



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

TEMA:

**Aplicación de control industrial en sistema de riego agrícola por
aspersión.**

AUTOR:

Pulla Correa, Angel Andrey

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO EN ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

TUTOR:

M. Sc. Zamora Cedeño, Néstor Armando

Guayaquil, Ecuador

8 de marzo del 2021



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Pulla Correa, Angel Andrey** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero en Electrónico en Control y Automatismo**.

TUTOR

Néstor Zamora C.

M. Sc. Zamora Cedeño, Néstor Armando

DIRECTOR DE CARRERA

Miguel Sánchez

M. Sc. Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 8 días del mes de marzo del año 2021



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Pulla Correa, Angel Andrey**

DECLARÓ QUE:

El trabajo de titulación “**Aplicación de control industrial en sistema de riego agrícola por aspersión**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero Electrónico en Control y Automatismo**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 8 días del mes de marzo del año 2021

EL AUTOR

PULLA CORREA, ANGEL ANDREY



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO

AUTORIZACIÓN

Yo, **Pulla Correa, Angel Andrey**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “**Aplicación de control industrial en sistema de riego agrícola por aspersión**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 8 días del mes de marzo del año 2021

EL AUTOR

PULLA CORREA, ANGEL ANDREY

REPORTE DE URKUND



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying <https://secure.orkund.com/old/view/91602262-562183-4>. The page header features the URKUND logo. The main content area displays the following information:

- Documento:** [Titulacion Pulla.pdf](#) (D95930589)
- Presentado:** 2021-02-18 12:17 (-05:00)
- Presentado por:** Néstor Zamora (nestor.zamora@cu.ucsg.edu.ec)
- Recibido:** nestor.zamora.ucsg@analysis.orkund.com
- Mensaje:** Análisis Urkund Documento [Mostrar el mensaje completo](#)

A yellow highlight indicates that 2% of the 11 pages consist of text from 3 sources.

At the bottom of the browser window, a toolbar shows a PDF icon, a search icon, a refresh icon, and navigation arrows.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA
PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO TEMA:
Aplicación
de control industrial en sistema de riego
agrícola por aspersión. AUTOR: Pulla Correa, Angel Andrey
Trabajo de Titulación
previo a la obtención del título de INGENIERO EN ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO
TUTOR: M. Sc. Zamora Cedeño, Néstor Armando Guayaquil, Ecuador 22 de febrero del 2021
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL

DEDICATORIA

Este presente trabajo de titulación se lo dedico a los docentes que me han brindado sus habilidades y conocimientos durante mi vida universitaria, sabiendo que ellos son una pieza primordial para el trabajo de titulación expuesto. Especialmente se lo dedico a mi familia ya que han estado presente desde que comenzó la carrera universitaria y han estado cada segundo.

EL AUTOR

PULLA CORREA, ANGEL ANDREY

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quisiera agradecer a Dios por darme las destrezas y sabiduría de poder terminar este trayecto de mi vida, además por darme las fuerzas y convicción de no rendirme ante cualquier obstáculo que tenga en mi camino. A mis padres que me apoyaron incondicionalmente a mi lado y me han ayudado en cada momento que lo necesitaba. Agradezco al Ing. Néstor Zamora que me ha apoyado durante el proceso que se realizó para culminar este trabajo de titulación. Así mismo agradezco al Ing. Nino Vega ya que el me brindó su tiempo y conocimientos para que el proyecto sea más sencillo.

EL AUTOR

PULLA CORREA, ANGEL ANDREY



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 
M. Sc. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESUS
DECANO

f. 
M. Sc. PALACIOS MELÉNDEZ, EDWIN FERNANDO
COORDINADOR DEL ÁREA

f. 
M. Sc. SUÁREZ MURILLO, EFRAÍN OSWALDO
OPONENTE

Índice General

| | |
|--|-----|
| Índice de Figuras | XII |
| Índice de Tablas | XIV |
| Resumen | XV |
| ABSTRACT | XV |
| Capítulo 1: Descripción General del Trabajo de Titulación..... | 2 |
| 1.1. Introducción. | 2 |
| 1.2. Antecedentes. | 2 |
| 1.3. Definición del Problema. | 3 |
| 1.4. Justificación del Problema. | 3 |
| 1.5. Objetivos del Problema de Investigación..... | 4 |
| 1.5.1. Objetivo General..... | 4 |
| 1.5.2. Objetivos Específicos. | 4 |
| 1.6. Hipótesis. | 4 |
| 1.7. Metodología de Investigación..... | 4 |
| Capítulo 2: Fundamentación Teórica | 5 |
| 2.1. Conceptos de distribución de energía eléctrica..... | 5 |
| 2.1.1. Acometida eléctrica. | 5 |
| 2.1.2. Tablero eléctrico..... | 5 |
| 2.1.3. Tablero de control. | 6 |
| 2.1.4. Guardamotor. | 7 |
| 2.1.5. Breaker. | 7 |
| 2.1.6. Bomba centrífuga..... | 8 |
| 2.2. Sistemas de riego para cultivos. | 8 |
| 2.2.1. Circulación de líquido vital..... | 9 |
| 2.2.2. Tipos de sistemas de riego para sembrío..... | 10 |

| | | |
|---|---|----|
| 2.3. | Sistemas de riego por aspersión..... | 11 |
| 2.3.1. | Elementos de instalación del sistema..... | 11 |
| 2.3.2. | Beneficio del sistema de riego por aspersión. | 11 |
| 2.3.3. | Clases de sistemas de riego por aspersión. | 11 |
| 2.4. | Estudio de sistemas de riego. | 12 |
| 2.4.1. | Ventajas | 13 |
| 2.4.2. | Inconvenientes | 13 |
| 2.5. | Sistemas en el Ecuador | 13 |
| 2.6. | Programación de sistemas. | 14 |
| 2.5.1. | Programmable Logic Controller. | 14 |
| 2.5.2. | LOGO 8..... | 15 |
| 2.5.2.1. | LOGO V8 230RCE | 16 |
| 2.7. | Producción agrícola. | 17 |
| 2.7.1. | Cultivo de Maíz. | 17 |
| Capítulo 3: Diseño, Implementación y Resultados | | 19 |
| 3.1. | Procedimiento existente para el riego de plantas..... | 19 |
| 3.2. | Propuesta de automatización de riego en una plantación agrícola. | 19 |
| 3.3. | Automatización del sistema de riego..... | 20 |
| 3.4. | Circuito hidráulico del terreno. | 20 |
| 3.4.1. | Cálculos de parámetros de la bomba a utilizar | 23 |
| 3.4.2. | Comprobación de funcionamiento del circuito hidráulico. | 24 |
| 3.5. | Tablero eléctrico para bomba. | 26 |
| 3.5.1. | Diseño del circuito de fuerza. | 28 |
| 3.5.1.1. | Implementación del circuito de fuerza. | 29 |
| 3.5.1.2. | Prueba del circuito de fuerza..... | 30 |
| 3.5.2. | Diseño del circuito de control | 30 |
| 3.5.2.1. | Implementación del circuito de control. | 32 |

| | |
|---|----|
| 3.5.2.2. Pruebas de funcionamiento circuito de control..... | 32 |
| 3.5.3. Dedución de cálculos eléctricos..... | 33 |
| 3.6. Programa de control..... | 33 |
| 3.6.1. Diseño del programa de control..... | 34 |
| 3.6.2. Implementación del programa de control..... | 41 |
| 3.6.3. Pruebas de funcionamiento del programa de control..... | 42 |
| 3.7. Comparación de sistemas de riegos..... | 42 |
| Capítulo 4: Conclusiones y Recomendaciones..... | 45 |
| 4.1. Conclusiones..... | 45 |
| 4.2. Recomendaciones..... | 45 |
| Bibliografía..... | 47 |

Índice de Figuras

Capítulo 2

| | |
|---|----|
| Figura 2.1. Acometida eléctrica..... | 5 |
| Figura 2.2. Partes del tablero de control. | 6 |
| Figura 2.3. Vista externa del tablero de control..... | 6 |
| Figura 2.4. Guardamotor..... | 7 |
| Figura 2.5. Breaker..... | 7 |
| Figura 2.6. Bomba centrífuga..... | 8 |
| Figura 2.7. Sistema de riego..... | 9 |
| Figura 2.8. Ecuación de presión. | 10 |
| Figura 2.9. Ecuación de caudal..... | 10 |
| Figura 2.10. Vista exterior de un PLC. | 15 |
| Figura 2.11. Clase de LOGO V8. | 15 |
| Figura 2.12. Vista exterior de un PLC. | 16 |
| Figura 2.13. Suelo. | 17 |
| Figura 2.14. Maíz..... | 18 |

Capítulo 3

| | |
|---|----|
| Figura 3.1. Terreno seleccionado. | 20 |
| Figura 3.2. Sistema de riego con aspersores..... | 21 |
| Figura 3.3. Distribución de tubería PVC..... | 21 |
| Figura 3.4. Aspersor. | 22 |
| Figura 3.5. Bosquejo del circuito hidráulico..... | 22 |
| Figura 3.6. Bomba de caudal de 3 HP. | 23 |
| Figura 3.7. Cálculo de bomba..... | 24 |
| Figura 3.8. Proceso del sembrío. | 25 |
| Figura 3.9. Crecimiento de las plantas..... | 25 |
| Figura 3.10. Funcionamiento del circuito. | 26 |
| Figura 3.11. Parte externa del tablero de control. | 26 |
| Figura 3.12. Ensamblaje del tablero. | 27 |
| Figura 3.13. Circuito de control del sistema. | 27 |
| Figura 3.14. Circuito de fuerza del sistema..... | 29 |

| | |
|---|----|
| Figura 3.15. Sistema de fuerza implementado..... | 29 |
| Figura 3.16. Circuito de control del sistema. | 31 |
| Figura 3.17. Sistema de control implementado. | 32 |
| Figura 3.18. Cálculo de bomba. | 33 |
| Figura 3.19. Diagrama de estados. | 34 |
| Figura 3.20. Programa completo del sistema de riego. | 35 |
| Figura 3.21. Activación del sistema. | 36 |
| Figura 3.22. Selector Manual. | 36 |
| Figura 3.23. Activación de bomba parte manual. | 37 |
| Figura 3.24. Desactivación de bomba parte manual. | 37 |
| Figura 3.25. Reset del sistema. | 38 |
| Figura 3.26. Cambio de función. | 38 |
| Figura 3.27. Activación automática. | 39 |
| Figura 3.28. Apagado de temporizadores. | 40 |
| Figura 3.29. Conexión PC a PLC. | 41 |
| Figura 3.30. Actuación del aspersor. | 42 |
| Figura 3.31. Antes y después del terreno seleccionado. | 43 |
| Figura 3.31. Cosecha de maíz. | 44 |

Índice de Tablas

Capítulo 2

| | |
|--|----|
| Tabla 2. 1. Territorio de riego del país. | 14 |
|--|----|

Capítulo 3

| | |
|--|----|
| Tabla 3.1. Rotulación de entradas y salidas..... | 41 |
| Tabla 3.2. Comparación del sistema antiguo con el sistema automatizado actual..... | 43 |

Resumen

Por medio del presente proyecto de titulación se muestra una alternativa eficaz e innovadora para los cultivos del campo, ya que la agricultura es una fuente principal de la economía del Ecuador. Los seres humanos necesitan productos alimenticios de las haciendas y con esto aumenta la demanda; por lo que se requiere una producción más eficiente en un menor tiempo sin dejar de lado los estándares de calidad. Los avances tecnológicos han hecho viable el progreso de la producción en forma general, específicamente manufactura agrícola y así favoreciendo la rentabilidad de cultivos. La principal razón de que el cultivo no crezca correctamente es por la falta de nutrientes. El empleo de un tablero electrónico en el cultivo facilita el control y manejo de sistemas de riego, evitando pérdidas económicas y líquido vital. Por consiguiente, el trabajo de titulación realizado da al campesino ecuatoriano la opción de un punto de vista más innovador con respecto a sus cultivos.

Palabras claves: CONTROL, ASPERSORES, PLC, SEMBRÍO, PRUEBAS, AUTOMATIZACIÓN, RIEGO, MOTOR.

ABSTRACT

Through this titling project, an effective and innovative alternative for extensive crops is shown, since agriculture is a main source of the Ecuadorian economy. Human beings need food products from farms and with this demand increases; so, a more efficient production is required in less time without neglecting quality standards. Technological advances have made possible the advancement of production in general, specifically agricultural production, thus favoring the profitability of crops. The main reason why the crop does not grow properly is due to a lack of nutrients. The use of an electronic board in the crop facilitates the control and management of irrigation systems, avoiding economic losses and vital liquid. Consequently, the titling work carried out gives the Ecuadorian peasant the option of a more innovative point of view regarding his crops.

Keywords: CONTROL, SPRINKLERS, PLC, SEEDING, TESTING, AUTOMATION, IRRIGATION, MOTOR.

Capítulo 1: Descripción General del Trabajo de Titulación

1.1. Introducción.

En el planeta tierra cada vez se realiza un desarrollo por el bien común del usuario o de una comunidad entera. Poco a poco todos los sectores se han ido reforzando de tecnologías para innovarse y disminuir dificultades tales como la reducción de gastos innecesarios, ahorro de tiempo que el usuario debe dedicar a la plantación y aumento de la producción del producto. Hoy en día la tecnología es un gran sustento indispensable para el proceso de la información.

El Ecuador posee grandes cantidades de terreno para cultivar diferentes clases de semillas. El sector agrícola es uno de los principales sustentos de la economía de nuestro país. Los campesinos expresan que la agricultura es un trabajo laborioso ya que realizan una supervisión constante y la suministración de sustentos a la plantación.

Se considera que los cultivos deben sujetarse a un riego constante para que los frutos no pierdan calidad o peor aún que se desperdicie su totalidad, esta es la razón por la que surge la obligación de automatizar el sistema de riego por medio de aspersores.

El sistema de riego automatizado disminuirá costos de trabajo, tiempo invertido en realizar el riego y además ahorrar el uso del agua. El proyecto se implementará en el Cantón de Vinces de la provincia de Los Ríos.

1.2. Antecedentes.

Al pasar de los años el sector agrícola tuvo la necesidad de realizar ajustes a sus sistemas de producción y a la tecnología utilizada ya que actualmente debe realizarse una producción más eficaz y eficiente. Ya que el motivo era evidente por el desarrollo de nuevos proyectos tecnológicos y cambios en los mercados, los campesinos han ido optando por aumentar la productividad del sembrío, debido a los sistemas de riego automatizado, el

cual ayuda a regular la cantidad necesaria de agua. Con el empleo de esta tecnología se va obtener un ahorro en cuanto a la utilización del líquido vital, se tendrá un incremento cuantioso de la producción y una disminución de gastos en mano de obra.

Ciertos campesinos del Ecuador ya han invertido en la implementación de tecnologías de sistemas de riego a sus campos, tal como se puede constatar en la provincia de Manabí, Guayas, Los Ríos.

1.3. Definición del Problema.

La producción agrícola es un sector bastante utilizado y laborioso para los trabajadores que se dedican a esta actividad en el campo ecuatoriano. El cultivo requiere de tiempo y dedicación para poder recibir una cosecha excelente. Los agricultores se dedican aproximadamente ocho horas al riego de agua a la plantación lo que ocasiona que no pueda dedicarse a otras actividades más productivas. El sol del medio día que irradia a las plantas, evapora el agua que recibe durante las mañanas, por lo que la planta no consume el agua necesaria, existiendo una pérdida de líquido de un sesenta por ciento. Además, utilizan una bomba que consume demasiado combustible. El problema que se genera con esta situación es el costo innecesario por el uso del agua desperdiciado y combustible adicional que se requiere en la bomba, y como el riego no es de manera uniforme en todo el sembrío afecta a la producción de maíz.

1.4. Justificación del Problema.

La parte fundamental del presente trabajo de titulación es la innovación de procesos al sistema de riego. La propuesta incluye automatización el cual optimiza el uso de las horas laborables del obrero y disminuye gastos. Los campesinos obtienen un sistema capaz de brindar un control y una automatización precisa, logrando una mayor productividad en los cultivos de los productos sembrados.

1.5. Objetivos del Problema de Investigación.

1.5.1. Objetivo General.

Implementar un sistema de control que permita realizar el riego en una plantación agrícola de manera automática utilizando un PLC.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Describir sistema de riego actual en un sistema agrícola.
- Diseñar un sistema hidráulico para una plantación de maíz de media hectárea.
- Implementar el tablero de control que dosifique el agua al sistema hidráulico.
- Programar PLC para que el sistema funcione automáticamente en horario nocturno.
- Validar el sistema de control de riego en base a prueba experimentales en el campo.

1.6. Hipótesis.

Con la automatización del sistema de riego por aspersión junto al tablero de arranque directo se consigue que los aspersores sean autosuficientes y tengan una eficiencia adecuada para el riego de la plantación seleccionada en la ciudad de Vinces, logrando optimizar un desarrollo considerablemente en la producción del maíz y a la vez disminuya los costos de energía y agua.

1.7. Metodología de Investigación.

En el presente trabajo de titulación encontramos que el tipo de investigación que se está utilizando es descriptiva, donde se explica el proceso que se realizará a el sistema de control óptimo. Del mismo modo se encuentra la investigación analítica, comparando el antes y el después de la implementación de riego automatizado con respecto a gastos y tiempo que el campesino le da a la plantación. Además, es un tipo de investigación experimental debido a que se evalúa y realiza pruebas de riego en el cultivo del campo seleccionado.

Capítulo 2: Fundamentación Teórica

2.1. Conceptos de distribución de energía eléctrica.

El sistema de distribución de energía eléctrica o también llamado red de distribución de la energía eléctrica es un sistema que traslada electricidad a partir de la red de transporte de alta tensión y la entrega a los consumidores (Selector Electricidad, 2014). A continuación, se detalla componentes empleados:

2.1.1. Acometida eléctrica.

Es referencia al fragmento de la instalación eléctrica que se monta y comprende desde las redes de distribución hacia la instalación del consumidor. Están constituidas por punto de alimentación, conductores, ductos, entre otros elementos.

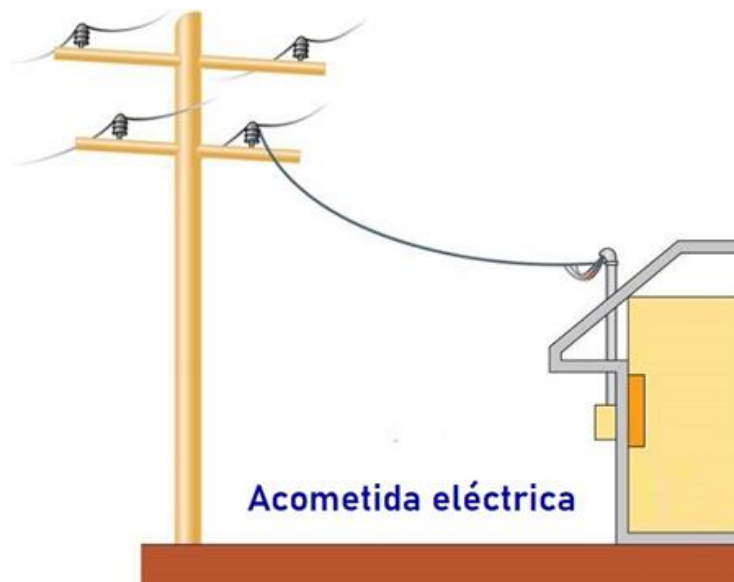


Figura 2.1. Acometida eléctrica.
Fuente: (Instalaciones Barcelona, 2019)

2.1.2. Tablero eléctrico.

Son estructuras de material metálico que se emplean para salvaguardar los elementos de control y mando de cualquier sistema eléctrico. Los circuitos podrían ser básicos como parte de una instalación eléctrica de una casa, hasta circuitos más completos como el fabricante de mecanismo.



Figura 2.2. Partes del tablero de control.
Fuente: (Ingerería Mecafenix, 2019)

2.1.3. Tablero de control.

Este tipo de tablero se distinguen por contener dispositivos electrónicos y eléctricos que estimulen cargas para que puedan controlar la actividad de las máquinas industriales, como por ejemplo generadores, motores o máquina de procesos. Se debe valorar los siguientes puntos a con respecto a la implementación del tablero:

- ✓ Dependiendo del tamaño del proceso a automatizar sería el costo para gastar del mismo.
- ✓ Podría no existir una comunicación continua entre todos sus dispositivos.
- ✓ Su eficiencia se disminuiría tras el paso del tiempo.
- ✓ Es necesario un mantenimiento periódico.



Figura 2.3. Vista externa del tablero de control.
Fuente: (DYCOCET S.A., 2017)

2.1.4. Guardamotor.

Dispositivo de protección electromecánico para el circuito principal. Otorgan la posibilidad de arrancar y detener motores manualmente. Los mismos proporcionan protección contra cortocircuitos, sobrecargas y fallos de la fase. (Transelec, 2017)

El beneficio de esto es que representa un ahorro en los costos, espacio y asegura una reacción rápida ante cortocircuitos, ya que permite apagar el motor en milésimas de segundos. (Transelec, 2017)



Figura 2.4. Guardamotor.
Fuente: (NIVIHE, 2017)

2.1.5. Breaker.

Dispositivo capaz de interrumpir, o de abrir, un circuito eléctrico cuando ocurre un error de aislación en una instalación eléctrica. Sirve para proteger tanto a los propios dispositivos eléctricos como a las personas. (Energie, 2018) Interruptor automático que corta el paso de la corriente eléctrica si se cumplen determinadas condiciones, tales como altibajos de tensión. (Luminotecnia, 2018)



Figura 2.5. Breaker.
Fuente: (ISKRA, 2020)

2.1.6. Bomba centrífuga.

Llamamos bomba centrífuga o también con el nombre de bomba rotodinámica a la maquinaria que se la emplea para transportar líquidos mediante la energía hidráulica. Su función principal sería convertir la energía en velocidad y luego en energía a presión. (Fluideco, 2019)



Figura 2.6. Bomba centrífuga.
Fuente: (GAMMA, 2020)

2.2. Sistemas de riego para cultivos.

Los sistemas de riego son un conjunto de estructuras, que permitan determinar qué área puede ser cultivada aplicándole el agua necesaria a las plantas. Consta de varios componentes que determina qué tipo de sistema es el más conveniente para utilizar al sembrío (El Universo, 2016)

El desarrollo y planificación de la instalación de un sistema de riego varía de acuerdo con el cultivo con algunos elementos que son los más importantes para su buen funcionamiento (El Universo, 2016):

- ❖ Replanteo en el terreno.
- ❖ Lista de materiales.
- ❖ La fuente de agua.
- ❖ Plano topográfico.
- ❖ Diseño de riego.



Figura 2.7. Sistema de riego.
Fuente: (El Universo, 2016)

2.2.1. Circulación de líquido vital.

En este punto del trabajo se trata de mencionar las fórmulas relacionadas con hidráulica para conseguir cálculos ideales y escoger la propuesta más idónea. Las tuberías son idóneas para trasladar un cierto caudal a una velocidad condicionada lo que demanda emplear una cantidad de energía. La energía requerida es en manera de presión y depende de las circunstancias de la red y también de la circulación del agua.

El líquido vital puede circular entre dos puntos dentro de la tubería, eso quiere decir trasladarse desde un punto de partida a un punto de llegada, pero se encuentra una diferencia de presión entre los dos puntos. Esta variación de presión necesita equipararse a la energía requerida para:

- Superar la fricción por la rugosidad de los tubos.
- Dominar los daños en los incidentes del recorrido.
- Derrotar la variedad de altura en medio del punto de partida con el punto más elevado del camino.
- Conservar las consecuencias de la viscosidad del agua, sin tener en cuenta que tipo de clase.

Existen características físicas propias para calificar la energía solicitada y se aplican a su recorrido, como las siguientes:

- Clase de funcionamiento.

- Velocidad de desplazamiento.
- Energía por posición.
- Presión por dentro.
- Caudal ambulante.

La presión es directamente proporcional a la fuerza que se aplica e inversamente proporcional al área sobre el cual actúa. El Sistema Internacional de Unidades establece como unidad de medida para la presión al pascal, mientras la unidad de fuerza como Newton y la unidad de área como metro cuadrado. (Universidad de Valparariso, 2013)

$$P = \frac{F}{A}$$

P= Presión = Pascal.
F= Fuerza = Newton.
A= Área = Metro cuadrado.

Figura 2.8. Ecuación de presión.
Fuente: (Manzano, 2012)

El caudal del líquido vital se origina por la ecuación de continuidad. Caudal es igual a la velocidad por el área de la tubería y se lo indica de la siguiente manera.

$$Q = v * A$$

Q= Caudal = Metro cúbico/segundo.
V= Velocidad = Metro/segundo.
A= Área = Metro cuadrado.

Figura 2.9. Ecuación de caudal.
Fuente: (Agüera, 2011)

2.2.2. Tipos de sistemas de riego para sembrío.

En el sector agrícola existen diversos tipos de riego que facilitan al agricultor compensar el déficit de precipitaciones y los suministros necesarios para el crecimiento de las plantas (Agroware, 2016). En la actualidad se utilizan los siguientes tipos de sistemas de riego:

- ✓ Riego por goteo.
- ✓ Riego subterráneo.
- ✓ Riego por gravedad.

- ✓ Riego por aspersión.
- ✓ Riego por nebulización.

2.3. Sistemas de riego por aspersión.

Es uno de los sistemas más utilizados en la agricultura que consiste en conducir el agua a través de aspersores que humedecen el terreno de forma similar a como lo haría la lluvia. (Agroware, 2016) Este es un sistema utilizado en varias clases de suelo, gracias a que permite un riego constante en superficies poco permeables. (Agropinos, 2018)

2.3.1. Elementos de instalación del sistema.

Las partes necesarias de un sistema de riego por aspersión son materiales básicos que se debe tener como mínimo lo siguiente para la instalación y se las mencionara a continuación:

- ✓ Hidrantes.
- ✓ Aspersores.
- ✓ Unidad de bombeo.
- ✓ Tuberías principales.
- ✓ Elementos de control.
- ✓ Tuberías secundarias.

2.3.2. Beneficio del sistema de riego por aspersión.

- ❖ Adaptado a diferentes clases de topografía.
- ❖ Distribución de agua de manera homogénea.
- ❖ El tiempo de vida de este sistema de riego es largo.
- ❖ Ayuda administrar el agua con una notable precisión.
- ❖ Consume menos agua que un sistema de riego a pie.

2.3.3. Clases de sistemas de riego por aspersión.

Actualmente existen dos clases de sistema de riego por aspersión, en las cuales dependiendo de los criterios establecidos del sembrío se pueda acceder a un mejor beneficio al sistema de riego. (Novagric, 2016)

- Sistemas convencionales
- Sistemas automecanizados

2.4. Estudio de sistemas de riego.

Se sabe que el planeta Tierra contiene el 75% de la superficie que cubre el manto terrestre y está conformado por líquido vital; sin embargo, alrededor de un 2,5% es agua dulce, o sea los seres vivos son capaces de consumir ese porcentaje.

El líquido vital es un recurso muy dispensable para la existencia. Como el agua es agotable, comienza la intranquilidad de que este se termine a nivel mundial. Este recurso es utilizado en inmensas cantidades para el sector de crecimiento de sembríos, por lo que el diseño de sistemas de riego acceda a gestionar el líquido vital adecuadamente.

Primero se debe saber técnicas manuales o antecedentes antes de implementar una aplicación tecnológica sin importar en que área de trabajo. El campo de trabajo que se labora es la agricultura, la cual identifica el cambio hacia nuevos avances, por lo que se especifica los pasos que se efectúa para el control del sistema de riego.

Es transcendental el continuo control de agua en las tuberías de PVC ya que no se consigue una buena administración de líquido vital a todo el terreno, estar pendiente de cuando necesitan agua y estar presente en el riego de las plantas.

Se le conoce como sistema de riego tecnificado al grupo de componentes que facilita la aplicación de líquido vital sea de manera localizada, eficiente, en cantidades rigurosamente necesarias, con una frecuencia conveniente y en situaciones pertinentes.

Dado que la tecnificación de riego muestra la perfección del diseño hidráulico, este mismo es aplicado a través de una técnica de tubería, con emisores, laterales de riego o goteros. Dichos bosquejos técnicos mandan reducidos volúmenes, en función de exigencias hídricas del cultivo y de la capacidad de retención del suelo. (Ramos & Baéz, 2013)

2.4.1. Ventajas

- Adecuada a cualquier condición topográfica.
- Alcanza un alto porcentaje de eficacia en su implementación.
- Capaz de emplear aguas salinas dependiendo la tolerancia de la plantación.
- Accede de una manera oportuna y eficiente.
- Permite emplear el líquido vital en forma continua y localizada.

2.4.2. Inconvenientes

- El precio de implementación es condicionalmente alto.
- La brisa demasiado fuerte puede perturbar el riego uniforme.
- Requerimiento de técnicos para su operación.

2.5. Sistemas en el Ecuador

Ecuador posee una superficie de 256.370 kilómetros cuadrados. La gran parte de la población se dedica a la actividad del campo, en donde ellos cultivan y cosechan diferentes tipos de semillas para luego ser comercializado. (Remios, 2019)

Alrededor del año 2014 se puso en vigencia una nueva ley de aguas, en donde decía que los caudales hídricos son de suma importancia para el Estado y la patria, protegiendo completamente a toda la localidad el aprovechamiento y acceso equitativo del líquido vital.

Según el Plan Nacional de Riego y Drenaje, ciento veinticinco millones de hectáreas pertenecen a los distritos bajo Unidades de Producción Agropecuaria de los doscientos cincuenta y cinco millones de hectáreas a nivel local.

En la producción agrícola del Ecuador aporta 14.000.000 dólares al valor agregado bruto, a través de 17 sectores, que se dedican al cultivo y al procesamiento de víveres. El uso del agua en el Ecuador representa el 82% en riego, 12% en el hogar y solo el 6% en la parte de la industria.

La gran mayoría de los sistemas de riego implementados en territorios ecuatorianos se encuentran con un porcentaje del 75% que representa un sistema de riego aceptable y únicamente el 9% en un sistema de riego en muy buen estado.

Según Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura en el territorio ecuatoriano se emplea los importantes sistemas de riego disponiendo seiscientos sesenta y tres mil novecientas hectáreas empapadas por el sistema de riego por superficie, ciento setenta mil cien hectáreas irrigadas mediante el riego por aspersión y diecinueve mil cuatrocientas hectáreas regadas por medio del riego localizado.

Tabla 2. 1. Territorio de riego del país.

| Sistemas de riego | | | |
|--|---------------|------------|----------------|
| Territorio potencial de riego del país | Por aspersión | Localizada | Por superficie |
| Miles de Hectáreas | 170.100 | 19.400 | 663.900 |

Fuente: Elaborado por el autor.

2.6. Programación de sistemas.

La programación es la definición de órdenes que realiza un ordenador para efectuar una o varias acciones. Se le llama sistema a la asociación de elementos autónomos que trabajan en armonía para alcanzar un objetivo en común. (Olivares, 2014)

2.5.1. Programmable Logic Controller.

Instrumento electrónico, que utiliza memoria programable para guardar instrucciones sobre la implementación de determinadas funciones, como operaciones lógicas, secuencias de acciones, especificaciones temporales, contadores y cálculos para el control mediante módulos de E/S analógicos o digitales sobre diferentes tipos de máquinas y de procesos. (Richmond, 2015)

El PLC no contienen teclado, ni ratón, ni disco duro, ni monitor y recibe señales a través de diversos canales de entrada conectados a sensores instalados en la máquina o proceso que controlan. (Electrónica Edimar, 2020)

Es un controlador lógico programable diseñado para ejecutar procesos de automatización en la industria. Se compone de un sistema operativo y de un entorno de programación que puede soportar uno u varios lenguajes. (Electrónica Edimar, 2020)



Figura 2.10. Vista exterior de un PLC.
Fuente: (AUTYCOM, 2018)

2.5.2. LOGO 8

Son los módulos lógicos inteligentes para proyectos de automatización a pequeña escala. Es el autómata más pequeño que fabrican, diseñado y utilizado para realizar automatizaciones domesticas o pequeñas aplicaciones industriales, lo que hace muy económico para su compra, aunque parezca pequeño, posee grandes características en cuanto a hardware y software. (Fernandez, 2017)



Figura 2.11. Clase de LOGO V8.
Fuente: (Siemens, 2017)

2.5.2.1. LOGO V8 230RCE

La nueva versión LOGO 8 obtiene grandes beneficios para los usuarios que deseen realizar proyectos y a continuación se presenta algunas características del dispositivo:

- Entradas de las cuales se pueden utilizar en modo analógico: -.
- Voltaje de entrada / suministro: 115-230 V CA / CC.
- Salidas: 4; relés.
- Las variantes básicas que ahorran espacio.
- Interfaz para la conexión de módulos de expansión, se pueden direccionar hasta 24 entradas digitales, 20 salidas digitales, 8 entradas analógicas y 8 salidas analógicas.
- Todas las unidades básicas con servidor web integrado.
- Ancho del armario 72 mm.
- Interfaz Ethernet para la comunicación con LOGO! 8, LOGO! TDE, controladores SIMATIC, paneles SIMATIC y PC.
- Uso de tarjetas micro CF estándar.
- Tiene 400 bloques posibilidad de ampliación modular.
- Cuatro entradas como contadores rápidos hasta una frecuencia de 5 kHz.
- Modulación por ancho de pulso.
- Funciones de Contador e interruptores horarios, contador de horas de funcionamiento.
- Relés de Tiempo a la conexión, desconexión y biestables tipo Set/Reset.
- Funciones para procesar valores analógicos y texto de aviso.



Figura 2.12. Vista exterior de un PLC.

Fuente: (Fernandez, 2017)

2.7. Producción agrícola.

El suelo es la capa superior de tierra compuesta de sólidos, líquidos y gases. Además, se puede decir que es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. (Chiappini, 2013)

Un suelo ideal tiene una distribución pareja de organismos sólidos, como minerales y materia orgánica, y poros para la circulación de agua y aire. (Seminis, 2016)

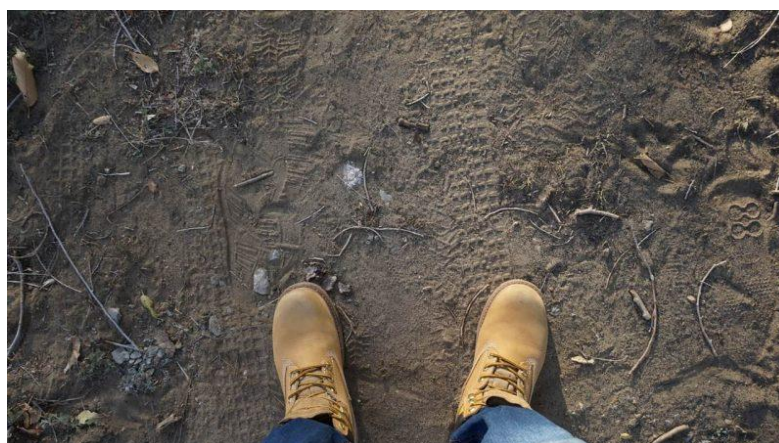


Figura 2.13. Suelo.
Fuente: (Etecé, 2018)

2.7.1. Cultivo de Maíz.

Planta originaria de los terrenos americanos que se identifica por tener tallos macizos y largos. La planta tiene un promedio que crezca entre medio metro a tres metros de alto. Está compuesta de raíces, tallo, hojas e inflorescencias. Además, a lo largo del tallo aparecen diversos entrenudos, de los que brotan las hojas. (Etecé, 2018)

El maíz es uno de los principales granos en el Ecuador, pues tiene un significado vital para los pueblos indígenas, además de ser considerado un generador de vida, lo que lo convierte en un elemento fundamental de identidad para nuestros ancestros. (Farmagro, 2018)



Figura 2.14. Maíz.
Fuente: (Penelo, 2018)

El maíz posee buen desarrollo vegetativo que puede alcanzar hasta los cinco metros de altura en altitudes superiores a los 1,000 metros sobre el nivel del mar. La planta de maíz consta de un tallo largo que puede alcanzar casi dos metros de altura, hojas también largas y alternas, flores masculinas en forma de borla y femeninas como 'sedas' en la punta que cuando maduran dan lugar a las 'mazorcas'. (Deras, 2015)

Capítulo 3: Diseño, Implementación y Resultados

3.1. Procedimiento existente para el riego de plantas

El proceso del sistema de riego inicial que se encuentra en el cantón Vinces consiste en:

- ✓ Colocar de la bomba de caudal cerca del pozo.
- ✓ Acople de la bomba con el pozo.
- ✓ Ajuste de mangueras elásticas y tubería con abrazaderas.
- ✓ Activación del disyuntor dentro del hogar.
- ✓ Riego de agua a sembrío seleccionado.
- ✓ Supervisión de riego durante aproximadamente ocho horas por el campesino a cargo de dicha actividad.

Dicho proceso se desperdicia tiempo del campesino que podría ser aprovechado en otras actividades para él y también se desaprovecha los recursos como energía eléctrica y agua.

3.2. Propuesta de automatización de riego en una plantación agrícola.

El proyecto se enfoca a dar solución al sistema de riego actual basado en las deficiencias encontradas del mismo. El objetivo general es automatizar el sistema de riego usando un PLC para optimizar recursos y que estas personas se dediquen a otras actividades que puedan hacer producir más, asimismo exista un ahorro energético porque se optimiza el riego. El bosquejo con aspersores ayuda a la plantación recibir el agua homogéneamente. Se diseña el sistema de manera que el trabajo de riego sea mecánico y automático para poder tener una producción óptima. El sistema consta de parte hidráulica, parte eléctrica y parte electrónica. La tubería implementada favorece que el caudal llegue directamente al aspersor. A medida que se trabaja en la implementación de las tuberías de PVC, se ensambla el tablero de control a una fase debido a la acometida del sector. El tablero de arranque directo organiza la situación de trabajo que se le solicite ya sea mecánico o manual. La posición manual enciende el motor para nunca deje de regar la plantación hasta que se cambie de estado. En la parte automática del sistema se controla el tiempo de encendido y apagado del riego con un LOGO! V8 230RCE que se desarrolla en el programa LOGO! Soft Comfort. El tiempo de

riego se define para todos los días en horario de siete y media de la noche hasta las tres y media de la madrugada puesto que el sembrío requiere ocho horas de irrigación.

3.3. Automatización del sistema de riego

Considerando los factores previstos, se planteó colocar un sistema automatizado de riego por aspersores. El sistema cuenta de tablero de control y sistema hidráulico.



Figura 3.1. Terreno seleccionado.

Fuente: Elaborado por el autor.

3.4. Circuito hidráulico del terreno.

En el terreno en el cual que va a cubrir el sistema de riego ubicado en el cantón Vinces como se ve en la figura 3.1. se encontraba sin cultivo. La medida del terreno es de media hectárea. Se cultiva semillas de maíz en el terreno y encima del suelo se instala un circuito hidráulico. Este sistema hidráulico consta de tuberías de PVC. La ubicación de los aspersores debe ser de tal manera que sea homogéneo y cubra todo el espacio del terreno.



Figura 3.2. Sistema de riego con aspersores.

Fuente: Elaborado por el autor.

El sistema hidráulico implementado está conformado por una tubería madre de 3 pulgadas y seis ramales de $\frac{3}{4}$ pulgadas unidas perpendicularmente a la tubería madre.



Figura 3.3. Distribución de tubería PVC.

Fuente: Elaborado por el autor.

En la figura 3.4 muestra el aspersor elevado a una altura de dos metros con un tubo de PVC de $\frac{3}{4}$ pulgadas con ayuda de un palo de madera.



Figura 3.4. Aspersor.
Fuente: Elaborado por el autor.

Luego de colocar el circuito hidráulico, se utiliza el programa AutoCAD para diseñar el circuito hidráulico, tomando referencia de las medidas que obtenidas del sitio. La cantidad de aspersores implementados son 34.

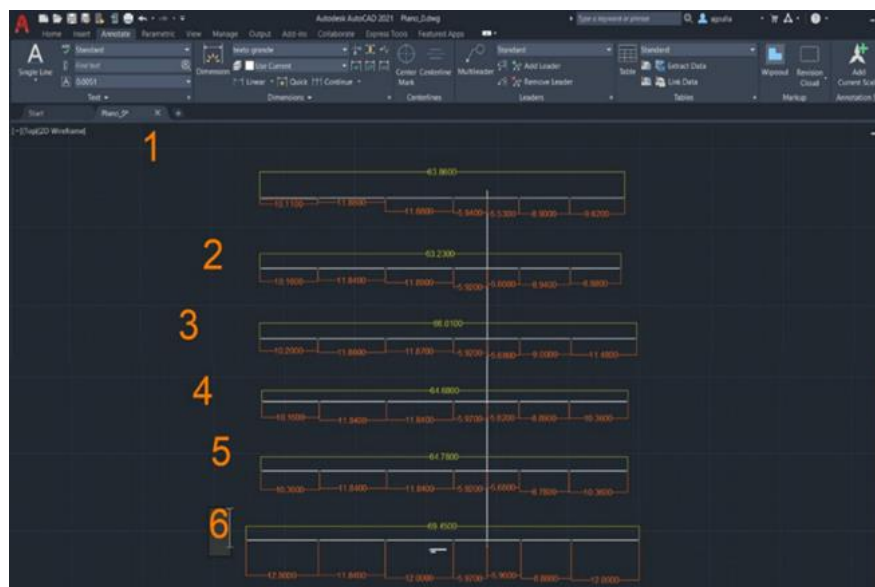


Figura 3.5. Bosquejo del circuito hidráulico.
Fuente: Elaborado por el autor.

Se realiza una prueba con una bomba de 3 caballos de fuerza, pero el sistema presenta inconsistencia en los aspersores ya que el agua no se distribuía adecuadamente. Luego la prueba se la realiza con una bomba de 13 caballos de fuerza a combustible, mejorando la estabilidad y cuyos datos técnicos se encuentran en la figura 3.6.



Figura 3.6. Bomba de caudal de 3 HP.

Fuente: Elaborado por el autor.

La bomba de 13 caballos de fuerza a combustible presenta también desventajas, aunque el resultado de riego fue aceptable. Dentro de las desventajas esta:

- Demanda de alto cargamento de combustible.
- Dañino para el medio ambiente y para el sembrío.
- La automatización de la misma sería complicada.

Luego de palpar notable prueba se procedió a buscar otra alternativa más adecuada.

3.4.1. Cálculos de parámetros de la bomba a utilizar

A continuación, se muestra el cálculo los parámetros de la bomba que se utilizó para conseguir la bomba ideal. Dependiendo de todos los factores

se puede conseguir datos reales y además el circuito hidráulico tenga mejor respuesta a la aplicación.

The image shows a series of handwritten calculations on a dark background. The calculations are as follows:

$$P = 40 \text{ PSI}$$
$$\varphi_1 = 4 \text{ GPM}$$
$$\varphi_T = 40 * 4 = 160 \text{ GPM}$$
$$TDH = \Delta_z + AP + H_f + f_s$$
$$TDH = 12 + 34 + 22 + 10 = 78 \text{ PSI}$$
$$HP = GPM * PSI / 1714$$
$$HP = 160 * \frac{78}{1714}$$
$$HP = 7,28 \cong 8 \text{ HP}$$

Figura 3.7. Cálculo de bomba.
Fuente: Elaborado por el autor.

3.4.2. Comprobación de funcionamiento del circuito hidráulico.

En el sistema hidráulico implementado se acopló tubería adicional en los extremos de la tubería de 3/2 pulgadas para realizar un bucle y pueda tener mayor estabilidad. La medida de los tubos de PVC adherido es de una pulgada. Además, se adicionó más válvulas para administrar las tuberías del proyecto.

El cálculo obtenido de la figura 3.7 da como resultado que se necesita una bomba de ocho caballos de fuerza. Con esta bomba los aspersores riegan el agua necesaria de manera homogénea a todo el sembrío.



Figura 3.8. Proceso del sembrío.
Fuente: Elaborado por el autor.

En la figura 3.9. se observa la plantación luego de un mes aproximadamente de instalar el sistema hidráulico. Se visualiza que el circuito hidráulico implementado funciona correctamente por lo que la plantación estaba creciendo homogéneamente y en tiempos estimados.



Figura 3.9. Crecimiento de las plantas.
Fuente: Elaborado por el autor.

En la figura 3.10 se muestra la bomba monofásica en funcionamiento transportando el líquido vital del pozo al circuito hidráulico implementado, el pozo tiene alrededor 6 metros de profundidad.



Figura 3.10. Funcionamiento del circuito.
Fuente: Elaborado por el autor.

3.5. Tablero eléctrico para bomba.

El requerimiento principal del tablero es que tenga capacidad de trabajar a una bomba de 8 caballos de fuerza. Los elementos que se utilizó son de la marca Schneider. La marca Schneider es una marca comprobada para realizar este tipo de proyectos, ya que se necesita una buena calidad y durabilidad de productos. El tablero diseñado fue de arranque directo, debido a que era un simple circuito para trabajar



Figura 3.11. Parte externa del tablero de control.
Fuente: Elaborado por el autor.

El ensamblaje del tablero se muestra en la figura 3.12. el cual contiene el sistema de control y el sistema de fuerza. Los dos circuitos se encuentran separados por razones de estabilidad y seguridad.



Figura 3.12. Ensamblaje del tablero.
Fuente: Elaborado por el autor.

El sistema de fuerza trabaja con una tensión alta mientras que el sistema de mando trabaja con tensión menor. El circuito a de control conlleva un disyuntor de dos polos con un amperaje de 4 amperios para protección de los elementos de control. El circuito de fuerza conlleva un guardamotor para dispararse en protección del motor eléctrico. El tablero eléctrico se lo desarrollo para trabajar en monofásica ya que el terreno del obrero tiene un transformador que labora en una fase.

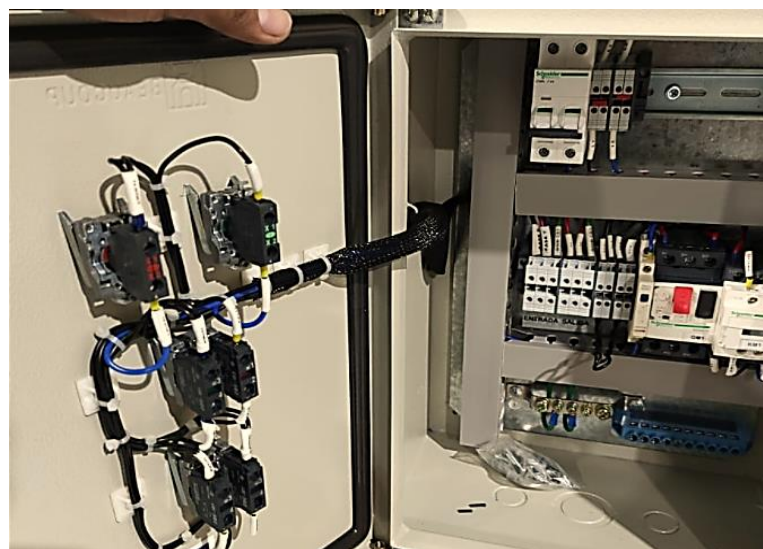


Figura 3.13. Circuito de control del sistema.
Fuente: Elaborado por el autor.

3.5.1. Diseño del circuito de fuerza.

Se utiliza el programa AutoCAD Electrical por su versatilidad y flexibilidad para este tipo de proyecto. El funcionamiento del circuito de fuerza se detalla a continuación:

- Primero se energiza por las líneas eléctricas del cableado que llega al guardamotor.
- El guardamotor sirve para la protección electromecánica y se utiliza primordialmente para en el arranque y paro del motor.
- Las líneas eléctricas pasan por las entradas del guardamotor, utilizando los bornes 1 y 5.
- Las líneas eléctricas pasan salen del guardamotor, utilizando por los bornes 2 y 6.
- Sigue el recorrido hacia la entrada del contactor y pasa por bornes 1 y 5.
- Luego desemboca del contactor en los bornes 2 y 6.
- Se emplearon esos contactos del contactor porque esos se utilizan para circuitos de fuerza, mientras los bornes 13, 14, 21 y 22 son para circuitos de control.
- Por último, finalizando en la entrada del motor monofásico, cuyos bornes para utilizar son el 1 y 2.
- Sin olvidar que el motor debe estar con su protección eléctrica para salvaguardar cualquier anomalía.

En la figura 3.14. se muestra el diagrama unifilar del circuito de fuerza que se desarrolló para sistema de riego.

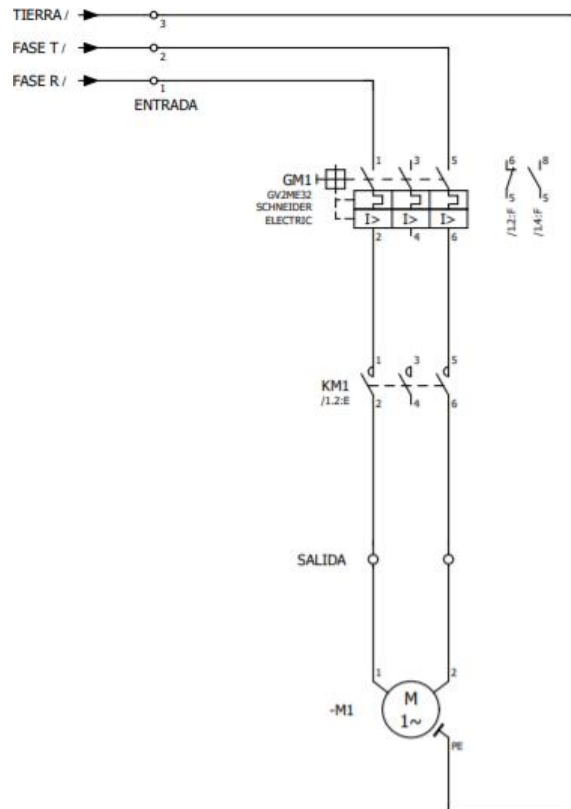


Figura 3.14. Circuito de fuerza del sistema.
Fuente: Elaborado por el autor.

3.5.1.1. Implementación del circuito de fuerza.

En la figura 3.15 se muestra el sistema de fuerza implementado que se utiliza para las pruebas de la bomba.



Figura 3.15. Sistema de fuerza implementado.
Fuente: Elaborado por el autor.

3.5.1.2. Prueba del circuito de fuerza

Al aplicar tensión al tablero eléctrico los resultados fueron favorables ya que el contactor abría y cerraba sus contactos internamente; el guardamotor es importante porque ayuda en el arranque del motor monofásico.

3.5.2. Diseño del circuito de control

Se desarrolla en el programa AutoCAD Electrical el circuito de control implementado y se detalla su funcionamiento a continuación:

- Comienza por las líneas eléctricas del cableado que llega al disyuntor.
- El disyuntor de dos polos empleado sirve para preservar los elementos de mando que solo necesita un amperaje mínimo.
- Las entradas del disyuntor son utilizadas por los bornes 1 y 3.
- Las salidas del disyuntor son utilizadas por los bornes 2 y 4.
- Luego pasa por el selector de 3 posiciones en donde una posición es manual, otra en automático y la otra en apagado.
- En el lugar del manual sigue a un pulsador de paro que su borne de entrada es 1 y su borne de salida es dos. Se lo coloca a la inicial de todo para que pueda desenergizar todo el circuito ante alguna situación. Su contacto es normalmente cerrado.
- Continúa a un pulsador de marcha que su borne de entrada es 1 y su borne de salida es 2. Su contacto es normalmente abierto.
- Por consiguiente, llega a los bornes de la bobina del contactor, donde su entrada es A1 y su salida es A2.
- El contactor tiene un sostenimiento que se encuentra en paralelo para que se pueda manejar mejor.
- Por último, llega a los contactos del guardamotor utilizando el borne de entrada 6 y el borne de salida 5 que ayude encender la bomba.
- ¡En el lugar de la automática sigue y se conecta a un LOGO! V8, donde las entradas son las líneas de alimentación, el contacto de marcha, el contacto de paro, los contactos del selector y por parte de la salida se une al contactor de la bomba.
- Tan pronto pasa por el contactor y se enciende los contactos por un tiempo fijado en el programa para que luego se vuelva a encender de

nuevo al mismo tiempo utilizado anteriormente reiteradas veces hasta que el selector cambie de posición.

- Existen dos luces pilotos en donde indican en qué estado se encuentra. Es decir, la luz piloto H1 demuestra que se encuentra en funcionamiento mientras la luz piloto H2 demuestra que existe una falla en el circuito. Las luces pilotos se encuentran en función del guardamotor.

En la figura 3.16 se muestra el diagrama unifilar del circuito de control para el sistema de riego desarrollado.

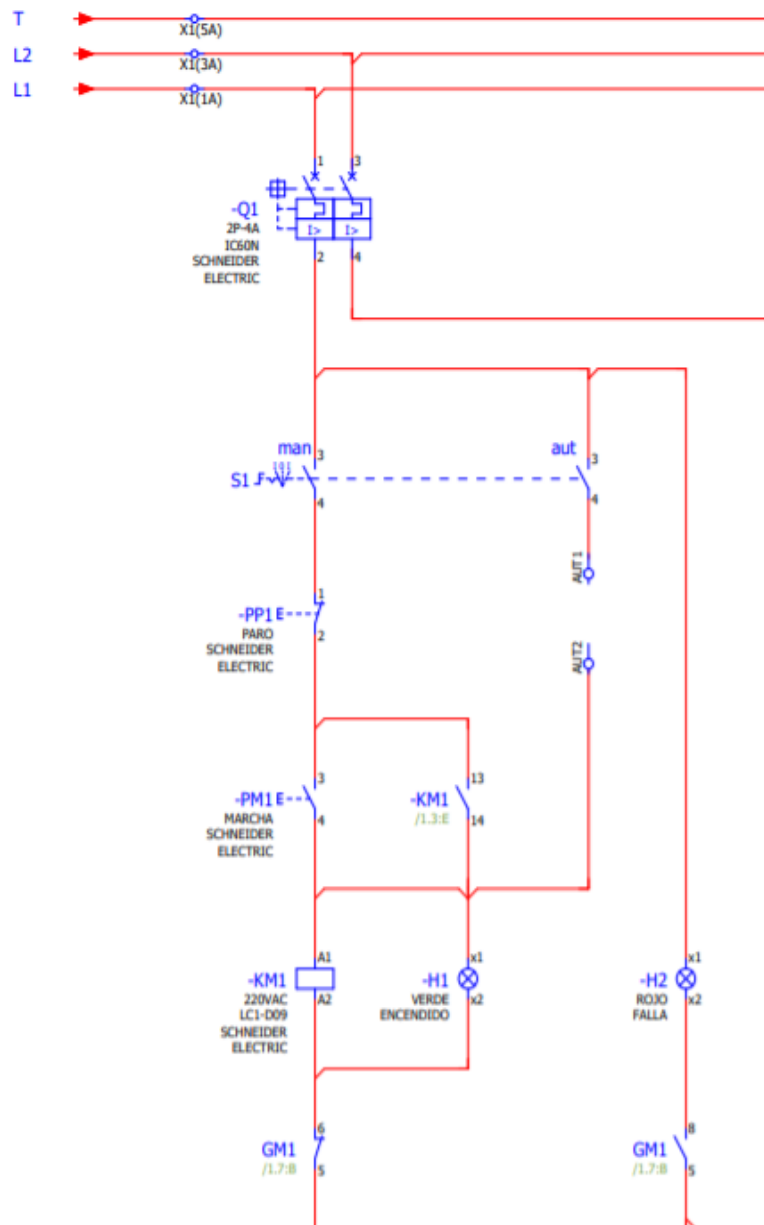


Figura 3.16. Circuito de control del sistema.

Fuente: Elaborado por el autor.

3.5.2.1. Implementación del circuito de control.

En la figura 3.17 se muestra la instalación eléctrica dentro del tablero de arranque directo donde se puede apreciar las borneras, disyuntor, otros elementos que necesita el circuito de mando para que funcione su circuito de control.



Figura 3.17. Sistema de control implementado.
Fuente: Elaborado por el autor.

3.5.2.2. Pruebas de funcionamiento circuito de control.

Al aplicar tensión al tablero eléctrico para probar los elementos de control los resultados fueron positivos ya que los elementos respondían bien y efectúan sus tareas determinadas correctamente. A continuación, se detalla la prueba realizada:

- ❖ Se activa el disyuntor de dos polos para que pase energía a los elementos de control.
- ❖ Cambiamos de posición al selector ya sea cualquier estado y se escucha los contactos abrir y cerrar.

- ❖ Pulsamos el botón de marcha en el estado de manual del tablero eléctrico y se palpa el sonido que hace los contactos al cerrar sus contactos.
- ❖ Presionamos el botón de paro en el estado de manual del tablero de control y se notó el ruido que hace los contactos al abrir sus contactos.
- ❖ La luz piloto verde se encendió en todo el proceso que estaba en funcionamiento el tablero de arranque directo.
- ❖ La luz piloto roja se encendió cuando se simulo un fallo eléctrico en el tablero.
- ❖ El PLC Logo! V8 se encendió cuando se colocó el selector en el estado automático.

3.5.3. Deducción de cálculos eléctricos

En la figura 3.18 se muestra las operaciones que se realizaron para sacar los valores idóneos para los elementos dentro del tablero de arranque directo.

| | |
|--|---|
| <p>1HP=746W</p> $\frac{8HP}{1} * \frac{746W}{1HP} = 5968W$ | <p>Guardamotor 24-32 Amp. Contactor 32 Amp.</p> $\frac{10HP}{1} * \frac{746W}{1HP} = 7460W$ |
| $P = V * I$ $I = \frac{P}{V}$ | |
| $I = \frac{5968}{220} = 27,12 \text{ Amp.}$ | $I = \frac{7460}{230} = 32,43 \text{ Amp.}$ |

Figura 3.18. Cálculo de bomba.
Fuente: Elaborado por el autor.

3.6. Programa de control.

Previo a realizar cualquier programa automático se debe conocer todas las funciones requeridas del mismo sistema, por ello se comienza a diseñar un diagrama de estados. Un diagrama de estados es un esquema que proyecta los diferentes estados y transiciones experimentadas en todo el sistema. En otras palabras, consiste el comportamiento de cada estado que

pasa desde su etapa de partida hasta su etapa final. En la figura 3.19. se presenta el diagrama de estados para este proyecto.

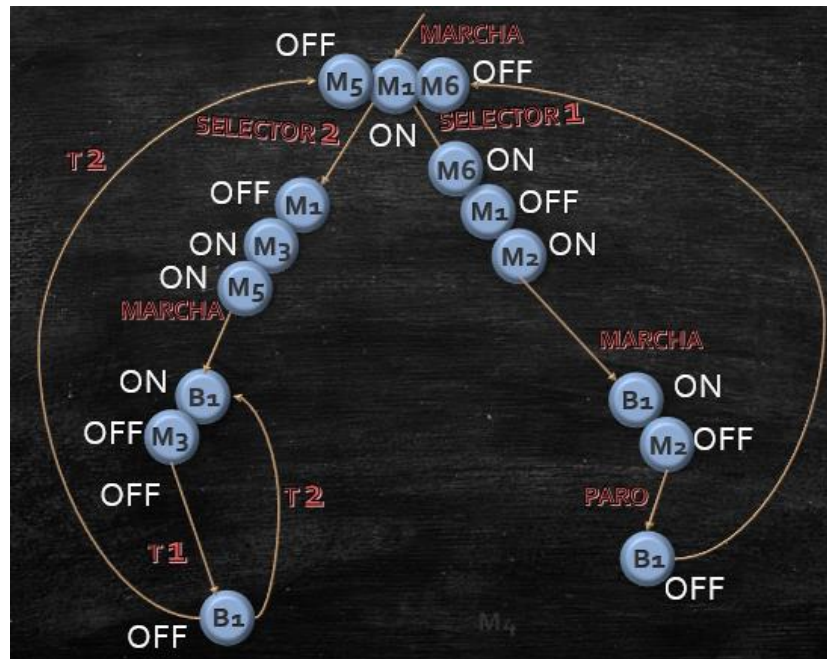


Figura 3.19. Diagrama de estados.
Fuente: Elaborado por el autor.

Existen dos caminos de trabajo ya que se divide un camino para funcionar de manera manual y por el otro lado funcionar de manera automática. Este bucle comienza dándole marcha y depende la forma de trabajo requerida, se mueve el selector. También se indica que estados permanecen apagados y encendidos. Además, la relación de estados en todo el proceso. Se utilizó dos temporizadores para el encendido y apagado de bombas en la parte automática.

3.6.1. Diseño del programa de control.

¡El programa para el sistema de riego automatizado se lo realiza por el software LOGO! Soft Comfort V8.0 ya que el PLC adquirido es un LOGO! 230RCE de la marca Siemens. ¡Se seleccionó ese elemento por lo que se requería un LOGO! que trabaje a 110/220V y no a 24V como los demás PLC. ¡El software de LOGO! puede trabajar en diferentes de maneras para programar tales como circuito en escalera de contactos o diagrama de bloques. En la siguiente figura se proyecta el todo el programa del sistema de riego automatizado.

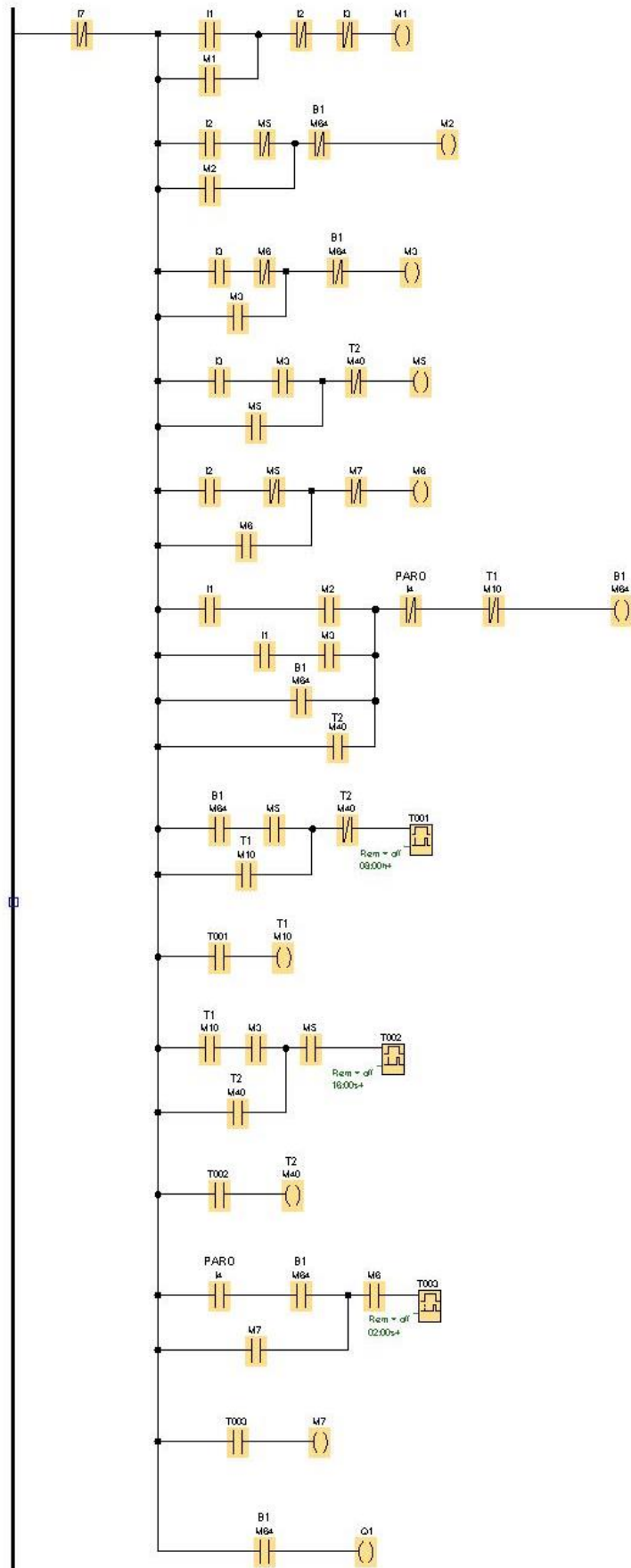


Figura 3.20. Programa completo del sistema de riego.
Fuente: Elaborado por el autor.

Este programa se desarrolla de la siguiente manera:

Se presiona el contacto normalmente abierto I1 para encender la bobina de la marca M1, se apaga con I2 e I3 y para que se sostenga con un contacto normalmente abierto M1 en paralelo con I1.

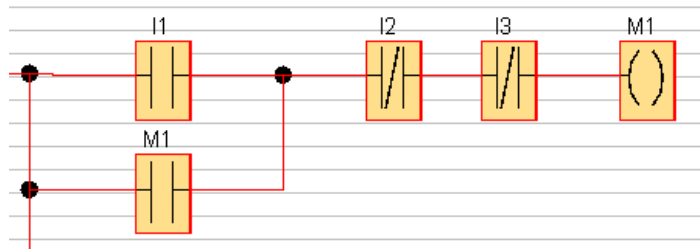


Figura 3.21. Activación del sistema.
Fuente: Elaborado por el autor.

Se activa el interruptor I2 junto al contacto normalmente cerrado de la marca M5 para encender la bobina de la marca M2, lo apaga con el contacto normalmente cerrado la marca M64 y se sostiene con un contacto normalmente abierto en paralelo a I2 y M5. Al hacer esa acción se deja de energizar la bobina de la marca M1. El interruptor I2 también ayuda activar junto con el contacto cerrado de la marca M5 a la bobina de la marca M6, para apagarlo es con un contacto normalmente cerrado de la marca M7 y para sostenerlo se coloca un contacto normalmente abierto de la marca M6 en paralelo con I2 y M5.

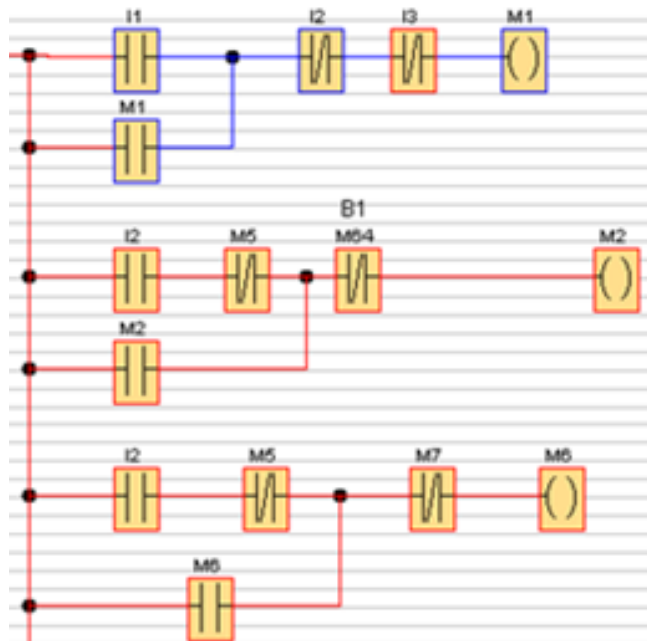


Figura 3.22. Selector Manual.
Fuente: Elaborado por el autor.

Para activar la bomba en modo manual se pulsa otra vez el contacto normalmente abierto I1, entonces se activa la bobina de la marca M64, se apaga por el contacto normalmente cerrado I4 y de la marca M10. La bobina de M64 se sostiene con un contacto normalmente abierto en paralelo con I1 y la marca M2.

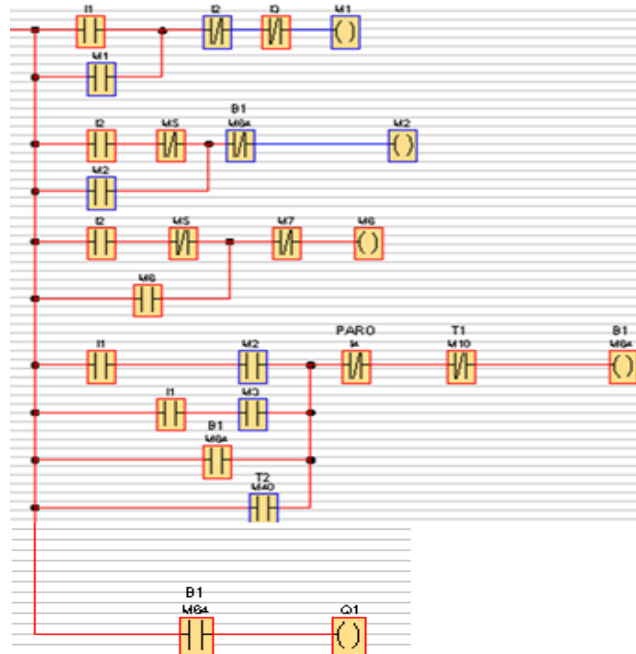


Figura 3.23. Activación de bomba parte manual.
Fuente: Elaborado por el autor.

Al activarse el PARO se apaga la bomba y vuelve activarse la bobina de la marca M2. Se activa de nuevo la bomba si se pulsa otra vez I1.

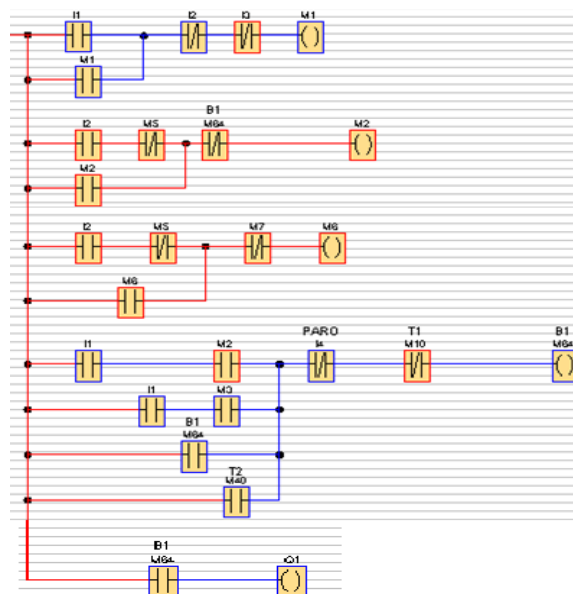


Figura 3.24. Desactivación de bomba parte manual.
Fuente: Elaborado por el autor.

Se apaga el interruptor I2 y se pulsa el contacto normalmente cerrado I7, el programa queda reseteado y se puede realizar mismo proceso de activar la bomba en forma manual o se puede activar la forma automática con el interruptor I3.

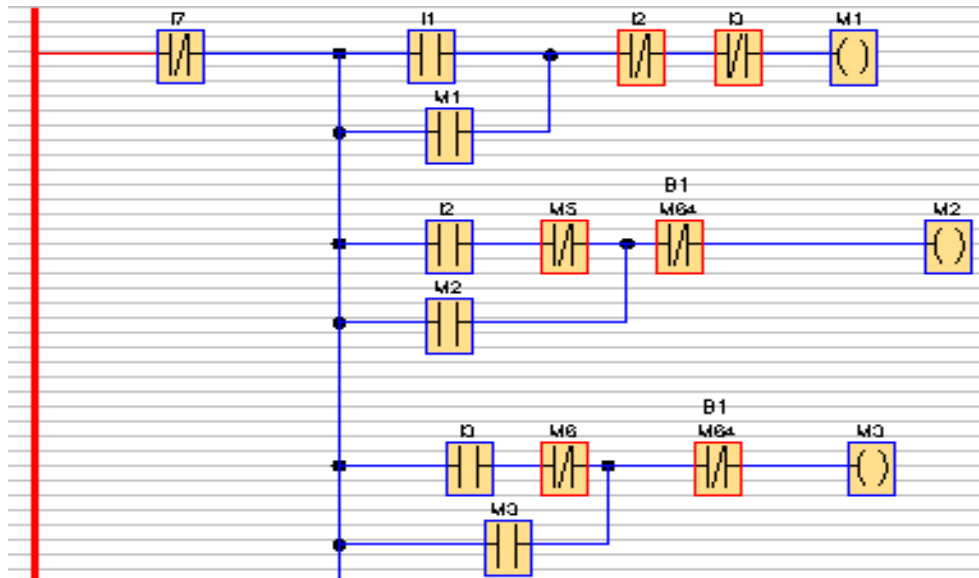


Figura 3.25. Reset del sistema.
Fuente: Elaborado por el autor.

Se enciende el interruptor I3 junto el contacto normalmente cerrado de la marca M6 para encender la bobina de la marca M3, se apaga con el contacto normalmente cerrado de la marca M64 y se sostiene con el contacto normalmente abierto de la marca M3 en paralelo a I3 y M6. El interruptor I3 también ayuda activar junto con el contacto abierto de la marca M3 para encender la bobina de la marca M5, para apagarlo es con el contacto normalmente cerrado de la marca M40 y para sostenerlo es con un contacto normalmente abierto de la marca M5 en paralelo a I3 y M3.

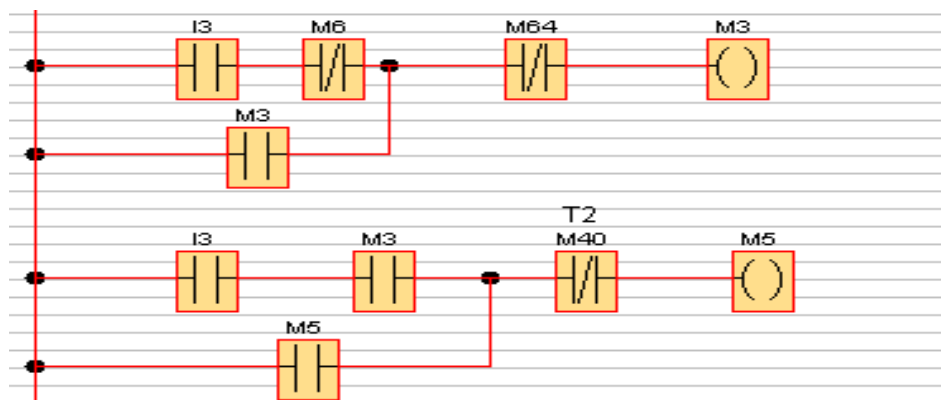


Figura 3.26. Cambio de función.
Fuente: Elaborado por el autor.

Se activa I1 para encender junto con un contacto normalmente abierto de la marca M3 y paralelo a esos contactos se coloca un contacto M64 para que tenga sostenimiento la bobina de la marca M64. Su apagado son los contactos normalmente cerrado de I4 y M10 en serie. El temporizador se enciende con los contactos normalmente abiertos de las marcas M64 y M5, su apagado es con el contacto cerrado de la marca M40 y para mantenerlo sostenido es un contacto normalmente abierto en paralelo de los contactos normalmente abiertos de las marcas M64 y M5.

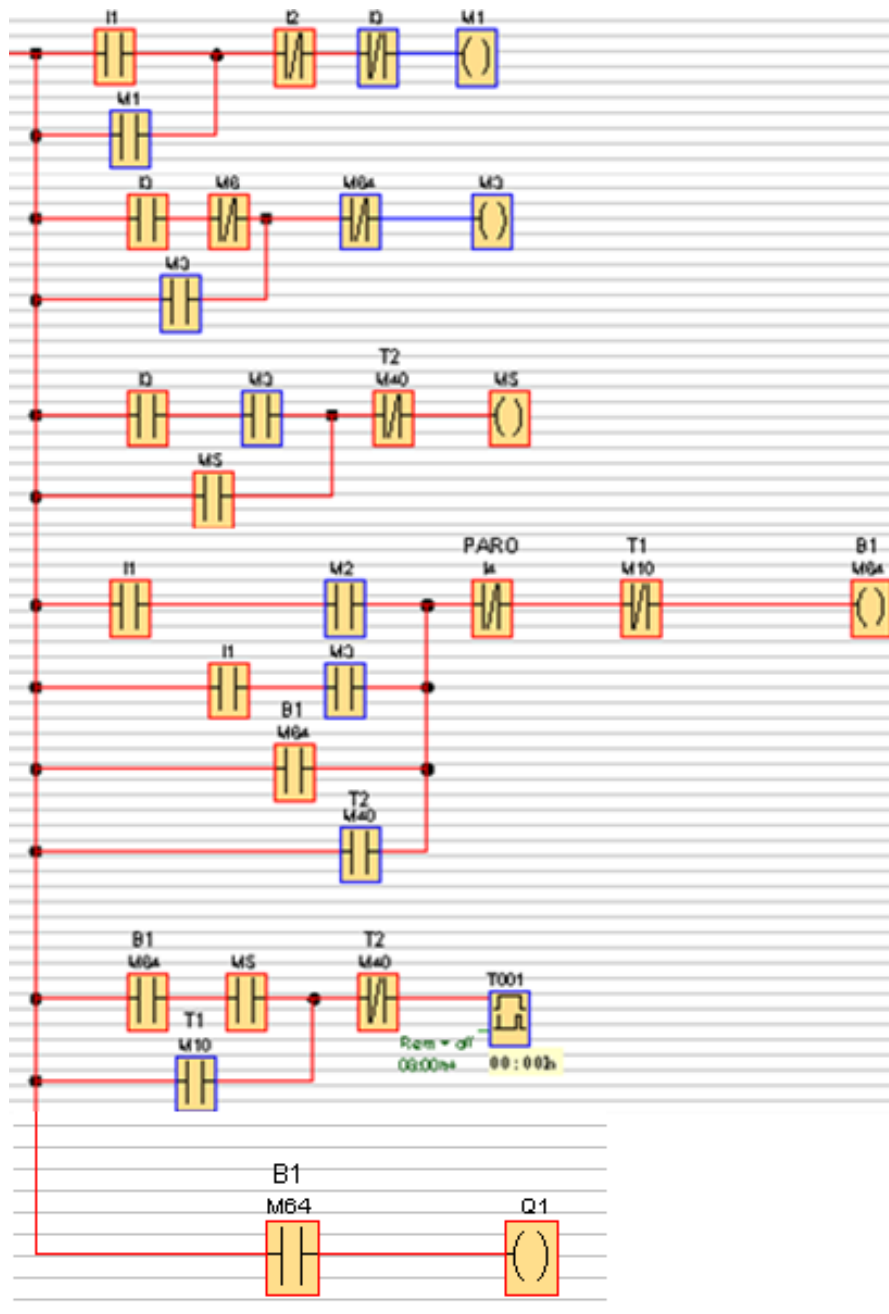


Figura 3.27. Activación automática.
Fuente: Elaborado por el autor.

Para encender la marca M40 se necesita en serie las marcas M10 y M3. Su apagado es con un contacto normalmente abierto de la marca M5 y para sostenerlo es con un contacto normalmente cerrado de M40 en paralelo de M3 y M10. Significa que se vuelve a encender la bomba y cuenta de nuevo los temporizadores hasta que se apague el sistema.

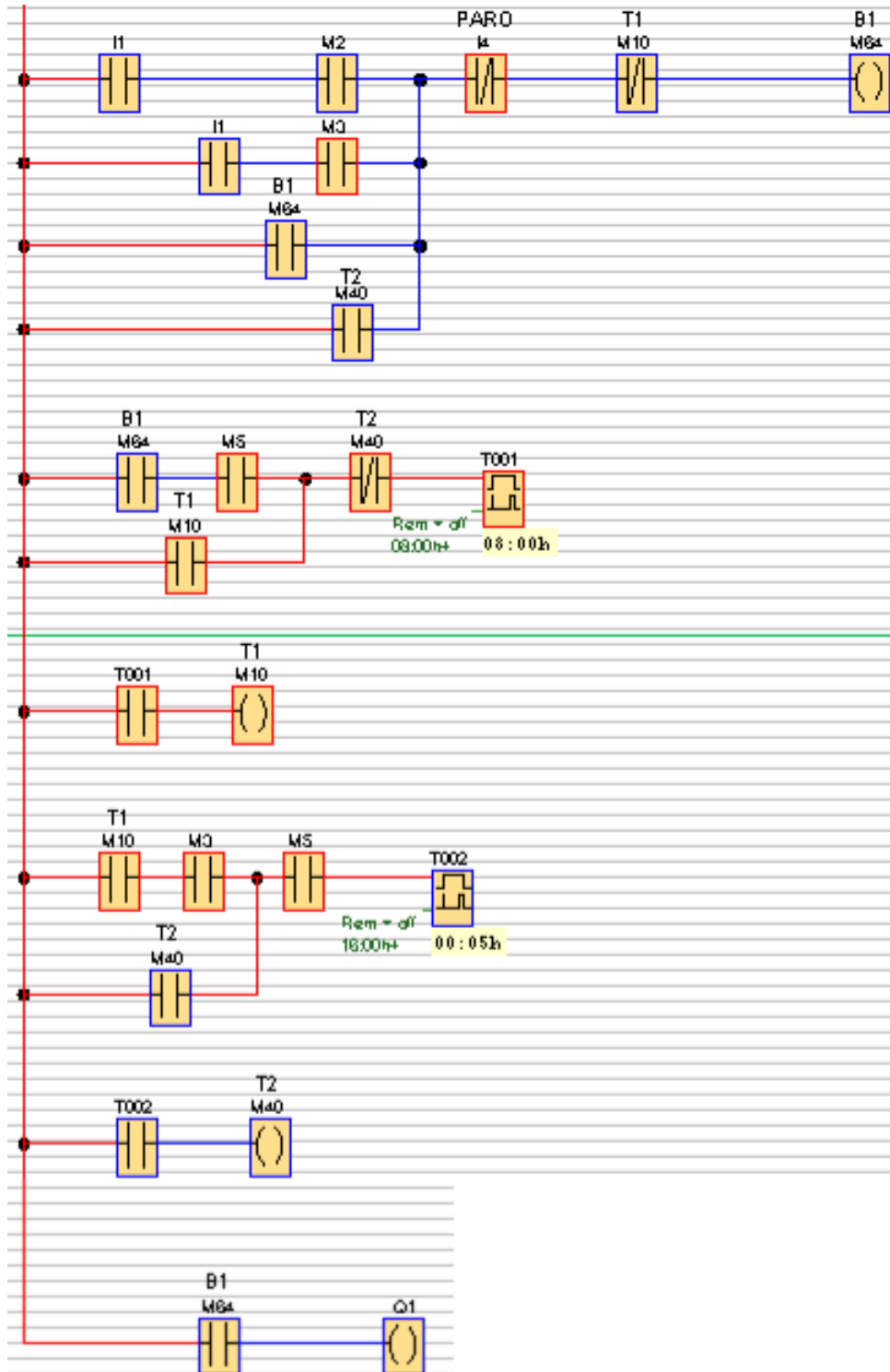


Figura 3.28. Apagado de temporizadores.
Fuente: Elaborado por el autor.

En la tabla 3.1, se visualiza los elementos utilizados para la formulación del sistema de riego automático en el cantón Vinces. Las entradas y salidas tienen su propio rubro.

- Marcha, paro y selector trabajan como entradas.
- Contactor y temporizadores trabajan como contactos.
- Bomba trabaja como salida.

Tabla 3.1. Rotulación de entradas y salidas.

| NOMBRES DE E/S | |
|----------------|-------------------------|
| E/S | Nombres |
| I1 | MARCHA |
| I2 | SELECTOR 1 (MANUAL) |
| I3 | SELECTOR 2 (AUTOMÁTICO) |
| I4 | PARO |
| B1 | CONTACTO DE LA BOMBA |
| O1 | SALIDA (BOMBA) |
| T1 | TEMPORIZADOR 1 |
| T2 | TEMPORIZADOR 2 |

Fuente: Elaborado por el autor.

3.6.2. Implementación del programa de control.

En la figura 3.29 se muestra a la computadora cargando el programa diseñado al PLC LOGO! V8 del modelo 230RCE. Se hizo la conexión por medio de un cable ethernet.

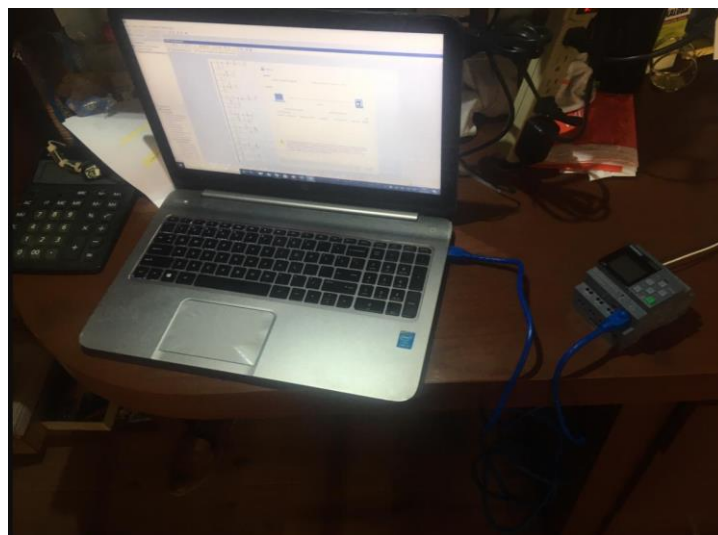


Figura 3.29. Conexión PC a PLC.

Fuente: Elaborado por el autor.

3.6.3. Pruebas de funcionamiento del programa de control.

Las primeras pruebas del programa se realizaron con disyuntores independientes para apreciar que acción ejecutaban. ¡Ya una vez instalado el LOGO! V8 en el tablero de arranque directo se procedió a efectuar pruebas con respecto al sistema de riego. Se probó un tiempo de encendido en un lapso pequeño para corroborar si el programa está bien diseñado. El resultado arrojado de la prueba fue eficiente por consiguiente se colocó el periodo correcto. En la siguiente figura se evidencia el funcionamiento del aspersor y demostrando el trabajo eficiente que realiza el sistema.



Figura 3.30. Actuación del aspersor.
Fuente: Elaborado por el autor.

3.7. Comparación de sistemas de riegos

Luego de haber presenciado ambos escenarios del sistema de riego que se utiliza en el sembrío del campesino, se procedió a realizar una tabla comparativa y demostrar las diferencias que tienen uno con respecto al otro.

Tabla 3.2. Comparación del sistema antiguo con el sistema automatizado actual.

| Comparativa de ambos sistemas de riego | |
|---|---|
| Sistema de riego inicial | Sistema de riego automatizado |
| <ul style="list-style-type: none">- Gasto innecesario para regar.- Contratación de personal dedicado exclusivamente para el riego.- Riego no homogéneo. | <ul style="list-style-type: none">- Personal puede dedicarse a otras actividades productivas envés de estar preocupado por regar.- Ahorro de recursos a un tiempo cercano.- Control de tuberías PVC.- Todo el sembrío recibe agua.- La cosecha sale en buen estado. |

Fuente: Elaborado por el autor.

Además, en la figura 3.31 se puede ver la gran diferencia del cambio que paso el terreno seleccionado para que sistema de riego sea eficiente y rentable.



Figura 3.31. Antes y después del terreno seleccionado.

Fuente: Elaborado por el autor.

Se evidencia el rendimiento del sistema de riego automatizado implementado ya que hubo porcentaje de aumento en cuanto a la obtención de la cosecha del producto y disminución de porcentaje con respecto las pérdidas de recursos.



Figura 3.32. Cosecha de maíz.
Fuente: Elaborado por el autor.

Capítulo 4: Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones.

- ❖ Los sistemas de riego actuales en territorios ecuatorianos presentan distintas maneras de brindar líquido vital a sembríos, puesto que depende de ciertos factores, tales como: el tipo de suelo, tipo de sembrío, la distancia de riego, el clima del sector.
- ❖ El sistema hidráulico aplicado en este proyecto demuestra que los resultados tienen mejoras comparado con el anterior, una vez realizado sus respectivas pruebas, el campesino corrobora su confort, eficacia y buen diseño.
- ❖ El tablero de control implementado para el sistema de riego se diseña para una fase puesto que el terreno del campesino posee un transformador monofásico y colabora a la dosificación del sistema hidráulico.
- ❖ El diseño del programa de este proyecto permite controlar el funcionamiento de los aspersores de forma automática por medio del esquema de contactos y con ayuda de temporizadores dentro del PLC se programa para horarios nocturnos puesto que se requiere el líquido vital en la noche.
- ❖ Después de todas las pruebas realizadas del sistema de riego automatizado implementado se observó un mejor producto final obtenido y un ahorro en cuestión de agua y energía.

4.2. Recomendaciones.

- ✓ Este proyecto puede extenderse a un control desde un punto distante por medio de internet.
- ✓ Se puede recomendar que se trabaje dentro del esquema hidráulico dos bombas de agua en vez de una.
- ✓ Se recomienda que se tenga una bomba adicional como un sistema de backup en caso de que se presente una complicación con la bomba principal.

- ✓ Se sugiere colocar un sensor de presión en la tubería para visualizar el comportamiento del caudal.
- ✓ Es aconsejable enterrar la tubería por donde pasa el agua ya que el circuito hidráulico quedaría más firme y se reduciría cualquier anomalía.

Bibliografía

- Agropinos. (2018). *Sistema de riego agrícolas: Conoce los tipos y su funcionalidad*. Obtenido de <https://www.agropinos.com/tipos-y-funcionalidades-de-los-sistemas-de-riego>
- Agroware. (2016). *Tipos de riego y sus ventajas: ¿cuál es el adecuado?* Obtenido de <https://sistemaagricola.com.mx/blog/tipos-de-riego-en-la-agricultura-y-ventajas/>
- Agüera, J. (2011). *Ecuaciones fundamentales de un flujo*. Obtenido de <http://www.uco.es/termodinamica/ppt/pdf/fluidos%203.pdf>
- AUTYCOM. (2018). *¿Cuáles son los diferentes tipos de PLC?* Obtenido de <https://www.autycom.com/diferentes-tipos-de-plc/>
- Caicedo, O., & Balsameda, C. (2015). *Evaluación hidráulica del riego por aspersión subfoliar en banano*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000100005
- Cevallos, L., & Zambrano, B. (2018). *Sistema de riego automatizado con*. Obtenido de <http://www.revistaespacios.com/a18v39n37/a18v39n37p27.pdf>
- Chiappini, A. (2013). *El suelo*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/w1309s/w1309s04.htm>
- Deras, H. (2015). *El cultivo del maíz*. Obtenido de <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>
- DYCO CET S.A. (2017). *Tableros de Distribución y Control*. Obtenido de <http://www.dycocet.com/imagenes/tableros/Tablero%20de%20Control.png>
- Eenergíe. (2018). *¿Qué es y cómo funciona un disyuntor?* Obtenido de <https://www.eenergíe-shop.es/blog/que-es-y-como-funciona-un-disyuntor/>
- El Universo. (2016). *Sistemas de riego: Complementan la actividad agrícola*. Obtenido de

<https://www.eluniverso.com/tendencias/2016/11/29/nota/5928832/sistemas-riego-complementan-actividad-agricola>

Electrónica Edimar. (2020). *Programación en PLC: Controladores Programables*. Obtenido de <https://edimar.com/programacion-en-plc/>

Etecé. (2018). *¿Qué es el maíz?* Obtenido de <https://www.caracteristicas.co/maiz/>

Etecé. (2018). *¿Qué es el suelo?* Obtenido de <https://concepto.de/suelo/>

Farmagro. (2018). *La importancia del maíz en el Ecuador*. Obtenido de <https://www.farmagro.com/noticias/149-la-importancia-del-ma%C3%ADz-en-el-ecuador>

Fernandez, O. (2017). *¿Qué es un PLC Siemens Logo?* Obtenido de <http://codigoelectronica.com/blog/que-es-un-plc-siemens-logo>

Fernandez, O. (2017). *¿Qué es un plc siemens logo?* Obtenido de <http://codigoelectronica.com/blog/que-es-un-plc-siemens-logo>

Fernandez, O. (2017). *Introducción PLC siemens logo*. Obtenido de <http://codigoelectronica.com/blog/introduccion-plc-siemens-logos>

Fluideco. (2019). *¿Qué es una bomba centrífuga?* Obtenido de <https://fluideco.com/que-es-una-bomba-centrifuga/#:~:text=Una%20bomba%20centr%C3%ADfuga%20es%20aquella,mayor%20volumen%20de%20l%C3%ADquido%20posible.>

GAMMA. (2020). *Electrobomba de Agua Centrífuga*. Obtenido de <https://gammaherramientas.com.ar/product/electrobombas-de-agua/electrobombas-de-agua-centrifuga/>

Hofstadter, R., & Corsi, W. (2016). *El riego del cultivo de maíz*. Obtenido de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6302/1/Hoja-de-divulgacion-49.pdf>

Ingerería Mecafenix. (2019). *Tipos de tableros eléctricos*. Obtenido de <https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/tableros-electricos/>

- Instalaciones Barcelona. (2019). *¿Qué es una acometida eléctrica?* Obtenido de <https://instalacionesbarcelona.net/acometida-electrica/>
- ISKRA. (2020). *Miniature Circuit Breakers RI 50*. Obtenido de <https://www.iskra.eu/en/Miniature-Circuit-Breakers/Miniature-Circuit-Breaker-RI-50/>
- Lorite, I., & Farkas, I. (2009). *Diseño y Manejo de Sistemas de Riego*. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-58392009000500003
- Luminotecnia. (2018). *¿Sabés qué es y cómo funciona un disyuntor?* Obtenido de <https://www.luminotecnia.com.py/blog/52/Sabes-que-es-y-como-funciona-un-disyuntor>
- Manzano, J. (2012). *Presión*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/jolumango/presin-11816654>
- Mendoza, J., & Gruber, L. (2010). *Diseño, construcción y evaluación de un equipo automatizado para*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/857/85717010010.pdf>
- NIVIHE. (2017). *¿Qué es un guardamotor y para que se usa?* Obtenido de <https://motores-electricos.com.ar/que-es-un-guardamotor/>
- Novagric. (2016). *Riego por Aspersión*. Obtenido de <https://www.novagric.com/es/riego/sistemas-de-riego/riego-por-aspersion>
- Olivares, J. (2014). *Unidad I Introducción a la programación de sistemas*. Obtenido de http://dsc.itmorelia.edu.mx/~jcolivares/courses/ps207b/ps2_u1.pdf
- Palacios, E., & Águila, M. (2011). *Prototipo para automatizar un sistema de riego multicultivo*. Obtenido de <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/agricolas/article/view/1616/1615>
- Penelo, L. (2018). *Maíz: propiedades, beneficios y valor nutricional*. Obtenido de

<https://www.lavanguardia.com/comer/20180906/451618009383/maiz-valor-nutricional-propiedades-beneficios.html>

Quevedo, A., & Lugo, O. (2011). *Prototipo para automatizar un sistema de riego multicultivo*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342011000500003

Ramos, M., & Baéz, D. (2013). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN UNA PARCELA DEMOSTRATIVA EN EL CANTÓN CEVALLOS*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2677/1/25T00208.pdf>

Remios, G. (2019). *Ecuador: El Campo Genera 14% De La Riqueza Del País, Pero Más De La Mitad De Su Población Es Pobre*. Obtenido de <https://agroecuador.org/index.php/blog-noticias/item/403-ecuador-el-campo-genera-14-de-la-riqueza-del-pais-pero-mas-de-la-mitad-de-su-poblacion-es-pobre>

Richmond, D. (2015). *Programmable Controllers*. Obtenido de <https://www.nema.org/standards/view/programmable-controllers-part-1-general-information>

Selector Electricidad. (2014). *Distribución de energía eléctrica*. Obtenido de <http://www.sectorelectricidad.com/9602/distribucion-de-energia-electrica/>

Seminis. (2016). *¿Qué es el suelo?* Obtenido de <https://www.seminis.mx/blog-que-es-el-suelo/#:~:text=Un%20suelo%20ideal%20tiene%20una,circulaci%C3%B3n%20de%20agua%20y%20aire.&text=El%20suelo%20est%C3%A1%20compuesto%20por,y%20animales%3B%20agua%20y%20aire>.

Siemens. (2017). *¡LOGO! Módulos básicos*. Obtenido de <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo/logo-basic-modules.html#BasicModuleswithdisplay>

Transelec. (2017). *Qué es un guardamotor, y su diferencia con el relé térmico.*

Obtenido de <https://www.transelec.com.ar/soporte/18434/que-es-un-guardamotor-y-su-diferencia-con-el-rele-termico/>

Universidad de Valparariso. (2013). *Fluidos. Presión. Principio de Pascal.*

Obtenido de https://www.ifa.uv.cl/~jura/Fisica_I/semana_XIII_1.pdf



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Pulla Correa, Angel Andrey** con **C.C: # 070461986-5** autor del Trabajo de Titulación: **Aplicación de control industrial en sistema de riego agrícola por aspersión.** previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electrónico en Control y Automatismo** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 8 de marzo del 2021

f. _____

Nombre: Pulla Correa, Angel Andrey

C.C: 070461986-5

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

| | | | |
|---|---|---|----|
| TÍTULO Y SUBTÍTULO: | Aplicación de control industrial en sistema de riego agrícola por aspersión | | |
| AUTOR(ES) | Pulla Correa, Angel Andrey | | |
| REVISOR(ES)/TUTOR(ES) | MSc. Zamora Cedeño, Néstor Armando | | |
| INSTITUCIÓN: | Universidad Católica de Santiago de Guayaquil | | |
| FACULTAD: | De Educación Técnica para el Desarrollo | | |
| CARRERA: | Electrónica en Control y Automatismo | | |
| TITULO OBTENIDO: | Ingeniero Electrónico en Control y Automatismo | | |
| FECHA DE PUBLICACIÓN: | 8 de marzo del 2021 | No. DE PÁGINAS: | 51 |
| ÁREAS TEMÁTICAS: | Automática, Instalaciones eléctricas, Digitales. | | |
| PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS: | Control, Aspersores, Plc, Sembrío, Pruebas, Automatización, Riego, Motor. | | |
| RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): | | | |
| <p>Por medio del presente proyecto de titulación se trata de mostrar una alternativa eficaz e innovadora para los cultivos del campo, ya que la agricultura es una fuente principal de la economía del Ecuador. Los seres humanos cada vez solicitan productos alimenticios de las haciendas y con eso aumenta la demanda, puesto que se solicita una producción más eficiente a un tiempo menos prolongado sin dejar de lado los estándares de calidad. Gracias a los avances tecnológicos ha hecho viable el progreso de la manufactura agrícola y así favoreciendo la rentabilidad de cultivos. La principal razón de que el cultivo no crezca correctamente es por la falta de nutrientes. El empleo de un tablero electrónico en el cultivo facilita el control y manejo de sistemas de riego, evitando pérdidas económicas y líquido vital. Por consiguiente, la exposición y explicación de este trabajo promete al campesino ecuatoriano tener un punto de vista más innovador con respecto a sus cultivos.</p> | | | |
| ADJUNTO PDF: | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO | |
| CONTACTO CON AUTOR/ES: | Teléfono: +593998909660 | E-mail: andreypullacorrea@hotmail.com | |
| CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE | Nombre: Palacios Meléndez, Edwin Fernando | | |
| | Teléfono: +593-9-67608298 | | |
| | E-mail: edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec | | |
| SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA | | | |
| Nº. DE REGISTRO (en base a datos): | | | |
| Nº. DE CLASIFICACIÓN: | | | |
| DIRECCIÓN URL (tesis en la web): | | | |