



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,**  
**ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO POR  
MICROASPERSIÓN AUTOMATIZADO PARA EL CULTIVO DE  
CAÑIHUA EN CENTRO POBLADO DE ISAÑURA – CAPACHICA -  
PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. CRISTHIAN PONCE GRANDE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



NOMBRE DEL TRABAJO

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSIÓN AUTOMATIZADO PARA EL CULTIVO DE CA**

AUTOR

**CRISTHIAN PONCE GRANDE**

RECuento DE PALABRAS

**9842 Words**

RECuento DE CARACTERES

**54304 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**91 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**13.2MB**

FECHA DE ENTREGA

**Oct 21, 2024 4:42 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Oct 21, 2024 4:43 AM GMT-5**

● **15% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



*Manuel Eneas Valencia Vicos*  
SUB DIRECTOR DE INVESTIGACION

Resumen



## DEDICATORIA

A mis **Padres Cristobal Ponce Quispe y Reyna Grande Paucar**, con todo mi amor y cariño para las personas que hicieron todo en la vida para que lograra mis objetivos trazados y aspiraciones.

A mis hermanas **Nataly Yanet Ponce Grande y Analy Ponce Grande** que me brindaron su apoyo moral. Que han estado en cada etapa de mi desarrollo personal y profesional.

**Cristhian Ponce Grande**



## AGRADECIMIENTOS

A la universidad Nacional del Altiplano, a mi alma mater donde me formé profesionalmente.

A mi Asesor M.Sc. Lucio Quispe Apaza por su recomendación oportuno para la culminación de esta tesis.

A mis miembros de jurados M.Sc. Guido Humberto Cayo Cabrera, M.Sc. Gabino Rey Vidangos Ponce, Ing. Widmer Aragón Choque, por su tiempo y sugerencias para que salga adelante este proyecto de tesis.

Finalmente, a la escuela profesional de ingeniería electrónica y a todos los docentes que nos brindaron sus orientaciones y valiosas sugerencias para alcanzar los objetivos trazados.

**Cristhian Ponce Grande**



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	
<b>ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>14</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>17</b>
1.1.1 Descripción del problema .....	17
<b>1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>17</b>
1.2.1 Problema general .....	17
1.2.2 Problema específico .....	17
<b>1.3 OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
1.3.1 Objetivo general.....	18
1.3.2 Objetivo específico .....	18
<b>1.4 HIPÓTESIS .....</b>	<b>18</b>
1.4.1 Hipótesis general.....	18
1.4.2 Hipótesis específica .....	18
<b>1.5 JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>19</b>



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

<b>2.1</b>	<b>ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....</b>	<b>20</b>
2.1.1	Internacional .....	20
2.1.2	Nacional.....	21
<b>2.2</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>24</b>
2.2.1	Que es automatización .....	24
2.2.2	Origen de la automatización .....	24
2.2.3	Sistema automático .....	24
2.2.4	Tipos de riego .....	25
2.2.4.1	Riego por Goteo .....	25
2.2.4.2	Riego por Aspersión.....	26
2.2.4.3	Microaspersión.....	28
2.2.5	Sensores .....	29
2.2.6	Electroválvulas.....	30
2.2.7	Electrobombas .....	30
2.2.8	PLC (Controlador Lógico Programable) .....	31
2.2.8.1	PLC Logo 8.....	31
2.2.8.2	LOGO! Soft Comfort.....	34
2.2.9	Pulsadores .....	34
2.2.10	Interruptor diferencial .....	35
2.2.11	Interruptor termomagnético .....	36
2.2.12	Contactores .....	38
2.2.13	Relés.....	39
2.2.14	Red de distribución monofásica.....	39



2.2.15 Sistema de control automatizado .....	39
2.2.16 Sistema de control a lazo cerrado .....	40
2.2.17 Sistemas de control en lazo abierto.....	41

### CAPÍTULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>42</b>
3.1.1 Diseño de investigación .....	42
3.1.2 Tipo de Investigación.....	42
3.1.3 Nivel de Investigación .....	42
3.1.4 Población y muestra.....	42
<b>3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO.....</b>	<b>43</b>
3.2.1 Ubicación Política y geográfica.....	43
<b>3.3 MATERIALES.....</b>	<b>44</b>
3.3.1 Software .....	44
3.3.2 Hardware.....	44
<b>3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>45</b>
<b>3.5 DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO.....</b>	<b>45</b>
3.5.1 Planificación .....	45
3.5.2 Datos de humedad mínima y máxima.....	46
3.5.3 Diseño del sistema automático .....	48
3.5.3.1 Diagrama eléctrico 2D del sistema .....	48
3.5.3.2 Software de programación .....	49
3.5.3.3 Descripción del programa .....	51



3.5.4 Funcionamiento del sistema implementado..... 52

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**DISCUSIONES ..... 68**

**V. CONCLUSIONES..... 70**

**VI. RECOMENDACIONES..... 71**

**VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 72**

**ANEXOS..... 76**

**Área:** Automatización e Instrumentación.

**Tema:** Control

**Fecha de Sustentación:** 30 de octubre del 2024





## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Ventajas y desventajas del riego por goteo .....	26
<b>Tabla 2</b> Ventajas y desventajas del riego por aspersión.....	27
<b>Tabla 3</b> Ventajas y desventajas de riego por microaspersión .....	28
<b>Tabla 4</b> Direccionamiento de entradas y salidas .....	50
<b>Tabla 5</b> Cuadro comparativo de humedad .....	58
<b>Tabla 6</b> Presupuesto .....	66
<b>Tabla 7</b> Comparación de la producción según la venta de cañihua (Periodo Marzo – junio 2024) .....	67



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Riego por goteo .....	25
<b>Figura 2</b> Riego por aspersión .....	27
<b>Figura 3</b> Riego por microaspersión.....	28
<b>Figura 4</b> Estructura física de logo!.....	32
<b>Figura 5</b> Estructura interna de un PLC .....	33
<b>Figura 6</b> Pulsadores NA y NC .....	35
<b>Figura 7</b> Interruptor diferencial.....	36
<b>Figura 8</b> Interruptores termomagnéticos.....	37
<b>Figura 9</b> Curva de disparo tipo C.....	37
<b>Figura 10</b> Contactor real .....	38
<b>Figura 11</b> Símbolo del contactor.....	39
<b>Figura 12</b> Sistema de control autónomo .....	40
<b>Figura 13</b> Esquema de un sistema de control a lazo cerrado .....	40
<b>Figura 14</b> Esquema de un sistema de control en lazo abierto .....	41
<b>Figura 15</b> Mapa político de Capachica .....	43
<b>Figura 16</b> Ubicación satelital del proyecto .....	44
<b>Figura 17</b> Instalación de sensor para lectura con riego natural.....	47
<b>Figura 18</b> Sensor instalado para riego automático.....	47
<b>Figura 19</b> Diseño eléctrico .....	48
<b>Figura 20</b> Programa en Ladder .....	51
<b>Figura 21</b> Electrobomba empleado para el riego .....	53
<b>Figura 22</b> Sistema de riego microaspersión implementado .....	53
<b>Figura 23</b> Micro aspersor en funcionamiento .....	54



<b>Figura 24</b>	Riego funcionando junto al micro aspersor .....	55
<b>Figura 25</b>	Sistema de mando implementado .....	56
<b>Figura 26</b>	Pruebas de conexión .....	57
<b>Figura 27</b>	Humedades en un lapso de 30 días .....	60
<b>Figura 28</b>	Implementación de tablero de control .....	61
<b>Figura 29</b>	Cultivo con riego natural .....	62
<b>Figura 30</b>	Peso de la cosecha con riego natural en un área de 5m x 5m.....	62
<b>Figura 31</b>	Tamaño del grano cañihua con riego natural .....	63
<b>Figura 32</b>	Cultivo con riego automatizado.....	64
<b>Figura 33</b>	Cosecha de cañihua con riego automatizado.....	65
<b>Figura 34</b>	Tamaño de Cañihua con riego automatizado .....	65



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO 1</b> Preparación del suelo.....	76
<b>ANEXO 2</b> Sensor de humedad FC-28.....	76
<b>ANEXO 3</b> Vernier CL106.....	77
<b>ANEXO 4</b> Tablero implementado con los dispositivos empleados .....	77
<b>ANEXO 5</b> Tablero eléctrico .....	78
<b>ANEXO 6</b> Hoja de datos PLC LOGO 8! 6ED1052-1CC08-0BA0 .....	79
<b>ANEXO 7</b> Hoja de datos relay JQX – 10F-2Z-24VDC .....	80
<b>ANEXO 8</b> Hoja de datos NC1.....	82
<b>ANEXO 9</b> Hoja de datos FC 38 (incluya YL 69, YL 38).....	86
<b>ANEXO 10</b> Hoja de datos Relé Térmico NXR 25.....	88
<b>ANEXO 11</b> Declaración Jurada de Autenticidad de Tesis.....	90
<b>ANEXO 12</b> Autorización para el Depósito de Tesis o Trabajo de Investigación en el Repositorio Institucional .....	91



## ACRÓNIMOS

<b>SCADA:</b>	Supervisory Control and Data Acquisition (Control Supervisor y adquisición de datos)
<b>COM:</b>	Common (Común)
<b>NO:</b>	Normally open switch (Normalmente abierto)
<b>NC:</b>	Normally closed switch (Normalmente cerrado)
<b>PLC:</b>	Programmable Logic Controller (Programador Lógico programable)



## RESUMEN

La inestabilidad de lluvias para el riego de cultivos en zonas alto andinas como el centro poblado de Isañura del distrito de Capachica, hacen que la capacidad de producción se vea afectada provocando bajos ingresos y por consecuencia pobreza y bajos índices de nutrición en los niños y pobladores de la zona, quienes dependen de la capacidad productiva de la cañihua y otros cereales, por ello se diseñó e implementó un sistema de riego automático por microaspersión que proporciona regadío cuando el cultivo lo requiere y así optimizar la humedad de suelo mejorando la producción de cañihua; el sistema de control implementado consta de un PLC LOGO 8! Siemens, los actuadores utilizados fueron electroválvulas EV250B y una electrobomba Mitoshi de 1 HP, para el control de humedad se utilizó un sensor YL 69, con el propósito de regar un área de cultivo de 25m<sup>2</sup> para la producción de cañihua; los resultados con riego natural proporcionaron una humedad promedio 49%, y con el sistema de riego automático por microaspersión se logró obtener una humedad controlada del 58% que mejoran la producción de cañihua según recomendaciones del INIA; la producción final riego automático por microaspersión mejoró en un 35% respecto a la cantidad de cañihua producida sin sistema de riego controlado.

**Palabras clave:** Actuadores, Humedad, PLC, Riego por microaspersión, Sensores.



## ABSTRACT

The variability in rainfall for crop irrigation in high Andean regions, such as the village of Isañura in the Capachica district, negatively impacts production capacity, leading to low income, poverty, and poor nutrition among children and residents who depend on the productive capacity of cañihua and other cereals. To address this, an automated micro-sprinkler irrigation system was designed and implemented to provide water precisely when the crops need it, thereby optimizing soil moisture and enhancing cañihua production. The control system implemented comprises a Siemens LOGO! PLC, with actuators including valves and a Pedrollo S200 electric pump. A YL-69 sensor was used to monitor soil moisture, aiming to irrigate a 25 m<sup>2</sup> crop area dedicated to cañihua production. Under natural rainfall, the average soil moisture was 49%, while the automated micro-sprinkler system achieved a controlled moisture level of 58%, which, according to INIA recommendations, improves cañihua production. The final results showed that the production with the automated micro-sprinkler system increased by 35% compared to the yield without a controlled irrigation system.

**Keywords:** Actuators, humidity sensors, moisture, micro-sprinkler irrigation, PLC.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La sequía y el cambio climático, exacerbados por la contaminación ambiental, han deteriorado la calidad de las lluvias y las aguas subterráneas, afectando directamente a la agricultura, rendimiento de los cultivos y probando pérdidas económicas en las comunidades rurales que dependen del cultivo de la cañihua como es el centro poblado de Isañura.

La cañihua (*Chenopodium pallidicuale*) es un cultivo fundamental para la economía de los pobladores de Isañura. Sin embargo, la disminución del recurso hídrico en esta zona ha provocado que la producción cada vez sea más escasa. En este contexto, surge la necesidad de buscar una alternativa de solución innovadora para permitir al agricultor mejorar la eficiencia del uso del agua.

El proyecto tiene como objetivo diseñar e implementar un sistema de riego por microaspersión automatizado para el cultivo de cañihua de Isañura. La microaspersión es un técnica eficiente y uniforme de riego que, al ser automatizado, optimiza el uso del agua y reduce el esfuerzo físico del agricultor con respecto al riego.

Para evaluar la eficiencia del sistema se realizó un experimento en dos parcelas de 25m<sup>2</sup>, uno con sistema de riego automatizado y otro con sembrío natural. Esto permitirá ver las ventajas y desventajas, mejoras en la producción.

Se espera que el sistema de riego por microaspersión automatizado mejore la producción de cañihua y sirva como modelo que se pueda replicar en otras comunidades.





## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1.1 Descripción del problema**

Los pobladores de Isañura enfrenta desafíos debido a las sequias y el cambio climático, estas deterioran la calidad de las lluvias y las aguas subterráneas, por lo mismo que busca soluciones para un riego eficiente, los pobladores no tienen acceso a ningún tipo de riego automatizado, viendo esta problemática nace el desarrollar un sistema de control de riego automatizado en el aporte para agricultura.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 Problema general**

¿Será posible diseñar e implementar un sistema de riego por microaspersión automatizado para el cultivo de cañihua en centro poblado de Isañura – Capachica – Puno?

### **1.2.2 Problema específico**

¿Al obtener un diagnóstico actual del suelo se podrá determinar la humedad adecuada que mejore el cultivo?

¿Será posible diseñar un sistema de control de riego a través del PLC y sensores de humedad?

¿Un sistema de control para cultivos de cañihua podrá ser automatizado?



## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo general**

Diseñar e implementar un sistema de control de riego por microaspersión automatizado para el cultivo de cañihua en centro poblado de Isañura- Capachica - Puno

### **1.3.2 Objetivo específico**

Obtener un diagnóstico de la situación actual del suelo para determinar la humedad adecuada y mejora del cultivo.

Diseñar el sistema de control de riego a través del PLC y el uso de sensores de humedad.

Implementar un sistema de control de cultivo automatizado.

## **1.4 HIPÓTESIS**

### **1.4.1 Hipótesis general**

En el sistema de riego automático por microaspersión permitirá la mejoría de la humedad del suelo y producción en la pequeña parcela de Isañura – Capachica – Puno.

### **1.4.2 Hipótesis específica**

Se obtendrá el diagnóstico de humedad adecuada para mejorar el cultivo

El diseño del sistema a través de PLC y uso de sensores mejorará la humedad adecuada



La implementación del sistema mediante el uso de sensores de humedad y otros equipos mejorará la humedad del suelo de acuerdo a la necesidad del cultivo.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

En el centro poblado de Isañura existe una gran necesidad de agua para el cultivo de cañihua, a causa de la falta del agua se ocasiona pérdida de cultivo, por causa del medio ambiente. Con este proyecto se trata de optimizar el recurso hídrico con el uso de los sensores de humedad y tiempo de riego que se requiera. Con esto se obtendría mayor control sobre el sembrío y desarrollo de los cultivos



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

##### 2.1.1 Internacional

Chuga (2022), implementó el sistema de control de riego a con sensores de humedad y temperatura, teniendo una base de datos en la nube ThingSpeak y como controlador ESP32, teniendo dos patrones de estudio, uno sin automatización y otro automatizado, llegando a tener un mejor resultado del 54% de aprovechamiento del agua.

Vásconez & Chamba (2013), desarrolló un sistema de control de riego empleando como controlador microcontrolador 16F877A, trabajando a base de frecuencia para el control de humedad adicional se emplea el dispositivo LM555.

Castillo (2021), desarrollo su sistema de control de riego automático del tipo de goteo para cultivo de pimiento en un área de 50m x 50m, controlado por Arduino controlando los parámetros de humedad y temperatura, logrando mantener una humedad entre mayor al 40% para suelos arcilloso.

Guambo & Ordoñez (2022), ejecutó su sistema de control de riego por aspersión teniendo una comunicación IOT, con Raspberry PI, para cultivos de plátano, monitoreando las variables de humedad y temperatura, logrando controlar la humedad en 80%.

Cortes & Vargas (2020), desarrolló un sistema de control de riego empleando como controlador Arduino y Raspberry PI, en un invernadero, para



cultivo de tomate Cherry, teniendo como variables a controlar la temperatura, humedad de suelo. Y como sistema de almacenamiento de datos en IOT Thingspeak.

Alcívar & Vallejo (2018), el sistema desarrollado logra obtener una disminución del 37.27 % en el consumo de agua, y una mejora del 7.53% de productividad, con respecto al riego de forma tradicional en el cultivo de maní, como controlador Arduino Uno.

### **2.1.2 Nacional**

Ventura & Lima (2024), implementa un sistema de riego tecnificado por aspersión automatizado aprovechando las energías renovables fotovoltaica para el uso en el cultivo de aguaymanto, con control de PLC SIM V17, logrando controlar a una humedad promedio del 66%.

Vílchez (2020), implementa el sistema de riego de control por goteo para cultivo de durazno, mediante un controlador de Arduino Mega 2560 con la interfaz Visual Studio, llegando a tener un ahorro de agua de hasta el 6% respecto al riego por surcos. Con respecto a la humedad tiene un control mínimo de humedad del 40% y máximo del 70%.

Muñoz (2019), desarrolla un sistema de riego por aspersión teniendo como controlador Arduino Uno y microcontrolador 16F628A para el encendido y apagado de las electroválvulas, trabajando en cultivos de alfalfa. Llegando al resultado que la implementación del riego automático reduce el tiempo y la economía del agricultor a largo plazo.



Canqueri (2019), tuvo por objetivo principal en su proyecto superar las anomalías que lleguen a presentar en la agricultura donde no existe el control de riego en áreas difíciles accesos, el diseño sobre el sistema de riego por aspersión automatizado es para mejorar las cosechas de los productos de consumo. Entre sus resultados es obtener un máximo ahorro con el uso de los sensores de recolección, en los cuales recolectan valores precisos y a si se basa en el envío de datos de los valores al sistema de supervisión con la comunicación industrial, en conclusión, le método que se desarrolló obtuvo un ahorro en el consumo del recurso hídrico.

Jalanoca & Benavides (2017), El principal objetico del proyecto fue por la escasez y mala administración del agua. Por tal situación se planteó la implementación del sistema de control para riego de área verde, consiguiendo así la reducción de un mal manejo de agua. Los resultados es alcanzar un mayor ahorro con el uso de sensores, y con la supervisión y monitoreo en tiempo real. En conclusión, el sistema de la automatización genera la reducción de la perdida de agua en tiempo real en el estado de riego.

Según Pinedo (2019), el objetivo del proyecto de riego automatizado tiene la finalidad de mejorar el control de la cantidad de agua que un plantón de palma requiere cotidianamente de acuerdo a sus exigencias nutricionales. El diseño del sistema automatizado de riego es mejorar le vivero de palma aceitera con los elementos electrónico. El resultado indica una mejoría de los viveros utilizando herramientas tecnológicas como la automatización del sistema de riego. En conclusión, la metodología del a automatización propuesta mejora los viveros y es viable el proyecto.



Salcedo (2014), proyecta la problemática del agua sobre la escasez y mala gestión de los recursos hídricos para el riego de cultivos, el objetivo es reducir la cantidad de recursos hídricos, por tanto, el diseño del sistema de riego automatizado para riego se basa en el control y mejoramiento del cultivo que fue la palta, en sus resultados muestra que el sistema logra medir la humedad del suelo para limitar el flujo de agua que se aplica a los cultivos. En conclusión, el usuario puede monitorear el proceso de riego y saber el estado actual en cómo se encuentra el nivel de humedad del suelo.

Por su parte Cruz (2009), en su tesis su objetivo consta en todo lo que es el proceso de forma general del riego para los cultivos por inundaciones que llegan a ocasionar altos costos de producción y pérdidas de agua que se puede reducir el riego tecnificado y a la vez controlar los recursos. El diseño del sistema de riego tecnificado por goteo gracias al control y la automatización de los elementos electrónicos que puede controlar el flujo del agua en el campo de cultivo. Los resultados se indican una reducción de agua en una muestra de 100 metros lineales y 6 hectáreas.

Quispe (2018), En la tesis se tiene objetivo comprobar si el diseño del riego automatizado ayuda al personal del vivero con respecto a la reducción de empleo de tiempo y recursos hídricos, para dicho resultado se empleó el método de la encuesta al personal, según los resultados obtenidos indican que el 80% del personal indica que las nuevas tecnologías ayudan reducir la presencia del personal para el riego, y también que habrá un mejor rendimiento en las plantas con un riego automatizado. El 60% del personal indica que se eliminará la escasez de agua en las plantas.



## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Que es automatización

Según Mikell (2007) la automatización es el proceso que emplean los sistemas mecánicos, electrónicos y de software para llevar a cabo tareas específicas con la mínima intervención humana. Con el fin del incrementar la eficiencia precisión y consistencia al momento de realizar actividades repetitivas

Por su parte Lamb (2015) indica que la automatización se refiere al uso de tecnologías de control para operar maquinaria y procesos industriales de forma eficiente y segura, sin necesidad de la intervención humana.

### 2.2.2 Origen de la automatización

Lamb (2015) menciona que la automatización inicia en 1940 con la compañía de Ford Motor Company, donde se describen diversos sistemas de control automático, donde se sustituía al esfuerzo humano. Los sistemas comprendían de relés y temporizadores, botones, posicionadores mecánicos, sensores. Los primeros PLC's (Controlador lógico programable) se desarrollaron en los años 1970 y 1980 por Modicon. A medida que la tecnología fue mejorando las empresas de automatización entraron al mercado con nuevos PLC's que es el que facilita la automatización en diversos campos.

### 2.2.3 Sistema automático

De acuerdo Carpio & Oroz (2017) señala que son técnicas que puede efectuar mecanismos o estrategias que permite el control y monitorear los procesos industriales en un proceso industrial, de modo que el error sea mínimo.



Su implementación permitirá garantizar el adecuado funcionamiento de la planta o sistema controlado.

#### **2.2.4 Tipos de riego**

Existen diversos tipos de riego según el área a regar y el tipo de planta, algunos de ellos se detallan en las siguientes líneas

##### **2.2.4.1 Riego por goteo**

En la figura 1 se ilustra un sistema de riego por goteo, este sistema emplea tuberías PVC o mangueras de plástico en el cual se transporta el agua para el riego. Estas tuberías se despliegan en todo el campo donde se requiera el riego de forma uniforme que va directamente a las raíces. Esto permite que se logre mayor precisión cuando se realice la aplicación de nutrientes y fertilizantes, que se da directamente a las plantas cuando lo requieran (Liotta et al., 2015).

#### **Figura 1**

*Riego por goteo*



Nota: Adaptado de Riego por goteo, por Gastrolab, 2023,  
(<https://www.gastrolabweb.com/tips/2023/4/16/que-es-el-riego-por-goteo-por-que-deberias-usarlo-para-tus-cultivos-del-huerto-35349.html>)

En la tabla 1 se observa las ventajas y desventajas que presenta un riego por goteo.

**Tabla 1:**

*Ventajas y desventajas del riego por goteo*

Ventajas	Desventajas
Ahorro de agua, se regula según lo necesario	Costo elevado de adquisición e instalación.
Uniformidad de aplicación en el riego	Consumo de energía eléctrica para el funcionamiento de la instalación.
Menor presencia de malezas.	Requiere un sistema de filtrado
Automatización.	Mantenimiento constante

Nota: Adaptado de infoagro, 2023 ([https://mexico.infoagro.com/ventajas-y-desventajas-del-riego-por-goteo/Riego por Aspersi3n](https://mexico.infoagro.com/ventajas-y-desventajas-del-riego-por-goteo/Riego%20por%20Aspersi3n))

#### **2.2.4.2 Riego por aspersi3n**

Un sistema de riego por aspersi3n simula una distribuci3n similar a la lluvia. En este sistema de riego se requiere mayor presi3n de caudal para que este llegue a cubrir la mayor parte de la superficie del cultivo. As3 como se puede apreciar en la figura 2.

## Figura 2

### *Riego por aspersión*



Nota: Adaptado de Grupo hidráulica, 2022

(<https://grupohidraulica.com/noticias/2022/11/30/sistemas-de-riego-aspersion-y-por-goteo/>)

En la tabla 2 se observa las ventajas y desventajas presenta mediante el riego por aspersión.

## Tabla 2

### *Ventajas y desventajas del riego por aspersión*

Ventajas	Desventajas
Evita la compactación del suelo	Incremento de aparición de malezas
Su instalación se puede dar en todo tipo de terreno y suelo	No se recomienda instalar en zonas con vientos fuertes
Ayudan a combatir los efectos de las heladas, puede crear el efecto microclima favorable para el cultivo	Perdidas por evaporación
Se puede automatizar	Inversión y costo de instalación elevada

Nota: Adaptado de Agrofertas,2024  
(<https://agrofertas.co/ventajas-y-desventajas-sistemas-de-riego/#Riego%20por%20aspersi%C3%B3n>)

(<https://agrofertas.co/ventajas-y-desventajas-sistemas-de-riego/#Riego%20por%20aspersi%C3%B3n>)

### 2.2.4.3 Microaspersión

Para este método de riego se usan microaspersores que rocían en pequeñas cantidades de gotas de aguas que llega directamente en el suelo de forma suave. En la figura 3 se ilustra el riego por microaspersión.

**Figura 3**

*Riego por microaspersión*



Nota: Adaptado de Orbesagricolas, 2019 (<https://orbesagricolasac.com/productos/riego-por-microaspersion/microaspersores/>)

En la tabla se muestra las ventajas y desventajas de riego por microaspersión

**Tabla 3**

*Ventajas y desventajas de riego por microaspersión*

Ventajas	Desventajas
Aplicación precisa y dirigida del agua	Ajuste constante para adaptarse a las condiciones climáticas



Ventajas	Desventajas
Mejora la productividad	Los microaspersores pueden llegar a obstruirse por partículas solidas
Cobertura de forma homogénea	Mantenimiento constante
Ajustable a la necesidad del cultivo	Costo inicial elevado

Nota: Adaptado de Agrofertas, 2024 (<https://agrofertas.co/ventajas-y-desventajas-sistemas-de-riego/#Riego%20por%20aspersi%C3%B3n>)

### 2.2.5 Sensores

Es un dispositivo que detecta los eventos, cambios en el entorno que proporciona una señal de salida que puede medirse y ser interpretada. Son fundamental para la automatización y monitoreo, los cuales son esencial para controlar sistemas y procesos (Bolton, 2017).

#### Clasificación de Sensores

Existe una gran gama de sensores los cuales no pueden ser clasificados de una sola manera, aquí se talla algunas formas de clasificar los sensores.

#### Según el tipo de señal que generan

Sensores analógicos: estos sensores generan una señal eléctrica a partir de una magnitud física de entrada, requieren de una fuente auxiliar.

Sensores digitales, son aquellos que generan una señal de salida digital a partir de una magnitud física de entrada. Tiene mayor fidelidad y fiabilidad.

#### Según su funcionamiento



Sensores resistivos: están basados en la alternación de la resistencia de un conductor. Se usan para medir magnitudes físicas de tipo mecánico, térmico, óptico magnético.

Sensores capacitivos: estos funcionan como un condensador variable, donde la medición es la capacitancia eléctrica de un material conductor.

Sensores Inductivos: estos sensores detectan la presencia de objetos eléctricos, su funcionamiento se debe a la inducción electromagnética.

### **2.2.6 Electroválvulas**

Una electroválvula solenoide es un dispositivo que es controlado eléctricamente que se utiliza para permitir o impedir el flujo de agua a través de ella. Su funcionamiento está basado en el movimiento de un embolo que se desplaza hacia arriba y abajo en respuesta al campo magnético que es generado por el solenoide eléctrico. Al poder ser controlada eléctricamente se pueden operar de forma remota y automática. (Pustjens, 2024).

### **2.2.7 Electrobombas**

Las electrobombas son dispositivos que se acciona mediante un motor eléctrico. Su principal función es transformar la energía eléctrica en energía cinética del fluido. Mayormente son empleados para extraer agua de diversas fuentes. Los cuales pueden ser: centrifugas, periféricas, especiales. (Comisión Nacional del agua, 2007)



## 2.2.8 PLC (Controlador Lógico Programable)

PLC es un dispositivo de control industrial para controlar procesos y sistemas, que está compuesto por una computadora que tiene la capacidad de tomar decisiones de encendido y apagado a través de instrucciones mediante una programación. Realiza funciones lógicas: series, paralelos, temporizaciones, conteo.

### 2.2.8.1 PLC Logo 8

Así como lo describe el manual de usuario logo (2003), logo es modulo universal de la familia siemens, que está diseñado para automatizaciones de control sencilla y medianas.

El modulo Logo puede ser programada con el software LOGO! Soft Comfort, a través de diagramas de control con una interfaz gráfica sencilla. Mediante bloques funcionales, que facilita el diseño de los circuitos de control.

El interfaz de comunicación se da por medio de Ethernet, lo que permite la comunicación con redes industriales y otros dispositivos de comunicación. Adicional se puede conectar a módulos de expansión para ampliar el número de entradas y salidas, de acuerdo a la necesidad de aplicación.

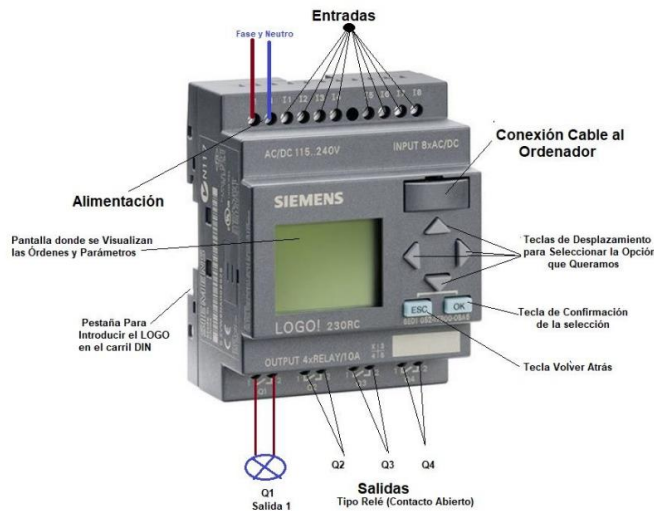
Su aplicación se puede dar en controles especiales en invernaderos, jardines e instalaciones domésticas, para el procesamiento de señales en controles y conexión de comunicaciones.

Estructura física del PLC Logo!

La estructura física del PLC logo se muestra en la figura 4 con el detalle de sus partes.

**Figura 4**

*Estructura física de logo!*



Nota: Adaptado de área tecnológica, 2019 (<https://www.areatecnologia.com/electricidad/plc-logo.html>)

**Entradas:** estas terminales se tienen como función de la interconexión entre los diferentes dispositivos que se presentan en los procesos industriales y los circuitos electrónicos.

**Salidas:** las salidas de LOGO! Son relés, estas se pueden conectar con diversas cargas; lámparas, motores, contactores.

**Alimentación:** su alimentación es de 220v en corriente alterna

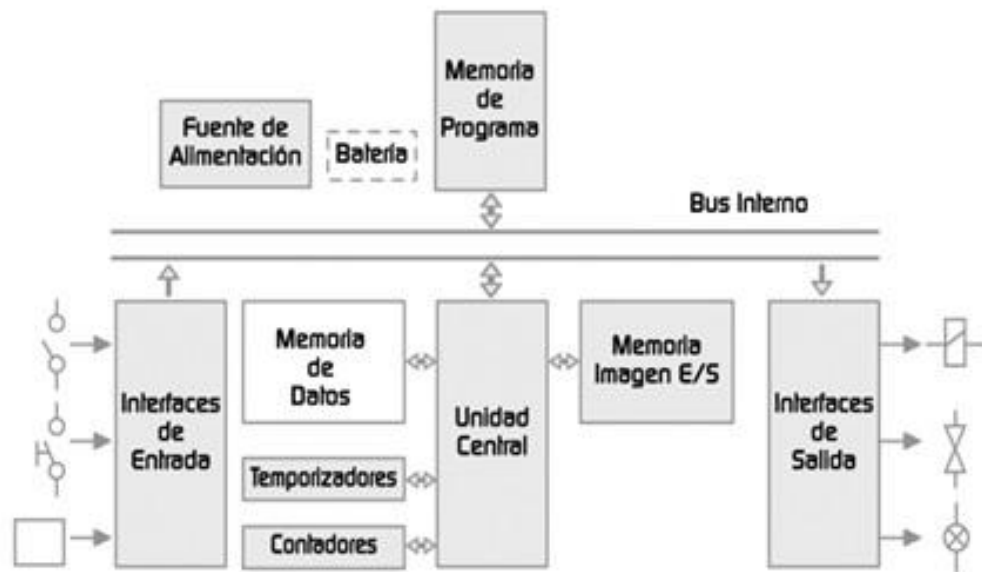
### **Estructura interna de un PLC**

Es todas las partes que componen las funciones de parte física. En la figura 5 se ilustra las partes que componen internamente de un PLC.



**Figura 5**

*Estructura interna de un PLC*



Nota: Adaptado de autracen, 2019 (<https://www.autracen.com/blog/viajes-1/estructura-de-plc-51>)

### Unidad central de procesos (CPU)

El CPU es considerado como el cerebro del sistema dado que tiene como objetivo el control de datos, el cual tiene por función el recibir las ordenes por medio del a consola de programación y módulos de entradas (Arrieta, 2003)

### Memoria de programa

En esta sección se alojan la información almacenada por el controlador, como son la información de la memoria de datos, imagen de entrada y memoria de salida del sistema de control.

### Módulo de entrada

Se unen los captores que pueden ser; interruptores, fin de carrera, pulsadores entre otros. El estado de entrada se trasmite a la memoria de imagen



de entrada, dicha información es transportada al CPU para que este pueda ser procesada.

#### Módulo de salidas

Este se encarga de activar o desactivar los actuadores como puede ser a un relé, triac, transistores.

#### **2.2.8.2 LOGO! Soft Comfort**

Este software permite crear programas de una forma eficaz, cómodo, confortable y clara en una PC. El cual permite simular el programa de forma offline, documentar un programa, estados de RUN.

#### **2.2.9 Pulsadores**

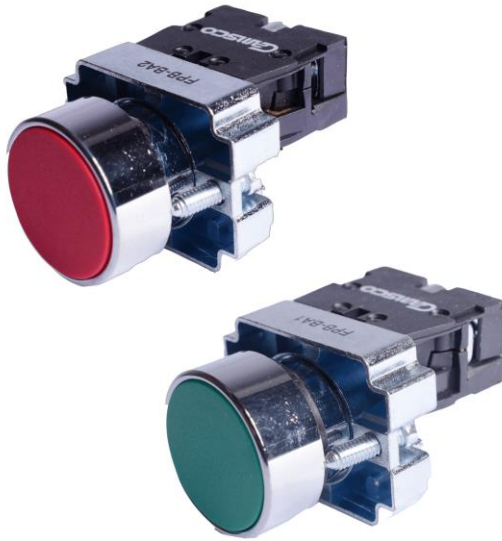
Pulsadores NA: este pulsador cuando se encuentra en reposo está sin conexión eléctrica entre ellos. Se acciona cuando realizamos un pulso esto sirve para poner en marcha maquinas o dar arranque a motores.

Pulsadores NC: cuando este pulsador se encuentra en reposo los contactos permanecen con conexión entre ellos, se emplean generalmente para detener la marcha del sistema o instalaciones de equipos.

En la figura 6 se ilustra los pulsadores NA y NC

## Figura 6

### *Pulsadores NA y NC*



Nota: Adaptado de eléctrico industrial, 2024

<https://electricoindustrial.com.ec/producto/pulsador-camsco-metalico-simple/>

### **2.2.10 Interruptor diferencial**

Son dispositivos de protección eléctrica, tiene por principal función proteger a las personas y equipos contra los descargas eléctricas, fuga eléctrica y choques eléctricos.

El interruptor está en constante monitoreo de las corrientes que ingresa y sale del circuito. Si existe fugas eléctricas por encima del umbral establecido este se activa y desconecta inmediatamente el circuito, evitando las descargas eléctricas.

Entre sus componentes tenemos la bobina de detección, mecanismo de disparo y contactos. En la figura 7 se ilustra el interruptor diferencial.

## Figura 7

### *Interruptor diferencial*



Nota: Adaptado de Promelsa, 2021 <https://www.promelsa.com.pe/7500656-interruptor-diferencial-2x40a-30ma-240v-2-modulos-din-termomagnetico-2x32a-10ka-240-415v-tipo-c-di.html>

### 2.2.11 Interruptor termomagnético

Según lo define Cite energía (2017) un interruptor termomagnético es un dispositivo de protección que puede interrumpir la corriente eléctrica cuando este presenta sobrecarga. Combina dos mecanismos de desconexión: uno térmico y otro magnético.

En la figura 8 se ilustra los interruptores termomagnéticos

## Figura 8

### *Interruptores termomagnéticos*



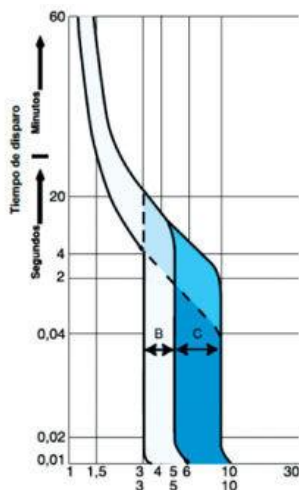
Nota: Adaptado de cite energía, 2017 (<http://www.citeenergia.com.pe/wp-content/uploads/2016/09/paper-interruptor-termomagnetico>)

### Curva de disparo tipo C

La curva de disparo tipo C tiene un disparo instantáneo para corriente de entre 5 a 10 veces la corriente nominal. En la figura 9 se ilustra la curva de disparo de tipo C.

## Figura 9

### *Curva de disparo tipo C*



Nota: Adaptado de Editores, 2015 ([https://www.editores-srl.com.ar/revistas/ie/299/weg\\_proteccion\\_total#:~:text=Curva%20C%3A%20El%20interruptor%20termomagn%C3%A9tico,lavarropas%2C%20aire%20acondicionado%2C%20etc.](https://www.editores-srl.com.ar/revistas/ie/299/weg_proteccion_total#:~:text=Curva%20C%3A%20El%20interruptor%20termomagn%C3%A9tico,lavarropas%2C%20aire%20acondicionado%2C%20etc.))

## 2.2.12 Contactores

Así como lo define Martin & Garcia (2009) un contactor es un dispositivo electromagnético que puede ser operado de manera remota para accionar o desconectar circuitos de potencia. Tiene como principal uso el control de circuitos de alimentación a motores eléctricos. En la figura 10 se ilustra el contactor para el uso de la presente investigación.

### Figura 10

#### Contactor real



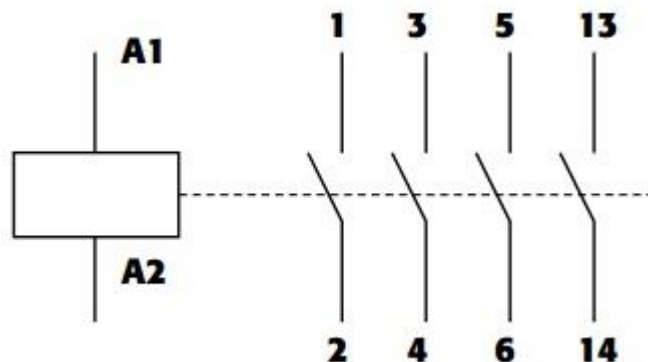
Nota: Adaptado de Automatismos industriales, Martin & Garcia, p.136, 2009

#### Simbología

En la figura 11 se ilustra la simbología de un contactor según IEC (comisión electrotécnica internacional).

## Figura 11

*Símbolo del contactor*



Nota: Adaptado de electrotec,2024 (<https://electrotec.pe/blog/ContactoresElectricos>)

### 2.2.13 Relés

Un relé es un componente que se emplea para el control de flujo de la corriente en un circuito eléctrico, se activa y desactiva mediante una señal eléctrica, su aplicación se da en control de dispositivos eléctricos, automatización de procesos, seguridad y protección. (Thangam, 2024)

### 2.2.14 Red de distribución monofásica

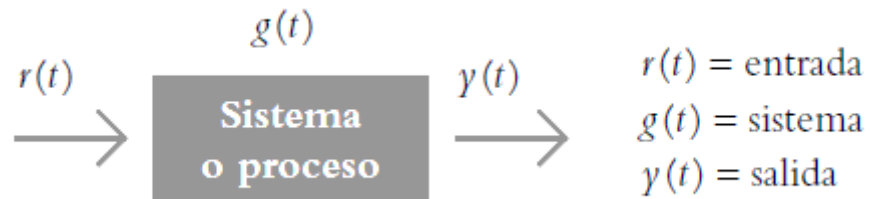
Según Flores (2022) una red de distribución monofásica tiene como función principal de transportar el flujo eléctrica mediante conductores y acometida en un voltaje de 120v / 240v, con una frecuencia de 60 Hz.

### 2.2.15 Sistema de control automatizado

Es una interconexión de componentes que se le denomina sistema, de modo que el conjunto pueda controlarse de manera autónoma. Una señal de entrada y una señal de salida, como en la figura 12 (Hernández, 2010)

**Figura 12**

*Sistema de control autónomo*



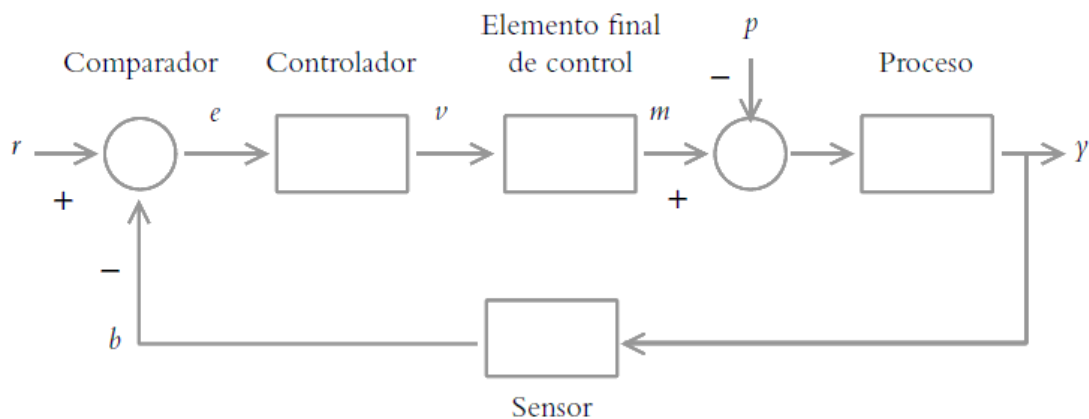
Nota: Adaptado de Introducción a los sistemas de control, Hernández, p. 2, 2010

### 2.2.16 Sistema de control a lazo cerrado

Este sistema de control depende de la señal de salida, este tipo de sistema emplea un sensor para detectar la respuesta y compararla con la entrada, mayormente conocido como sistema retroalimentado (Hernández, 2010), en la figura 13 se ilustra el diagrama mediante bloques de un sistema con retroalimentación.

**Figura 13**

*Esquema de un sistema de control a lazo cerrado*



Nota: Adaptado de Introducción a los sistemas de control, Hernández, p. 6, 2010



### 2.2.17 Sistemas de control en lazo abierto

Para este tipo de control la señal de salida no afecta en el control. La señal de salida no se mide ni se retroalimentan para ser comparadas con una señal de entrada. Este tipo de sistema por lo general emplea un regulador o actuador calibrado (Hernandez,2010)

En la figura 8 podemos observar un sistema en lazo abierto que tiene dos componentes, el controlador y el proceso a controlar. (Pérez, 2008)

#### Figura 14

*Esquema de un sistema de control en lazo abierto*



Nota: Adaptado de Introducción a los sistemas de control y modelo matemático para sistemas lineales invariantes en el tiempo, Pérez, p. 10, 2008



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1 Diseño de investigación

La investigación es de enfoque tipo cuantitativo. Así como señala Ñaupas et al. (2018) “el enfoque cuantitativo usa métodos y técnicas cuantitativas por lo cual tiene que ver con la medición, uso de la observación, medición de magnitudes”.

##### 3.1.2 Tipo de Investigación

De acuerdo a Ñaupas et al. (2018) indica que para que una investigación sea considerada del tipo aplicada, solo se aplica las leyes ya existentes

##### 3.1.3 Nivel de Investigación

De acuerdo a Ñaupas et al. (2018) se considera de nivel aplicada, se considera de tecnología aplicada cuando se aplica la tecnología en si para el aporte en beneficio a la necesidad que presenta la sociedad.

##### 3.1.4 Población y muestra

La población para la presente investigación es considerada el prototipo de riego automatizado aplicado al cultivo de cañihua en el centro poblado de Isañura

## 3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

### 3.2.1 Ubicación Política y geográfica

#### Ubicación Política.

- Region : Puno
- Provincia : Puno
- Distrito: Capachica
- Localidad: Isañura

En la figura 15 se puede apreciar el mapa de ubicación donde se realizó el trabajo de investigación.

#### Figura 15

##### *Mapa político de Capachica*



Nota: Adaptado de plan promo, 2010 (<https://planpromo.blogspot.com/2010/08/ubicacion.html>)

#### Ubicación geográfica

Está ubicada a una altitud de 3852m.s.n.m, con una coordenada de una longitud oeste de 69°53'51" y una latitud sur de 15°32'05". En la figura 16 se puede apreciar la ubicación satelital donde se implementó el proyecto.

## Figura 16

### *Ubicación satelital del proyecto*



Nota: Adaptado de Google Earth, 2023. (altitud de 3852m.s.n.m, 69°53'51", 15°32'05", Temp. 8°C – 18°C)

## 3.3 MATERIALES

En las siguientes líneas se detalla los materiales que se emplearon en este proyecto.

### 3.3.1 Software

- Logo! Soft comfort (licencia estudiantil)

### 3.3.2 Hardware

- SIEMENS LOGO! 6ED1052-1CC08-0BA0
- Pulsadores NA, NC CHINT ZB2-BE101C
- Interruptor termomagnético CHINT NXB-63
- Contactores CHINT NC1-0910
- Reles CHINT JQX I0F / 2Z
- Sensor de humedad YL 69, YL 38



- Caja nema 40cm x 50cm
- Selector CHINT ZB2-BE101C
- Pulsadores para panel AD127-22DS
- Setas de emergencia CHINT NP2 BE102

### **3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### Técnica

La técnica a emplear en esta investigación es de registro de datos mediante el sensor de humedad YL 69, YL 38.

#### Instrumento

Prototipo de riego de automatización, para el registro de datos. Sensor de humedad FC – 28, para recolección de datos de humedad, Vernier CLA106.

### **3.5 DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO**

Para realizar el diseño y desarrollo del sistema de riego tecnificado por microaspersión, se llevó a cabo los siguientes procesos; planificación, pruebas, simulación y puesta en funcionamiento del sistema automatizado, el cual es descrito de la siguiente forma:

#### **3.5.1 Planificación**

Viendo la problemática por la cual atraviesa que es la falta de agua en la población de Isañura con respecto a los cultivos de cañihua, nace la propuesta de dar solución alternativa ante esta problemática, de acuerdo a ello se inició con la



revisión bibliográfica, así mismo los componentes de acuerdo a la necesidad de riego planteado, los cuales serán para el control del riego por microaspersión.

Primeramente, se desarrolló un diseño para realizar la búsqueda de instrumentos y equipos para el desarrollo del diseño, pasando a las pruebas de riego para así llegar a una implementación adecuada según lo requerido por el cultivo de Cañihua, el cual según INIA (2010) requiere una humedad del 55% para tener un mejor cultivo, con un clima frío- seco, temperatura 9°C a 15°C en altitudes de 3815 a 4000 msnm.

Finalmente se llegó a implementar el sistema de riego automático, con los requerimientos establecidos para el cultivo de cañihua, el sensor de humedad detecta la humedad relativa y el sistema compara que este si es menor o igual al valor establecido de 55% de humedad, si es menor empieza el riego hasta llegar al valor del 55%, una vez en este valor el sistema apaga todo el sistema de riego.

### **3.5.2 Datos de humedad mínima y máxima**

El sensor que se empleó tiene el funcionamiento de la siguiente manera, cuando la humedad es 0% el valor de registro es de 1023, y cuando la humedad es de 100% el valor de registro es de 0, para el proyecto se considerará 600 - 55% como valor deseado para un buen control de riego, en la figura 17 se muestra el sensor que realizó la lectura de datos de humedad con respecto al riego natural.

### Figura 17

*Instalación de sensor para lectura con riego natural*



Sensor YL 69

Elaboración propia

En la figura 18 se muestra el sensor que realizó la lectura de datos de humedad en el patrón de muestra para el riego automatizado.

### Figura 18

*Sensor instalado para riego automático*



Sensor YL 69

Fuente: elaboración propia

### 3.5.3 Diseño del sistema automático

#### Diseño de control

Para el diseño de control se consideró lo siguiente: humedad requerida del cultivo (55%), si el valor de humedad del suelo está por debajo de este valor se realizó el riego hasta llegar al valor deseado, si está por encima del valor, en este caso el riego se desconectará.

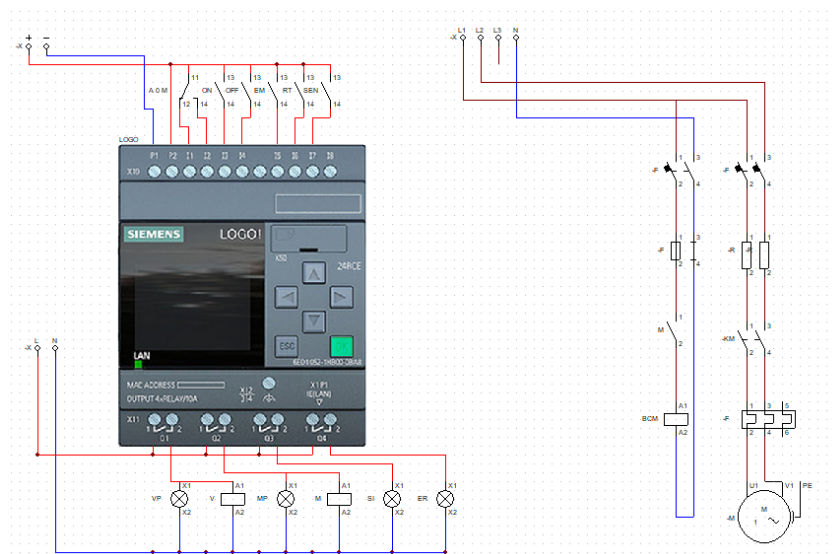
Para el almacenamiento de datos se empleará una tarjeta SD que se adapta al logo 8. Para tener todos los registros de humedad que se tomó en la ejecución del sistema.

#### 3.5.3.1 Diagrama eléctrico 2D del sistema

Para realizar tanto el plano eléctrico en la etapa de control y mando de fuerza se efectuó en el software Cade simu, en la figura 19 se ilustra el plano diseñado y las interconexiones a los componentes que se integran en el tablero.

**Figura 19**

*Diseño eléctrico control y mando*



Fuente: elaboración propia





Para el control de humedad deseada se empleó el sensor YL 69, YL38 juntamente con un Arduino para el registro el control de riego de la obtención de humedad.

El plano muestra dos partes del circuito

Circuito de fuerza: Se emplea 220v AC de alimentación, el cual emplea un interruptor diferencial para proteger el sistema, este interrumpe el paso del flujo cuando se registre diferencia de corrientes sea de entrada y salida, seguido por un interruptor termomagnético para proteger contra corto circuitos.

Circuito de control: esta parte lo compone el PLC logo de conexión 220v AC, las señales de entrada, señal de salida. De los terminales Q1, Q2,Q3,Q4 para las salidas las cuales están conectadas al relé, y válvula.

### **3.5.3.2 Software de programación**

El software usado fue Logo soft comfort el cual permite programar en Ladder, bloque de funciones. Dichas programaciones son para optimizar el proceso del sistema a automatizar.

Direccionamiento de entradas y salidas.

Como el PLC logo tiene un cierto número de entradas y salidas, se indica al CPU el direccionamiento de la entrada o salida para programar el sistema de riego.

En la tabla 4 se observa los direccionamientos para las variables usadas para el programa de tipo ladder.



**Tabla 4**

*Direccionamiento de entradas y salidas*

TIPO	TIPO DE DATO	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
Entrada (I)	Analógico	I1	Paro de emergencia
		I2	Selector manual
		I3	Selector Automático
		I4	Pulsador paro
		I5	Pulsador Marcha
		I6	Sensor
		I7	Relé térmico
Salidas (Q)	Analógicas	Q1	Válvula
		Q2	Arranque manual
		Q3	Arranque automático
		Q4	Fallo

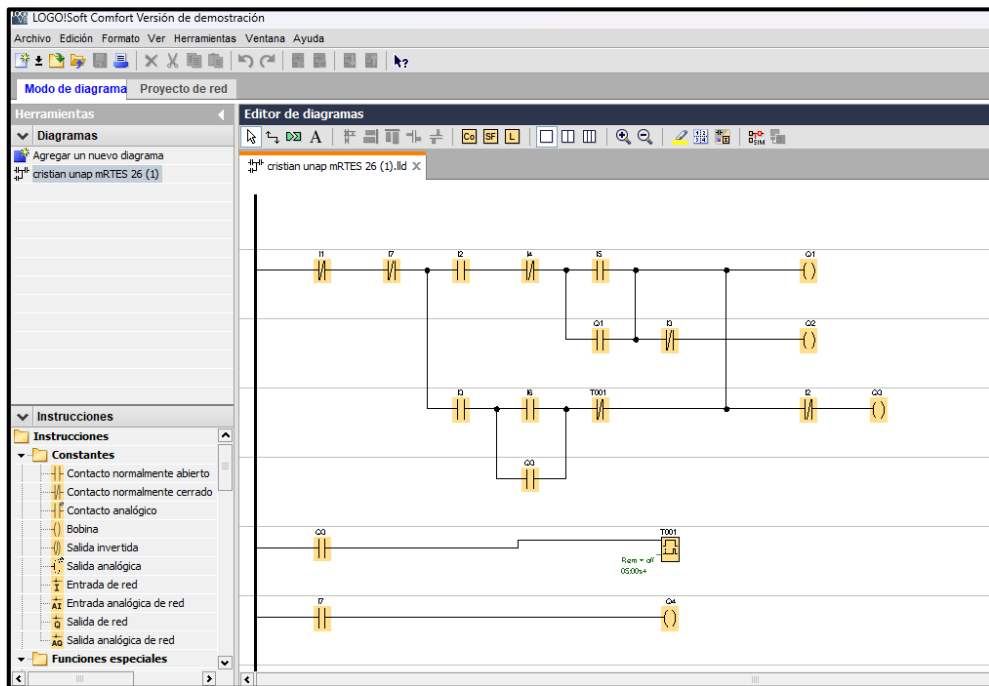
Elaboración propia

Con lo mencionado en la tabla 4, es con lo que se programará en el logo en lenguaje Ladder para el sistema de control de riego.

En la figura 20 se muestra el programa usado en Ladder.

**Figura 20**

*Programa en Ladder*



Elaboración propia

### 3.5.3.3 Descripción del programa

A continuación, se detalla el funcionamiento del programa.

El programa tiene las siguientes funciones, primeramente, el sistema manual y el sistema automático, para la ejecución de forma manual hacemos con el selector manual (I2), y Pulsador marcha (I5). Ambos activarán al motor para que empiece el riego, el motor se activa a través de un relé, y en el indicador se encenderá el indicador de arranque manual (Q2), si en caso se presentara alguna falla en el sistema la entrada I7 se activará para mostrarse en el indicador Q4 el cual indica fallo.

Para una ejecución automática empezando con el selector para forma automática (I3), de esta forma se pondrá la marcha automática, el cual empezará



el riego a través de la bomba (Q3) el riego se realizará hasta que llegue a la humedad adecuada que es el 55% de humedad, una vez llegada a este el sensor se desactivará (I6), para que el riego finalice.

El sensor (I6), tiene como función medir la humedad del suelo, es el indica el nivel de humedad del cultivo, si este está por debajo del valor indica al controlador que realice el riego y active la bomba. De lo contrario se detiene. Para el control de la humedad se emplea un sensor YL 69 con modulo YL 38, los datos medidos serán almacenados en una tarjeta, los mismos que sean empleados para verificar si el funcionamiento del sistema se está ejecutando de forma eficiente.

En caso de ocurrir algún fallo sea mientras se realiza el riego o en reposo, el tablero el cual indica mediante la salida (Q4), para ver y verificar alguna fuga o desconexión de equipos dentro del tablero.

Si en la ejecución del sistema ocurren inconvenientes de falta de agua, o fallas por parte del sensor, que indique la salida (Q4) podemos realizar el paro de emergencia (I1) para verificar las posibles fallas y hacer mantenimiento de ello.

#### **3.5.4 Funcionamiento del sistema implementado**

Dado el diseño se procedió la implementación del sistema de mando y de riego. En la figura 21 se ilustra la electrobomba empleada para el sistema de riego, debidamente instalada. Dado que no existen fuentes de agua, se realiza la extracción del agua subterránea para realizar el riego, el motor empleado es de 1HP el cual es suficiente para poder extraer la cantidad necesaria para realizar el riego automático.

**Figura 21**

*Electrobomba empleado para el riego*



Elaboración propia

En la figura 22 se observa el sistema de riego instalada por microaspersión, en el área de cultivo donde se realiza la prueba de riego automatizado.

**Figura 22**

*Sistema de riego microaspersión implementado*



Elaboración propia

En la figura 23 se presenta el funcionamiento del riego por microaspersión, el riego funciona correctamente según lo programado. El riego se realiza siempre y cuando la humedad sea menor al valor de humedad deseada para el control, en este caso del 55%.

### **Figura 23**

*Micro aspersor en funcionamiento*



Elaboración propia

El la figura 24 se muestra la microaspersión funcionando correctamente, teniendo en cuenta el parámetro de humedad requerido por el cultivo. El riego se da de manera automática y se detiene cuando llegue al valor deseado del 55%.

## Figura 24

*Riego funcionando junto al micro aspersor*



Elaboración propia

En la figura 25 se ilustra el panel de control que se programó de forma exitosa para el funcionamiento del sistema de riego automático. Con el programa de la figura 20, se carga al sistema de control Logo! para tener el control de todo el riego y cumpla las condiciones de humedad, de encendido y apagado del actuador, para este caso el relé el que acciona a la electrobomba para realizar el riego.

## Figura 25

### *Sistema de mando implementado*



Elaboración propia

En la figura 26 se ilustra las pruebas de conexión para verificar que todo esté correctamente conectadas para evitar cualquier desperfecto en su accionamiento. Para un buen funcionamiento del sistema de control de riego es necesario verificar las conexiones y posibles fallos, para de esta forma garantizar el debido funcionamiento.



## Figura 26

### *Pruebas de conexión*



Elaboración propia

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diseño y la implementación se realizó de forma exitosa, sin embargo, se tuvo que tener en cuenta las conexiones del tablero, por las posibles fugas eléctricas, y el lenguaje de programación, el diseño se muestra en la figura 19 y la implementación en la figura 28.

Para la obtención de datos de humedad se empleó el sensor YL 69 juntamente con el módulo YL 38, dichos datos fueron almacenados en la tarjeta SD para realizar la comparación del diagnóstico anterior a la automatización.

En la tabla 5 se observa los valores obtenidos antes de realizar el riego automático, en el cual se observa la humedad con riego natural. También la humedad con riego ya automatizado. Y en la figura 27 se muestra la respuesta a la tabla 5.

**Tabla 5**

*Cuadro comparativo de humedad*

		Porcentaje de humedad		
Fecha		Humedad con riego Natural Porcentaje	Humedad con riego automatizado Porcentaje	Mejora Porcentaje
28/02/2024	Humedad	33%	54%	
29/02/2024	Humedad	34%	58%	
1/03/2024	Humedad	35%	58%	
2/03/2024	Humedad	37%	57%	
3/03/2024	Humedad	36%	58%	
4/03/2024	Humedad	36%	58%	
5/03/2024	Humedad	37%	58%	
6/03/2024	Humedad	37%	58%	
7/03/2024	Humedad	37%	58%	
8/03/2024	Humedad	37%	58%	



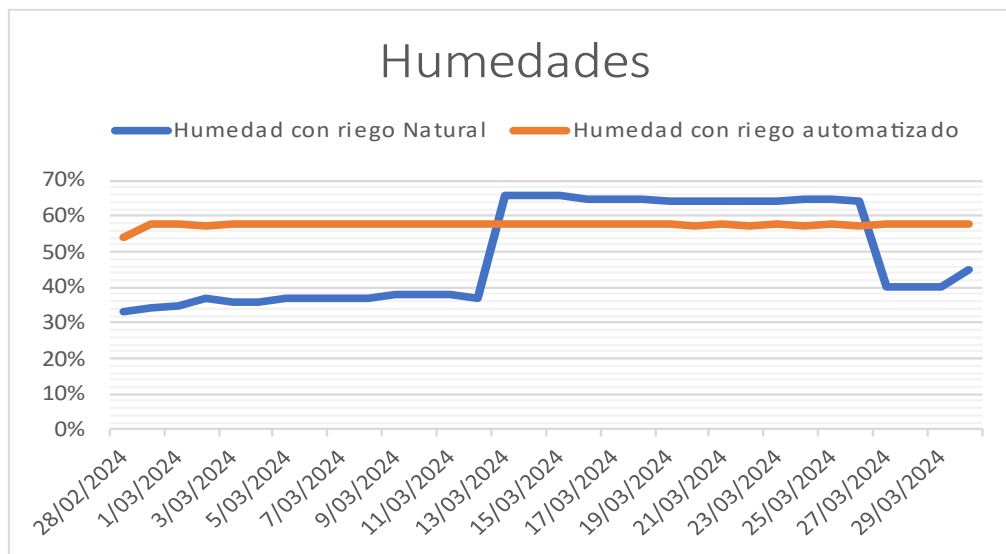
Porcentaje de humedad

Fecha		Humedad con riego Natural Porcentaje	Humedad con riego automatizado Porcentaje	Mejora Porcentaje
9/03/2024	Humedad	38%	58%	
10/03/2024	Humedad	38%	58%	
11/03/2024	Humedad	38%	58%	
12/03/2024	Humedad	37%	58%	
13/03/2024	Humedad	66%	58%	
14/03/2024	Humedad	66%	58%	
15/03/2024	Humedad	66%	58%	
16/03/2024	Humedad	65%	58%	
17/03/2024	Humedad	65%	58%	
18/03/2024	Humedad	65%	58%	
19/03/2024	Humedad	64%	58%	
20/03/2024	Humedad	64%	57%	
21/03/2024	Humedad	64%	58%	
22/03/2024	Humedad	64%	57%	
23/03/2024	Humedad	64%	58%	
24/03/2024	Humedad	65%	57%	
25/03/2024	Humedad	65%	58%	
26/03/2024	Humedad	64%	57%	
27/03/2024	Humedad	40%	58%	
28/03/2024	Humedad	40%	58%	
29/03/2024	Humedad	40%	58%	
30/03/2024	Humedad	45%	58%	
		49%	58%	18.36%

Elaboración propia

**Figura 27**

*Humedades en un lapso de 30 días*



Elaboración propia

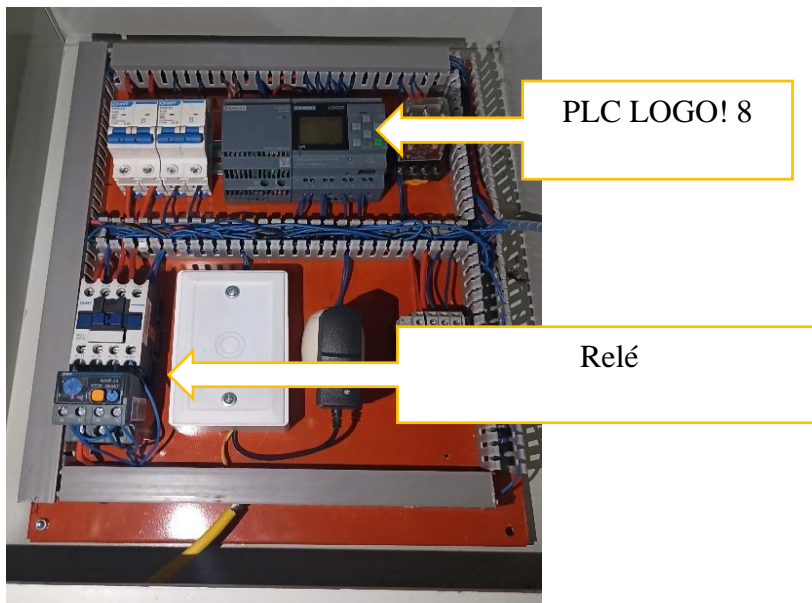
A partir de la tabla 5 y figura 27, se puede observar que con riego automático se logra mantener la humedad del suelo dentro del valor aceptable para el cultivo, según INIA (2010), menciona que para el adecuado crecimiento de cañihua se debe mantener una humedad del 55% en promedio, y que con riego natural se puede observar varianzas debido a los cambios climáticos en diferentes días. En comparación a ellos el sistema de riego mejora la humedad con respecto a riego natural.

Se diseñó el circuito eléctrico de potencia y fuerza dentro del programa Cade simu, para su simulación de conexiones y funcionamiento, con los materiales empleados en el tablero, en la figura 19 se muestra el respectivo diseño.

La implementación se puede observar en la figura 28, en el tablero se encuentra todos los componentes que fueron necesarios para efectuar un correcto funcionamiento del sistema automático, con el cual se pudo controlar la humedad adecuada para el cultivo, viendo que solo se riegue cuando sea necesario.

## Figura 28

### *Implementación de tablero de control*



Elaboración propia

Así mismo la implementación del sistema de control ayudó a tener los siguientes resultados con respecto al cultivo, se muestra los resultados con riego natural y automatizado.

En la figura 29 se ilustra el cultivo de forma natural.

## Figura 29

*Cultivo con riego natural*



Elaboración propia

En la figura 30 se ilustra el resultado de la cosecha teniendo el riego natural en un área de prueba de 5m x 5m. Donde se obtuvo 2.5 kilos de cosecha.

## Figura 30

*Peso de la cosecha con riego natural en un área de 5m x 5m*



Elaboración propia

En la figura 31 se presenta el tamaño del grano de cañihua obtenida con riego natural, el cual es menor de 1mm.

### **Figura 31**

*Tamaño del grano cañihua con riego natural*



Elaboración propia

En la figura 32 se presenta el cultivo con el sistema de riego automatizado por microaspersión, en un área de prueba de 5m x 5m.

## Figura 32

### *Cultivo con riego automatizado*



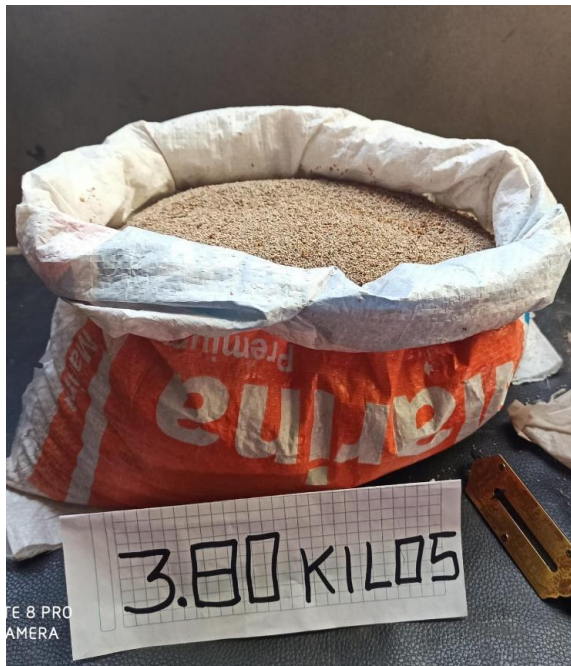
Elaboración propia

En la figura 33 se presenta la cantidad obtenida en una cosecha con riego automatizado el cual fue de 3.8kg en un área de prueba de 5mx5m, dándonos un resultado superior con respecto al resultado sobre el cultivo con riego natural.



### Figura 33

*Cosecha de cañihua con riego automatizado*



Elaboración propia

En la figura 34 se presenta el tamaño obtenido dentro de la cosecha por riego automatizado, el cual es mayor a 1mm de diámetro, siendo este mayor al grano con respecto al grano de riego natural.

### Figura 34

*Tamaño de Cañihua con riego automatizado*



Elaboración propia



Según el resultado obtenido con riego automático se logró obtener la cosecha en 4 meses y con riego de forma natural en 4 meses y medio.

**Tabla 6**

*Presupuesto*

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Válvula de 1/2	Unidad	9	5	45
Aspersores	Unidad	5.6	5	28
Relé 8 pines	Unidad	11.5	2	23
Motor AC	Unidad	150	1	150
Contactores	Unidad	22.5	2	45
Relé térmico	Unidad	45	1	45
Pulsadores	Unidad	3.5	2	7
Selector	Unidad	15	1	15
Gabinete	Unidad	110	1	110
TM de 16 amp	Unidad	25	1	25
Manguera	Metros	6	40	240
LabVIEW software	Unidad	250	1	250
Sensor de Humedad	Unidad	20	2	40
LOGO	Unidad	680	1	680
SUB TOTAL				1763
<b>SERVICIOS</b>				
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>1763</b>

Elaboración propia



**Tabla 7**

*Comparación de la producción según la venta de cañihua (Periodo Marzo – junio 2024)*

		Con riego automatizado Kg	Con riego natural Kg	Mejora %
Precio Actual	S/ 15.00	3.8	2.5	-
Precio promedio	S/ 13.00	3.8	2.5	-
Precio de venta 1		S/ 57.00	S/ 37.50	52
Precio de venta 2		S/ 49.40	S/ 32.50	52
Kg Invertidos		0.5	0.5	-
Precio de inversión 1	S/ 15.00	S/ 7.50	S/ 7.50	-
Precio de inversión 2	S/ 13.00	S/ 6.50	S/ 6.50	-
Diferencia de precios 1		S/ 49.50	S/ 30.00	65
Diferencia de precios 2		S/ 42.90	S/ 26.00	65

Elaboración propia (Precios referencial según Midagri)



### 3.6 DISCUSIONES

Chuga (2022), realiza riego por goteo automatizado para cultivos de rabanitos con una humedad del 60% controlado por ESP32, se difiere de esta investigación dado que el cultivo es para cañihua con riego por microaspersión empleando PLC LOGO 8!

Vásconez & Chamba (2013), los autores emplean el microcontrolador PIC 16F877A como controlador del sistema de riego, en el presente trabajo se emplea PLC LOGO 8! Siendo de fácil instalación y uso, teniendo lo necesario para aplicar el sistema de riego.

Castillo (2021), implementó un sistema de control de riego por goteo para cultivos de pimienta en un área de 50m x 50m, sin comparativa a ningún cultivo sin automatización, teniendo así el resultado para suelos arcillosos con una humedad mayor al 40%, empleando el sensor FC – 28 para la medición de humedad controlado por Arduino, en el presente proyecto se emplea como controlador PLC logo 8! En un área de 5m x 5m para cultivos de cañihua, teniendo dos áreas de estudio, una parcela sin automatización y otro con automatización para tener una comparativa en producción.

De acuerdo a Guambo & Ordoñez (2022), quienes implementan un sistema de riego inalámbrico en el presente trabajo se realizó con almacenamiento en tarjeta SD, dado que el lugar geográfico del estudio el acceso de internet es limitado.

Teniendo en cuenta a Cortes & Vargas, desarrollan el control de variables de temperatura y humedad de suelo dado que se trabaja en un invernadero con riego por goteo, el presente trabajo se desarrolla a aire libre para cultivos de Cañihua por riego por microaspersión porque así lo requiere el cultivo mismo.



Alcívar & Vallejo (2018), implementan un sistema de riego por aspersión mediante el control por Arduino, llegando al resultado de un ahorro de hasta el 37.27% de agua con respecto al riego tradicional y un ahorro de 1.43 dólares por litro de agua, se difiere de la tesis dado que en la presente investigación el agua es obtenida del subterráneo a través de una electrobomba, dando así lo necesario para el cultivo.

Vílchez (2020), a diferencia de los autores que emplean como control Arduino Mega, para cultivos de durazno comuna humedad del 40%, en el presente proyecto de investigación se emplea PLC logo 8! Por su confiabilidad con un promedio de 58% de humedad.

Ventura & Lima (2024), se difiera de la investigación con respecto a la alimentación de energías renovables fotovoltaicas, en el presente trabajo no se hace uso de ninguna energía renovable sino energía comercial.



## V. CONCLUSIONES

**PRIMERO:** El diseño e implementación de un sistema de control de riego por microaspersión automatizado para el cultivo de cañihua en centro poblado de Isañura - Capachica – Puno, mejoró el control de humedad en comparación del riego natural en un 18.36%, mostrando un incremento en la producción de cañihua.

**SEGUNDO:** La humedad antes de la implementación del sistema de control de riego por microaspersión automatizado para el cultivo de cañihua en el centro poblado de Isañura - Capachica – Puno, mostró una media de 49% y con la implementación del sistema de control de riego por microaspersión automatizado entregó una media de 58% de humedad, siendo adecuado para mejorar el cultivo de cañihua de acuerdo a recomendaciones del INIA del Ministerio de Agricultura del Perú.

**TERCERO:** El Diseño del sistema de control de riego automatizado se hizo con el uso del PLC LOGO! SIEMENS modelo 6ED1052-1CC08-0BA0, utilizando el lenguaje de programación LOGO SOF COMFORT, sensores de humedad YL 69, YL 38, 01 electrobomba MITOSHI monofásico de 1hp, tuberías y accesorios para la distribución de agua del sistema de riego por microaspersión, los cuales facilitaron la manipulación.

**CUARTO:** La implementación del sistema de control de riego por microaspersión automatizado para el cultivo de cañihua en centro poblado de Isañura - Capachica – Puno, mostró una mejora económica del 52 % permitiendo controlar la humedad en un promedio del 58% con riego automatizado, mejorando la producción de cañihua en la zona de estudio.



## VI. RECOMENDACIONES

**PRIMERO:** Para el diseño e implementación de cada sistema de control de riego por microaspersión emplear sensores calibrados, microaspersores certificados para trabajos en ambientes elevados con respecto al frío.

**SEGUNDO:** Al realizar el diagnóstico emplear instrumentos que den la fiabilidad con respecto a la humedad, equipos de medición certificada.

**TERCERO:** Para el mejor diseño considerar el tiempo de funcionamiento del sistema, la vida útil, para así considerar otros sensores diferentes al sensor resistivo.

**CUARTO:** La implementación puede dificultarse si el diseño no es el adecuado para el control de riego. Sea parámetros de humedad, o fallas del sensor



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcívar Domínguez, C. E., & Vallejo Aguilar, C. A. (2018). *Sistema Automatizado De Riego Basado En Sensorización En Los Cultivos De Ciclo Corto En El Sector La Pastora - Cantón Tosagua* [Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/859>
- Apaza, V. (2010). Manejo y mejoramiento de kañiwa-Convenio Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA-Puno-CIRMA. In *Editorial Altiplano E.I.R.L.* (Noviembre, Vol. 1). Amelia Castillo Navarro. [http://www.nuscommunity.org/uploads/tx\\_news/Libro\\_Manejo\\_y\\_Mejoramiento\\_Kañiwa.pdf](http://www.nuscommunity.org/uploads/tx_news/Libro_Manejo_y_Mejoramiento_Kañiwa.pdf)
- Arrieta, Arvilla, R., & Gonzalez, Kerguelen, F. (2003). Tutorial básico para programación de PLC [Universidad Tecnológica de Bolívar]. In *Repositorio digital Universidad Tecnológica de Bolívar*. <http://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0024806.pdf>
- Asiva Noor Rachmayani. (2019a). *Automatización de un Sistema de Riego a Aspersión con Control Inalámbrico para una hectárea de alfalfa ubicada en la Ciudad de Moquegua 2019* [Universidad Continental]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/6091>
- Asiva Noor Rachmayani. (2019b). *Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos Cualitativo-cuantitativos* (Primera ed). Editorial Gente Nueva. <https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/handle/uniguajira/467>
- Borbor Guerrero, D. S. (2023). *Diseño y simulación del proceso automatizado de envasado vertical utilizando un PLC para productos alimenticios granulados* [Universidad Estatal Península de Santa Elena Facsistel]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10627>
- Canqueri Chambi, K. A. (2019). *Diseño De Un Sistema De Riego Por Aspersión Automatizado Y Controlado Para El Centro Poblado De Huitaca Sencca* [Universidad Nacional del Altiplano]. In *Universidad Nacional del Altiplano*. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/11145>
- Castillo, M. A. C. (2021). *Diseño de un sistema de riego automatizado para cultivos de*





- ciclo corto con arduino. Estudio de caso pimiento [Universidad Estatal Península de Santa Elena]. In *Universidad Estatal Península de Santa Elena*. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6306>
- Chugá Rosero, M. A. (2022). Diseño e implementación de un sistema de riego inteligente y monitoreo de variables edafológicas y meteorológicas activado por IOT. In *Universidad Internacional SEK Ecuador*. Universidad Internacional SEK.
- Concha Cruz, J. C. (2009). Diseño de un sistema de riego por goteo controlado y automatizado para uva Italia [Pontificia Universidad Católica del Perú]. In *Pontificia Universidad Católica del Perú*. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/292>
- Cortes, V., & Vargas, M. (2020). *Diseño E Implementación De Un Sistema De Riego Automatizado Y Monitoreo De Variables Ambientales Mediante Iot En Los Cultivos Urbanos De La Fundación Mujeres Empresarias Marie Poussepin* (Vol. 1, Issue 1) [Universidad Católica de Colombia]. <https://hdl.handle.net/10983/25546>
- Flores, D. (2022). Diseño de una red de distribución eléctrica en media, baja tensión y sistema de alumbrado público para la cabecera parroquial de guayusa en el cantón francisco de orellana. [Universidad Politécnica Salesiana Ecuador]. In *Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23465>
- Guambo, D., & Ordoñez, D. (2022). Desarrollo de un Sistema de Riego Automatizado por Asperción Mediante Comunicación IOT. In *Universidad Politecnica Salesiana*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Hernández, R. (2010). *Introducción a los Sistemas de Control: conceptos, aplicaciones y simulación con Matlab*. <https://repositoriokoha.uner.edu.ar/fing/pdf/6768.pdf>
- Industrial, E. (2024). *Màster en Enginyeria Industrial Desenvolupament d ' un BMS para una motocicleta elèctrica* [Escola Técnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona]. <http://hdl.handle.net/2117/414362>
- Jalanoca Cruz, N. F., & Benavides Añamuro, S. A. (2017). *Implementacion De Un Sistema Scada Para Riego Del Area Verde De La Escuela Profesional De Ingenieria Electronica* [Universidad Nacional del Altiplano]. [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/6118/Jalanoca\\_Cruz](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/6118/Jalanoca_Cruz)



- Nestor\_  
Frans\_Benavides\_Añamuro\_Sixto\_Arturo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jaqueline, L., & Marques, D. (2015). *PLCUnit: Framework de testes para Controladores Lógicos Programáveis*. 27.  
ghbhttp://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/6118/Jalanoca\_Cruz\_ Nestor\_  
Frans\_Benavides\_Añamuro\_Sixto\_Arturo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez, H. (2015). *Modulo Didáctico para Practicas de laboratorio con Controladores Lógicos Programables* [Universidad Autónoma de Nuevo León].  
<http://eprints.uanl.mx/id/eprint/9535>
- Pinedo Romero, D. A. (2019). *Diseño De Un Sistema De Riego Automatizado Para Un Vivero De Palma Aceitera En El Distrito De Neshuya - Region Ucayali* [Universidad alas Peruanas]. <https://hdl.handle.net/20.500.12990/3593>
- Quispe, H. (2018). *Diseño de un Sistema de Riego Automatizado por Aspersión para Viveros de Café Utilizando la Tecnología Arduino en la Empresa Viveros Ortíz* (Vol. 1, Issue 1) [Universidad Católica los Angeles de Chimbote].  
<https://hdl.handle.net/20.500.13032/3029>
- Salcedo, A. (2014). *Diseño de un Sistema Automatizado para Riego por Goteo para Palta Hass* [Pontificia Universidad Católica del Perú]. In *Pontificia Universidad Católica del Perú* (Vol. 1, Issue 1). <http://hdl.handle.net/20.500.12404/6072>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2016). *Manual de Agua Potable , Alcantarillado y Saneamiento Sistemas de Medición del Agua : Manual de Agua Potable , Alcantarillado y Saneamiento Sistemas de Medición del Agua :*  
[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58022806/macromedicion-libre.pdf?1545155517=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3Dcomision\\_nacional\\_del\\_agua.pdf&Expires=1727888315&Signature=K-eXwUGkiX0vt3ZAPWKwHF901BQv2QKkXmeUuaQzWWLRDSbHg7AFbe08OYwBHv](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58022806/macromedicion-libre.pdf?1545155517=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3Dcomision_nacional_del_agua.pdf&Expires=1727888315&Signature=K-eXwUGkiX0vt3ZAPWKwHF901BQv2QKkXmeUuaQzWWLRDSbHg7AFbe08OYwBHv)
- Vasconez, J., & Chamba, F. (2013). *Diseño e Implementación De Un Sistema De Riego Automatizado Y Controlado De Forma Inalámbrica Para Una Finca Ubicada En El*



Sector Popular De Balerio Estacio [Universidad Politécnica Salesiana]. In *Universidad Politécnica Salesiana* (Vol. 1).  
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5304>

Ventura Palomino, R., & Lima Esperilla, F. A. (2024). *Diseño de un sistema automatizado de riego por aspersión con generación fotovoltaica para optimizar el consumo del recurso hídrico en un terreno de cultivo de aguaymanto en el CPM de Mayobamba-2022* [Universidad Continental].  
<https://hdl.handle.net/20.500.12394/14202>

Vilchez, C. H. A. (2020). *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* [Universidad Ricardo Palma]. In *Universidad Ricardo Palma*.  
<https://hdl.handle.net/20.500.14138/3354>

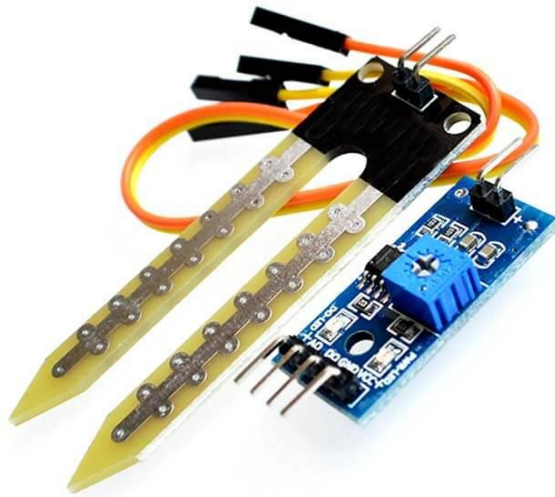
## ANEXOS

### ANEXO 1. Preparación del suelo



Elaboración propia

### ANEXO 2. Sensor de humedad FC-28



Elaboración propia

### ANEXO 3. Vernier CL106



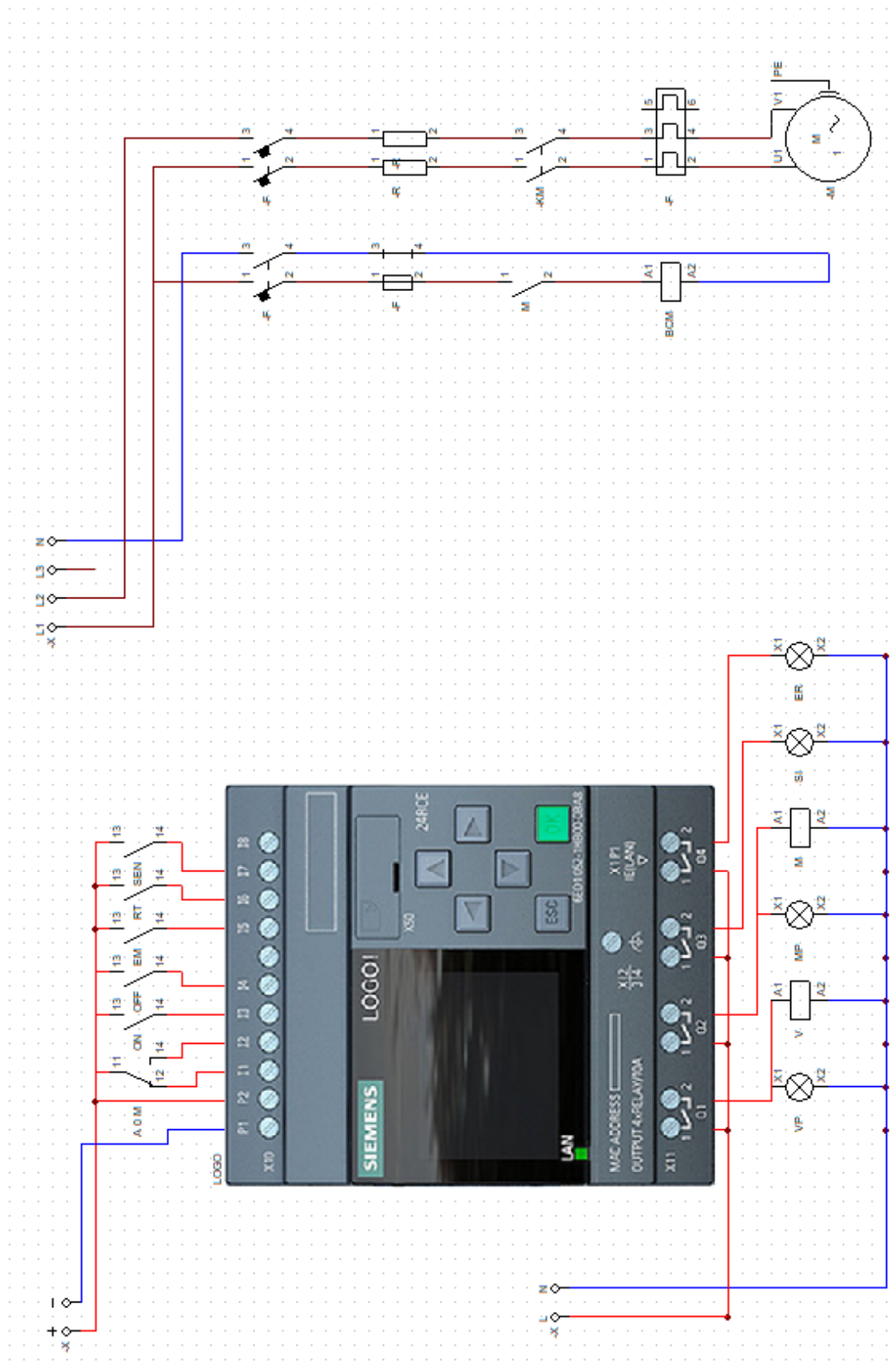
Elaboración propia

### ANEXO 4. Tablero implementado con los dispositivos empleados



Elaboración propia

### ANEXO 5. Tablero eléctrico



Elaboración propia

## ANEXO 6. Hoja de datos PLC LOGO 8! 6ED1052-1CC08-0BA0

# SIEMENS

### Data sheet

6ED1052-1CC08-0BA0



Figure similar

\*\*\* spare part \*\*\* LOGO! 24CE, logic module, display PS/I/O: 24 V/24 V/24 V trans., 8 DI (4 AI)/4 DO, memory 400 blocks, modularly expandable, Ethernet integr. web server, data log, user-defined web pages, standard microSD card for LOGO! Soft Comfort V8 or higher, older projects executable

<b>Display</b>	
with display	Yes
<b>Installation type/mounting</b>	
Mounting	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide
<b>Supply voltage</b>	
Rated value (DC)	
• 24 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	20.4 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
<b>Time of day</b>	
Time switching docks	
• Number	400; Max. 400, function-specific
• Power reserve	480 h
<b>Digital inputs</b>	
Number of digital inputs	8; Of which 4 can be used in analog mode (0 to 10 V)
<b>Digital outputs</b>	
Number of digital outputs	4; Transistor
Short-circuit protection	Yes; electrical (1 A)
<b>Output current</b>	
• for signal "1" permissible range for 0 to 55 °C, max.	0.3 A
<b>EMC</b>	
Emission of radio interference acc. to EN 55 011	
• Limit class B, for use in residential areas	Yes; Radio interference suppression according to EN55011, Limit Value Class B
<b>Degree and class of protection</b>	
IP degree of protection	IP20
<b>Standards, approvals, certificates</b>	
CE mark	Yes
CSA approval	Yes
UL approval	Yes
FM approval	Yes
developed in accordance with IEC 61131	Yes
according to VDE 0631	Yes
Marine approval	Yes
<b>Ambient conditions</b>	
Ambient temperature during operation	

• min.	-20 °C; No condensation
• max.	55 °C
<b>Ambient temperature during storage/transportation</b>	
• min.	-40 °C
• max.	70 °C
<b>Altitude during operation relating to sea level</b>	
• Ambient air temperature-barometric pressure-altitude	Tmin ... Tmax at 1 080 hPa ... 795 hPa (-1 000 m ... +2 000 m)
<b>Dimensions</b>	
Width	71.5 mm
Height	90 mm
Depth	60 mm
<b>last modified:</b>	3/12/2021

Nota: Adaptado de Hoja de datos 6ED1052-1CC08-0BA0, SIEMENS, 2021

## ANEXO 7. Hoja de datos relay JQX – 10F-2Z-24VDC

### Relay General Purpose Relay



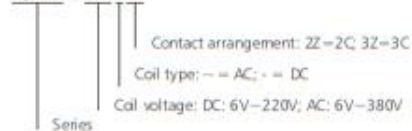
#### JQX-10F Miniature Power Relay

##### 1. General

- 1.1 10A switching current
- 1.2 Various sockets available
- 1.3 Wide range of coil ratings
- 1.4 Certificate: UL, CE

##### 2. Type designation

JQX-10F / 006 - 2Z



##### 3. Technical data

Contact Arrangement		2C, 3C
Initial contact resistance	mΩ	100
Contact material		Silver alloy
Rated load (resistive)		10A/220VAC, 10A/28VDC
Max. switching voltage	VAC	250
	VDC	12.5
Max. switching current	A	10
Max. switching power	VA	2200
	W	280
Electrical endurance	Cycles( $\times 10^5$ )	100
Mechanical endurance	Cycles( $\times 10^5$ )	10

##### 4. Coil specification

AC

Rated voltage	Holding voltage	Must drop-out voltage	Operating range	Power consumption
6				
12				
24				
36				
48	80%U <sub>n</sub>	20%U <sub>n</sub>	(80%~110%)U <sub>n</sub>	3VA
110				
127				
220				
230				
380				

DC

Rated voltage	Holding voltage	Must drop-out voltage	Operating range	Power consumption
5				
6				
12				
24				
36	75%U <sub>n</sub>	10%U <sub>n</sub>	(75%~110%)U <sub>n</sub>	2W
48				
110				
127				
220				

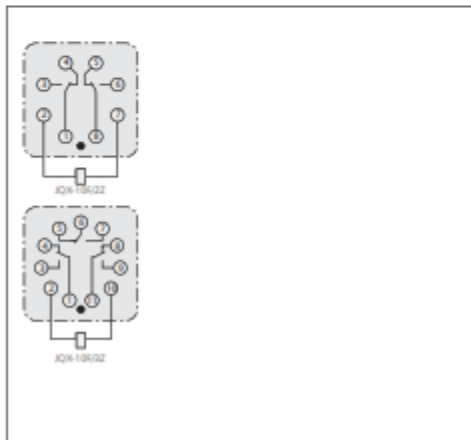


**5. Characteristics**

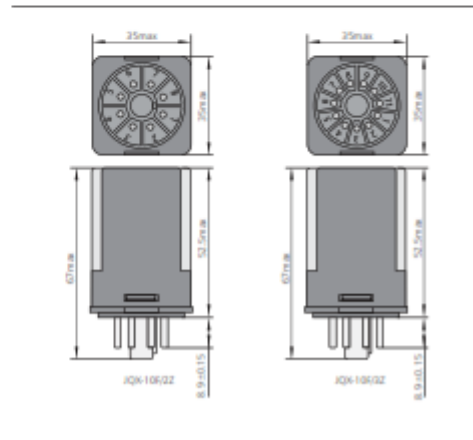
Insulation resistance(at 500VDC)		M (1)	100
Dielectric strength	Between coil & contacts		1500VAC
	Between open contacts		500VAC
Operation time		ms	≤20
Release time		ms	≤20
Shock resistance		m/s <sup>2</sup>	100
Vibration			(10~55)Hz,1mm double amplitude
Humidity			98% RH at +20°C
Ambient temperature range		°C	-10~+55
Termination			Plug-in, PCB
Dimension		mm	35×35×52.5

**6. Overall and mounting dimensions (mm)**

Internal connection (bottom view)



Dimensions



## ANEXO 8. Hoja de datos NC1

**CHINT**



### NC1 Contactor, 9~95A

#### 1. General

- 1.1 Certificates: CE, KEMA, VDE, EK, ESC, UKI/SEPRO, GOST, RCC, UL;
- 1.2 Electric ratings: AC50/60Hz, 690V, up to 95A;
- 1.3 Application: remote making & breaking circuits; protect circuit from over-load when assembling with thermal over-load relay; Frequent start-up and control of AC contactor;
- 1.4 Utilization category: AC-3, AC-4;
- 1.5 Altitude: ≤2000 m;
- 1.6 Ambient temperature: -5°C—+40°C;
- 1.7 Mounting category: III
- 1.8 Mounting conditions: inclination between the mounting plane and the vertical plane should not exceed ±5°
- 1.9 Standard: IEC/EN 60947-4-1



## CONTACTORS, RELAYS, STARTERS Contactors

### 2. Type designation

NC 1-□□□□-

Z: DC coil    Blank: AC coil

#### Number of contacts

- 10: 3 N/O main contacts + 1 N/O auxiliary contact (9A, 12A, 18A, 25A, 32A)
- 01: 3 N/O main contacts + 1 N/C auxiliary contact (9A, 12A, 18A, 25A, 32A)
- 11: 3 N/O main contacts + 1 N/O and 1 N/C auxiliary contact (40A, 50A, 65A, 80A, 95A)
- 04: 4 N/O main contacts (9A, 12A, 25A, 40A, 50A, 65A, 80A, 95A)
- 08: 2 N/O and 2 N/C main contacts (9A, 12A, 25A, 40A, 50A, 65A, 80A, 95A)

Basic specification, expressed with the rated operational current (380V/400V, AC-3)

Design sequence No.

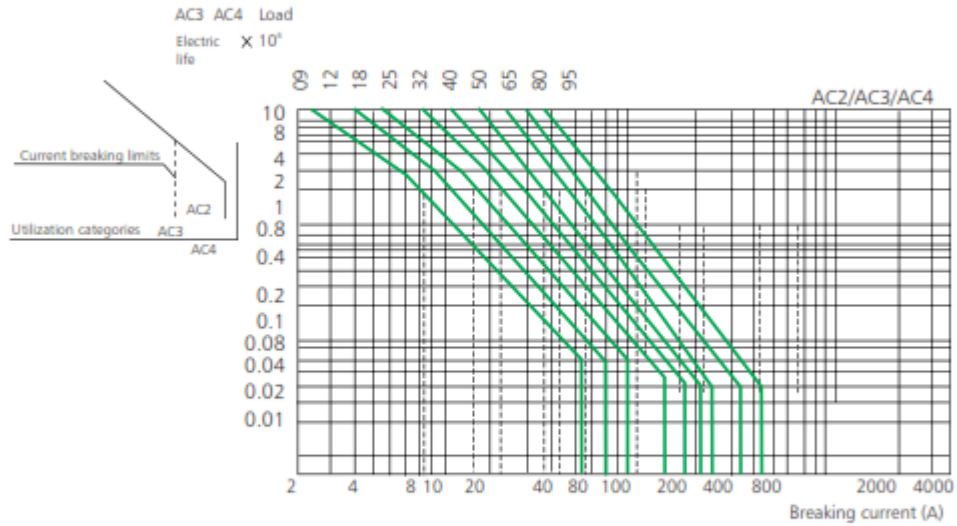
Contactor

Company code

Contactors, Relays, Starters  
**Contactors**



3. Curves







Breaking current (A)	220/230V (kW)	380/400V (kW)	440V (kW)
1.1	0.75	1.1	1.1
1.5	0.55	1.5	1.5
2.2	0.75	2.2	2.2
3	1.1	3	3
4	2.2	4	4
5.5	3	5.5	5.5
7.5	4	7.5	7.5
11	5.5	11	11
15	7.5	15	15
18.5	10	18.5	18.5
22	11	22	22
30	15	30	30
37	18.5	37	37
45	22	45	45
75	30	75	75
90	37	90	90
110	45	110	110
132	55	132	132
160	75	160	160
200	90	200	200
250	110	250	250
315	132	315	315
400	160	400	400
500	200	500	500
630	250	630	630
800	315	800	800
1000	400	1000	1000
1250	500	1250	1250
1600	630	1600	1600
2000	800	2000	2000
2500	1000	2500	2500
3150	1250	3150	3150
4000	1600	4000	4000

**4. Technical data**




4.1 AC coil contactor

★ AC coil operation

Items	Model		NC1-09	NC1-12	NC1-18	NC1-25
	Frame		Frame 1 (3P, 4P)		Frame 2 (3P)	Frame 3 (3P, 4P)
						
Rated conventional heating current (A) AC-1			20	20	32	40
Rated operational current (A)	380/400V	AC-3	9	12	18	25
		AC-4	3.5	5	7.7	8.5
	660/690V	AC-3	6.6	8.9	12	18
		AC-4	1.5	2	3.8	4.4
Rated insulation voltage (V AC)			690	690	690	690
Power of controlled 3-phase cage motor (AC-3)	kW	220/230V AC	2.2	3	4	5.5
		380/400V AC	4	5.5	7.5	11
		660/690V AC	5.5	7.5	10	15
	hp	200V AC	3	5	7.5	7.5
		240V AC	3	5	7.5	10
		460V AC	5	7.5	10	15
Operating frequency (operations/h)	Electrical	AC-3	1,200	1,200	1,200	1,200
		AC-4	300	300	300	300
	Mechanical	3,600	3,600	3,600	3,600	
Electrical life ( $\times 10^6$ operations)	AC-3		1,000	1,000	1,000	1,000
	AC-4		200	200	200	200
Mechanical life ( $\times 10^6$ operations)			10	10	10	10
Matched fuse type			RT16-20	RT16-20	RT16-32	RT16-40

Contactors, Relays, Starters  
**Contactors**



NC1-32	NC1-40	NC1-50	NC1-65	NC1-80	NC1-95
Frame 4 (3P)	Frame 5 (3P, 4P)			Frame 6 (3P, 4P)	
					
50	60	80	80	95	95
32	40	50	65	80	95
12	18.5	24	28	37	44
21	34	39	42	49	49
7.5	9	12	14	17.3	21.3
690	690	690	690	690	690
7.5	11	15	18.5	22	25
15	18.5	22	30	37	45
18.5	30	37	37	45	45
10	15	15	20	25	30
15	20	20	25	30	30
20	25	30	40	40	50
20	25	30	40	40	50
600	600	600	600	600	600
300	300	300	300	300	300
3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
800	800	600	600	600	600
200	150	150	150	100	100
8	8	8	8	6	6
RT16-50	RT16-63	RT16-80	RT16-80	RT16-100	RT16-125

## ANEXO 9. Hoja de datos FC 38 (incluya YL 69, YL 38)

# Sensor de humedad del suelo YL38 y YL69

### Descripción:

Este sensor tiene la capacidad de medir la humedad del suelo. Aplicando una pequeña tensión entre los terminales del módulo YL-69 hace pasar una corriente que depende básicamente de la resistencia que se genera en el suelo y ésta depende mucho de la humedad. Por lo tanto al aumentar la humedad la corriente crece y al bajar la corriente disminuye.

Consiste en una sonda YL-69 con dos terminales separados adecuadamente y un módulo YL-38 que contiene un circuito comparador LM393 SMD (de soldado superficial) muy estable, un led de encendido y otro de activación de salida digital. Este último presenta 2 pines de conexión hacia el módulo YL-69, 2 pines para la alimentación y 2 pines de datos. VCC, GND, D0, A0.



### Especificaciones:

- Voltaje de entrada: 3.3 – 5 VCD
- Voltaje de salida: 0 ~ 4.2 V
- Corriente: 35 mA
- VCC: Tensión de alimentación
- GND: Tierra
- A0: Salida analógica que entrega una tensión proporcional a la humedad. Puede ser medida directamente desde un puerto analógico en un microcontrolador, con Arduino, CI, etc.
- D0: Salida digital; este módulo permite ajustar cuándo el nivel lógico en esta salida pasa de bajo a alto mediante el potenciómetro.



- Dimensiones YL-38: 30 x 16 mm
- Dimensiones YL-69: 60 x 30 mm

**Peso** 0.010 kg

**Dimensiones** 7 x 3 x 1 cm

Se tiene dos tipos de salidas, una analógica y una digital. La salida digital entregará un **pulso bajo** cuando haya conductividad suficiente entre cada una de las puntas. El umbral de disparo se puede establecer moviendo el potenciómetro del circuito de control.

En la salida analógica el nivel de voltaje dependerá directamente de cuanta humedad haya en el suelo. Es decir, dependiendo de cuanta conductividad (producto del agua en el suelo) haya entre las puntas del módulo, así variará el valor entregado por Arduino (entre 0 y 1023, tiene precisión de 10 bits en otras palabras).

Un ejemplo del cambio de escala para su presentación puede ser:

0 -300	muy mojado
300-700	húmedo
700-1023	seco

## ANEXO 10. Hoja de datos Relé Térmico NXR 25

P-017 Protección y control de motor | Relé térmico de sobrecarga NXR



### Resumen

#### Ámbito de aplicación

Los relés térmicos de sobrecarga (en adelante denominados, por abreviar, relés térmicos) resultan adecuados para la protección contra sobrecargas y pérdidas de fase en motores de CA intermitente o ininterrumpida con frecuencia de CA de 50Hz/60 Hz, una tensión de hasta 690V y una corriente de entre 0.1 y 630A.

Los relés térmicos ofrecen también funciones de compensación de la temperatura, indicación de acción, reinicio automático y manual, parada y prueba. Estos productos se caracterizan por un rendimiento estable y fiable. Los relés térmicos pueden conectarse con los contactores o instalarse de manera independiente.

De conformidad con las normativas: IEC/EN 60947-4-1, IEC/EN 60947-5-1.

#### Características estructurales

- Tipo trifásico bimetalico de lámina o electrónico (NXR-200, NXR-630), con un nivel de disparo de 10A
- Con protección contra pérdida de fase
- Con un dispositivo para el ajuste continuo de la corriente de ajuste
- Con compensación de temperatura
- Con indicación de acción
- Con mecanismo de prueba
- Con botón de parada
- Con botón de reinicio manual y automático (NXR-200 y NXR-630 solo disponen de reinicio manual)
- Con un contacto NA y un contacto NC que pueden separarse a nivel eléctrico
- Sistema de instalación: Enchufado en el contactor (NXR-12, 25, 38, 100) o instalado de manera independiente (NXR-200, 630)
- Características de protección

#### Entorno de funcionamiento

Tipo	Condiciones de funcionamiento y de instalación
Tipo de instalación	II
Grado de contaminación	3
Estándares con los que cumple	IEC/EN 60947-4-1, IEC/EN 60947-5-1
Certificado	CE
Grado de protección de la carcasa	IP20 (NXR-12, 25, 38, 100)
Temperatura ambiente	Límites de temperatura de funcionamiento: -35°C--+70°C. Intervalo de temperatura de funcionamiento normal: -5°C--+40°C. La temperatura media a lo largo de 24 horas no deberá superar los +35°C. Si se va a utilizar por encima del intervalo de temperatura de funcionamiento normal, consulte el apartado "Instrucciones de uso en condiciones anormales" dentro del anexo.
Altitud	No deberá superar los 2000m por encima del nivel del mar
Condiciones atmosféricas	La humedad relativa no deberá superar el 50% en el límite superior de temperatura de +70°C. Se permitirá una humedad relativa mayor a una temperatura inferior, por ejemplo un 90% a +20°C. Deberán adoptarse medidas de precaución especiales frente a una posible condensación provocada por las variaciones de humedad.
Condiciones de instalación	El ángulo entre la superficie de instalación y la superficie vertical no deberá superar los ±5°.
Golpes y vibración	El producto deberá instalarse en lugares en los que no se registren vibraciones, golpes ni impactos considerables.





## Descripción



Interruptor	Corriente de ajuste	Interruptor	Corriente de ajuste	Interruptor	Corriente de ajuste
12	0.1-0.16A	25	0.1-0.16A	38	23-32A
	0.16-0.25A		0.16-0.25A		30-38A
	0.25-0.4A		0.25-0.4A		23-32A
	0.4-0.63A		0.4-0.63A		30-40A
	0.63-1A		0.63-1A		37-50A
	1-1.6A		1-1.6A		48-65A
	1.25-2A		1.25-2A		55-70A
	1.6-2.5A		1.6-2.5A		63-80A
	2.5-4A		2.5-4A		80-93A
	4-6A		4-6A		80-100A
5.5-8A	5.5-8A	200	80-160A		
7-10A	7-10A		100-200A		
9-12A	9-13A		125-250A		
		630	200-400A		
			315-630A		

Ejemplo de selección:

"NXR-25 7-10A" hace referencia a un relé térmico de sobrecarga NXR 3P con una clase de corriente de 25 y un intervalo de corriente de ajuste entre 7A y 10A.

## Base de montaje MB

	Tipo	Aplicación
	MB-1	Incorporado al relé NXR-12 para formar un producto de montaje independiente
	MB-2	Incorporado al relé NXR-25 para formar un producto de montaje independiente
	MB-3	Incorporado al relé NXR-38 para formar un producto de montaje independiente
	MB-4	Incorporado al relé NXR-100 para formar un producto de montaje independiente



## ANEXO 11. Declaración Jurada de Autenticidad de Tesis



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Cristhian Ponce Grande  
identificado con DNI 48290218 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
Ingeniería Electrónica

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“ Diseño e Implementación de un Sistema de Riego por  
Microaspersión Automatizado para el Cultivo de Cañihua en  
Centro Poblado de Isañura - Capachica - Puno ”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 09 de octubre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



## ANEXO 12. Autorización para el Depósito de Tesis o Trabajo de Investigación en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Cristhian Ponce Grande,  
identificado con DNI 48290218 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Electronica

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“ Diseño e Implementación de un Sistema de Riego por  
Microaspersión Automatizado para el cultivo de Cañihua  
en Centro Poblado de Isoñura - Capachica - Puno ”

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexas, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 09 de octubre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella