ½ pulgada fue la pieza más difícil de conseguir para el sistema de riego ya que esta pieza se usará para unir la red hidráulica secundaria con la electroválvula, donde lo veremos todos los componentes juntos en la implementación del sistema (Ver Figura N° 36 y 37).



Figura N° 36: Toma hembra de ½ pulgada

Fuente: Elaboración Propia

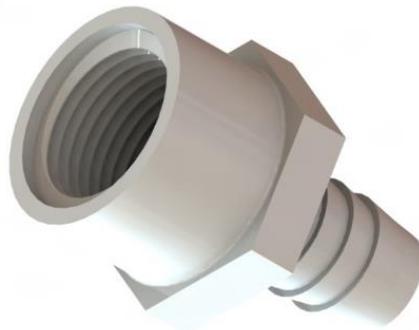


Figura N° 37: Digitalización de la Toma hembra de ½ pulgada

Fuente: Elaboración Propia – Utilizando SolidWorks

3.3. Subsistema Eléctrico

3.3.1. Descripción de componentes Eléctrico

3.3.1.1. Selección de la Bomba Eléctrica Centrífuga

Sobre la profundidad de las plantas en sus raíces de cultivo, se establece experimentalmente que, para los árboles frutales de durazno, en su generalidad se establece una profundidad de por lo menos un metro de suelo. El agua en lo que respecta a la humedad aprovechable (HA) para la planta, en el Tabla N°4, se observa la altura de agua aprovechable para las plantas (HA) para algunas texturas de suelo.

Tabla N° 4: Humedad aprovechable para diferentes texturas del suelo

TEXTURA DEL SUELO	Humedad Aprovechable (HA), mm/m
Arenas gruesas	20 - 65
Franco arenoso	90 -130
Franco arcilloso limoso	130 – 160
Arcilloso	110 - 150

Fuente: Elaboración Propia

Sobre los déficits permisibles en el caso de los árboles frutales en periodos de máximo requerimiento, están entre el 40% y 70% relativo a la humedad aprovechable. Desde otro lado, experimentalmente está demostrado que el déficit permisible de agua en el suelo para el óptimo rendimiento de un cultivo también depende de la evapotranspiración por día máxima de la zona en estudio. En zonas con altas tasas de evapotranspiración diaria (8 a 10 mm/día) el déficit permisible puede estar en el 40%, mientras que, en zonas con máxima evapotranspiración, están entre 2 y 3 mm/día. Debido a que la zona de la presente investigación está considerada con tasas altas de evapotranspiración debido al calor intenso en la zona desértica de Asia distrito de Cañete con suelo caracterizado por ser arenoso, se ha considerado el 40% de déficit permisible. Por lo cual el sensor tendrá que habilitarse cuando se encuentre en 40% y se detendrá cuando se encuentre en un 70 % de humedad, de tal forma que no sature el perfil del suelo, que podría hacer entrar en putrefacción la planta.

Una condición importante y trascendente es que, en terrenos de cultivo que son desérticos, el riego debe de asegurar una buena humedad y complementariamente debe también asegurar una buena calidad de los frutos del durazno y también una excelente productividad, donde cada planta en promedio experimentalmente en la zona, requiere de 114 litros de riego por día en cada semana en tiempo de vegetación.

Con referencia al riego que se realiza en la zona rural de Asia, cuenta con 200 regantes, los cuales hacen el riego por surcos, con un volumen aproximado que se encuentra en 11232 m³ por hectárea por año, utilizando surcos muy anchos que genera pérdida de agua por absorción en áreas de contacto muy excesivas, donde la tubería de

transporte del agua que sale del Pozo de la Comunidad Campesina de Asia cuenta con un caudal aproximado de 60 L/s

En la presente investigación, el riego por goteo en la zona de La Isla Alta se aplica por primera vez y con relación al consumo de agua en cada planta de durazno durante el periodo de siembra, cultivo y cosecha se instaló 6 goteros auto compensantes, cada uno de 4 litros/hr, regando por hora 24 litros, dado que cada planta de durazno requiere 114 litros se realizará el riego de cada planta por un lapso de tiempo de 4,75 horas. Requiriéndose para las 400 plantas de duraznos un volumen total de agua de 45600 litros por cada riego, equivalente a 45,6 m³ de agua por hectárea en promedio. La profundidad del terreno a la que debe afectar el riego es, aproximadamente, de 80 a 100 cm.

La distribución de las plantas de durazno en el área de una hectárea, es de 5 columnas de 20 plantas por cada columna separadas una distancia de 5m. Con la finalidad de realizar el riego de manera adecuada se realizará inicialmente el riego de la primera columna el día 1, que corresponde a 9120 litros, cubriendo el total de plantas de duraznos en 5 días, a partir de la cual los sensores se encargarán de aperturar las válvulas de control cuando la planta llegue al nivel de humedad mínimo de 40%.

Las tuberías distribuidoras principal y secundaria 32mm y 16 mm consecutivamente, esta última rodea en forma circular a cada planta colocándose a una distancia aproximada de 20 cm. Se utilizará 6 tanques, 2 tanques de 2500 litros y 4 tanques de 1100 litros, dando 9400 litros que cubre las necesidades de los 9200 litros requeridos para cada riego por línea de durazno, en ese sentido las presiones oscilan en el orden de 1 a 1,5 atmosferas.

En la presente investigación se ha utilizado la electrobomba centrifuga, dado que, en comparación a la bomba periférica, su uso es más eminentemente agrícola para sacar agua de pozos o regadíos en grandes cantidades y en poco tiempo, siendo su costo aproximado de 350 soles para un HP.

La altura a la que se instaló los tanques está en $H = 11$ m, la distancia de la ubicación de los tanques de agua a la línea de toma del canal de agua de la Comunidad Campesina es de $L = 75$ m, la altura de succión es de 1,5 m. La eficiencia máxima de la bomba a seleccionar no debe superar el 75%, para bombas centrifugas está en el orden de 60% a un 62% con un caudal $Q = 70$ l/min.

Se utilizarán para pequeñas alturas, tuberías estándar de diámetro nominal de 1.25 pulgadas tanto para la línea de succión como para la línea de descarga. Se considera la temperatura del medio como la del medio ambiente $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Para determinar la Potencia de la Bomba se requiere la siguiente información:

$$P_B(\text{hp}) = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot h_B}{746 \cdot \eta} \quad (3.1)$$

Donde:

P_B = Potencia de la bomba en HP

ρ = densidad del agua en (kg/m^3)

g = aceleración de la gravedad (m/s^2)

h_B = Carga total neta de la Bomba (m)

η = eficiencia de la bomba

Para determinar h_B utilizaremos la ecuación de Bernoulli:

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + h_B = h_3 + \frac{v_3^2}{2g} + \frac{P_3}{\gamma} + h_{f_{1 \rightarrow 3}} \quad (3.2)$$

$$0 + 0 + 0 + h_B = h_3 + \frac{v_3^2}{2g} + 0 + h_{f_{1 \rightarrow 3}}$$

$$h_B = h_3 + \frac{v_3^2}{2g} + h_{f_{1 \rightarrow 3}} \quad (3.3)$$

Convertimos caudal de $\frac{L}{\text{min}}$ a $\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$:

$$Q = 70 \frac{L}{\text{min}} \times \frac{1\text{m}^3}{1000L} \times \frac{1\text{min}}{60\text{s}} = 0,001167 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Tabla N° 5: Dimensiones comerciales de Tuberías de PVC

Tipo de Tubería	RDE	Presión de trabajo a 23°C	Diámetro nominal		Masa	Diámetro exterior		Diámetro interior
			mm	pulg		mm	pulg	
Unión Lisa	9	500	21	½	0,22	21,34	0,840	16,60
	11	400	26	¾	0,30	26,67	1,050	21,81
	13,5	315	21	½	0,16	21,34	0,840	18,18
			33	1	0,36	33,40	1,315	28,48
	21	200	26	¾	0,19	26,67	1,050	23,63
			33	1	0,25	33,40	1,315	30,20
			42	1 ¼	0,40	42,16	1,660	38,14
			48	1 ½	0,51	48,26	1,900	43,68
			60	2	0,81	60,32	2,375	54,58
			73	2 ½	1,18	73,03	2,875	66,07
			88	3	1,76	88,9	3,500	80,42
			114	4	2,90	114,3	4,500	103,42
	26	160	60	2	0,66	60,32	2,375	55,70
			73	2 ½	0,96	73,03	2,875	67,45
			88	3	1,44	88,9	3,500	82,04
			114	4	2,38	114,3	4,500	105,52
	32	125	88	3	1,16	88,9	3,500	83,42
			114	4	1,90	114,3	4,500	107,28
	41	100	114	4	1,54	114,3	4,500	108,72

Fuente: Elaboración Propia

En el cálculo se toma en cuenta el diámetro interior de la tubería, no el diámetro nominal:

$$D = 38,14mm \times \frac{1m}{1000mm} = 0,03814m$$

Ahora utilizaremos la ecuación del Principio de Continuidad para calcular la velocidad en el punto (v_3)

$$Q = v_3 A_3 \quad (3.4)$$

$$Q = v_3 \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow v_3 = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$v_3 = \frac{4 \left(0,001167 \frac{m^3}{s} \right)}{\pi (0,03814m)^2} = 1,0215 \frac{m}{s}$$

Del diagrama (Ver Figura N° 38):

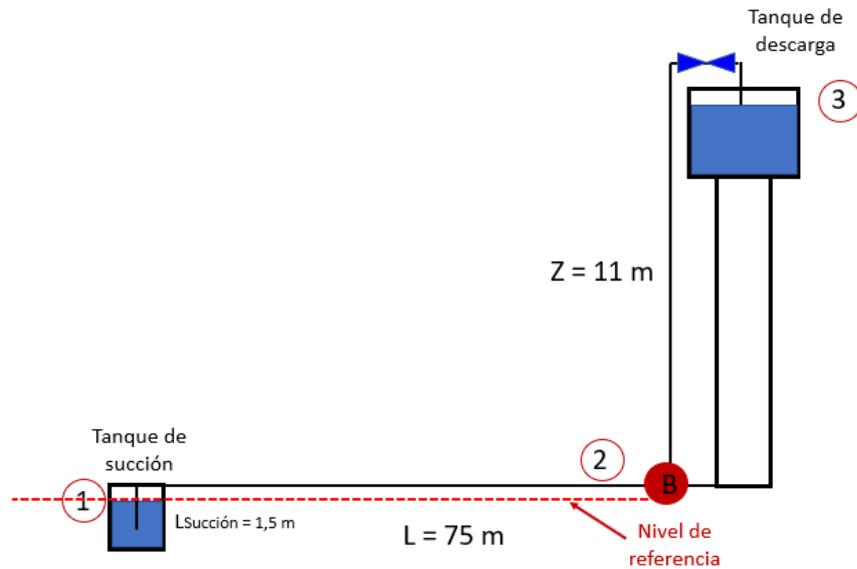


Figura N° 38: Diagrama de cargas para el cálculo de la potencia de la bomba

Fuente: Elaboración Propia

Ahora determinaremos las pérdidas de fricción por carga hidráulica desde el punto 1 hasta el punto 3, para lo cual utilizaremos la ecuación empírica de Dinámica de Fluidos de Darcy - Weisbach.

$$h_{f_{1 \rightarrow 3}} = F \frac{L v_3^2}{D(2g)} + \sum k_c \frac{v_3^2}{2g} + \sum k_v \frac{v_3^2}{2g} \quad (3.5)$$

siendo:

$h_{f_{1 \rightarrow 3}}$ = pérdida de carga debida a la fricción. (m.c.l) [metros de columna de líquido])

F = Factor de fricción de Darcy. (adimensional)

L = Longitud de la tubería. (m)

D = Diámetro de la tubería. (mm)

v_3 = Velocidad media del fluido. (m/s)

g = aceleración de la gravedad $\approx 9,81 \text{ m/s}^2$

K_c = factor de forma de aditamentos y accesorios.

K_v = factor de velocidad

A continuación, determinaremos el valor del factor F:

Conocemos la longitud total de la tubería que es

$$L = 11 + 1,5 + 75 + 1,5 = 89 \text{ m}$$

También la velocidad de descarga en el punto 3:

$$v_3 = 1,0215 \text{ m/s}$$

y el diámetro D de la tubería:

$$D = 0,03814 \text{ m} = 38,14 \text{ mm}$$

La ecuación para determinar el factor F es:

$$F = \frac{1,325}{\left[-\ln \left(\frac{\varepsilon}{3,7D} + \frac{5,74}{(Re)^{0,9}} \right) \right]^2} \quad (3.6)$$

Previamente determinaremos el número de Reynold:

Si el número de Reynold es $Re > 4000$, entonces el flujo es turbulento

Si el número de Reynold es $Re < 2000$, entonces el flujo es laminar, aquí se utilizaría

$$F = \frac{64}{Re}$$

Tabla N° 6: Rugosidad absoluta de materiales

Material	ε (mm)
Acero comercial	0,0460
Fundición asfaltada	0,1220
Hierro forjado	0,0500
Hierro fundido	0,2500
Hierro galvanizado	0,1500
Madera ensamblada	0,3050
PVC, plástico, cobre, latón, vidrio	0,0015

Fuente: (Àvila, 2002)

Previamente determinaremos la rugosidad a través de la Tabla N°6:

$$Re = \frac{vD\rho}{\mu} = \frac{1,0215 \frac{m}{s} (0,03814m) \left(1000 \frac{kg}{m^3}\right)}{1,005 \times 10^{-3} paxs} = 38766,17$$

Por lo tanto, el flujo es turbulento, por lo cual, calcularemos el valor de F con la expresión de la ecuación 3.5:

Reemplazamos:

$$F = \frac{1,325}{\left[-Ln\left(\frac{0,0015}{3,7(38,14)} + \frac{5,74}{(38766,17)^{0,9}}\right)\right]^2} = 0,02214$$

Luego determinaremos los coeficientes K_c y K_v a través de la Tabla N° 7:

Tabla N° 7: Valores de los Coeficientes K

Aditamento	K_c	Aditamento	K
Ampliación gradual (*)	0,3	Te paso directo	0,6
Boquilla	2,8	Te salida bilateral	1,8
Codo de 45°	0,4	Te salida lateral	1,3
Codo de 90°	0,9	Válvula de ángulo abierta	5,0
Codo de retorno	2,2	Válvula de cheque de bisagra	2,5
Entrada de borda	1,0	Válvula de compuerta abierta	0,2
Entrada normal tanque tubo	0,5	Válvula de compuerta abierta (1/2)	5,6
Medidor de agua, disco	7,0	Válvula de globo	10
Medidor Venturi (**)	2,5	Válvula de pie	1,8
Reducción gradual (*)	0,2		

(*) Con base en la velocidad mayor. (**) Con base en la velocidad mayor

Fuente: (Morris & Wiley Sons, 1972)

De la ecuación:

$$h_{f_{1 \rightarrow 3}} = F \frac{Lv_3^2}{D(2g)} + \sum k_c \frac{v_3^2}{2g} + \sum k_v \frac{v_3^2}{2g} \quad (3.7)$$

$$h_{f_{1 \rightarrow 3}} = \left(\frac{v_3^2}{2g} \right) \left[F \frac{L}{D} + \sum k_c + \sum k_v \right]$$

$$h_{f_{1 \rightarrow 3}} = \left(\frac{(1,0215)^2}{19,6} \right) \left[(0,02214) \frac{89m}{0,03814m} + 2(0,9) + 10 \right]$$

$$h_{f_{1 \rightarrow 3}} = 3,3787 \text{ m}$$

Luego determinaremos la carga total neta de la bomba h_B , reemplazando los datos que tenemos hasta ahora en la ecuacion (3.3):

$$h_B = h_3 + \frac{v_3^2}{2g} + h_{f_{1 \rightarrow 3}}$$

$$h_B = 13 + \frac{(1,0215)^2}{19,6} + 3,3787$$

$$h_B = 16,432 \text{ m}$$

Finalmente regresando a la determinacion de la potencia de la Bomba, reemplazamos los datos en la ecuacion (3.1):

$$P_B(\text{hp}) = \frac{Q\rho gh_B}{746\eta} = \frac{0,001167 \frac{m^3}{s} (1000)(9,8)(16,432)}{746(0,5)}$$

$$P_B(\text{hp}) = \frac{Q\rho gh_B}{746\eta} = 0,6\text{HP}$$

Logramos obtener la potencia de la bomba que tiene un requerimiento mínimo de 0.6 HP (0,447 kW), por lo cual elegimos una bomba de agua centrifuga de 1 HP. Monoblock Serie A Modelo A1E-06M Marca: Hidrostal (Ver Figura N° 39)



Figura N° 39: Electrobomba seleccionada
Fuente: Elaboración Propia (Fabricante MEBA)

A continuación, se muestra la curva de operación de la Bomba A1E-0,6M a 60Hz (Ver Figura N°40):

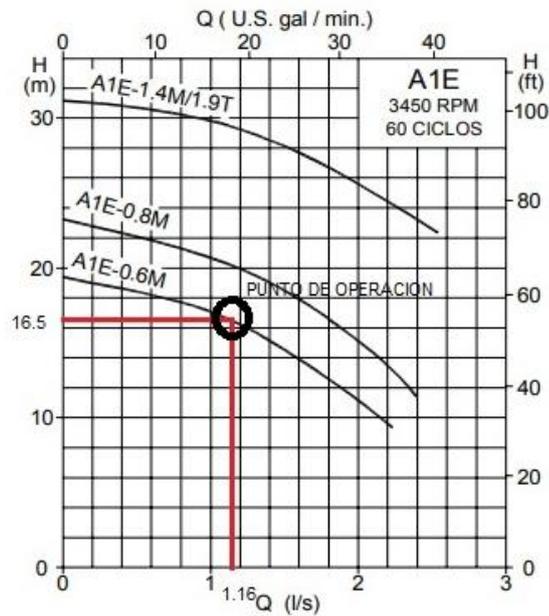


Figura N° 40: Diagrama de cargas para el cálculo de la potencia de la bomba

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 41: Electrobomba centrifuga monoblock serie A

Fuente: Manual de Usuario - Hidrostral

La Potencia eléctrica del motor eléctrico:

$$P_{\text{el-motor}} = P_{\text{mec}} / \text{eficiencia del motor} = 0.447 \text{ Kw} / 0.7 = 0.64 \text{ kW} \text{ (La eficiencia del motor eléctrico es de 70\%)}$$

En lo que se refiere al Consumo de energía en kW.h = P_{elec} de la Bomba x Horas de trabajo = $0.64 \text{ kW} \times (50 \text{ hrs}) = 32 \text{ kW-hr}$.

3.4. Subsistema Electrónico

3.4.1. Descripción de componentes Electrónico

3.4.1.1. Sensor DHT11

El sensor DHT11 es un sensor que mide la temperatura y humedad relativa, el cual nos permite el monitoreo ambiental en la agricultura que tiene otros usos más.

La comunicación es de una sola línea de pin digital con el Arduino, el cual por medio de una librería preestablecida logramos obtener el nivel de temperatura y humedad del ambiente. En la tabla N°8 se visualiza sus especificaciones técnicas (Ver Tabla N°8).

Tabla N° 8: Especificaciones Técnicas Sensor DHT11

Voltaje de Operación	3V - 5V DC
Rango de medición de temperatura	0 a 50 °C
Precisión de medición de temperatura	±2.0 °C
Resolución Temperatura	0.1°C
Rango de medición de humedad	20% a 90% RH.
Precisión de medición de humedad	5% RH.
Resolución Humedad	1% RH
Tiempo de sensado	1 seg.
Interface digital	Single-bus (bidireccional)
Modelo	DHT11
Dimensiones	16*12*5 mm
Peso	1 gr
Carcasa	Plastico Celeste

Fuente: <https://www.mouser.com/ds/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>

Este sensor (Ver Figura N° 42) se utilizará para obtener la humedad relativa del ambiente y la temperatura del ambiente, que nos servirá en las pruebas para encontrar una relación aproximada entre estas dos variables y la humedad del suelo, la cual nos permitirá mejorar el sistema poco a poco

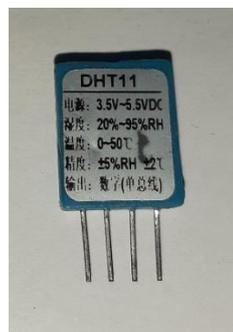


Figura N° 42: Sensor DHT11

Fuente: <https://eduboticsperu.com/tienda/modulo-sensor-de-humedad-y-temperatura-dht11/>

3.4.1.2. Sensor de Humedad de Suelo HL-69

El sensor de humedad de suelo HL-69 (Ver Figura N° 43) utiliza la conductividad del agua, este sensor consiste en dos partes, primero una placa electrónica de dos puntas que se entierra en el suelo que es una sonda YL-69 y segundo una placa de acondicionamiento de señal que acondiciona la señal recibidas por la conductividad del agua que es el módulo YL-38

Este sensor consta de dos entradas y de 4 salidas, las entradas vienen de la sonda YL-69 y de sus 4 salidas, 2 son para la alimentación que es 5v, y las otras 2, son un pin digital que compara con una referencia establecida por el programador, y el otro pin analógico indica el estado de humedad por medio del voltaje.

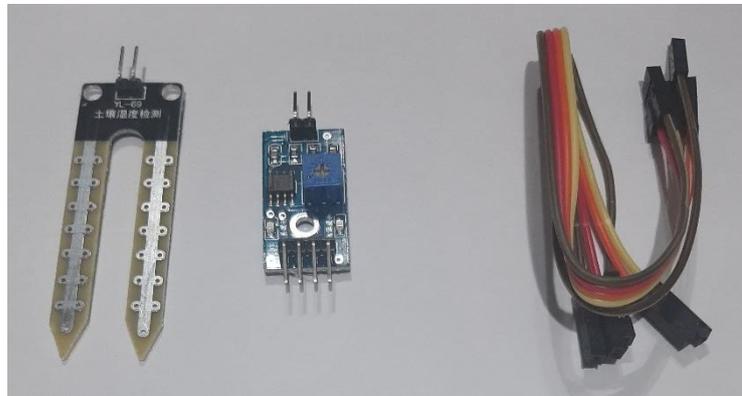


Figura N° 43: Sensor de Humedad de Suelo HL-69

Fuente: <https://eduboticsperu.com/tienda/sensor-de-humedad-del-suelo/>

Esta será la ubicación del sensor de suelo HL-69 (Ver Figura N°44), que será desde el inicio de la tubería secundaria hasta el final.

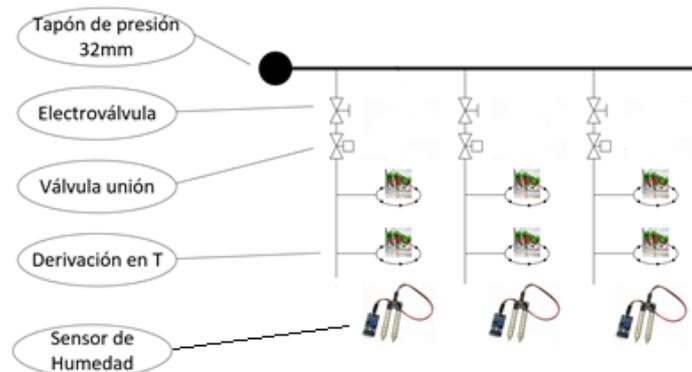


Figura N° 44: Ubicación del sensor HL-69

Fuente: Elaboración Propia

3.4.2. Placas electrónicas

3.4.2.1. Placa electrónica para el control de electroválvulas

Por lo que nuestro sistema funciona con electroválvulas de 220v, tendremos que crear una placa que nos permita abrir y cerrar las electroválvulas. Que estará compuesto de Relés y Tip32. Esta placa electrónica esta diseñada para controlar 3 electroválvulas como se logra apreciar en el esquema electrónico (Ver Figura N° 45).

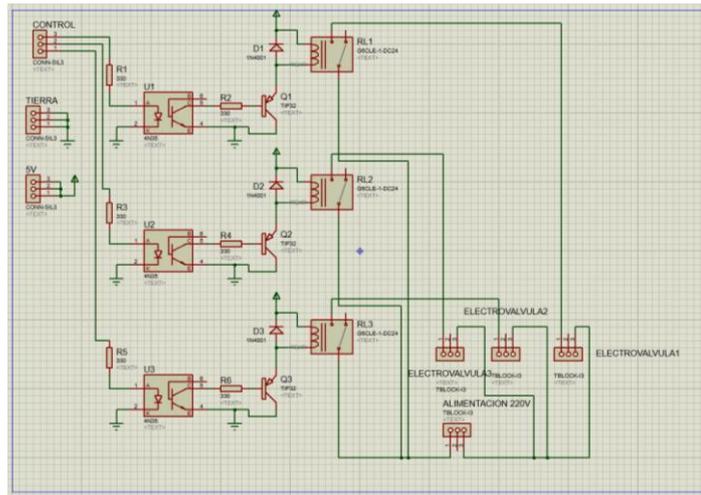


Figura N° 45: Esquema electrónico del control de Electroválvulas

Fuente: Elaboración Propia – Utilizando Proteus

Del esquema electrónico, se realizó el layout (Ver Figura N°46), el cual nos da una vista de las pistas y componentes electrónicos utilizados en la realización de esta placa.

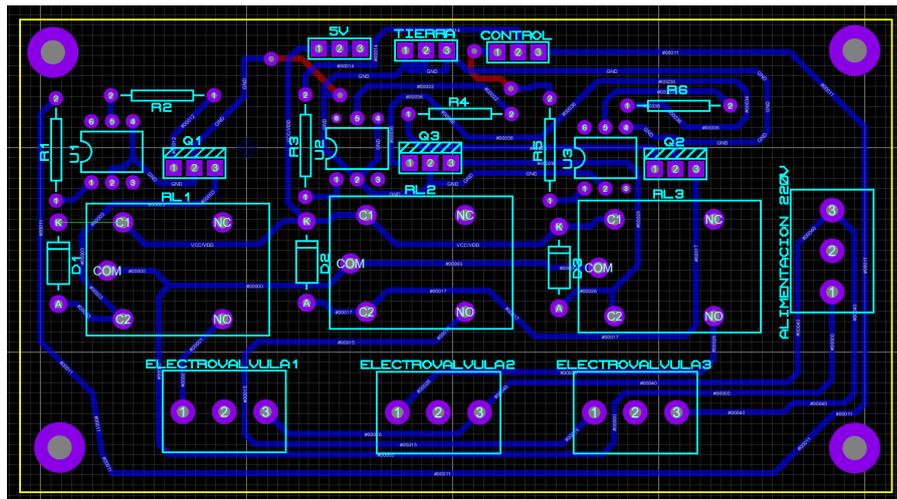


Figura N° 46: Layout Placa de control de Electroválvulas

Fuente: Elaboración Propia – Utilizando Proteus

Y Finalmente luego de la creación de layout se creó una vista en 3D de como quedara la placa después de la implementación (Ver Figura N° 47). La cual lograremos visualizar en la implementación electrónica.

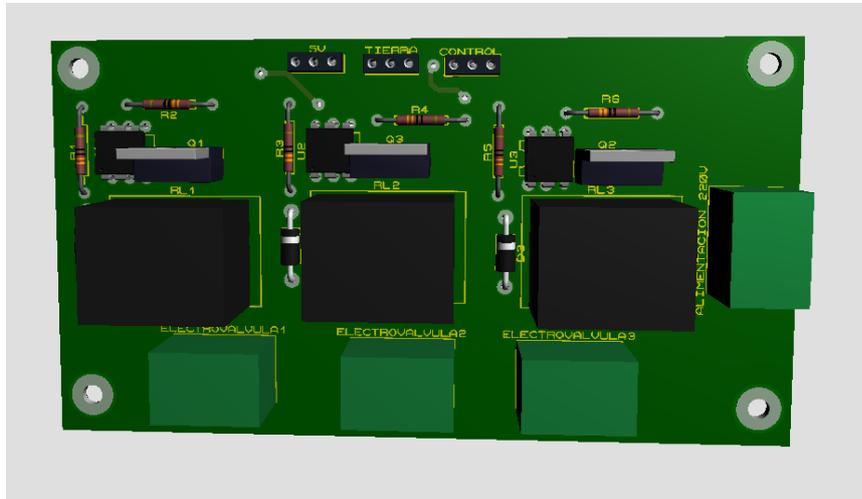


Figura N° 47: Digitalización de la placa de control de electroválvulas

Fuente: Elaboración Propia – Utilizando Proteus

3.4.2.2. Placa electrónica para visualizar en un LCD

La placa electrónica para visualizar en un LCD nos permitirá la visualización de porcentaje de humedad del ambiente, temperatura de ambiente y humedad del suelo. (Ver Figura N° 48)

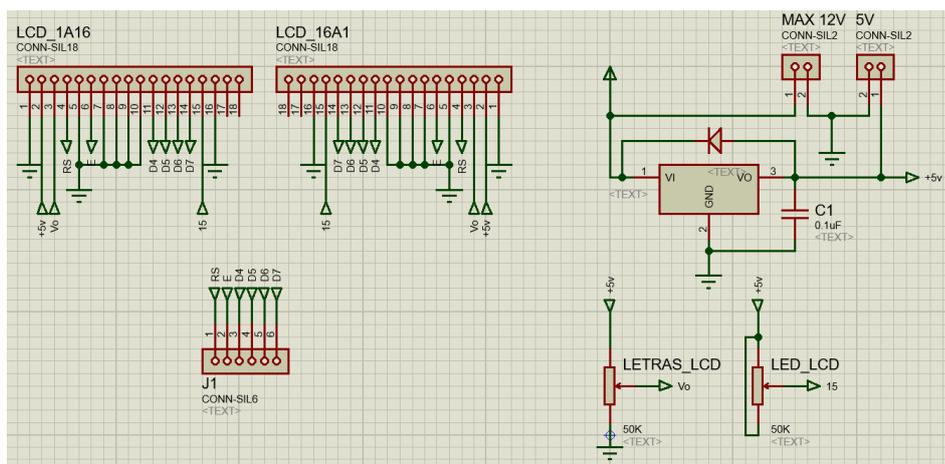


Figura N° 48: Esquema electrónico del control de Electroválvulas

Fuente: Elaboración Propia – Utilizando Proteus

Del respectivo esquema electrónico se realizó el layout (Ver Figura N°49), el cual nos da una vista de las pistas y componentes electrónicos utilizados en la realización de esta placa.

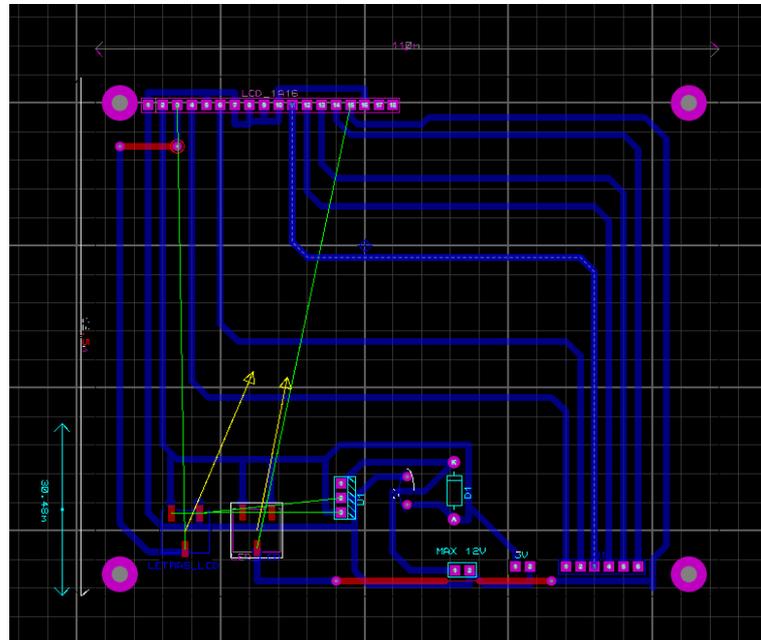


Figura N° 49: Layout Placa de control de Electroválvulas

Fuente: Elaboración Propia – Utilizando Proteus

Y Finalmente luego de la creación de layout se creó una vista en 3D de como quedara la placa después de la implementación (Ver Figura N°50). La cual lograremos visualizar en la implementación electrónica.

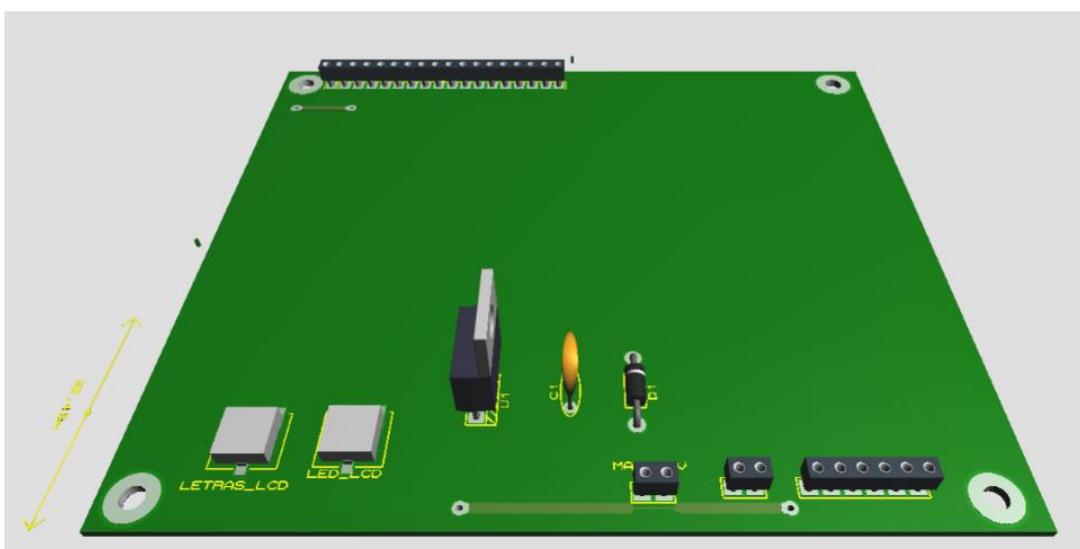


Figura N° 50: Digitalización de la placa de control de electroválvulas

Fuente: Elaboración Propia – Utilizando Proteus

3.4.2.3. Placa electrónica fuente de 5v

La placa electrónica fuente de 5v, será usada para regular el voltaje de 220v que se mandará en el inicio y final de las líneas de riego, esta placa dará alimentación a los sensores de humedad YL-69 y el sensor de temperatura y humedad DHT 11. El cual consta principalmente del regulador 7805 en cual se realizó un proceso de filtrado para evitar el ruido eléctrico como se aprecia en el esquema electrónico (Ver Figura N° 51)

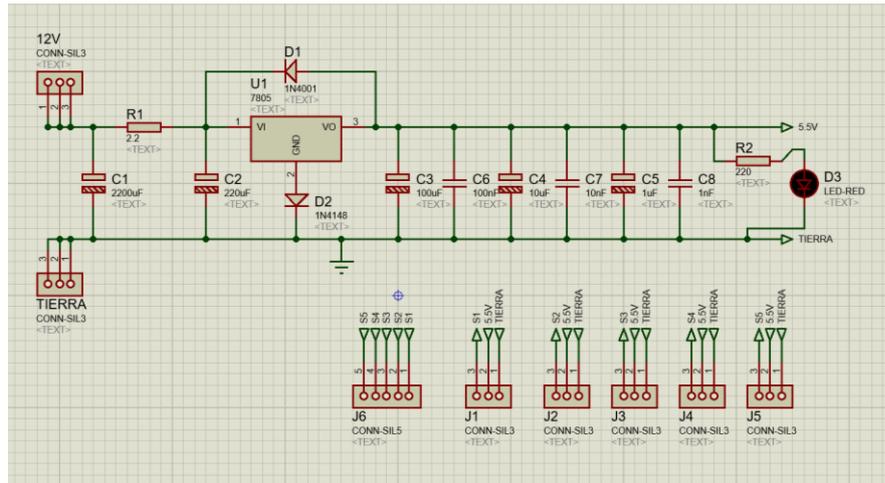


Figura N° 51: Esquema electrónico del control de Electroválvulas

Fuente: Elaboración Propia – Utilizando Proteus

Del respectivo esquema electrónico se realizó el layout (Ver Figura N°52), el cual nos da una vista de las pistas y componentes electrónicos utilizados en la realización de esta placa.

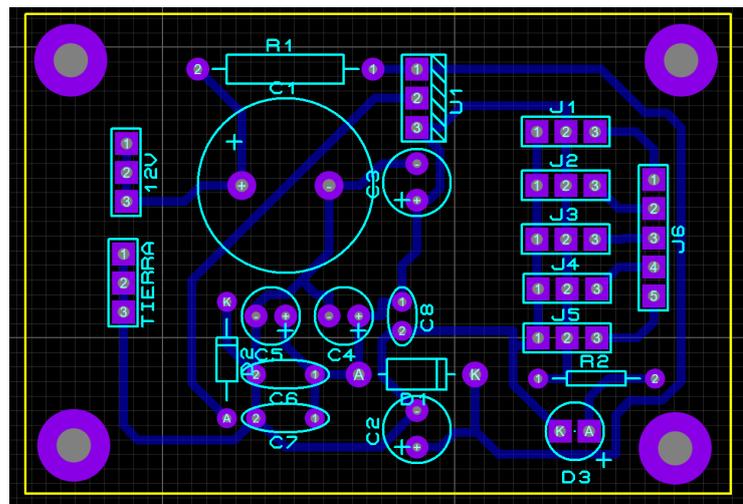


Figura N° 52: Layout Placa de Fuente de 5v

Fuente: Elaboración Propia – Utilizando Proteus

Y Finalmente luego de la creación de layout se creó una vista en 3D de como quedara la placa después de la implementación (Ver Figura N°53).

La cual lograremos visualizar en el apartado posterior que es la implementación electrónica.

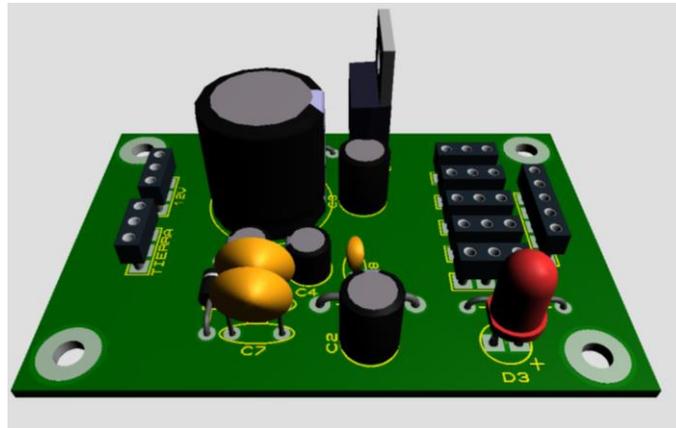


Figura N° 53: Digitalización de la placa de control de electroválvulas
Fuente: Elaboración Propia – Utilizando Proteus

3.5. Programación del Sistema

La programación del sistema fue descrita en dos partes, la primera que es la programación en Visual Studio y la segunda que es la parte de la programación en Arduino.

3.5.1. Descripción de la Programación en Visual Studio

En esta parte se programará con la plataforma de Visual Studio. A continuación, se muestra la interfaz general del control del cultivo de Durazno (Ver Figura N° 54).



Figura N° 54: Interfaz General del Control del cultivo de Durazno
Fuente: Elaboración Propia

En la cual observamos que la interfaz estará dividida en tres partes, la primera parte es de Comunicación, la cual nos permitirá la visualización de los puertos COM mediante un ComboBox y tendrá dos botones uno para conectar y el otro para desconectar la comunicación con el Arduino y un Label que nos dirá si el puerto está Conectado o Desconectado (Ver Figura N° 55).



Figura N° 55: Interfaz Comunicación

Fuente: Elaboración Propia

En caso de no tener ningún puerto conectado, por causa de una desconexión o un error del sistema se visualizará un mensaje como se observa en la Figura N° 56.

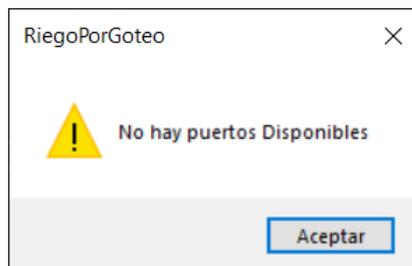


Figura N° 56: Mensaje de Puertos no disponibles

Fuente: Elaboración Propia

La segunda parte es la visualización de la temperatura y humedad del Sensor DHT11 (Ver Figura N°57).

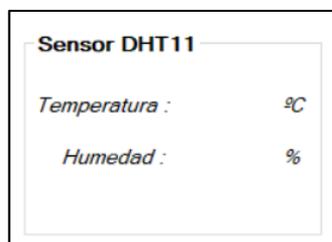


Figura N° 57: Interfaz Sensor DHT11

Fuente: Elaboración Propia

La tercera parte es la distribución de las líneas de riego (Ver Figura N° 58), donde tenemos 10 líneas donde cada línea está conectada a un sensor de humedad de tierra, donde cada sensor controlara 2 líneas del terreno, debido a que la capacidad de entradas analógicas del Arduino Mega es limitada, y no alcanzaría si se dispone de un sensor para cada línea.

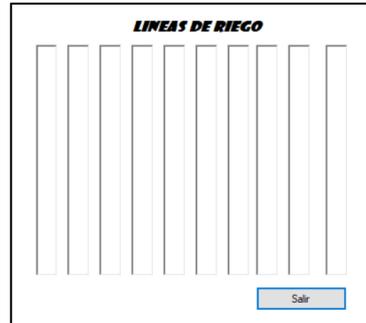


Figura N° 58: Interfaz Sensor DHT11

Fuente: Elaboración Propia

3.5.2. Descripción de la Programación en Arduino

En esta parte se programará en la plataforma de Arduino que será dividida en tres partes, la primera parte es la programación de la pantalla LCD de 20x4 (Ver Figura N°59), que mostrara la temperatura y el porcentaje de humedad.

```

RiegoGoteo $
#include <DHT.h>
#define DHTPIN 2 // Se selecciona el pin en el que se conectara
#define DHTTYPE DHT11 // Se selecciona el tipo de DHT (DHT11, DHT22)
#include <LiquidCrystal.h>

//LiquidCrystal lcd(E, RS, D4, D5, D6, D7);
LiquidCrystal lcd(7, 8, 9, 10, 11, 12);

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
String t1;
String h1;
int dato;

void setup() {

  Serial.begin(9600); //Se inicia la comunicacion Serial
  dht.begin(); //Se inicia el sensor

  lcd.begin(20,4);
  // Escribimos el Mensaje en el LCD
  lcd.print("Sistema Automatizado");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(" Riego por Goteo");
  lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print("Temperatura:");
  lcd.setCursor(0,3);
  lcd.print("Humedad:");
}

  lcd.setCursor(13, 2);
  // Escribimos el número de segundos transcurridos
  lcd.print(t,0);
  lcd.print(" C");
  delay(100);
  lcd.setCursor(13, 3);
  // Escribimos el número de segundos transcurridos
  lcd.print(h-100,0);
  lcd.print(" %");
  delay(100);
}
  
```

Figura N° 59: Programación Arduino LCD 20x4

Fuente: Elaboración Propia – Usando el Compilador de Arduino

En la segunda parte corresponde a la comunicación del Arduino con el sensor DHT11, para lograr la visualización de la temperatura y la humedad del suelo tanto en la pantalla LCD como en la interfaz creada en Visual Studio (Ver Figura N°60).

```
void loop() {  
  
    float t = dht.readTemperature(); //Se lee la temperatura  
    //Se imprimen las variables  
    t1 = String(t); // Se envian los datos como string  
    Serial.println(t1); // Se envia la lectura del sensor de Temperatura  
    delay(10); // El dato se envia cada 10 milisegundos  
  
    float h = dht.readHumidity() + 100; //Se lee la humedad  
    //Se imprimen las variables  
    h1 = String(h); // Se envian los datos como string  
    Serial.println(h1); // Se envia la lectura del sensor de Humedad  
    delay(10); // El dato se envia cada 10 milisegundos  
  
    lcd.setCursor(13, 2);  
    // Escribimos el número de segundos transcurridos|  
    lcd.print(t,0);  
    lcd.print(" 'C");  
    delay(100);  
    lcd.setCursor(13, 3);  
    // Escribimos el número de segundos transcurridos  
    lcd.print(h-100,0);  
    lcd.print(" %");  
    delay(100);  
}
```

Figura N° 60: Programación para DHT11

Fuente: Elaboración Propia – Usando el Compilador de Arduino

Y la tercera parte corresponde a la programación de los sensores de humedad de suelo que son un total de 10 (Ver Figura N°61), que comunicaremos con la interfaz de Visual Studio que mostrara en rojo cuando la humedad este en menos de 40% y en verde cuando la humedad este entre el rango de 40% y 70% (Ver Figura N°62), se dejara dos imágenes para entender esta parte pero se vera la programación completa en los Anexos.

```

int Shumedad1 = analogRead(A0);
pinMode(ledPIN1, OUTPUT); //Definir Pin como salida
int Shumedad2 = analogRead(A1);
pinMode(ledPIN2, OUTPUT); //Definir Pin como salida
int Shumedad3 = analogRead(A2);
pinMode(ledPIN3, OUTPUT); //Definir Pin como salida
int Shumedad4 = analogRead(A3);
pinMode(ledPIN4, OUTPUT); //Definir Pin como salida
int Shumedad5 = analogRead(A4);
pinMode(ledPIN5, OUTPUT); //Definir Pin como salida
int Shumedad6 = analogRead(A5);
pinMode(ledPIN6, OUTPUT); //Definir Pin como salida
int Shumedad7 = analogRead(A6);
pinMode(ledPIN7, OUTPUT); //Definir Pin como salida
int Shumedad8 = analogRead(A7);
pinMode(ledPIN8, OUTPUT); //Definir Pin como salida
int Shumedad9 = analogRead(A8);
pinMode(ledPIN9, OUTPUT); //Definir Pin como salida
int Shumedad10 = analogRead(A9);
pinMode(ledPIN10, OUTPUT); //Definir Pin como salida

delay(1000);
// Convirtiendo a Porcentaje
int Shumedad1Porcentaje = map(Shumedad1, 1023, 0, 0, 100);
int Shumedad2Porcentaje = map(Shumedad2, 1023, 0, 0, 100);
int Shumedad3Porcentaje = map(Shumedad3, 1023, 0, 0, 100);
int Shumedad4Porcentaje = map(Shumedad4, 1023, 0, 0, 100);
int Shumedad5Porcentaje = map(Shumedad5, 1023, 0, 0, 100);
int Shumedad6Porcentaje = map(Shumedad6, 1023, 0, 0, 100);
int Shumedad7Porcentaje = map(Shumedad7, 1023, 0, 0, 100);

```

Figura N° 61: Programación para Sensor de Humedad de Suelo HL-69

Fuente: Elaboración Propia

```

if (Shumedad1Porcentaje < 40)
{
digitalWrite(ledPIN1, HIGH);
delay(10);
}
else (Shumedad1Porcentaje > 70)
{
digitalWrite(ledPIN1, LOW);
delay(10);
}

if (Shumedad2Porcentaje < 40)
{
digitalWrite(ledPIN2, HIGH);
delay(10);
}
else (Shumedad2Porcentaje > 70)
{
digitalWrite(ledPIN2, LOW);
delay(10);
}

if (Shumedad3Porcentaje < 40)
{
digitalWrite(ledPIN3, HIGH);
delay(10);
}

```

Figura N° 62: Programación para el Control de Rango de Humedad

Fuente: Elaboración Propia

3.6. Implementación del Subsistema Mecánico

En esta parte se visualiza las conexiones que se realizaron a árboles, las tuberías secundarias, derivaciones en T y sus goteros (Ver Figura N° 63).



Figura N° 63: Conexión de Tuberías

Fuente: Elaboración Propia – Fundo DonCato

3.7. Implementación del Subsistema Eléctrico

El agua puede ser extraída de dos canales de regadío como vemos en la Figura N° 64, donde el agua pasa de manera regular por cada subcanal del gran número de campesinos de esta zona del distritito de Asia. Se conectó la bomba de agua centrífuga de 1HP a uno de los canales para realizar las pruebas respectivas.



Figura N° 64: Bomba eléctrica extrayendo agua del canal

Fuente: Elaboración Propia – Fundo DonCato

3.8. Implementación del Subsistema Electrónico

En esta parte de visualizar, la implementación de las distintas placas que se realizaron en el subsistema electrónico.

Se implemento la placa de control de electroválvulas de la Figura N°66, y nos quedó de manera muy similar, esto se integrará con las electroválvulas y lograr controlar el paso de agua del sistema de riego. (Ver Figura N°65)



Figura N° 65: Implementación de Placa Electrónica para Electroválvulas

Fuente: Elaboración Propia

Luego se implementó la placa electrónica de visualización para LCD que su digitalización que está en la Figura N° 66, y nos quedó de manera similar, esta placa implementada nos servirá para visualizar la temperatura, humedad del ambiente y la humedad del suelo (Ver Figura N°67).



Figura N° 66: Implementación de Placa Electrónica para LCD

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 67: Placa implementada con LCD de 20x4

Fuente: Elaboración Propia

Y finalmente se implementó la placa electrónica fuente 5v, y nos quedó de manera similar, la cual alimentara a los sensores de humedad YL-69 y el sensor de temperatura y humedad DHT 11. (Ver Figura N° 68)

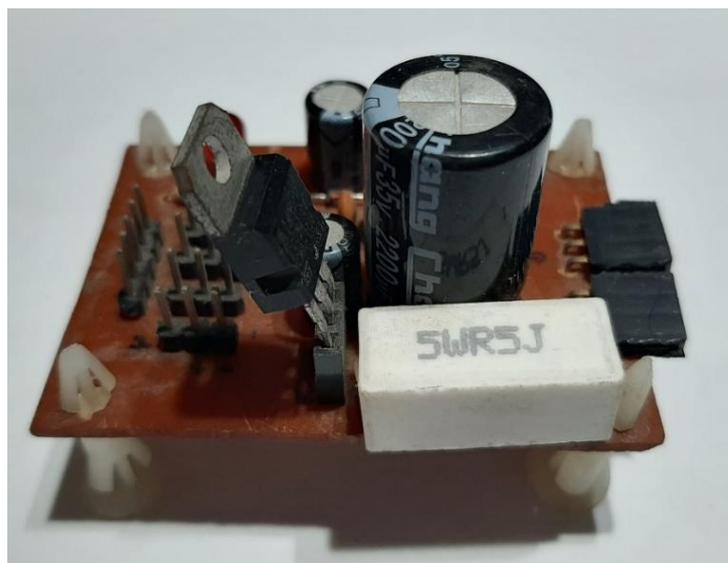


Figura N° 68: Implementación de placa electrónica 5v

Fuente: Elaboración Propia

3.9. Implementación de la programación

En este apartado observamos, lo que se visualizara con el software de Visual Studio. En esta parte de la comunicación respectiva con los puertos, la temperatura y la humedad del ambiente por medio del sensor DHT11, y en las líneas de riego se verán de color rojo o verde dependiendo el rango de porcentaje de humedad en el que se encuentra por medio de los sensores de humedad de suelo HL-69 (Ver Figura N° 69).



Figura N° 69: Interfaz Control del Cultivo de Durazno

Fuente: Elaboración Propia

3.10. Análisis económico

En este apartado se hará un detalle sucinto de la parte económica de los gastos invertidos en el proyecto para una hectárea de terreno de cultivo, haciendo un comparativo de los gastos ocasionados por goteo versus riego por surcos en lo que se refiere a los costos, beneficios y la rentabilidad entre ambas opciones.

En la conducción de agua de sistemas de riego por surcos, comparado con el sistema de riego por goteo, para un metro cubico de agua que llega del pozo que alimenta la zona, las pérdidas de agua ocasionadas desde que el agua entra a la zona de cultivo hasta que llega al sitio a ser irrigado es del 94%. La diferencia se da debido a que el agua para riego por goteo se conduce por tubos, a diferencia del sistema por surcos, donde el agua a lo largo de su recorrido es transportada a través de hendiduras que se hacen a la tierra a lo largo de su recorrido, no siendo conveniente para plantas de tallo alto ya que se genera un exceso de humedad a lo largo de todo su recorrido produciendo maleza innecesaria en la que se hace gastos inútiles en utilizar el agua en toda la trayectoria de los surcos, teniéndose que gastar en pesticidas para eliminar la maleza.

Tabla N° 9: Comparación de las dos tecnologías de riego consideradas en el estudio

Variables	Riego por goteo	Riego por surcos
Eficiencia de riego	Alto	Bajo
Costo de inversión, operación y mantenimiento del sistema de riego	Alto	Bajo
Rentabilidad	Alta	Baja
Desarrollo Sostenible	Alto	Bajo
Consumo de agua	Bajo	Alto
Mano de obra	Baja	Alta
Fertirriego	Si	No
Maleza y enfermedades foliares	Baja presencia	Alta presencia
Adaptación a superficie irregular	Alta	Baja

Fuente: Elaboración propia

Es necesario tener bien claro que en toda inversión económica se debe garantizar un mejor uso de los bienes y recursos en toda la actividad agrícola. Nuestro objetivo

principal es utilizar los recursos escasos, a usos apropiados y eficientes de los factores productivos para la agricultura de la zona de La Isla - Asia.

Tabla N° 10: Gastos del Sistema de riego por goteo automatizado – No Incluye Mano de Obra

Cant.	Descripcion	P. Unit	Importe
1	Rollo Mang Pol 1` x 100 mts	S/ 135.00	S/ 135.00
4	Rollos Mang Pol 16mm x 500 mts	S/ 120.00	S/ 480.00
1	Rollos Mang Pol 16mm x 100 mts	S/ 25.00	S/ 25.00
2000	Goteros Autocompensante	S/ 0.28	S/ 560.00
20	Valvula Union 16mm	S/ 2.00	S/ 40.00
20	Conector Inicial 16 mm	S/ 0.33	S/ 6.60
20	Tapon 16 mm	S/ 0.40	S/ 8.00
1	Tapon 1`	S/ 3.50	S/ 3.50
5	Union 16mm	S/ 0.30	S/ 1.50
800	Derivación en T de 16mm	S/ 0.32	S/ 256.00
20	Toma Hembra de 1/2 Pulgada	S/ 2.00	S/ 40.00
1	Sensor DHT11	S/ 9.00	S/ 9.00
10	Sensor de Humedad de Suelo HL-69	S/ 7.00	S/ 70.00
10	Electrovalvula 16mm	S/ 18.00	S/ 180.00
1	Bomba Periferica	S/ 550.00	S/ 550.00
Total			S/ 2,364.60

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1. Pruebas de Funcionamiento

4.1.1. Pruebas de Funcionamiento del Sistema propuesto

En las pruebas del sistema, la cual comprende el subsistema mecánico, subsistema eléctrico, subsistema electrónico y programación del sistema, logramos obtener las lecturas tanto en la placa electrónica de visualización en el LCD como el monitor o pantalla seleccionada para visualizar por medio de la plataforma de Visual Studio. Donde inicialmente tuvimos fallas por cables mal conectados, fuentes que se desconectaron, pero que luego fueron corregidos, y se logró que el sistema funcionara correctamente.

Logrando controlar el nivel de humedad del suelo para que se mantenga entre un rango de 40% a 70% para así lograr que los árboles de durazno, mantengan una humedad que logre un correcto desarrollo (Ver Figura N°70).

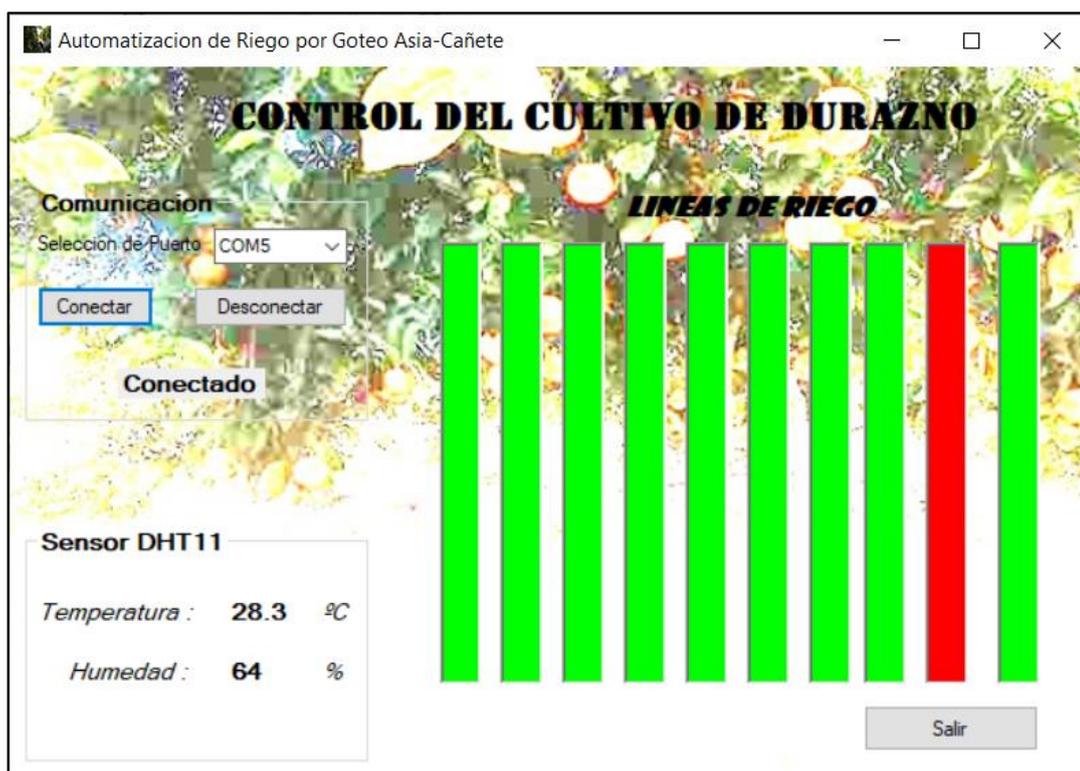


Figura N° 70: Interfaz en Funcionamiento

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Pruebas de lectura de sensores

4.2.1. Lectura con el sensor DHT11

Este sensor nos dio mediciones de la temperatura y humedad relativa del ambiente, brindándonos información con respecto a la necesidad de agua con respecto a esas variables, que fueron de gran ayuda para la mejora del sistema. En la figura se visualiza todas las líneas están con más del 70% de humedad y se visualizan de color verde (Ver Figura N°71).

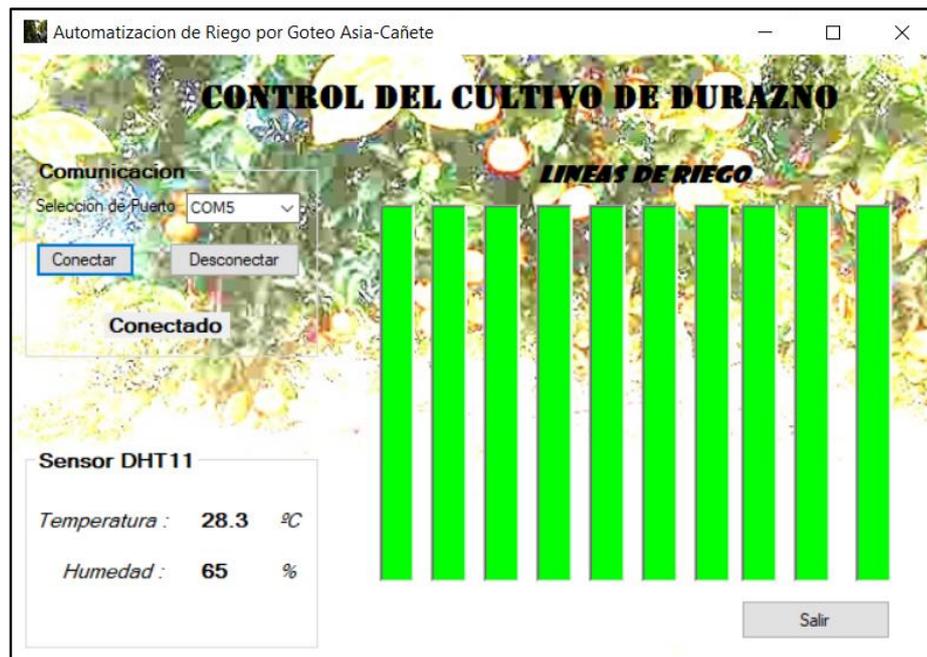


Figura N° 71: Interfaz en Funcionamiento con nivel de humedad optimo

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Lectura con el sensor de humedad HL-69

Este sensor de humedad es prácticamente el corazón del sistema ya que este en esencia nos brinda la humedad del suelo, y si falla, como falló en las pruebas por malas conexiones, el sistema colapso y no tiene manera de cómo controlar el nivel del agua. Y finalmente se logra visualizar la interfaz en funcionamiento junto con la placa LCD para visualizar el sistema (Ver Figura N°72).

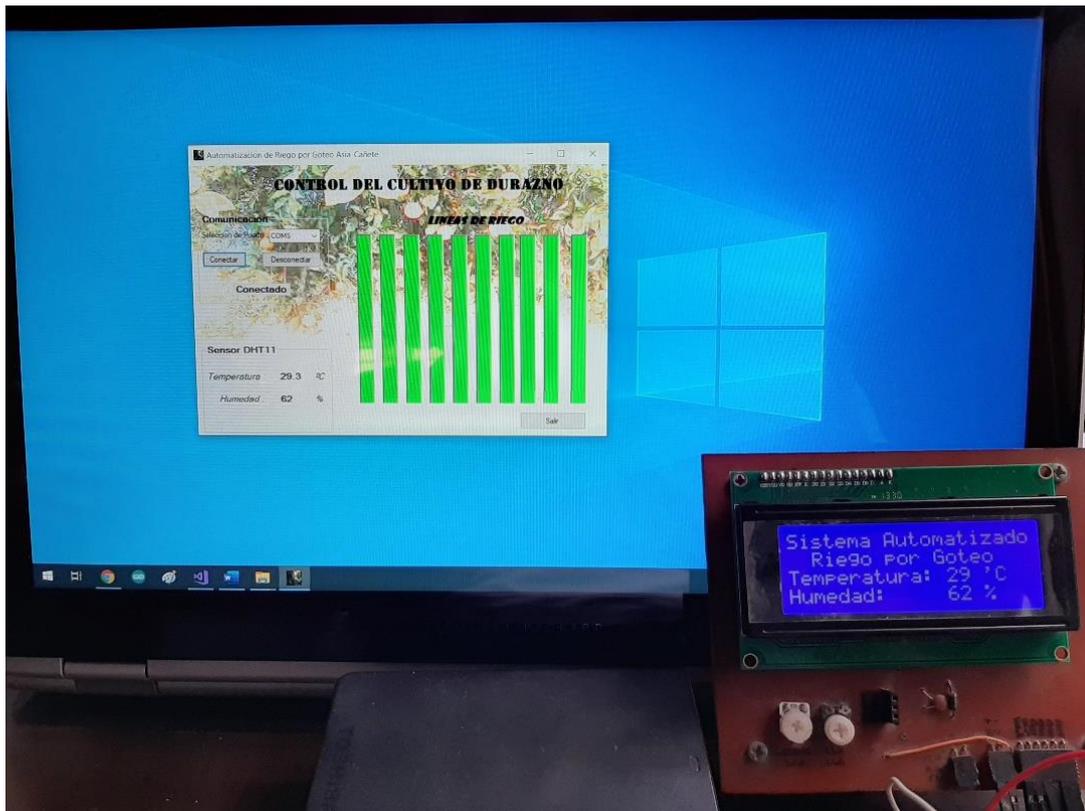


Figura N° 72: Interfaz En Funcionamiento con Placa LCD

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Resultados del estudio de la tesis

En esta parte de la tesis mostraremos los resultados de las 3 hipótesis planteadas en la investigación con su respectiva validación.

4.3.1. Resultados de la Primera Hipótesis

Los resultados de la primera hipótesis que corresponde a la influencia del diseño e implementación del control automatizado del sistema eficiente de riego de agua por goteo en la productividad del cultivo de durazno en el Anexo La Isla en el distrito de Asia - Cañete.

Con la implementación del control automatizado del sistema de riego de agua por goteo, se hicieron las comparaciones, en contraste con el riego por surco en la producción de durazno huayco en el año 2018-2019, dando los siguientes resultados (Ver Tabla N° 11):

Tabla N° 11: Resumen comparativo de la producción de durazno huayco por la técnica de riego por surco y de riego controlado de forma automatizada por goteo

Producción de Durazno Huayco en el periodo Julio 2017 - Febrero 2018	Producción de Durazno Huayco en el periodo Julio 2018 - Febrero 2019
Técnica: Riego por Surco	Técnica: Control automatizado de Riego por goteo
10 Toneladas de Durazno Huayco	15 Toneladas de Durazno Huayco

Fuente: Elaboración Propia

Con la aplicación del riego de agua por goteo, no solo se produjo mayor cantidad de durazno huayco, sino también se percibió que el tamaño promedio del durazno fue mucho más grande que el que correspondía al riego por surco, lo que permitió mayores utilidades ya que los duraznos cuanto mayor tamaño son clasificados con un mayor precio en el mercado correspondiente.

Para contrastar la hipótesis o prueba de significación se compararon los siguientes resultados que se muestran en la hipótesis 1: El diseño e implementación del control automatizado del sistema eficiente de riego de agua por goteo contribuye significativamente en la productividad del cultivo de durazno en el Anexo La Isla en el distrito de Asia Cañete (Ver Figura N° 73).

De la Tabla N°4 se determinó que la producción es 50% mayor con riego de agua por goteo con respecto al riego por surco, es decir, se acepta la Hipótesis propuesta, como probablemente cierta.



Figura N° 73: Cosecha de Durazno
Fuente: Elaboración Propia – Fundo DonCato

4.3.2. Resultados de la Segunda Hipótesis

Los resultados de la segunda hipótesis que es la influencia del diseño e implementación del control automatizado del sistema eficiente de riego de agua por goteo en la disponibilidad del recurso hídrico en el cultivo de durazno en el Anexo la Isla en el distrito de la Isla – Asia, Cañete, se establece lo siguiente:

En la Comunidad Campesina de Asia, los regantes no tenían los conocimientos pertinentes de poder conocer en términos de volumen la cantidad de agua que utilizaban en sus chacras respectivas al hacer el riego por surcos.

Su conocimiento al respecto era por cantidad de horas que surtía el pozo de la Comunidad Campesina y que para una hectárea era de aproximadamente 4 horas, con un caudal de 1m/s, con 713,347m³ utilizándose para ello el riego del durazno huayco por surco en el periodo de Julio 2017- a Febrero 2018, la siguiente cantidad de agua:

Tabla N° 12: Consumo de agua de riego por surcos

Mes	N° de riegos por mes	N° de Horas de riegos por vez	N° de metros cúbicos
Julio	1	4	713,347
Agosto	1	4	713,347
Setiembre	1	4	713,347
Octubre	-	-	-
Noviembre	2	8	1426,694
Diciembre	3	12	2140,041
Enero	3	12	2140,041
Febrero	2	8	1426,694
Marzo		-	
Abril	-	-	
Mayo	-	-	
Junio	-	-	
Total			3566,735

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la Tabla N° 12, en esta situación el uso del agua por todo el periodo de riego por surco demanda una alta cantidad de agua de 9273,511 m³ por cada hectárea de terreno de cultivo, que en muchos casos los terrenos de cultivo son sobre mojados y generando alta cantidad de maleza, este mal uso del recurso hídrico afecta gravemente a la zona en términos de supervivencia, en términos de economía del recurso hídrico, generando gastos en pesticidas, generando la sobreexplotación de este recurso afectando la napa freática y a futuro generar sequía en la zona en términos de desarrollo sostenible, en el mismo sentido generando que la napa freática de toda la zona del Anexo de La Isla decaiga fuertemente, por la alta cantidad de comuneros que no hacen un buen uso de este valioso recurso hídrico. En contraste al utilizar un sistema eficiente de riego de agua por goteo controlado, se ha establecido un consumo de agua a través de esta técnica para una hectárea de terreno de cultivo, de un volumen total de agua de 478400 litros por todo el periodo de riego, equivalente a 478,4 m³ de agua por hectárea en promedio. En concreto, se puede determinar que hay una diferencia muy grande en la aplicación del riego por surco y por goteo con control automatizado, como se muestra en la Tabla adjunta:

Tabla N° 13: Resumen de resultados comparativos del consumo de agua por riego surco y por riego controlado de forma automatizada por goteo

Consumo de agua para la producción de Durazno Huayco en el periodo Julio 2017 - Febrero 2018		Consumo de agua para la producción de Durazno Huayco en el periodo Julio 2018 - Febrero 2019	
Técnica: Riego por Surco para una hectárea		Técnica: Control automatizado de Riego por goteo para una hectárea	
Litros	m ³	Litros	m ³
9273511	9273,511	478400	478,4

Fuente: Elaboración Propia

Como se aprecia, el ahorro del recurso hídrico es sustancialmente beneficioso para el cuidado del medio ambiente y desarrollo sostenible, lo que permite beneficiar a las generaciones futuras.

Para contrastar la hipótesis o prueba de significación se compararon los siguientes resultados que se muestran en la hipótesis 2:

El diseño e implementación del control automatizado del riego eficiente de agua por goteo contribuye significativamente en la disponibilidad del recurso hídrico en el Anexo La Isla en el distrito de Asia Cañete. De la Tabla N° 11 se determina que el consumo de agua de riego por goteo es el 5,16% con respecto al riego por surco, es decir, se acepta la Hipótesis propuesta, como probablemente cierta.

4.3.3. Resultados de la Tercera Hipótesis

Los resultados de la tercera hipótesis que es la influencia del diseño de la interfaz en Visual Studio para controlar y visualizar el funcionamiento en tiempo real de los sensores y electroválvulas del sistema de riego de agua por goteo automatizado en la optimización del tiempo de trabajo del agricultor en la producción del durazno en el Anexo la Isla del distrito de la Isla – Asia, Cañete.

Con este sistema eficiente de monitoreo automatizado, lo que se logro fue que al agricultor optimice su tiempo de trabajo de riego, ya que su terreno de cultivo tiene autonomía debido al uso de la interfaz, permitiendo además ahorro económico al no prescindir el uso de personal en colocar pesticidas a lo largo de los surcos de agua por la aparición de mala hierbas y el pago de trabajador extra que tienen que quitar la mala hierba, en el mismo sentido hubo ahorro económico en contratar un personal para realizar el riego. Del mismo modo, la facilidad de horario de riego, que le permitirá elegir el horario de riego que desee, sin depender del horario que le brinde la comunidad al regante, dado que según Rol, daban turnos de riego a las 2 am, 3 am etc, siendo estos de madrugada exponiendo a los agricultores regantes a caídas por falta de visualización nocturna ya que utilizan solo ,internas de mano a la vez con sus respectivas lampas de trabajo, accidentes que han sucedido en el terreno, como ya ha pasado con muchos agricultores de la zona, que pertenecen a la tercera edad, por ahorrar dinero en pagar el costo del riego que aproximadamente por 4 horas es de 70 soles, se han expuesto a fracturas debido a su edad que en muchos casos la recuperación de su salud no se pudo dar. Se muestra a continuación la Tabla 12 con las comparaciones respectivas:

Tabla N° 14: Resumen de resultados comparativos del costo por tiempo en el periodo de riego por surco y por riego controlado de forma automatizada por goteo

Actividad	Costo de mantenimiento(soles) en todo el periodo de riego (7meses)	
	Por surco	Por goteo
Costo por realizar el riego (52 horas)	910	-
Costo por limpieza de maleza (cada 2 meses)	700	200
Costo por colocar herbicida (Cada 2 meses)	400	-

Costo del herbicida (Para todo el periodo son 16 litros)	400	-
Costo total	2410	200

Fuente: Elaboración Propia

Al realizar el riego de agua por goteo, estimando solo costos por tiempo de riego, tiempo de trabajo en limpiar la maleza, tiempo por colocar herbicida en el terreno y el costo mismo del herbicida, se hizo la comparación respectiva donde se establece que el agricultor gastaría solo el 8,26% con este sistema de riego por goteo en comparación con el riego por surco, por lo cual, se acepta la Hipótesis propuesta, como probablemente cierta.

CONCLUSIONES

De los resultados y discusiones se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Se comprobó que el diseño e implementación del sistema de control automatizado del riego de agua por goteo contribuye significativamente en la productividad del cultivo de durazno, en la que, se determinó que la producción es 50% mayor con riego por goteo con respecto al riego por surco.
2. Se comprobó que el diseño e implementación del sistema de control automatizado del riego de agua por goteo contribuye significativamente en la disponibilidad del recurso hídrico en el Anexo La Isla en el distrito de Asia Cañete, en la que se determinó que el consumo de agua de riego por goteo es menos del 5% con respecto al riego por surco.
3. Se comprobó que el diseño de la interfaz en Visual Studio para controlar y visualizar el funcionamiento en tiempo real de los sensores y electroválvulas del sistema de riego de agua por goteo automatizado influye significativamente en la optimización del tiempo de trabajo del agricultor como consecuencia en la economía en la producción del durazno en el distrito de la Isla – Asia, Cañete, en el que se determinó debido a este diseño un gasto de 8,26% con respecto al gasto de riego por surco, debido a la optimización del tiempo que el agricultor dedica a su terreno de cultivo en consecuencia realiza un gasto muy bajo comparativamente. Es esta una de las razones, de que los agricultores de esta zona perciben muy pocas ganancias y en algunos casos pérdidas en su producción.
4. Si bien los gastos de inversión del sistema de riego de agua por goteo son relativamente altos, estos gastos de inversión, solo son fijos para un periodo aproximado de 20 años, lo que de todas maneras beneficia al agricultor y prioritariamente se protege la tierra de pesticidas, se economiza fuertemente el agua como líquido vital, contribuyendo al desarrollo sostenible y cuidado del medio ambiente del hogar que nos alberga que es nuestro Planeta Tierra.

RECOMENDACIONES

Se recomienda para futuros proyectos agrícolas similares a este sistema de riego de agua por goteo implementar el uso fuentes de energías renovables como la energía solar y la energía eólica.

Se recomienda el uso de tecnologías inalámbricas que faciliten la recepción de datos al microcontrolador, que reducirá la cantidad de cableados que pueda tener este sistema. Su implementación permitiría mayor rapidez de instalación en mayores áreas de terreno.

Se recomienda el uso de diferentes softwares de interfaz gráfica, que permitan un mayor control para los agricultores del lugar.

Se recomienda ampliar el número de tanques o capacidad de almacenamiento para lograr menos tiempo de riego en el sistema.

Se recomienda buscar una mejor forma de distribuir los sensores y electroválvulas para un mejor control del sistema de riego por goteo.

Se recomienda implementar un sensor de color, el cual permita darnos cuenta por el color de la hoja cuando el árbol pueda necesitar de agua, así por medio de ese dato lograr complementar con el sensor de humedad de suelo, y así lograr tener un mejor control del sistema, ya que muchos agricultores experimentados logran darse cuenta que su cultivo necesita agua por medio de dicho factor.

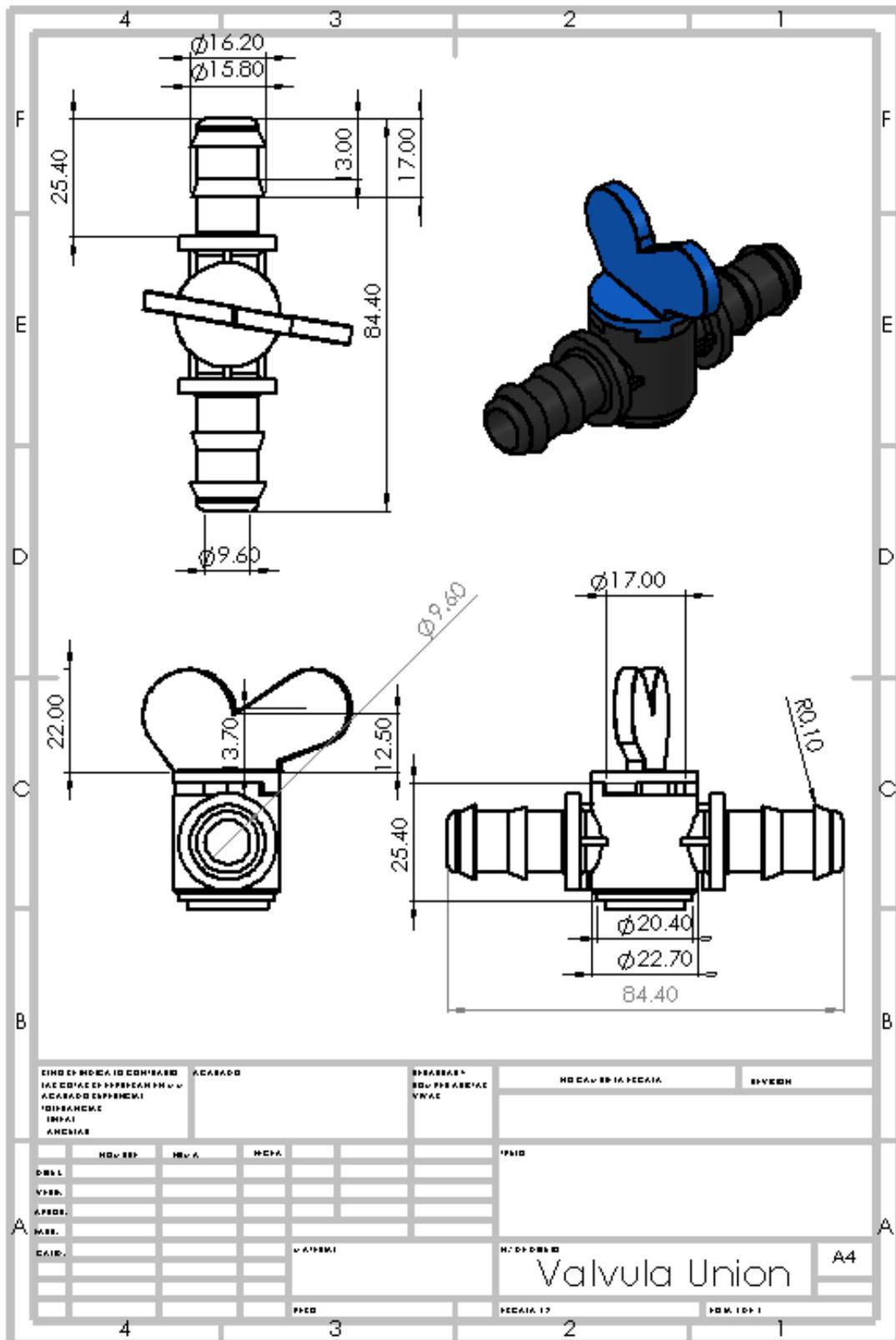
Se recomienda implementar sistemas con inteligencia artificial, para que puedan darse cuenta por medio fotográfico si el cultivo requiere de algún nutriente o necesidad de agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

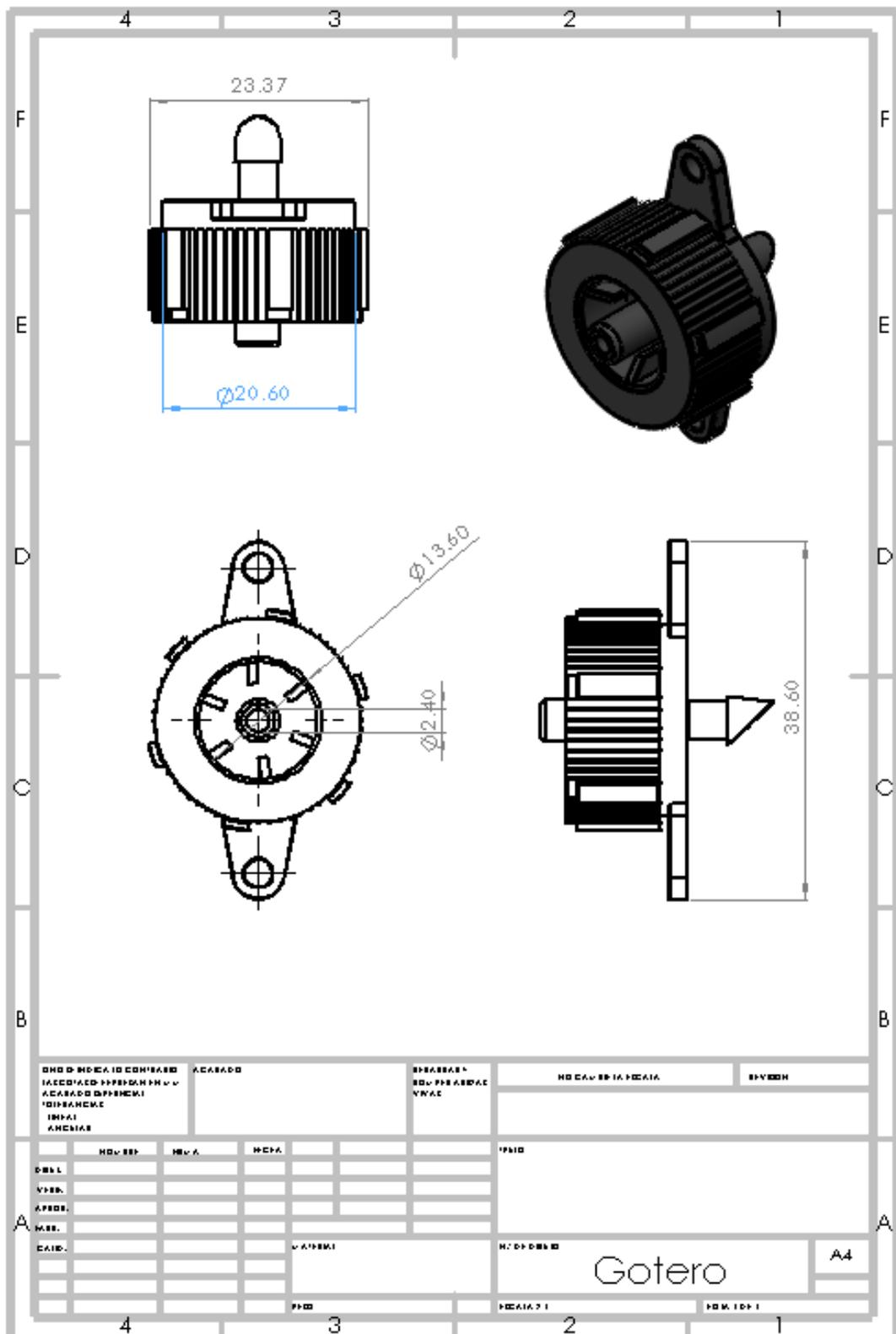
- Àvila, G. S. (2002). *Hidraulica General Vol. 1*. Ciudad, Mexico: Limusa.
- Enrique, B. (1979). *Riego por Goteo: Teoría y Practica*. San José, Costa Rica: IICA.
- Gavilán, P., Ruiz, N., & Lozano, D. (2015). *EFECTO DE LA FRECUENCIA DE RIEGO SOBRE LA EFICIENCIA DEL RIEGO Y LA PRODUCCIÓN DE UN CULTIVO DE FRESA*. Obtenido de <http://ocs.editorial.upv.es/index.php/cnriegos/cnriegos33/paper/view/1425>
- Génova, L. J., Andreau, R., Etchevers, P., Zabala, S., Chale, W., Echeverry, M., . . . Salgado, H. (2013). Respuesta productiva del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo cubierta a la distribución de la humedad generada por riego por goteo subterráneo y superficial. *Revista De La Facultad De Agronomía De La Universidad Del Zulia*, 112(1), 18-26. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5718081.pdf>
- Goilav, N., & Loi, G. (2016). *Arduino Aprender a desarrollar para crear objetos inteligentes*. Barcelona, España : ENI.
- Guruvich, L. (1985). *Fundamentos y diseño de sistemas de riego*. San José, Costa Rica: IICA.
- Morris, H. M., & Wiley Sons, J. (1972). *Applied Hydraulic* (Second Edition ed.). The Ronald Press.
- Petillo, M. G. (2010). Análisis crítico del método de riego por goteo en las condiciones del Uruguay. *Agrociencia*, 14(1), 36-43. Obtenido de <http://fagro.edu.uy/~agrociencia/vol14/1/pp36-43.pdf>
- Ramirez, J. (2001). *Aprenda Visual Basic practicando*. Ciudad de Mexico, Mexico: Pearson.
- Salgado, M. D., Delgado, G. B., Garcés, O. A., & Matías, F. G. (2014). La tecnificación del riego ante la escasez del agua para la generación de alimentos. Estudio de caso en Chihuahua, México. *Ambiente y Desarrollo*, 18(35), 23-36. Obtenido de <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/ambienteydesarrollo/article/download/11806/9679>
- Toledo, S., & Pablo, J. (2012). *Diseño de un sistema de riego por goteo para cultivos en zonas con escases de agua*. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1450/1/104385.pdf>
- Valenzuela Ruiz, T. (1975). *Principios Básicos del Riego por Goteo y Experiencias de su Aplicación en la República Mexicana*. Mendoza, Argentina: IICA.
- Villalobos, F., Mateos, L., Orgaz, F., & Fereres, E. (2009). *Fitotecnia Bases y Tecnologías de la Producción Agrícola*. Madrid, España : Mundi-Prensa.

ANEXOS

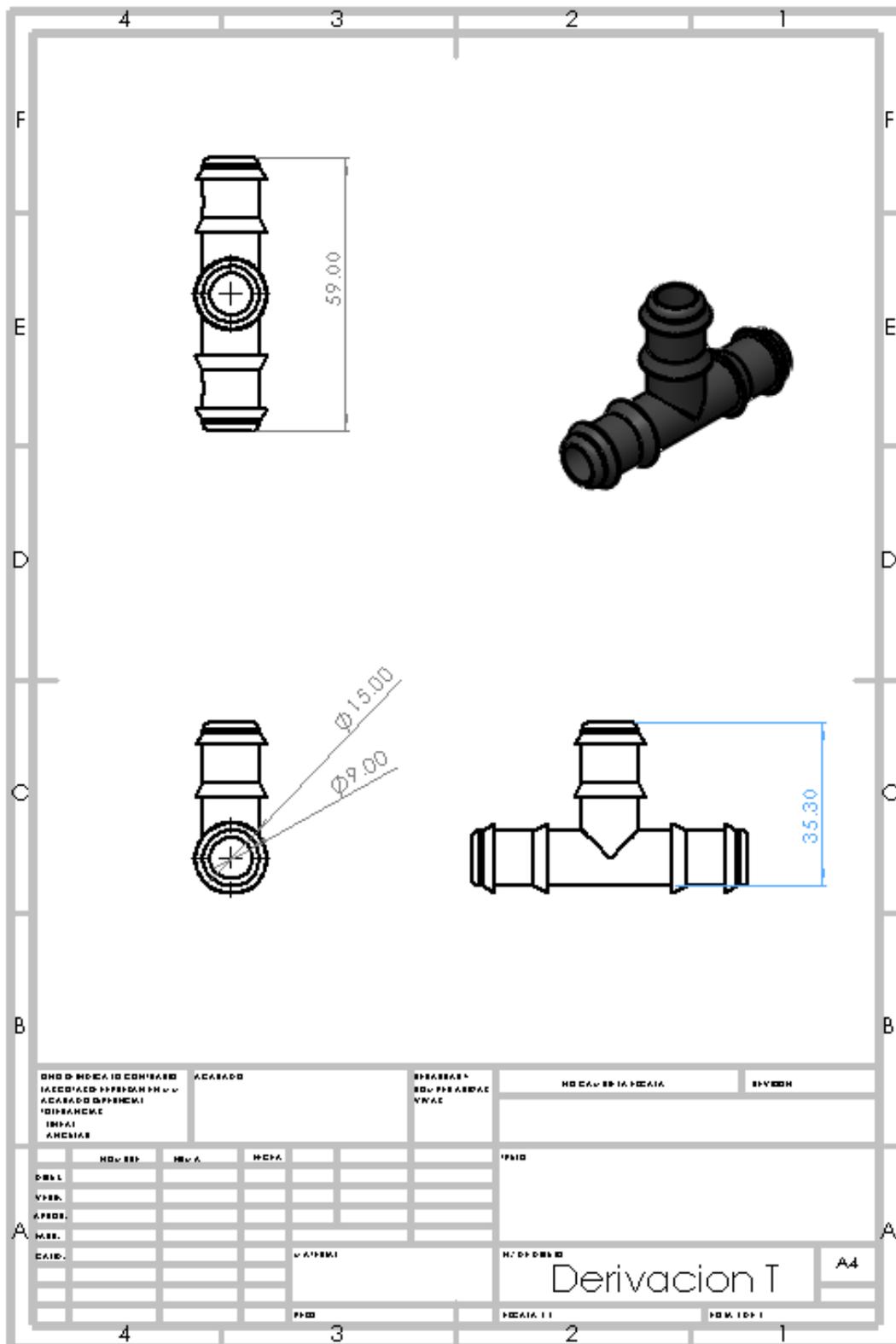
Anexos N°1: Dibujo 2D de la válvula unión



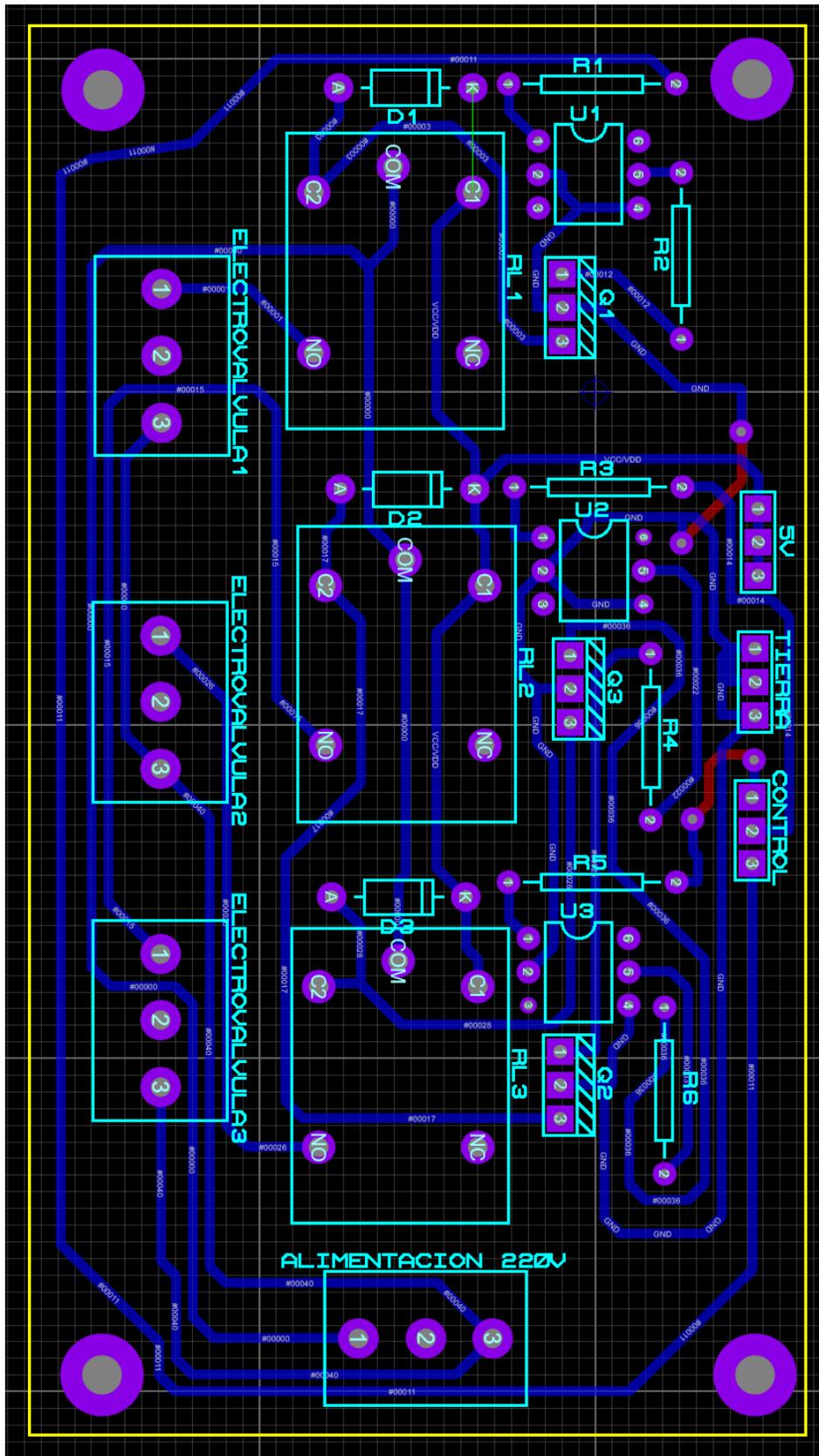
Anexos N°2: Dibujo 2D del gotero



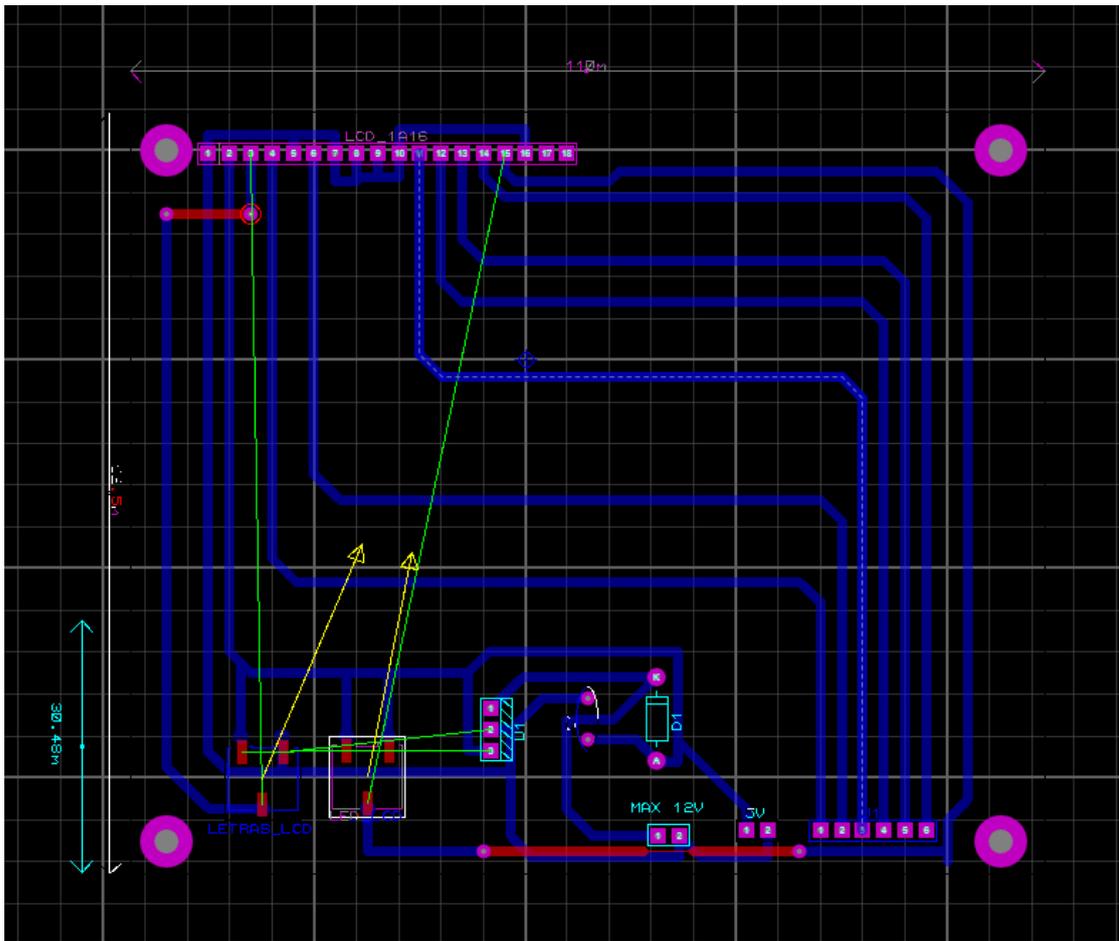
Anexos N°4: Dibujo 2D de Derivación T



Anexos N°6: Layout de Control de Válvulas



Anexos N°7: Layout de Visualización LCD



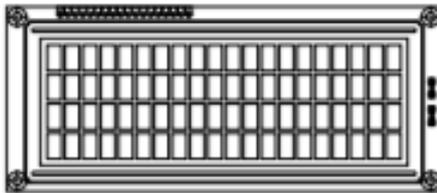
Anexos N°9: Datasheet LCD 20x4



LCD-020N004L

Vishay

20 x 4 Character LCD



FEATURES

- Type: Character
- Display format: 20 x 4 characters
- Built-in controller: ST 7066 (or equivalent)
- Duty cycle: 1/16
- 5 x 8 dots includes cursor
- + 5 V power supply (also available for + 3 V)
- LED can be driven by pin 1, pin 2, pin 15, pin 16 or A and K
- N.V. optional for + 3 V power supply
- Material categorization: For definitions of compliance please see www.vishay.com/doc799912



MECHANICAL DATA		
ITEM	STANDARD VALUE	UNIT
Module Dimension	146.0 x 62.5	mm
Viewing Area	123.5 x 43.0	
Dot Size	0.92 x 1.10	
Dot Pitch	0.95 x 1.16	
Mourling Hole	139.0 x 55.5	
Character Size	4.84 x 9.22	

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS					
ITEM	SYMBOL	STANDARD VALUE			UNIT
		MIN.	TYP.	MAX.	
Power Supply	V_{DD} to V_{SS}	- 0.3	-	7.0	V
Input Voltage	V_i	- 0.3	-	V_{DD}	

Note
 • $V_{SS} = 0\text{ V}$, $V_{DD} = 5.0\text{ V}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS						
ITEM	SYMBOL	CONDITION	STANDARD VALUE			UNIT
			MIN.	TYP.	MAX.	
Input Voltage	V_{DD}	$V_{DD} = + 5\text{ V}$	4.7	5.0	5.3	V
		$V_{DD} = + 3\text{ V}$	2.7	3.0	3.3	
Supply Current	I_{DD}	$V_{DD} = + 5\text{ V}$	-	8.0	10.0	mA
Recommended LC Driving Voltage for Normal Temperature Version Module	V_{DD} to V_D	- 20 °C	5.0	5.1	5.7	V
		0 °C	4.6	4.8	5.2	
		25 °C	4.1	4.5	4.7	
		50 °C	3.9	4.2	4.5	
		70 °C	3.7	3.9	4.3	
LED Forward Voltage	V_f	25 °C	-	4.2	4.6	V
LED Forward Current	I_f	25 °C	-	540	1080	mA
EL Power Supply Current	I_{EL}	$V_{EL} = 110\text{ V}_{AC}$, 400 Hz	-	-	5.0	mA

OPTIONS									
TN	PROCESS COLOR					BACKLIGHT			
	STN Gray	STN Yellow	STN Blue	FSTN B&W	STN Color	None	LED	EL	CCFL
X	X	X	X	X		X	X	X	

For detailed information, please see the "Product Numbering System" document.

DISPLAY CHARACTER ADDRESS CODE																				
Display Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
DD RAM Address	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13
DD RAM Address	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	51	52	53
DD RAM Address	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	20	21	22	23	24	25	26	27
DD RAM Address	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	60	61	62	63	64	65	66	67

Revision: 09-Oct-12

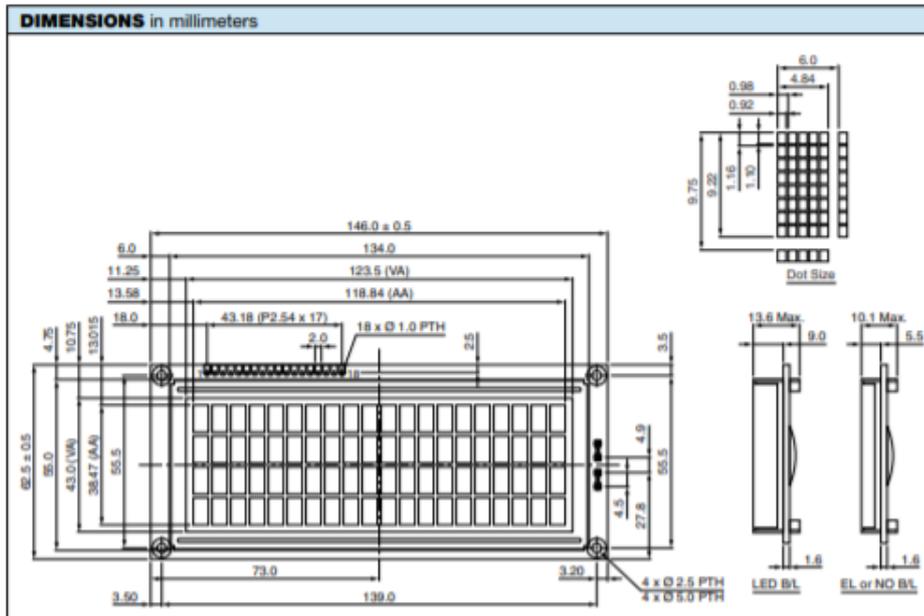
1

Document Number: 37314

For technical questions, contact: disclines@vishay.com

THIS DOCUMENT IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE. THE PRODUCTS DESCRIBED HEREIN AND THIS DOCUMENT ARE SUBJECT TO SPECIFIC DISCLAIMERS, SET FORTH AT www.vishay.com/doc791000

INTERFACE PIN FUNCTION		
PIN NO.	SYMBOL	FUNCTION
1	V _{ss}	Ground
2	V _{cc}	+ 3 V or + 5 V
3	V ₀	Contrast adjustment
4	RS	H/L register select signal
5	R/W	H/L read/write signal
6	E	H → L enable signal
7	DB0	H/L data bus line
8	DB1	H/L data bus line
9	DB2	H/L data bus line
10	DB3	H/L data bus line
11	DB4	H/L data bus line
12	DB5	H/L data bus line
13	DB6	H/L data bus line
14	DB7	H/L data bus line
15	A	Power supply for LED (4.2 V)
16	K	Power supply for B/L (0 V)
17	NC/V _{EE}	NC or negative voltage output
18	NC	NC connection



Disclaimer

ALL PRODUCT, PRODUCT SPECIFICATIONS AND DATA ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN OR OTHERWISE.

Vishay Intertechnology, Inc., its affiliates, agents, and employees, and all persons acting on its or their behalf (collectively, "Vishay"), disclaim any and all liability for any errors, inaccuracies or incompleteness contained in any datasheet or in any other disclosure relating to any product.

Vishay makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of the products for any particular purpose or the continuing production of any product. To the maximum extent permitted by applicable law, Vishay disclaims (i) any and all liability arising out of the application or use of any product, (ii) any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages, and (iii) any and all implied warranties, including warranties of fitness for particular purpose, non-infringement and merchantability.

Statements regarding the suitability of products for certain types of applications are based on Vishay's knowledge of typical requirements that are often placed on Vishay products in generic applications. Such statements are not binding statements about the suitability of products for a particular application. It is the customer's responsibility to validate that a particular product with the properties described in the product specification is suitable for use in a particular application. Parameters provided in datasheets and / or specifications may vary in different applications and performance may vary over time. All operating parameters, including typical parameters, must be validated for each customer application by the customer's technical experts. Product specifications do not expand or otherwise modify Vishay's terms and conditions of purchase, including but not limited to the warranty expressed therein.

Except as expressly indicated in writing, Vishay products are not designed for use in medical, life-saving, or life-sustaining applications or for any other application in which the failure of the Vishay product could result in personal injury or death. Customers using or selling Vishay products not expressly indicated for use in such applications do so at their own risk. Please contact authorized Vishay personnel to obtain written terms and conditions regarding products designed for such applications.

No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property rights is granted by this document or by any conduct of Vishay. Product names and markings noted herein may be trademarks of their respective owners.

Anexos N°10: Datasheet DHT11



For more products visit our website <http://www.sunrom.com>

Document: Datasheet

Date: 20-Jun-12

Model #: 3732

Product's Page: www.sunrom.com/p-1141.html

DHT11 - Humidity and Temperature Sensor

The DHT11 is a basic, low-cost digital temperature and humidity sensor. It uses a capacitive humidity sensor and a thermistor to measure the surrounding air, and spits out a digital signal on the data pin (no analog input pins needed).

Its fairly simple to use, but requires careful timing to grab data. The only real downside of this sensor is you can only get new data from it once every 2 seconds.

Features

- Full range temperature compensated
- Relative humidity and temperature measurement
- Calibrated digital signal
- Outstanding long-term stability
- Extra components not needed
- Long transmission distance
- Low power consumption
- 4 pins packaged and fully interchangeable



Details

This sensor includes a resistive-type humidity measurement component and an NTC temperature measurement component, and connects to a high-performance 8-bit microcontroller, offering excellent quality, fast response, anti-interference ability and cost-effectiveness. Each DHT11 element is strictly calibrated in the laboratory that is extremely accurate on humidity calibration. The calibration coefficients are stored as programmes in the OTP memory, which are used by the sensor's internal signal detecting process.

The single-wire serial interface makes system integration quick and easy. Its small size, low power consumption and up-to-20 meter signal transmission making it the best choice for various applications, including those most demanding ones. The component is 4-pin single row pin package.

Specifications

Item	Measurement Range	Humidity Accuracy	Temperature Accuracy	Resolution	Package
DHT11	20-90%RH 0-50 °C	± 5%RH	± 2°C	1	4 Pin Single Row

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Humidity				
Resolution		1%RH	1%RH	1%RH
			8 Bit	
Repeatability			± 1%RH	
Accuracy	25°C		± 4%RH	
	0-50°C			± 5%RH
Interchangeability	Fully Interchangeable			
Measurement Range	0°C	30%RH		90%RH
	25°C	20%RH		90%RH
	50°C	20%RH		80%RH
Response Time (Seconds)	1/e(63%)25°C , 1m/s Air	6 S	10 S	15 S
Hysteresis			± 1%RH	
Long-Term Stability	Typical		± 1%RH/year	
Temperature				
Resolution		1°C	1°C	1°C
		8 Bit	8 Bit	8 Bit
Repeatability			± 1°C	
Accuracy		± 1°C		± 2°C
Measurement Range		0°C		50°C
Response Time (Seconds)	1/e(63%)	6 S		30 S

Item	Condition	Min	Typical	Max	Unit
Power supply	DC	3	5	5.5	V
Current supply	Measuring	0.5		2.5	mA
	Stand-by	100	Null	150	uA
	Average	0.2	Null	1	mA

2

Sunrom Technologies

Your Source for Embedded Systems

Visit us at www.sunrom.com



MANUAL DEL USUARIO

INSTALACIÓN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO



ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA MONOBLOCK SERIE A

LL8C0019_K

1 INTRODUCCIÓN

Este manual de instrucciones contiene las indicaciones básicas que se deberá cumplir durante la instalación, operación y mantenimiento. Por lo tanto, es indispensable que tanto el instalador como el personal técnico responsable lean este manual en su totalidad y se familiaricen con él antes de iniciar el montaje y la puesta en marcha. El manual deberá de estar disponible permanentemente y cerca al equipo si es posible.

Si tiene alguna duda acerca del contenido de este manual, por favor contáctese con nosotros.

1.1 PLACA DE IDENTIFICACIÓN

Transcriba el número de pedido interno y los datos contenidos en la placa de identificación de la bomba a este manual. Esta información le será solicitada al realizamos cualquier consulta.

2 GARANTÍA

La garantía se aplica según nuestras CONDICIONES GENERALES DE VENTA siempre y cuando se cumplan las instrucciones dadas en este manual. Sin embargo, la garantía cesa si el equipo se emplea para bombear otros líquidos o líquidos con diferentes características (diferentes temperatura, concentración, acidez, cantidad de sólidos, etc.) de las indicadas en nuestra CONFIRMACIÓN DE PEDIDO. La garantía no cubre defectos originados por mal mantenimiento, empleo inadecuado, medios de servicio inapropiados, emplazamiento defectuoso o instalación incorrecta.

3 INSTALACIÓN (Vea la Fig. 1)

1. Instale la electrobomba sobre una base sólida, en un lugar seco y ventilado, no a la intemperie, de fácil acceso a la instalación. La temperatura ambiente no

debe ser mayor a 40 °C.

2. Soporte independientemente de las tuberías de succión y descarga de manera que la bomba no esté sometida a fuerzas transmitidas por las tuberías.

3. La tubería de succión debe ser corta, directa y con inclinación ascendente hacia la bomba, de un diámetro mayor o igual al de la bomba; de preferencia de fierro galvanizado.

4. Instale válvulas universales en la tuberías de succión y descarga para un fácil montaje y desmontaje.

5. En la tubería de descarga instale una válvula check y una de compuerta, en ese orden, después de la bomba. (Fig. 1)

6. Para instalación de bombas con succión negativa (nivel del agua se encuentra por debajo del nivel de la succión de la bomba), instale una válvula de pie con canastilla en la tubería de succión y una Tee con tapón en la descarga y así realizar el cebado de la bomba. Vea la Fig. Nota: en los modelos A1E y A1C, la válvula de pie no debe ser menor a 1½'.

7. En las bombas con succión positiva, sólo instale una canastilla en la entrada de la tubería de succión.

8. Conexiones eléctricas

-El tablero eléctrico de la bomba deberá contar con los siguientes dispositivos: contactor, protector térmico y fusibles. Conecte la carcasa del motor a tierra.

-Dimensione adecuadamente los cables eléctricos de alimentación para que el voltaje de llegada a los bornes del motor sea 208V - 231V y 418V - 462V, para motores de 220V y 440V respectivamente. Es siempre preferible obtener el valor superior.

-Para las electrobombas monofásicas emplee cable calibre 14 AWG, y si se trata de una instalación automatizada o con un circuito eléctrico mayor a 12m, utilice calibre 12AWG.

-Para las electrobombas trifásicas puede emplear calibre 14AWG para distancias de hasta a 120m.

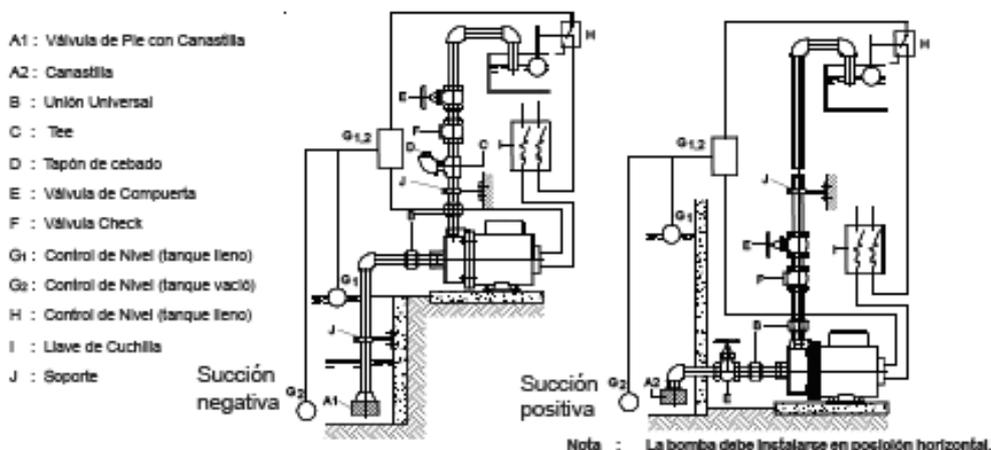


Fig. 1 - Esquema de Instalación. Succión negativa y succión positiva.

4 PUESTA EN MARCHA

IMPORTANTE: No arranque la bomba sin haberla cebado previamente, de lo contrario se dañará el sello mecánico que originará filtración de agua con la posible consecuencia de daño del motor.

IMPORTANTE: Limite el número de arranques a un máximo de 15 por hora.

En las bombas con succión negativa, ceba la bomba a través del tapón de cebado (D-fig. 1). Para ello extraiga el tapón y vierta agua hasta que rebose. Coloque el tapón nuevamente.

En las bombas con succión positiva, sólo abra la válvula de compuerta.

Arranque el motor y luego verifique que la corriente absorbida no sobrepase la indicada en la placa del motor.

Vea Problemas de Funcionamiento al final de este manual.

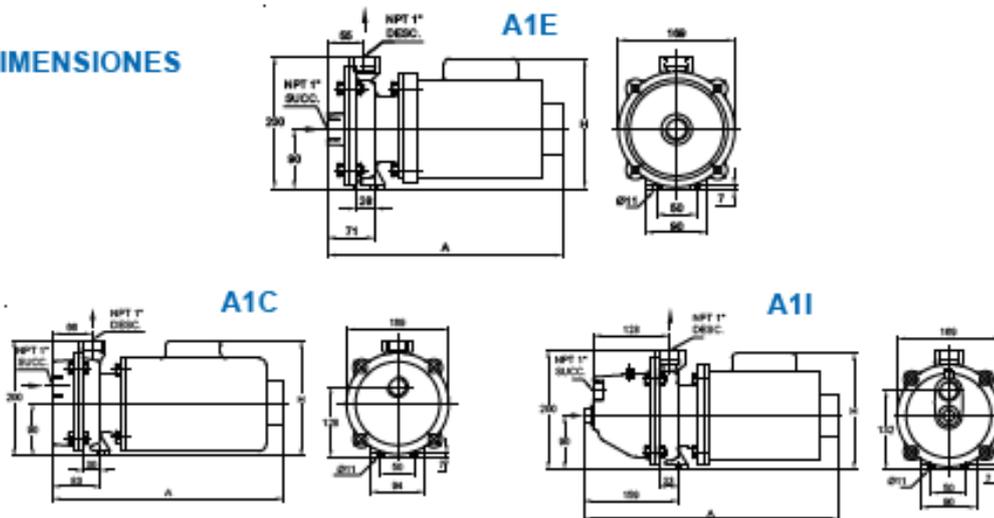
Sentido de giro en las bombas trifásicas: Con un pequeño "pique" eléctrico, verifique el sentido de rotación del motor. Debe coincidir con lo señalado por la flecha en la caja de la bomba. Caso contrario, intercambie en el tablero dos de las fases de electricidad del motor.

5 INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO

Verifique y corrija la posición de los flotadores del control automático de tal forma que los arranques y paradas se produzcan en los mismos niveles anteriormente preestablecidos.

El funcionamiento de la electrobomba debe ser sin vibraciones. No debe existir goteo de agua por el sello

DIMENSIONES



DATOS TÉCNICOS

MODELO	DIMENSIONES		PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA (m)	DIÁMETRO EJE (PULG.)		MOTOR			PESO (Kg.)
	A	H		IMPULSOR	SELLO	HP	F.S.	FRAME	
A1E-0.6M	330	202	70	NF 7/16	5/8	0.6	1.0	NEMA C56	14.8
A1E-0.8M						0.8			
A1E-1.4M	387	220				1.4		NEMA D56	20.8
A1E-1.9T	458	173				1.9			
A1C-0.6M	335	202				0.6		NEMA C56	16.1
A1C-0.8M						0.8			
A1C-1.4M	395	220				1.4		NEMA D56	22.1
A1I-0.6M	432	202				0.6		NEMA C56	19.0
A1I-0.8M						0.8			
A1I-1.4M	458	220				1.4		NEMA D56	24.2
A1I-1.9T	387	173				1.9			

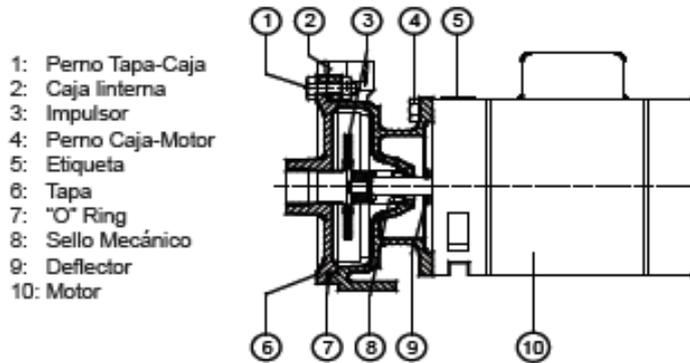
*Todas las especificaciones son las vigentes al momento de la emisión de las mismas. Como nuestro objetivo es "La mejora continua", entregaremos el producto especificado o mejorado.

mecánico; caso contrario deberá ser cambiado por un representante autorizado.
Los rodajes son prelubricados y no requieren aceite o grasa.

los materiales deben reciclarse; pero de no ser posible, deben eliminarse de forma ecológicamente aceptable y de acuerdo con los reglamentos locales vigentes. Si el producto contiene sustancias nocivas para el ambiente, éstas deben eliminarse de conformidad con los reglamentos vigentes de cada país. Es esencial asegurar que las sustancias nocivas o los fluidos tóxicos sean eliminados de manera segura y que el personal lleve puesto el equipo de protección necesario.

6 RECICLADO Y FIN DE LA VIDA DEL PRODUCTO

Al final de la vida de trabajo del producto o de sus piezas,



- 1: Perno Tapa-Caja
- 2: Caja linterna
- 3: Impulsor
- 4: Perno Caja-Motor
- 5: Etiqueta
- 6: Tapa
- 7: "O" Ring
- 8: Sello Mecánico
- 9: Deflector
- 10: Motor

Fig. 2 - Lista de Componentes

PROBLEMAS DE FUNCIONAMIENTO

Problemas	Causa															
	Bomba al encendido.	No hay enrgie e léctrica.	Fusible o automático desconectado.	Bomba no obeda.	Válvula de pie o tubería de succión obstruidas.	Bomba no adecuada para la instalación.	Altura de succión excediva.	Ingreso de aire en la succión.	Altura sobre el nivel del mar mayor que la especificado.	Tensión no adecuada para el motor.	Cables muy delgados para la instalación eléctrica.	Andajes o apoyos en mal estado.	Sello mecánico en mal estado.	Revisa los rodamientos.	Falta ventilación o temperatura ambiente excediva.	Giro en sentido inverso (sólo para motores trifásicos).
Electrobomba no arranca	x	x	x							x	x					
El automático se desconecta										x	x					
No hay descarga de agua	x	x	x	x	x		x	x	x							x
Caudal y presión insuficientes					x	x	x	x	x							x
Vibración o ruido							x		x			x	x			
Motor se recalienta	x					x			x	x	x		x	x		
Goteo por el sello mecánico												x				

Nota: Tenga presente que las causas de las fallas arriba enumeradas, no siempre pueden corresponder al desperfecto de su equipo; por lo tanto, es recomendable hacer revisar el mismo por un experto en servicio de equipos de bombeo.

*Todas las especificaciones son las vigentes al momento de la emisión de las mismas. Como nuestro objetivo es "La mejora continua", entregaremos el producto especificado o mejorado.

Nota: es necesario desconectar la electrobomba de la red eléctrica siempre que se efectúe una operación de mantenimiento o reparación a ésta.

Para mayor información, consulte a nuestro Dpto. de Investigación y Desarrollo.

HIDROSTAT S.A.

- LIMA Sede central, Portada del Sal 722 - Lima 36, ventas@hidrostat.com.pe
- LIMA Tienda, Paseo de la República 2500 - Lima 14, fax: 441-8360, linceph@hidrostat.com.pe
- PIURA Zona Industrial Mz 229 Lote 1E, Tel: (73) 331-431, piura@hidrostat.com.pe
- AREQUIPA Avenida Pardo 306 - Cercado, Tel: (54) 214-696, arequipa@hidrostat.com.pe

LLECO019 04/18

4

319-1000
www.hidrostat.com.pe



Anexos N°12: Programación en Visual Studio

```
RiegoPorGoteo Form1 dato
1 Imports System
2 Imports System.IO
3 Imports System.IO.Ports
4 Imports System.Threading
5
6 Public Class Form1
7     Dim dato As String
8     Dim dato1 As String
9     Dim dato2 As Double
10    Dim numero As Double
11
12    Private Sub Form1_Load(sender As Object, e As EventArgs) Handles MyBase.Load
13        buscapuerto()
14    End Sub
15
16    Private Sub buscapuerto()
17        Try
18            ComboBox1.Items.Clear()
19            For Each puerto As String In My.Computer.Ports.SerialPortNames
20                ComboBox1.Items.Add(puerto)
21            Next
22            If ComboBox1.Items.Count > 0 Then
23                ComboBox1.SelectedIndex = 0
24            Else
25                MsgBox("No hay puertos Disponibles", MsgBoxStyle.Exclamation)
26            End If
27        Catch ex As Exception
28            MsgBox(ex.Message, MsgBoxStyle.Critical)
29        End Try
30    End Sub
31
32    Private Sub SerialPort1_DataReceived(sender As Object, e As SerialDataReceivedEventArgs) Handles SerialPort1.DataReceived
33        If SerialPort1.IsOpen() Then
34            numero = CDb1(Val(dato))
35            CheckForIllegalCrossThreadCalls = False
36            If numero < 100 Then
37                Label6.Text = numero.ToString()
38            End If
39            If numero > 100 Then
40                Label7.Text = numero.ToString() - 100
41            End If
42            If dato2 = 3 Then
43                SerialPort1.Close()
44                Label3.Text = "Desconectado"
45            End If
46        End If
47    End Sub
48
49    Private Sub Button2_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button2.Click
50        dato2 = 3
51    End Sub
52
53    Private Sub Button3_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button3.Click
54        Close()
55    End Sub
56
57    Private Sub Button1_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button1.Click
58        dato2 = 0
59    Try
```

```

58     Try
59         With SerialPort1
60             .BaudRate = 9600
61             .DataBits = 8
62             .Parity = IO.Ports.Parity.None
63             .StopBits = 1
64             .PortName = ComboBox1.Text
65             .Open()
66             If .IsOpen Then
67                 Label3.Text = "Conectado"
68             Else
69                 MsgBox("Conexion Fallida", MsgBoxStyle.Critical)
70             End If
71         End With
72     Catch ex As Exception
73         MsgBox(ex.Message, MsgBoxStyle.Critical)
74     End Try
75 End Sub
76
77 0 referencias
78 Private Sub GroupBox2_Enter(sender As Object, e As EventArgs) Handles GroupBox2.Enter
79 End Sub
80
81 0 referencias
82 Private Sub Label3_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Label3.Click
83 End Sub
84
85 0 referencias
86 Private Sub ComboBox1_SelectedIndexChanged(sender As Object, e As EventArgs) Handles ComboBox1.SelectedIndexChanged
87 End Sub
88 End Class

```

Anexos N°13: Programación en Arduino

```
#include <DHT.h>
#define DHTPIN 2 // Se selecciona el pin en el que se conectara
#define DHTTYPE DHT11 // Se selecciona el tipo de DHT (DHT11 , DHT22)
#include <LiquidCrystal.h>

//LiquidCrystal lcd(E, RS, D4, D5, D6, D7);
LiquidCrystal lcd(7, 8, 9, 10, 11, 12);

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
String t1;
String h1;
int dato;

void setup() {

  Serial.begin(9600); //Se inicia la comunicacion Serial
  dht.begin(); //Se inicia el sensor

  lcd.begin(20,4);
  // Escribimos el Mensaje en el LCD
  lcd.print("Sistema Automatizado");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(" Riego por Goteo");
  lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print("Temperatura:");
  lcd.setCursor(0,3);
  lcd.print("Humedad:");
}

void loop() {

  int Shumedad1 = analogRead(A0);
  pinMode(ledPIN1, OUTPUT); //Definir Pin como salida
  int Shumedad2 = analogRead(A1);
  pinMode(ledPIN2, OUTPUT); //Definir Pin como salida
  int Shumedad3 = analogRead(A2);
  pinMode(ledPIN3, OUTPUT); //Definir Pin como salida
  int Shumedad4 = analogRead(A3);
  pinMode(ledPIN4, OUTPUT); //Definir Pin como salida
  int Shumedad5 = analogRead(A4);
  pinMode(ledPIN5, OUTPUT); //Definir Pin como salida
  int Shumedad6 = analogRead(A5);
  pinMode(ledPIN6, OUTPUT); //Definir Pin como salida
  int Shumedad7 = analogRead(A6);
  pinMode(ledPIN7, OUTPUT); //Definir Pin como salida
  int Shumedad8 = analogRead(A7);
  pinMode(ledPIN8, OUTPUT); //Definir Pin como salida
  int Shumedad9 = analogRead(A8);
  pinMode(ledPIN9, OUTPUT); //Definir Pin como salida
  int Shumedad10 = analogRead(A9);
  pinMode(ledPIN10, OUTPUT); //Definir Pin como salida

  delay(1000);
  // Convirtiendo a Porcentaje
  int Shumedad1Porcentaje = map(Shumedad1, 1023, 0, 0, 100); //Mapeo de Porcentaje de Humedad
  int Shumedad2Porcentaje = map(Shumedad2, 1023, 0, 0, 100);
  int Shumedad3Porcentaje = map(Shumedad3, 1023, 0, 0, 100);
  int Shumedad4Porcentaje = map(Shumedad4, 1023, 0, 0, 100);
  int Shumedad5Porcentaje = map(Shumedad5, 1023, 0, 0, 100);
  int Shumedad6Porcentaje = map(Shumedad6, 1023, 0, 0, 100);
```

```

int Shumedad7Porcentaje = map(Shumedad7, 1023, 0, 0, 100);
int Shumedad8Porcentaje = map(Shumedad8, 1023, 0, 0, 100);
int Shumedad9Porcentaje = map(Shumedad9, 1023, 0, 0, 100);
int Shumedad10Porcentaje = map(Shumedad10, 1023, 0, 0, 100);

float t = dht.readTemperature(); //Se lee la temperatura
//Se imprimen las variables
t1 = String (t); // Se envian los datos como string
Serial.println(t1); // Se envia la lectura del sensor de Temperatura
delay(10); // El dato se envia cada 10 milisegundos

float h = dht.readHumidity() + 100; //Se lee la humedad
//Se imprimen las variables
h1 = String (h); // Se envian los datos como string
Serial.println(h1); // Se envia la lectura del sensor de Humedad
delay(10); // El dato se envia cada 10 milisegundos

lcd.setCursor(13, 2);
// Escribimos el número de segundos trascurridos
lcd.print(t,0);
lcd.print(" 'C");
delay(100);
lcd.setCursor(13, 3);
// Escribimos el número de segundos trascurridos
lcd.print(h-100,0);
lcd.print(" %");
delay(100);

if (Shumedad1Porcentaje < 40)
{
digitalWrite(ledPIN1, HIGH);
delay(10);
}
else (Shumedad1Porcentaje > 70)
{
digitalWrite(ledPIN1, LOW);
delay(10);
}

if (Shumedad2Porcentaje < 40)
{
digitalWrite(ledPIN2, HIGH);
delay(10);
}
else (Shumedad2Porcentaje > 70)
{
digitalWrite(ledPIN2, LOW);
delay(10);
}

```

```

if (Shumedad3Porcentaje < 40)
{
digitalWrite(ledPIN3, HIGH);
delay(10);
}
else (Shumedad3Porcentaje > 70)
{
digitalWrite(ledPIN3, LOW);
delay(10);
}

if (Shumedad4Porcentaje < 40)
{
digitalWrite(ledPIN4, HIGH);
delay(10);
}
else (Shumedad4Porcentaje > 70)
{
digitalWrite(ledPIN4, LOW);
delay(10);
}

if (Shumedad5Porcentaje < 40)
{
digitalWrite(ledPIN5, HIGH);
delay(10);
}
else (Shumedad5Porcentaje > 70)
{
digitalWrite(ledPIN5, LOW);
delay(10);
}

if (Shumedad6Porcentaje < 40)
{
digitalWrite(ledPIN6, HIGH);
delay(10);
}
else (Shumedad6Porcentaje > 70)
{
digitalWrite(ledPIN6, LOW);
delay(10);
}

if (Shumedad7Porcentaje < 40)
{
digitalWrite(ledPIN7, HIGH);
delay(10);
}
else (Shumedad7Porcentaje > 70)
{
digitalWrite(ledPIN7, LOW);
delay(10);
}

if (Shumedad8Porcentaje < 40)
{
digitalWrite(ledPIN8, HIGH);
delay(10);
}
else (Shumedad8Porcentaje > 70)
{
digitalWrite(ledPIN8, LOW);
delay(10);
}

```

```
if (Shumedad9Porcentaje < 40)
{
digitalWrite(ledPIN5, HIGH);
delay(10);
}
else (Shumedad9Porcentaje > 70)
{
digitalWrite(ledPIN9, LOW);
delay(10);
}

if (Shumedad10Porcentaje < 40)
{
digitalWrite(ledPIN10, HIGH);
delay(10);
}
else (Shumedad10Porcentaje > 70)
{
digitalWrite(ledPIN10, LOW);
delay(10);
}
}
```