



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

TEMA: SISTEMA DE CONTROL DE RIEGO CON MONITOREO Y ADMINISTRACIÓN REMOTA, EN EL SEMBRÍO DEL PLANTEL EDUCATIVO FRATERNIDAD Y SERVICIO.

AUTOR: RODRIGO ALEJANDRO AYALA HERNÁNDEZ

TUTOR: ING. FIDEL DAVID PARRA BALZA, PhD

QUITO- ECUADOR

AÑO: 2019

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación **“SISTEMA DE CONTROL DE RIEGO CON MONITOREO Y ADMINISTRACIÓN REMOTA, EN EL SEMBRÍO DEL PLANTEL EDUCATIVO FRATERNIDAD Y SERVICIO.”**, presentado por el **Sr. Rodrigo Alejandro Ayala Hernández**, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M. Marzo del 2019

.....
Ing. Fidel David Parra Balza, PhD

Agradecimiento

Gracias infinitas a mis tutores los Ingenieros Fidel Parra, René Cortijo y Flavio Morales.

A la Universidad Tecnológica Israel, que con su formación profesional y humana nos
brinda la oportunidad de ser profesionales.

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida. A mi madre, por siempre demostrarme su amor y preocupación en todas las etapas de mi vida.

A mi esposa, que con su amor, comprensión y apoyo incondicional, me ha dado la fortaleza para terminar con éxito este proyecto.

A mis hijos que son mi motor y mi fuerza diaria para seguir adelante en la vida.

A la Universidad Tecnológica Israel, maestros y amigos que estuvieron siempre a mi lado y creyeron en mi como profesional y persona, gracias una vez más querido Dios por haberme permitido conocer excelentes amigos y seres humanos.

TABLA DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR	i
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
TABLA DE CONTENIDOS	iv
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE ECUACIONES	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
JUSTIFICACIÓN.....	4
Objetivo general	4
Objetivos específicos.....	5
Alcance	5
Descripción de los capítulos.....	5
CAPITULO 1.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
1.1 Antecedentes.....	7
1.2 Riego del cultivo.....	8
1.2.1 Tipos de riego	8
1.3 Sistema de control.....	11
1.3.1 Tipos de sistemas de control	12
1.3.2 Control del sistema de riego	13
1.4 Equipos utilizados para el control del sistema de riego.....	14
1.4.1 Introducción a LOGO! OBAS... ..	14
1.4.2 Posicionamiento de LOGO! Dentro de la firma SIMATIC.....	14
1.4.3 Clasificación.....	15
1.4.4 Componentes.....	16
1.4.4.1 Memoria.....	16
1.4.4.2 Entradas y salidas.....	18
1.4.4.3 Comunicación.....	19
1.4.5 Software de programación.....	20

1.4.5.1 Lenguaje de programación.....	22
1.5 Sistema de monitoreo	23
1.5.1 Panel HMI.....	24
1.5.2 Panel Simatic	24
1.5.3 Panel LOGO! TDE	24
1.5.3.1 Características LOGO! TDE	25
1.6 Dispositivos de maniobras y control.....	27
1.6.1 Fuente de alimentación	27
1.6.1.1 Características LOGO! Power.....	27
1.6.2 Contactores	28
1.6.2.1 Utilización y campos de aplicación.....	28
1.6.3 Guardamotores	29
1.6.3.1 Campos de aplicación especiales	29
1.6.3.2 Sensibilidad a la pérdida de fase	30
1.7 Dispositivos utilizados para el control de riego.....	30
1.7.1 Aspersores.....	30
1.7.2 Regulador de presión	31
1.7.3 Electroválvula	32
1.8 Motor eléctrico motobomba	33
CAPÍTULO 2.- MARCO METODOLÓGICO	34
2.1 Metodología y desarrollo	35
Fase I: Identificar y definir el problema	35
Fase II: Definir requerimiento del sistema.....	35
Fase III: Seleccionar la tecnología adecuada	36
Fase IV: Elaborar la documentación del proyecto.....	36
Fase V: Diseñar prototipo	36
Fase VI: Implementación del hardware	37
CAPÍTULO 3.- PROPUESTA	38
3.1 Beneficiarios de la propuesta.....	38
3.2 Metodología de propuesta.....	39
3.3 Factibilidad de la propuesta	39

3.3.1 Estudio técnico.....	40
3.3.1.1 Cálculo de la cantidad de aspersores.....	40
3.3.1.2 Cálculo de la potencia de la bomba.....	41
3.3.1.3 Cálculo de la fuente de alimentación	43
3.3.2 Estudio económico.....	44
CAPÍTULO 4.- IMPLEMENTACIÓN	50
4.1 Desarrollo	50
4.1.1 Abastecimiento del agua para el sistema	50
4.1.2 Colocación de red de tuberías y accesorios de riego	50
4.1.3 Tablero de control central	51
4.2 Implementación	51
4.2.1 Equipos y accesorios para el suministro de agua.....	51
4.2.1.1 Distribución de tuberías y ubicación de aspersores	53
4.2.1.2 Conexión al suministro de agua	54
4.2.1.3 Instalación de tubería principal	55
4.2.1.4 Instalación de electroválvulas	56
4.2.1.5 Instalación de tubería aérea.....	57
4.2.1.6 Instalación de aspersores.....	58
4.2.1.7 Instalación de bomba.....	59
4.2.2 Instalación del sistema de alimentación eléctrica	60
4.2.3 Diseño y programación de lógica de control	62
4.2.4 Diseño y ensamblaje de tablero de control principal	68
4.3 Pruebas de funcionamiento.....	76
4.4 Análisis de resultados	81
CONCLUSIONES.....	83
RECOMENDACIONES	85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
ANEXOS.....	88

LISTA DE FIGURAS

Figura. 1.1 Riego por inundación	10
Figura. 1.2 Riego por aspersión.....	10
Figura. 1.3 Riego por micro aspersión	11
Figura. 1.4 Componentes básicos de un sistema de control	12
Figura. 1.5 Sistema de lazo abierto.....	12
Figura. 1.6 Sistema de lazo cerrado.....	13
Figura. 1.7 Módulo básico LOGO V8!.....	14
Figura. 1.8 Ubicación dentro de la familia SIMATIC.....	15
Figura. 1.9 Componentes de los PLC's.....	16
Figura. 1.10 Ejemplo de espacio de memoria y tamaño de programa.....	17
Figura. 1.11 Configuración máxima de entradas y salidas.....	18
Figura. 1.12 Redes de comunicación SIMATIC.	19
Figura. 1.13 Software de programación LOGO! V8.2	21
Figura. 1.14 Lenguaje de programación LOGO!	23
Figura. 1.15 Familia de paneles SIEMENS.....	24
Figura. 1.16 Panel LOGO!TDE SIEMENS	25
Figura. 1.17 Puertos de comunicación LOGO!TDE SIEMENS	26
Figura. 1.18 LOGO! soft-confort V8.0.....	26
Figura. 1.19 LOGO! power.	27
Figura. 1.20 Contactores SIRIUS 3RT2.....	28
Figura. 1.21 Guardamotors SIRIUS 3RV2.....	29
Figura. 1.22 Aspersor	31
Figura. 1.23 Regulador de presión	31
Figura. 1.24 Electroválvula PGV	32
Figura. 1.25 Bomba eléctrica y tanque de presión	33
Figura. 3.1 Bosquejo de la instalación y desnivel del terreno	41
Figura. 3.2 Curva de potencia del motor	43
Figura. 4.1 Sistema de alimentación de agua	54
Figura. 4.2 Fuente de alimentación de agua	55
Figura. 4.3 Zanja para el tendido de tubería	56

Figura. 4.4 Instalación de electroválvulas	57
Figura. 4.5 Colocación de redes aéreas	57
Figura. 4.6 Instalación aspersores	58
Figura. 4.7 Rendimiento aspersores	58
Figura. 4.8 Estructura para colocación de cisterna y bomba eléctrica	59
Figura. 4.9 Distribución del sistema eléctrico	61
Figura. 4.10 Instalación de caja eléctrica	62
Figura. 4.11 Topología de red de controladores	63
Figura. 4.12 Topología de control programada	64
Figura. 4.13 Programación control horario HMI.....	65
Figura. 4.14 Programación comandos de control horario HMI.....	66
Figura. 4.15 Software LOGO! web editor V1.0	66
Figura. 4.16 Declaración de tags LOGO! web editor V1.0.....	67
Figura. 4.17 Programación de botonera de mando remoto LOGO!web editor V1.0	68
Figura. 4.18 Esquema sistema de control	69
Figura. 4.19 Diseño tablero principal	70
Figura. 4.20 Diseño de distribución interna del tablero principal	71
Figura. 4.21 Montaje de etapa de control	72
Figura. 4.22 Montaje de etapa de fuerza	73
Figura. 4.23 Montaje de display en la puerta del tablero principal	74
Figura. 4.24 Esquema de tablero de acuerdo al plano de control	75
Figura. 4.25 Pruebas de funcionamiento manual de la bomba.....	76
Figura. 4.26 Pruebas de funcionamiento manual del sistema de control temporizado	77
Figura. 4.27 Pruebas de funcionamiento automático del sistema de control temporizado .	78
Figura. 4.28 Sistema de riego en funcionamiento	78
Figura. 4.29 Ventana de ingreso a la interfaz de mando remoto de LOGO!.....	79
Figura. 4.30 Ventana de estado del equipo LOGO!	79
Figura. 4.31 Ventana de control de web server LOGO!.....	80

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1. Tipo de módulos LOGO!	15
Tabla 1.2. Características de las electroválvulas	32
Tabla 3.1. Cargabilidad del sistema de 24 VDC.	43
Tabla 3.2.- Comparación características técnicas LOGO! frente a otras marcas.....	45
Tabla 3.3.- Comparación hardware LOGO!.....	45
Tabla 3.4.- Comparación de memoria LOGO!.....	46
Tabla 3.5.- Análisis de costos.....	47
Tabla 4.1.- Equipos para suministro de agua.....	52
Tabla 4.2.- Pruebas de funcionamiento por etapas del sistema.....	81
Tabla 4.3.- Resultados por etapas del sistema.....	82

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 3.1 Fórmula para calcular el área de cobertura del aspersor.....	40
Ecuación 3.2 Fórmula para calcular el número de aspersores.....	40
Ecuación 3.3 Fórmula para calcular los pies de agua.....	41
Ecuación 3.4 Fórmula para calcular los pies de agua totales.....	42
Ecuación 3.5 Fórmula para calcular el caudal de riego.....	42
Ecuación 3.6 Fórmula para transformar galones a litros por segundo.....	42

RESUMEN

Esta investigación tiene la finalidad de desarrollar un sistema de control de riego automático con monitoreo y administración remota vía WEB que es uno de los medios de comunicación más utilizado en el mundo. Los principales recursos utilizados en este proyecto son: Logo V8.2 y Logo Web Editor de Siemens. Logo V8.2 se encargará de automatizar el sistema y Logo Web Editor permitirá la interacción con el usuario de una manera fácil y amigable, mostrando el estado del sistema y brindándole la opción de poder monitorear y administrar todas las variables a través de cualquier dispositivo con acceso a internet desde cualquier lugar del mundo, obteniendo seguridad y flexibilidad en el manejo de sus operaciones.

Para ello se realiza un levantamiento de información de las necesidades y requerimientos de los involucrados en el proyecto, la etapa de diseño, ensamblaje del tablero y desarrollo de la programación se realiza en el departamento de ensamblaje de la empresa INASEL, para posteriormente la etapa de montaje, cableado, ajustes, pruebas de funcionamiento e implementación se realizan en las instalaciones del plantel educativo.

Una vez realizado el diseño e implementación, se concluye que este sistema beneficia directamente a la unidad educativa y a la comunidad donde fue implementado, por su gestión eficiente del uso del agua y el incremento de productos cosechados, adicional con los conocimientos adquiridos en las aulas se aplicó nuevas tecnologías en donde cada equipo es ubicado y programado para cumplir la función que le ha sido asignada, para la visualización en el navegador web se desarrolla un website alojado en el web server del Logo V8.2 mediante el programa de configuración Logo Web Editor. Finalmente, como resultado el funcionamiento del sistema fue satisfactorio tanto en el control de encendido y apagado de la bomba principal como en el temporizador programado para accionar las válvulas de riego del sembrío

Palabras Clave: Automatizar, Logo V8.2, Logo Web Editor, variables, website, web server.

ABSTRACT

The development of this research has the purpose of developing an automatic irrigation control system with monitoring and remote administration via WEB, which is one of the most used means of communication in the world. The main resources used in this project are: Logo V8.2 and Logo Web Editor from Siemens. Logo V8.2 will be in charge of automating the system and Logo Web Editor will allow the interaction with the user in an easy and friendly way, showing the state of the system and offering the option of being able to monitor and manage all the variables through any device with Internet access from anywhere in the world, obtaining security and flexibility in the management of their operations.

To this end, an information survey of the needs and requirements of those involved in the project is carried out, the design stage, assembly of the board and development of the programming is carried out in the assembly department of the company INASEL, for the subsequent stage of Assembly, wiring, adjustments, performance tests and implementation are carried out in the educational facilities.

Once the design and implementation has been carried out, it is concluded that this system directly benefits the educational unit and the community where it was implemented due to its efficient management of water use and the increase of harvested products, in addition to the knowledge acquired in the classrooms. new technologies where each team is located and programmed to fulfill the function that has been assigned, for the visualization in the web browser a website hosted on the Logo V8.2 web server is developed through the Logo Web Editor configuration program. Finally, as a result, the operation of the system was satisfactory both in the control of ignition and shutdown of the main pump and in the timer programmed to activate the irrigation valves of the planting.

Keywords: Automate, Logo V8.2, Logo Web Editor, variables, website, web server.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

En Ecuador, el empleo de sistemas de riego en la agricultura ha sido utilizado desde tiempos milenarios con el objetivo de brindar a las plantaciones una cantidad apropiada de agua para el correcto crecimiento de los cultivos y garantizar así el abastecimiento de los mismos en la estación seca, actualmente la mayoría de los sistemas de riego del país son comandados manualmente, esencialmente es el operador por su conocimiento y habilidad quién toma la decisión del lapso de tiempo y la hora del día para regar el cultivo.

En ese sentido, de acuerdo a la investigación realizada por (Carmona et al., 2014), se desarrolló un prototipo de bajo costo de un sistema de riego agrícola automatizado, monitoreado y controlado remotamente con un teléfono celular Android.

El prototipo mencionado utiliza como herramientas principales las tecnologías de Arduino para la automatización del sistema y Android para desarrollar una aplicación de interacción con el usuario, mostrando los datos del sistema, brindando la opción de monitorear y controlar el sistema de riego a través del internet desde cualquier parte del mundo, brindando seguridad y flexibilidad al agricultor.

Sin embargo, tiene el inconveniente de estar atado únicamente a dispositivos con sistema operativo Android para su monitoreo remoto lo que provoca un inconveniente al querer ingresar al sistema desde equipos con diferentes plataformas.

De la misma manera en el trabajo realizado por (Vásconez J. 2013) se diseñó un sistema de riego automatizado y controlado de forma inalámbrica para una finca en el sector de Balerio Estacio, dicho proyecto muestra directamente, por medio de SMS y en tiempo real los diferentes procesos que suceden en el cultivo cuando el sistema está puesto en marcha, brindando protección a los cultivos y mejorando el riego en las plantaciones de difícil acceso.

No obstante, este sistema tiene el limitante de trabajar únicamente con dispositivos móviles ya que utiliza la red celular y por este motivo el equipo debe contar permanentemente con saldo en su cuenta, porque en caso contrario no podría enviar los mensajes SMS de alerta a los usuarios.

Así mismo (Bustos D. 2017) en su trabajo propone un sistema de control y automatización con administración remota a través de un Smartphone Android para el riego del cultivo. Para el desarrollo de este sistema se consideró el desarrollo de una aplicación Android para el manejo del sistema de riego que manipule las variables utilizando un módulo controlador, consideró también la instalación de sensores de humedad para determinar cuándo desactivar el flujo de agua y lograr así un mejor aprovechamiento de la misma.

Este sistema tiene el inconveniente de contemplar únicamente las variables de humedad del suelo para su operación y no toma en cuenta el nivel de la fuente de agua, lo que puede ocasionar daños en el sistema de bombeo, adicional al depender del sistema operativo Android deja de lado a usuarios con equipos de otras plataformas.

Por lo antes expuesto se resume que existen varios trabajos relacionados a la variable del presente estudio, pero ninguno toma en cuenta los avances tecnológicos de la cuarta revolución industrial que invitan a gestionar la mayor cantidad de datos de los procesos y elevarlos a la Nube con la finalidad de mejorar la producción, poder tomar decisiones preventivas y controlar desde cualquier parte del mundo los equipos sin necesidad de estar presentes físicamente en el lugar sino tan solo con una conexión a internet, mejorando así las limitaciones de tiempo,

distancia y acceso a lugares remotos, el presente sistema cuenta además con un controlador programable PLC para la ejecución de secuencias lógicas como apertura de electroválvulas y arranque de bomba, adicional un panel tipo touch que permitirá al operador visualizar el estado de los actuadores, seleccionar las válvulas para su apertura o cierre e ingresar los horarios y tiempos de riego para cada parcela dentro del invernadero, para la parte de control y monitoreo remoto a través de la WEB se desarrollará un programa que permitirá el ingreso desde cualquier dispositivo con acceso a internet, brindando de esta manera un sistema automático de fácil operación para el usuario final y desarrollado en una plataforma que permite el ingreso desde diferentes dispositivos.

Planteamiento del Problema

En la escuela “Fe y Alegría” que está ubicada en la parroquia de Pintag, uno de los principales problemas es el desperdicio de agua debido a que el riego es suministrado manualmente lo que demanda total atención del agricultor, esto conlleva errores comunes que se dan en tareas repetitivas de este tipo como olvido de la operación del sistema de riego en el tiempo adecuado, lo que causa dos problemas, el primero tener exceso de agua en el cultivo ocasionando inundaciones y un desperdicio de este recurso y la segunda que el terreno permanezca seco por falta de riego provocando la pérdida de los productos sembrados, estos puntos hacen que el proceso sea deficiente y disminuye la productividad del sembrío con la correspondiente pérdida económica que esto implica.

Por lo antes expuesto y debido a la constante demanda de riego controlado para el óptimo crecimiento de los cultivos surge la necesidad de crear un sistema automático, el mismo que supervisa las diferentes etapas del proceso y controla el tiempo de riego en caso de surgir la necesidad, incrementando la producción, optimizando el consumo de energía y mejorando la calidad de vida del agricultor ya que no tiene que estar pendiente todo el tiempo del cultivo y puede dedicarse a realizar otras actividades productivas.

Además, al disponer de la posibilidad de administrar remotamente el proceso a través de cualquier terminal con acceso a internet el operador estará informado a cada momento del estado de su sembrío.

Justificación

El presente proyecto se justifica socialmente y fue planteado debido a la necesidad que tiene la institución educativa “Fraternidad y Servicio” de contar con un sistema automático de riego. En este plantel se encuentran ubicadas dos parcelas de cultivos, las cuales son utilizadas por la comunidad para la obtención de recursos alimenticios. El método de riego que disponen es manual y existen demasiadas pérdidas en los productos cultivados, además la mayoría de controladores existentes en el mercado son de costos elevados e inaccesibles para una población de recursos económicos limitados.

Por otra parte, se justifica económicamente ya que se desea implementar un sistema de riego automático de bajo costo con materiales de fácil reposición y disponibilidad de repuestos, además la utilización de materiales no contaminantes en la implementación del proyecto contribuirá a la conservación del medio ambiente.

Asimismo, se justifica tecnológicamente el proyecto con el uso de equipos de control automático industrial de última tecnología para monitoreo y administración remota que permitan controlar de una manera amigable los parámetros de tiempo de riego y horarios de funcionamiento del sistema.

Objetivo general

Implementar un sistema automatizado de control de riego con monitoreo y administración remota a través de la WEB mediante el uso de un LOGO V8 SIEMENS para supervisión y control de los tiempos de riego

Objetivos específicos

- Programar el sistema de control y visualización para el proceso de riego.
- Monitorear parámetros de status, falla de operación de la bomba, encendido y apagado, así como la regulación del tiempo de operación del proceso de riego comandando el LOGO V8 SIEMENS a través de la WEB.
- Diseñar la interfaz HMI del sistema en un panel touch y con una aplicación amigable con los usuarios.
- Desarrollar planos de conexionado eléctrico y datos de programación.
- Realizar pruebas en sitio de funcionamiento del sistema.

Alcance

El alcance del presente proyecto consta en implementar un sistema de riego utilizando como controlador principal un PLC LOGO! V8, este trabajo se desarrollará de acuerdo a las siguientes fases: primero se realizará un levantamiento de las necesidades y requerimientos de los involucrados en el proyecto, se diseñará el sistema y el desarrollo de los planos eléctricos y de distribución, se ensamblará el tablero eléctrico con los equipos de fuerza, control, monitoreo y protección, se desarrollará el programa del PLC para el control de los tiempos de riego y monitoreo remoto, además se diseñará la interfaz HMI y la asociación de sus variables al LOGO!, se realizará el cableado de la acometida del tablero de control y su respectiva instalación y montaje para finalmente realizar las pruebas de funcionamiento del sistema.

El proyecto se creará en el periodo comprendido entre abril 2018 y agosto 2018 en el departamento de ensamblaje de la empresa INASEL ubicada en Quito, dedicada a la instalación, asesoría y venta de equipos industriales de la marca Siemens.

Descripción de los capítulos

La presente investigación consta de una introducción que describe la situación objeto del

estudio para la implementación del sistema de riego, así como también el planteamiento del problema encontrado en las visitas a la comunidad, la justificación para el desarrollo del proyecto, el objetivo general a alcanzar, los objetivos específicos y el alcance global del presente proyecto.

En el Capítulo I se detalla la fundamentación teórica del proyecto, los tipos de riego que se pueden implementar, las diferentes etapas de un sistema de control, así como la información de los principales equipos utilizados en el sistema de riego como son: controlador LOGO!, aspersores, electroválvulas y demás elementos para dar solución al problema encontrado en la comunidad

El Capítulo II describe el marco metodológico utilizado para la elaboración del proyecto y definido previamente en el plan del proyecto integrador de carrera.

El Capítulo III se encuentra la propuesta que se presentó para la elaboración del presente proyecto, el diseño realizado con el cálculo de los aspersores, la potencia del motor de la bomba, el diseño del hardware y el desarrollo del software para el control automático del sistema, se detalla también las ventajas de los equipos con sus aspectos técnicos y la descripción de todos los módulos que conforman el sistema.

Finalmente, en el Capítulo IV se describe la implementación del proyecto, pruebas de funcionamiento, el uso del software de programación de la lógica de control, y el diseño y ensamblaje del tablero de control principal. Por último, se mencionan las respectivas conclusiones, recomendaciones, se citan las respectivas fuentes bibliográficas y se adjuntan los anexos del presente proyecto.

CAPITULO 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Antecedentes

Toda investigación requiere una revisión de trabajos previos relacionados con la variable de investigación, dichos trabajos al poseer alcances similares son de gran utilidad para realizar un análisis detallado que permitan determinar antecedentes fiables de la variable de estudio.

En ese sentido (Vásconez y Tenemaza, 2013) en su trabajo titulado “Diseño e Implementación de un sistema de riego automatizado” tuvo como objetivo proteger los cultivos y mejorar el riego en las plantaciones de difícil acceso, utilizando diferentes recursos como el hardware y software diseñados para la correcta funcionabilidad en el sector implementado. Este proyecto aporta al presente estudio ya que indica directamente, el establecimiento de comunicación por medio de SMS y en tiempo real los diferentes procesos que se estarían aconteciendo en los cultivos cuando el sistema de riego está puesto en marcha, y su fácil operación por parte del usuario.

Por otra parte (Bustos, 2017) en su trabajo “Propuesta de un sistema de control y automatización con administración remota” llegó a evaluar los requerimientos del sistema, control y automatización para el desarrollo de la aplicación para el manejo del sistema de riego que manipule las variables utilizando el módulo controlador y así reducir el impacto de consumo de agua a través del control y monitoreo de las variables de humedad en el suelo, demostrando el funcionamiento a través de un prototipo el cual registre las variables y controle el sistema de manera remota. Este estudio servirá de base

para evaluar los requerimientos iniciales del sistema en general y así desarrollar la etapa de control de acuerdo a la información recopilada.

Así mismo (Pérez et al, 2014) en su trabajo “Automatización, monitoreo y control remoto de un sistema de riego agrícola con código abierto”, desarrolla un prototipo de un sistema de riego agrícola automatizado, capaz de ser monitoreado y controlado remotamente desde una aplicación móvil, adicional determina como elegir el microcontrolador y demás equipos para desarrollar la investigación utilizando herramientas económicas y de alta flexibilidad, logrando obtener un prototipo de bajo costo de un sistema de riego agrícola automatizado, monitoreado y controlado remotamente desde cualquier utilizando el servicio de telefonía celular. Las principales herramientas utilizadas son: Arduino que se encarga de la automatización del sistema y Android que facilita la interacción con el usuario, brindándole la opción de poder monitorear y controlar el sistema de riego a través de internet, logrando seguridad y flexibilidad al agricultor. Teniendo esta referencia se determinarán las opciones de controladores disponibles y la selección del más adecuado, así como el resto de elementos que conformarán el sistema automático de riego.

1.2 Riego del cultivo

Riego es el proceso por el cual se aporta agua a los cultivos para el desarrollo óptimo de los productos en él sembrados, este tipo de agricultura requiere en especial una inversión importante en tecnología e infraestructura para garantizar que los productos tengan la cantidad adecuada de agua en el tiempo establecido.

1.2.1 Tipos de riego

El riego puede ser clasificado según el tipo de energía empleada para su funcionamiento y son los siguientes:

Riego por energía motriz

Este tipo de riego es empleado cuando la fuente de agua está a un nivel inferior del que se encuentra el cultivo a ser regado y consiste en emplear un motor eléctrico o de combustible para impulsar el líquido vital a la altura deseada.

Riego por gravedad

Este sistema aprovecha la diferencia de altura para distribuir el agua captada a lo largo del cultivo, gracias al empleo de la fuerza de gravedad a favor el consumo de energético es escaso y casi nulo.

Riego mixto

Dependiendo de la ubicación de las fuentes de agua es posible realizar una combinación de los sistemas antes mencionados, de esta manera se puede captar agua de fuentes bajas mediante energía motriz y distribuirla por gravedad a lo largo de todo el cultivo

Según las formas de distribución del agua:

Riego por inundación

Este tipo de riego consiste en inundar el área de cultivo ya sea total o parcialmente lo que exige un gasto excesivo de agua y considerables pérdidas del líquido por evaporación o infiltración del líquido en el terreno, un ejemplo de este tipo de riego son las plantaciones de arroz.



Fig. 1.1 Riego por inundación
Fuente: (Manual del cultivo, 2016)

Riego por aspersión

“Este método consiste en regar el cultivo en forma de lluvia localizada, imitando así una precipitación natural”. (Bustos, 2017)



Fig. 1.2 Riego por aspersión
Fuente: (Manual del cultivo, 2016)

Riego por micro-aspersión

Este tipo de riego es una variante del sistema anterior y consiste en regar de manera puntual a una planta o sistema de plantas.



Fig. 1.3 Riego por micro-aspersión
Fuente: (Manual del cultivo, 2016)

1.3 Sistema de control

Un sistema de control es la acción o el efecto de poder decidir sobre el desarrollo de un proceso o sistema, en los últimos años los sistemas de control han adquirido un rol cada vez más importante en el avance de la tecnología, a llegar al punto de que cada aspecto de nuestra cotidianidad se encuentra gobernado por algún tipo de sistema de control.

Los sistemas de control se encuentran abundantemente en el sector industrial, tal como bandas transportadoras, tableros de control de factor de potencia, controles horarios, líneas de ensamblaje, sistemas de potencia, robótica y muchos otros, todos estos sistemas pueden ser visualizados a través de la teoría de control automático. (Kuo, 1997, 26). Los componentes básicos de un sistema de control se pueden describir mediante:

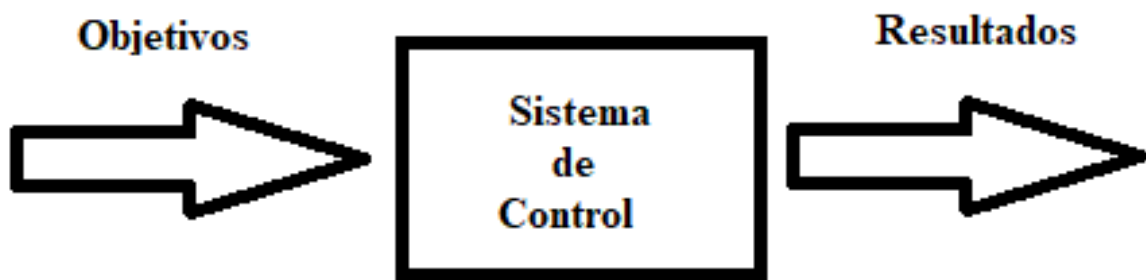


Fig. 1.4 Componentes básicos de un sistema de control
Fuente: (Benjamin C. Kuo, 1997)

1.3.1 Tipos de sistemas de control

Los sistemas de control se clasifican en dos tipos:

Sistema de lazo abierto

Es un sistema donde la salida que se obtiene no afecta a la acción del control, normalmente el tiempo es la variable que controla este tipo de sistemas.

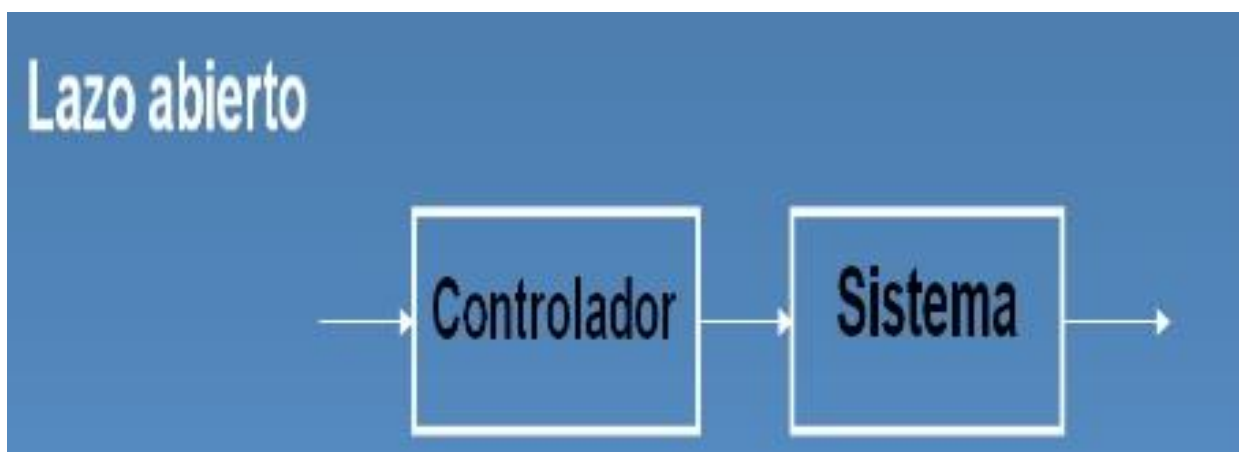


Fig. 1.5 Sistema de lazo abierto
Fuente: (Benjamin C. Kuo, 1997)

Sistema de lazo cerrado

Es un sistema donde la salida se compara con la entrada de forma que se compruebe en todo momento que la salida es la esperada y en caso contrario el sistema se corrige.

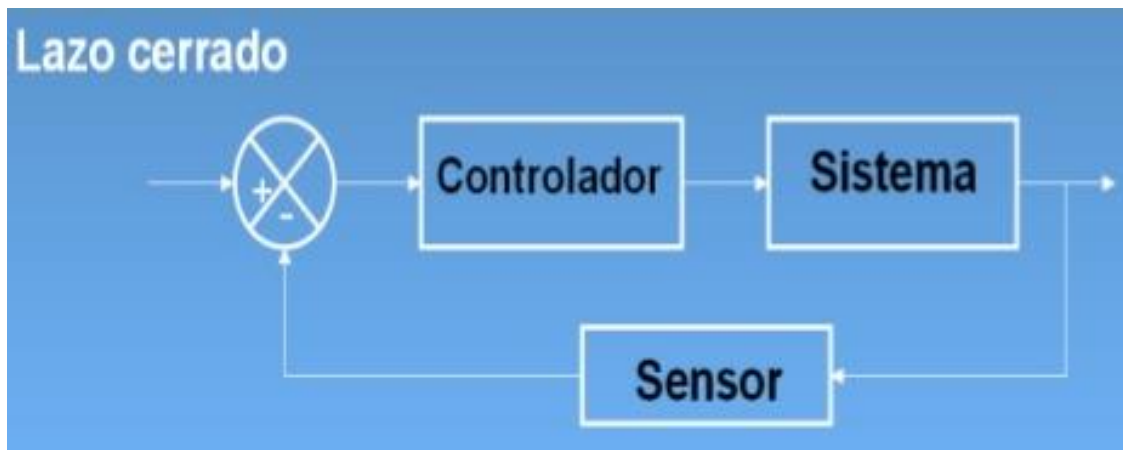


Fig. 1.6 Sistema de lazo cerrado
Fuente: (Benjamin C. Kuo, 1997)

1.3.2 Control del sistema de riego

En lazo abierto se puede controlar el sistema por tiempo o caudal de agua, se calcula la duración del riego en función de la dosis necesaria, caudal y número de aspersores colocados, los elementos principales en este tipo de control son las electroválvulas que se instalan normalmente cerradas para evitar el paso de agua y el programador o PLC que incorpora un reloj que abre o cierra los circuitos eléctricos en las horas que esté programado.

Los circuitos accionan las bobinas de las electroválvulas las cuales se mantienen abiertas mientras reciban la señal eléctrica. El sistema conecta o desconecta el riego en función del tiempo que programe el usuario y de la señal de confirmación que provenga del cultivo o de la fuente de agua confirmando el inicio del riego. Hay diversos modelos y permiten programaciones diarias, semanales, quincenales y de duración superior, con intervalos de actuación de un minuto. La ventaja de este sistema es la sencillez de programación, economía y facilidad de combinación con la marcha y parada de la bomba. (Molina, 2009).

1.4 Equipos utilizados para el control del sistema de riego

1.4.1 Introducción al Logo 0BA8.

LOGO! Es el módulo lógico universal de Siemens que incorpora: fuente de alimentación, panel HMI, módulos de expansión de entradas y salidas y varias funciones estándar pre configuradas. (SIEMENS, 2014)

Este equipo ofrece soluciones para aplicaciones domésticas e industriales como, por ejemplo, iluminación, control de cortinas eléctricas, y proyectos de domótica.



Fig. 1.7 Módulo básico LOGO V8!
Fuente: (Manual de producto LOGO! 8, 2014)

1.4.2 Posicionamiento de LOGO! dentro de la familia SIMATIC.

El LOGO! al igual que el PLC S7-200 están catalogados dentro de la familia de Micro Automatización cuyas principales características son:

- Aplicaciones de sistemas pequeños.
- Programación sencilla mediante asistentes

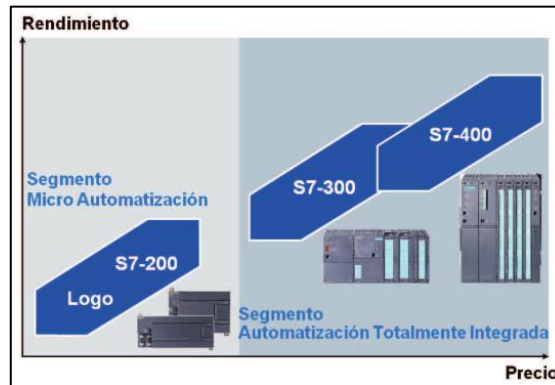


Fig. 1.8 Ubicación dentro de la familia Simatic
Fuente: (Catálogo ST-70, 2007)

1.4.3 Clasificación.

Existen dos tipos de LOGO! y cada uno tiene sus características propias las cuales se eligen dependiendo de la aplicación a la que estén destinados. Además pueden conectarse en serie diferentes módulos de ampliación que permiten implementar una gran cantidad de servicios y soluciones de ingeniería de la automatización.

Tabla 1.1. Tipos de módulos LOGO!

Variante	Nombre	Referencia
LOGO! Basic (módulo base con display)	LOGO! 12/24RCE *	6ED1052-1MD00-0BA8
	LOGO! 24CE *	6ED1052-1CC01-0BA8
	LOGO! 24RCE (AC/DC)	6ED1052-1HB00-0BA8
	LOGO! 230RCE (AC/DC)	6ED1052-1FB00-0BA8
LOGO! Pure (módulo base sin display)	LOGO! 12/24RCEo *	6ED1052-2MD00-0BA8
	LOGO! 24CEo *	6ED1052-2CC01-0BA8
	LOGO! 24RCEo (AC/DC)	6ED1052-2HB00-0BA8
	LOGO! 230RCEo (AC/DC)	6ED1052-2FB00-0BA8
Módulos digitales	LOGO! DM8 12/24R	6ED1055-1MB00-0BA2
	LOGO! DM8 24	6ED1055-1CB00-0BA2
	LOGO! DM8 24R	6ED1055-1HB00-0BA2
	LOGO! DM8 230R	6ED1055-1FB00-0BA2
	LOGO! DM16 24	6ED1055-1CB10-0BA2
	LOGO! DM16 24R	6ED1055-1NB10-0BA2
Módulos analógicos	LOGO! AM2	6ED1055-1MA00-0BA2
	LOGO! AM2 RTD	6ED1055-1MD00-0BA2
	LOGO! AM2 AQ (0...10V, 0/4...20mA)	6ED1055-1MM00-0BA2
Visualizador de textos con interfaces Ethernet	LOGO! TDE	6ED1055-4MH00-0BA1

*: También con entradas analógicas

Fuente: (Manual de producto LOGO!8, 2014)

1.4.4 Componentes.

Existen dos tipos de LOGO! y cada uno tiene sus características propias las cuales se eligen dependiendo de la aplicación a la que estén destinados, pero básicamente están constituidos por los mismos componentes internos que permiten su funcionamiento, comunicación y programación, los cuales son: Entradas, salidas, fuente de alimentación, interfaz de comunicación, línea para extensión, memoria, y CPU.

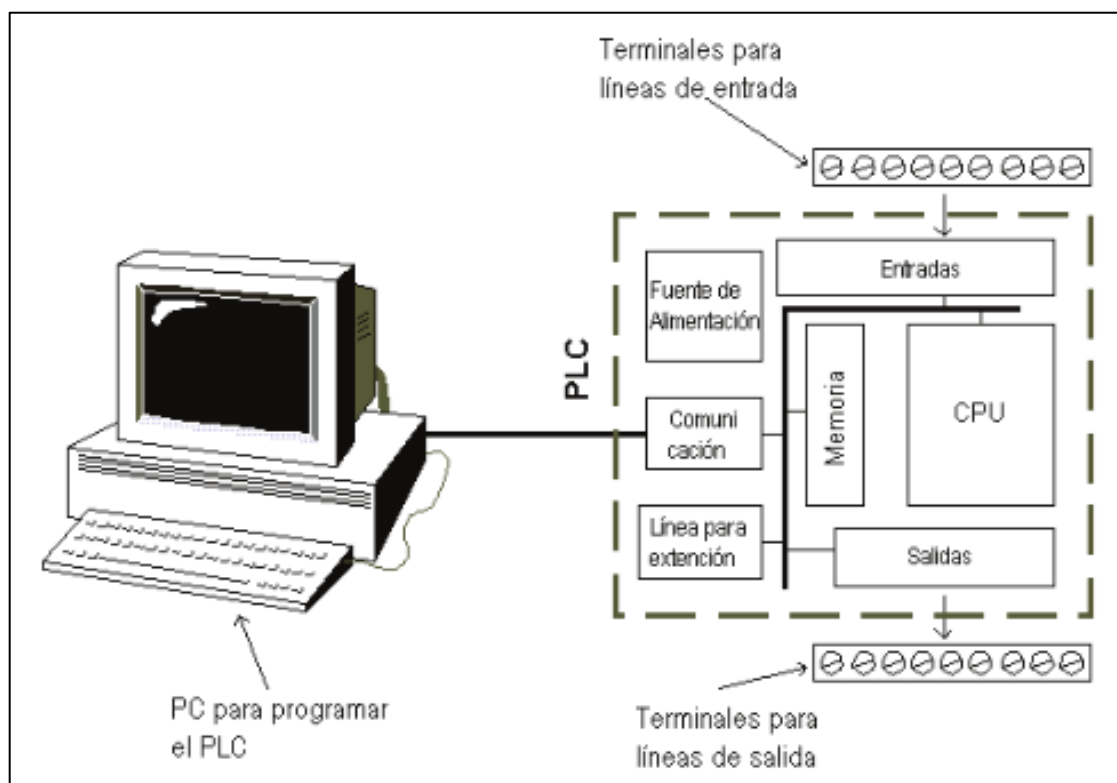


Fig. 1.9 Componentes de los PLC's
Fuente: (Siemens soporte técnico, 2007)

1.4.4.1 Memoria.

El alcance de la programación del LOGO! depende del espacio de memoria disponible y está dividido en dos áreas de memoria que son las siguientes

Memoria de programa

Este equipo admite utilizar un máximo de bloques de programa y un número máximo de bytes disponibles que puede contener cada programa. El número de bytes totales puede obtenerse con la suma del número de bytes destinados a cada bloque de función.

Memoria remanente (Rem)

Es el lugar donde LOGO! almacena valores que son remanentes como por ejemplo el horómetro de un proceso.

Cuando no hay espacio de memoria suficiente LOGO! no permite agregar más bloques al programa, por lo que la solución es optimizar el sistema o instalar un LOGO! adicional.

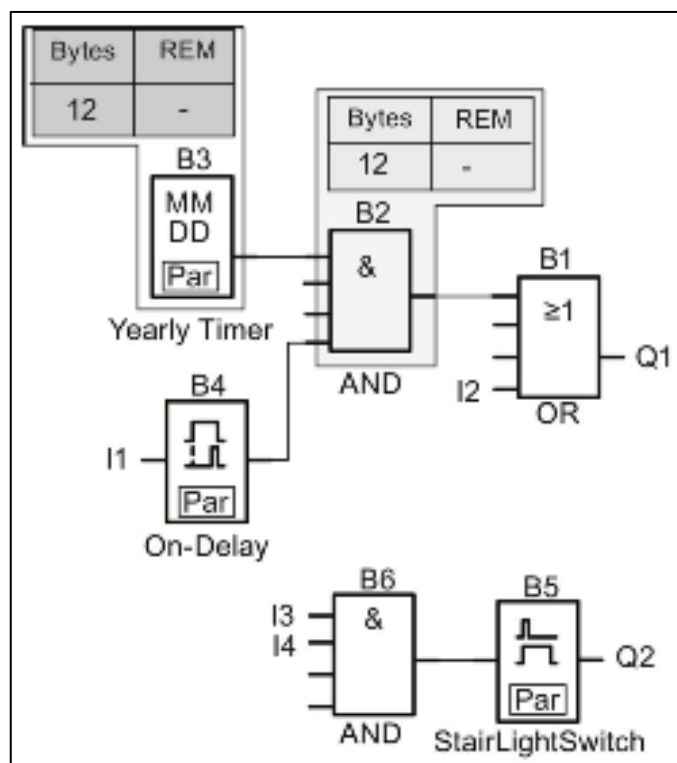


Fig. 1.10 Ejemplo de espacio de memoria y tamaño del programa

Fuente: (Manual de producto LOGO!8, 2014)

1.4.4.2 Entradas y salidas

El equipo soporta módulos de ampliación para un máximo de 24 entradas y 20 salidas digitales, y 8 entradas y 8 salidas analógicas.

A los módulos de expansión se los identifica como “módulo de señal”, la versión básica de LOGO! cuenta con 8 entradas y 4 salidas y ofrece 44 bloques de funciones para crear programas, existe una gran variedad de los mismos, por ejemplo: con alimentación en AC o DC, salidas tipo relé o transistor, mientras que en módulos analógicos dispone de entradas configurables de 0 – 10V, 4 – 20mA, para aplicaciones con termopares , RTD, etc., y salidas configurables de la misma manera que las entradas. (SIEMENS, 2014)

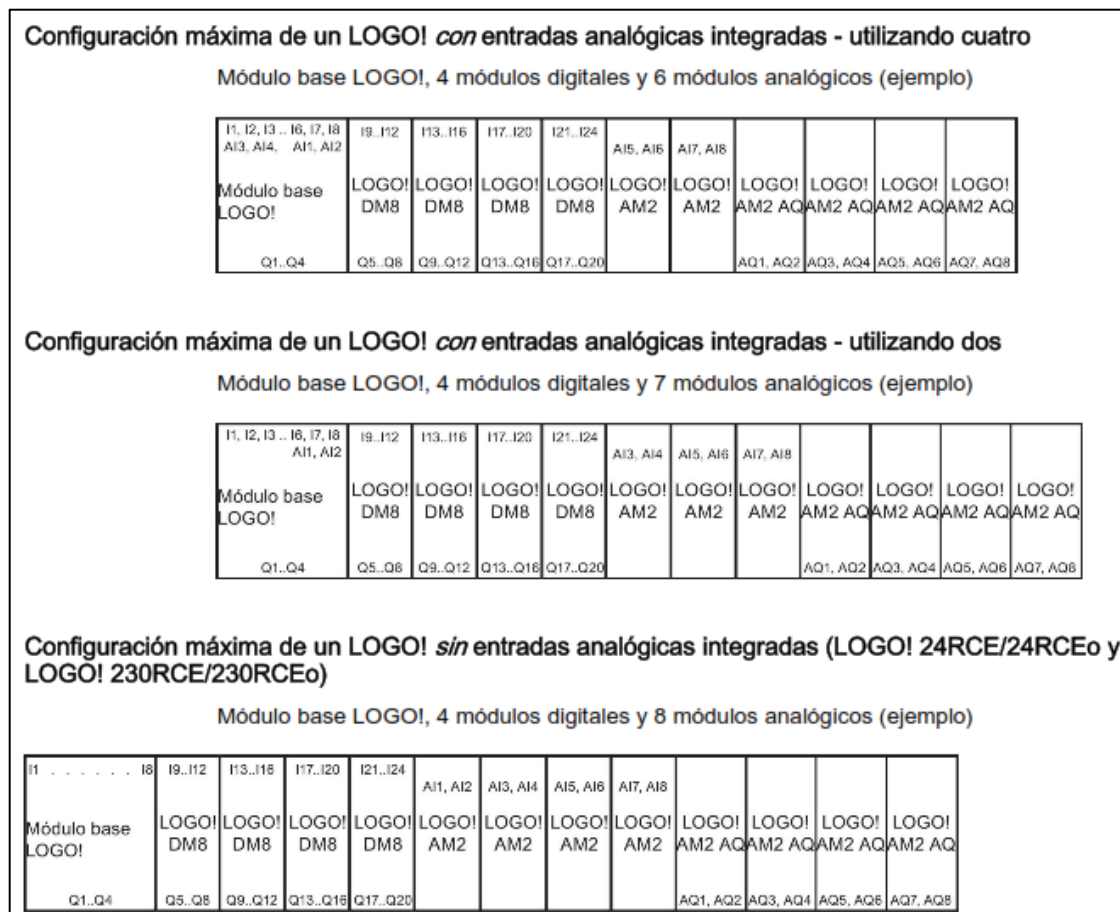


Fig. 1.11 Configuración máxima de entradas y salidas

Fuente: (Manual de producto LOGO!8, 2014)

1.4.4.3 Comunicación

Para los diferentes protocolos de comunicación existentes SIMATIC ofrece las siguientes subredes:

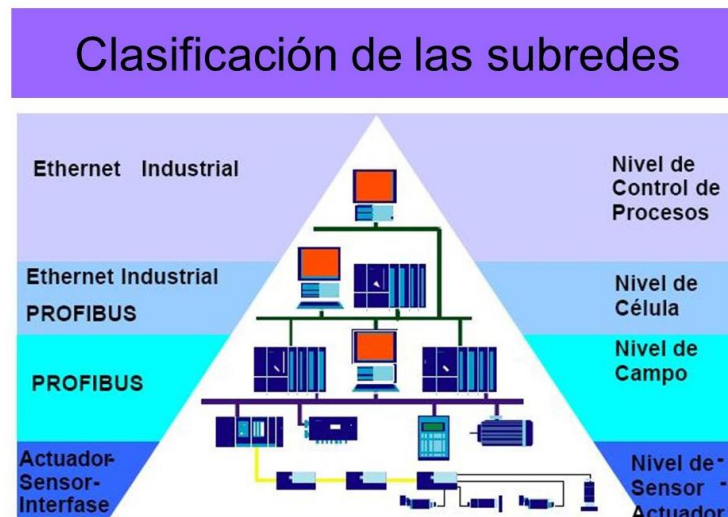


Fig. 1.12 Redes de comunicación SIMATIC
Fuente: (Manual de configuración Step 7 SIEMENS, 2006)

El equipo está equipado de fábrica con una interfaz RJ-45 con LEDs indicadores de estado para la comunicación SIMATIC S7 vía red Ethernet TCP/IP de 10/100 Mbits/s.

LOGO! puede soportar como máximo 16 enlaces de comunicación S7 basados en TCP/IP con dispositivos LOGO! 0BA8, PLCs SIMATIC S7 con funcionalidad Ethernet y un panel SIMATIC HMI que soporte el protocolo de comunicación Ethernet con PLCs S7 conectados en red.

Los tipos de conexiones que pueden establecerse con este protocolo de comunicación son estáticas y dinámicas. Para las conexiones estáticas con el fin de asegurar la estabilidad en la transferencia de datos, el servidor reserva los recursos necesarios para el cliente que se encuentre conectado. Para las conexiones dinámicas, el servidor únicamente responde si hay recursos

disponibles para establecer la comunicación. Estos tipos de comunicaciones pueden configurarse de acuerdo a las necesidades de cada proyecto, ya sean n conexiones estáticas y hasta $16-n$ conexiones dinámicas. LOGO! soporta un máximo de ocho conexiones estáticas.

Con el módulo de comunicación (CM) GSM/GPRS CMR2020, es posible enviar alarmas y mensajes de estado programados vía SMS a un teléfono celular, de la misma manera es posible enviar comandos vía SMS desde el celular para que el LOGO! ejecute el programa determinado.

LOGO! a través de su servidor web incorporado permite acceder al mismo desde cualquier dispositivo móvil o computador personal con capacidad de navegación web con tan solo ingresar la dirección IP del equipo. El servidor web se maneja desde la pantalla del dispositivo ya sea táctil o con el puntero del mouse y permite realizar operaciones pre configuradas en el programa del equipo.

El servidor web de LOGO! soporta los siguientes navegadores web:

- Microsoft Internet Explorer versión 8.0 o superior
- Mozilla Firefox versión 11.0 o superior
- Google Chrome versión 16.0 o superior
- Apple Safari versión 5.0 o superior
- Opera versión 12.0 o superior

1.4.5 Software de programación

El programa LOGO! Soft Comfort está disponible como paquete de programación para el PC.

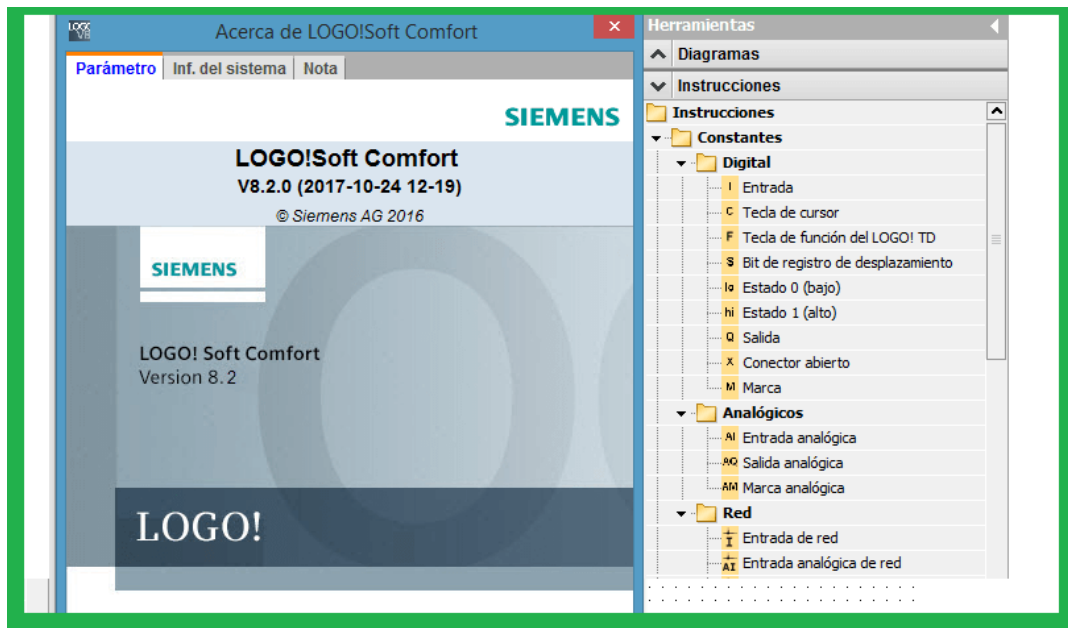


Fig. 1.13 Software de programación LOGO! V8.2
Fuente: (Manual de producto LOGO!8, 2014)

Con LOGO! Soft Comfort se dispondrá de las siguientes funciones:

- Una interfaz de usuario gráfica que permite crear programas offline en KOP (Esquema de contactos) o FUP (Diagrama de funciones)
- La capacidad de simular los programas diseñados en el PC
- Desarrollo de un esquema general del programa
- Creación de un respaldo de seguridad del programa
- Comparación de programas
- Parametrización de bloques de función
- Transferencia del programa de LOGO! a PC y viceversa
- Visualización del horómetro del equipo
- Ajuste del reloj interno del equipo
- Capacidad de probar en línea el funcionamiento del equipo incluyendo el estado de las entradas y salidas
- Comunicación de red

1.4.5.1 Lenguajes de programación

En SIMATIC STEP 7 existen dos tipos de lenguajes de programación que son los siguientes:

Lenguajes literales

Este lenguaje está constituido por letras, números y símbolos, este lenguaje se denomina STL (del inglés Statement List) o AWL (del alemán “Anweisungsliste”) que significan precisamente “Lista de instrucciones”

Lenguajes gráficos

Son aquellos en que los comandos están representados por figuras geométricas, son lenguajes de este tipo:

- Esquema de contactos LAD (del inglés Ladder Diagram) o KOP (abreviado del alemán Kontaks Plan).
- Diagrama de funciones FBD (del inglés Function Block Diagram) o FUP (abreviado del alemán Funktions Plan)

Estos últimos son los lenguajes de programación utilizados en LOGO! ya que facilitan la programación al ser lenguajes muy amigables con el usuario, la elección de uno u otro depende del nivel de conocimientos y de la experiencia del manejo de diagramas eléctricos o de compuertas lógicas, así como de la complejidad y las especificaciones del proyecto de control a desarrollar.

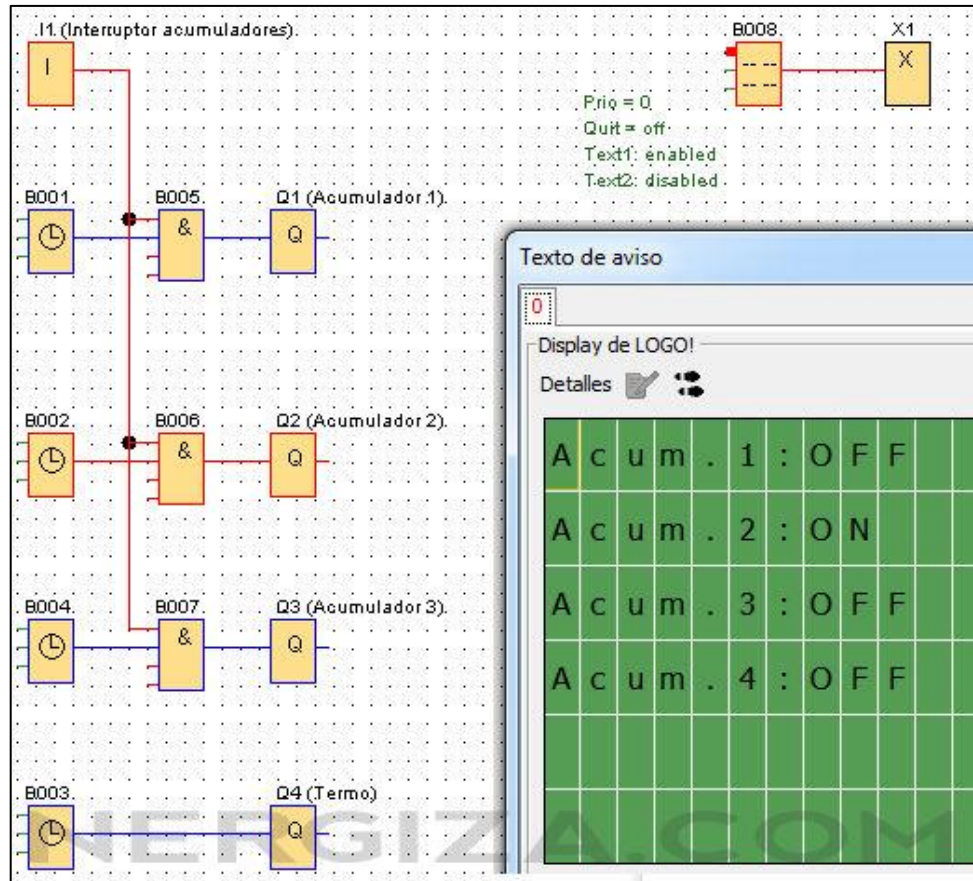


Fig. 1.14 Lenguaje de programación LOGO!

Fuente: (Manual de configuración Step 7 SIEMENS, 2006)

1.5 Sistemas de monitoreo

Se considera sistema de monitoreo a todos los elementos de software y hardware de un sistema interactivo hombre-máquina que tiene como finalidad controlar, supervisar e informar el estado de un proceso, utiliza dispositivos que sirven de intermediarios para observar el funcionamiento de un proceso industrial y de ser necesario modificarlo para asegurar su producción.

Las interfaces actuales están pensadas para ser de fácil implementación y operación, la forma de conectar estos dispositivos es por medio de las conocidas redes industriales que puede ser PROFINET o PROFIBUS

1.5.1 Paneles HMI

Un panel es una interfaz hombre máquina que permite manipular los parámetros que le han sido asignados en el controlador, posee un display gráfico que muestra la información del proceso, datos e imágenes que requieran ser visualizadas.

1.5.2 Paneles Simatic

Los paneles SIMATIC son diseñados para trabajar con un lenguaje universal. Son sencillos de programar y existe gran variedad dependiendo de la aplicación a la que estén destinados.



Fig. 1.15 Familia de paneles SIEMENS
Fuente: (Manual de configuración Step 7 SIEMENS, 2006)

Adicional son los paneles con costos de manufactura más competitivos del mercado, con respecto a las prestaciones que brinda cada modelo.

1.5.3 Panel LOGO! TDE

El panel TDE está disponible para la serie de LOGO! V8, es una versión con display ancho que incluye cuatro teclas de función que pueden ser programadas como consigna de órdenes en

el programa, dispone de cuatro teclas tipo cursor para facilitar la navegación por los diferentes menús.



Fig. 1.16 Panel LOGO! TDE SIEMENS
Fuente: (Manual de producto LOGO!8, 2014)

Existe la posibilidad de crear una pantalla de inicio desde LOGO! Soft Confort y cargarla a la pantalla, esta imagen se visualizará brevemente cuando se inicie el LOGO! TDE.

1.5.3.1 Características LOGO! TDE

- LOGO! TDE dispone de tres menús principales, el primero para seleccionar la dirección IP de un módulo base, otro para los ajustes remotos y el tercero para la configuración del LOGO! TDE.
- El módulo TDE está disponible con dos puertos de comunicación Ethernet que pueden ser utilizadas como switch integrado y puede conectarse con diferentes módulos LOGO! seleccionando la dirección IP.

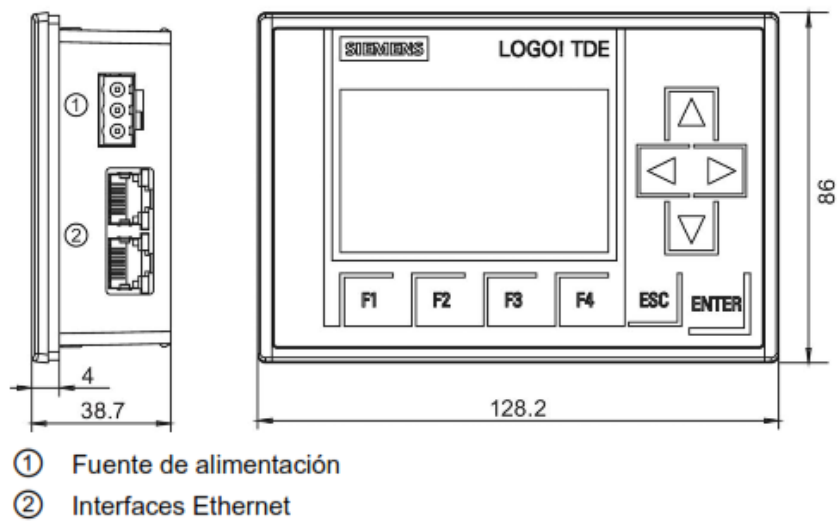


Fig. 1.17 Puertos de comunicación LOGO! TDE SIEMENS
Fuente: (Manual de producto LOGO!8, 2014)

- Para la alimentación el equipo dispone de un borne de tres pines (P1, P2 y FE).
- Al igual que el módulo base soporta seis líneas de visualización y tres colores para representación de alarmas.
- Configurable mediante LOGO! Soft Comfort V8.0, no es compatible con las versiones anteriores.

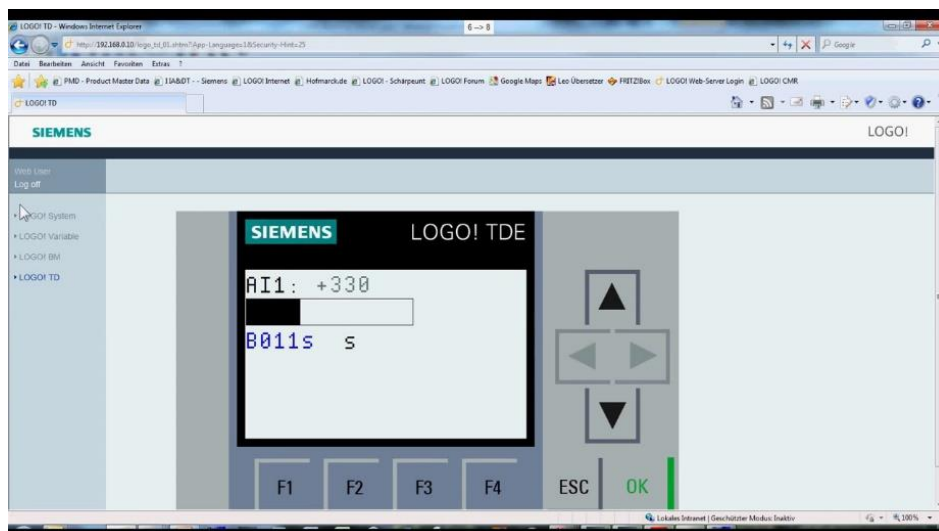


Fig. 1.18 LOGO! Soft Comfort V8.0
Fuente: (Manual de producto LOGO!8, 2014)

1.6 Dispositivos de maniobra y control

Los dispositivos de maniobra y control son elementos que permiten abrir o cerrar el circuito cuando este así lo requiera.

1.6.1 Fuente de alimentación

Las fuentes de alimentación de LOGO! tienen un tamaño reducido con diferentes tensiones de salida, lo que las hace perfectas para múltiples aplicaciones en bajas potencias.



Fig. 1.19 LOGO! Power
Fuente: (Manual de producto LOGO!8, 2014)

1.6.1.1 Características LOGO! Power

- Diseño compacto de 55mm de profundidad
- Alimentación monofásica de amplio rango 85 a 264V AC o 100 a 300V DC
- Intensidad constante de salida para cargas de alta potencia
- Voltaje de salida ajustable
- Iluminación LED verde para voltaje de salida
- Software de selección de fuentes SITOP Selection Tool

1.6.2 Contactores

El contactor es un elemento de maniobra utilizado para conectar, arrancar y proteger, así como para vigilar instalaciones y motores, es un equipo indispensable en un armario eléctrico.

1.6.2.1 Utilización y campos de aplicación

Cuando la frecuencia de maniobra de operación es elevada el equipo adecuado para manejar esa carga eléctrica es el contactor, estos constituyen el elemento más utilizado en la industria y en la elaboración de armarios eléctricos de control y potencia, con el avance de la industria y de la automatización los contactores están ligados a unos requisitos más complejos dependiendo de la aplicación en la que vayan a ser empleados.



Fig. 1.20 Contactores SIRIUS 3RT2
Fuente: (Manual de producto SIRIUS, 2016)

Un proceso automático es más sensible a fallos que un proceso manual, toda falla de cualquier equipo significa una parada, con su respectiva pérdida de producción y el tiempo que conlleva al técnico encontrar la falla y poner en marcha nuevamente la planta.

Los contactores SIRIUS son desarrollados con énfasis en su confiabilidad de operación, lo que representa una larga vida útil y condiciones de trabajo severas de temperaturas de hasta 60 °C, pueden trabajar tanto para cargas inductivas como motores y maniobra de cargas resistivas o de condensadores.

1.6.3 Guardamotores

Los guardamotores automáticos son equipos diseñados para limitar la corriente de trabajo de motores eléctricos, por lo que su principal función es la maniobra y protección de motores trifásicos y otras cargas.



Fig. 1.21 Guardamotores SIRIUS 3RV2
Fuente: (Manual de producto SIRIUS, 2011)

Su función es brindar una protección térmica y magnética a la carga lo que la protege de sobrecargas y cortocircuitos, adicionalmente cuenta con una palanca que permite la conexión manual en caso de mantenimiento o reparación.

1.6.3.1 Campos de aplicación especiales

Los guardamotores 3RV2 son empleados en las siguientes aplicaciones:

- Protección magnética contra cortocircuitos
- Protección térmica contra sobrecargas
- Protección de distribuciones
- Protección contra cortocircuitos de combinaciones de arrancadores

- Protección de transformadores
- Como interruptor principal y contacto de paro de emergencia
- Maniobra de corrientes continuas

1.6.3.2 Sensibilidad a la pérdida de fase

Esta característica permite al guardamotor dispararse en caso de que exista una pérdida de fase o desbalance entre las mismas este disparo evita que se produzcan sobrecorrientes en la carga.

1.7 Dispositivos utilizados para el control de riego

Según el trabajo de ingeniería de control de (Bolton W. 2001) los dispositivos de control de riego son herramientas fundamentales para poder suministrar agua al cultivo en la cantidad y frecuencia adecuadas, optimizando el aprovechamiento del cultivo y evitando situaciones adversas.

1.7.1 Aspersores

Son equipos que permiten transformar en rocío un líquido presurizado con fines de riego, brindando la ventaja de expulsar el agua hasta donde sus capacidades de presión de salida y tipo de boquilla estén establecidas. (Bustos, 2017)

El chorro de agua asperjado tiene el objetivo de cubrir una zona de cultivo de la manera más uniforme posible en forma de lluvia, este flujo guarda direcciones similares y velocidades diferentes a causa de los tipos de boquillas que pueden ser utilizados.



Fig. 1.22 Aspersor
Fuente: (Senninger, 2019)

1.7.2 Reguladores de presión

Los reguladores de presión trabajan en conjunto con los aspersores y permiten mantener la presión de salida constante incluso con presiones de entrada variantes, ayudan a mantener íntegro el patrón de aspersión, una distribución uniforme y un óptimo rendimiento del sistema de riego.



Fig. 1.23 Reguladores de presión
Fuente: (Senninger, 2019)

1.7.3 Electroválvula

Una electroválvula es un dispositivo que abre o cierra el paso al flujo del líquido que contiene, es accionada eléctricamente por una bobina solenoide, son utilizadas en un sinnúmero de aplicaciones de control de fluidos.



Fig. 1.24 Electroválvula PGV
Fuente: (Senninger, 2019)

Tabla 1.2. Características de la electroválvula

Fluido	Agua, Agua caliente, líquidos gas
Tipo de válvula	2 vías 2 posiciones
Presión de operación	7.5 a 130 psi
Conexión	1"
Máxima presión de trabajo	150 psi
Temperatura	-10 a 80 grados C.
Estado inicial	Normalmente Cerrado
Voltaje	24VDC

Fuente: (Senninger, 2019)

1.8 Motor eléctrico o motobomba

El motor eléctrico o motobomba es un equipo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio del campo magnético generado en las bobinas, un parámetro importante para usar una motobomba es su capacidad de caudal, su potencia, voltaje de trabajo y tipo de conexión



Fig. 1.25 Bomba eléctrica y tanque de presión
Fuente: (Westinghouse, 2018)

Esta bomba puede ser usada para aguas limpias con pequeñas impurezas, y para la instalación requiere de protección de sobrecarga térmica, su marca es Westinghouse, modelo PS12256, potencia 1HP y toma para agua de 1'' x 1 1/2''.

CAPITULO 2

MARCO METODOLÓGICO

Debido a la necesidad en los procesos agrícolas de un sistema de riego que sea constante y controlado de forma automática, ya que en su gran mayoría son operados de forma manual lo que demanda mucha atención del agricultor, el cual por su experiencia en el campo es quién decide el momento y la duración de cada ciclo de riego lo que genera problemas comunes como el exceso en el tiempo de riego con su consecuente desperdicio del recurso hídrico o al contrario secándolo por falta del mismo. Implementando un sistema automatizado con la posibilidad de controlarlo remotamente se busca solucionar estos errores haciendo de manera más eficiente el proceso ahorrando energía, agua y sobre todo bajando al mínimo las pérdidas del cultivo.

Por lo anteriormente mencionado en el presente proyecto, el encuadre metodológico usado, de acuerdo a los planteamientos de (Ruiz. J 2012), fue el modelo cuantitativo; siendo la naturaleza de la investigación aplicada, con esquema bibliográfico. Asimismo, para recabar los datos se utilizaron referencias de textos y lecturas digitales, propias de autores a los cuales se les aplicó la observación documental y el análisis comparativo de la información. Asimismo, para el análisis e interpretación de los datos se selecciona la técnica descriptiva; siendo a la vez utilizados como métodos de estudio el pensar reflexivo del investigador, el pensamiento lógico, el análisis del contenido; pudiendo con ello desarrollar el estudio, lograr las conclusiones, recomendaciones que se señalan en el mismo, y listando algunas herramientas para la gestión del cambio en su objetivo general, aplicables al lugar donde está aplicando la investigación, donde se demostró la problemática.

2.1 Metodología de desarrollo

En cuanto al desarrollo la metodología utilizada en la presente investigación es una combinación de los autores Savant, C.J. (2005), Jerry Fitzgerald. (2011) Rubén Cárdenas (2009) quedando estructurada en las fases que se presentan a continuación:

Fase I: Identificar y definir el problema

Para Savant, C.J. (2005 p, 16,17) el primer paso en el proceso de diseño es definir el problema, es posible que se disponga de un diseño totalmente especificado o sea una vaga idea de la mente del usuario haciendo que se defina el proyecto y luego pasa a una serie de diseños más pequeños.

El número de estos depende de la complejidad del proceso, se debe buscar la solución más adecuada del mismo problema, esta solución debe expresarse de manera efectiva, como un ejercicio que pueden realizar los investigadores para el alcance al objetivo planteado.

En este caso se procedió con un análisis de los requerimientos de los involucrados en el proyecto ya que uno de sus principales problemas es la falta de lluvia en el periodo del verano. Estudios realizados por la Empresa de Agua Potable demuestra que en los últimos 5 años en el verano hay una reducción de agua del 35% en las áreas rurales lo que permite realizar una definición clara del problema, con la finalidad de encontrar la solución más aceptable.

Fase II: Definir los requerimientos del sistema

Jerry Fitzgerald (2011 p 213) asegura que para definir los requerimientos del sistema propuesto con la finalidad de formar una imagen global del sistema, es preciso definirlos dentro de la estructura de las metas y objetivos de la investigación, al igual que cada fase y tratar de que estos requerimientos sean cuantitativos y detallados.

En este caso se trata de desarrollar un sistema de riego automático el cual no requiera de intervención humana y sea gobernado a través del uso de un controlador central, capaz de controlar el tiempo de riego por día y horas para cubrir las necesidades hídricas de cada planta, explicando la función principal del sistema desarrollado, y los pasos para cumplir cada uno de los objetivos propuestos.

Fase III: Seleccionar la tecnología adecuada

Según, Rubén Cárdenas (2009) la decisión para seleccionar la tecnología más adecuada, se basa en el conocimiento técnico logrado para cada situación. En tal sentido existen varias alternativas posibles, las cuales implican dirigirse sobre el sistema existente o sólo introducir la nueva tecnología.

En este punto se basa en información suministrada por medio de libros, manuales, entre otros, de las distintas tendencias tecnológicas existentes en la actualidad, con el fin de escoger las más adecuadas que satisfagan los requerimientos establecidos.

Fase IV: Elaborar la documentación del proyecto

Savant, C.J (2005 p 17) La información debe escribirse con toda precisión de modo que no se pierda y que no dé lugar a malas interpretaciones, para ellos se emplean muchos términos y símbolos a especificar en el diseño de circuitos electrónicos funcionales. En este caso se procede a revisar documentación existente referente al tema de interés, ya que al tratarse de un sistema automático de riego con mando remoto existen muchos términos de tecnología de la información que pueden ser familiares para algunos, pero extraños para cierto grupo de usuarios, lo que permite documentar con exactitud el proyecto.

Fase V: Diseñar el prototipo

Desde el ámbito del diseño del prototipo, Savant, C.J. (2005 p,20) establece que es muy importante la etapa de diseño para una verificación doble del proceso del trabajo previo, la

mayoría de los diseñadores de circuitos eléctricos tienen una lista de verificación que recorren por completo en sus mentes cuando diseñan, desafortunadamente estas listas suelen desarrollarse como consecuencia de incurrir en errores de diseño, representan el intento de evitar que se repita otra vez el error.

En este sentido, se procede a diseñar el sistema automático de riego en función a los requerimientos de la comunidad, con una interfaz amigable con el usuario, de fácil operación y sobre todo con un mínimo de intervención humana en el proceso.

Fase VI: Validar mediante un prototipo

Savant, C.J. (2005 p,22) Los ingenieros e investigadores requieren medios más económicos y rápidos para construir circuitos, los métodos de construcción no suelen garantizarse debido al costo y a la complejidad, los circuitos que se producen en masa usan tableros de circuitos, resulta difícil corregir errores o hacer cambios, cuando estos se requieren, se cortan pistas y se desprenden del tablero o se añaden alambres de empalme, para evitar este problema se desarrollan varias vías que conllevan a la variación en los circuitos.

Durante el desarrollo de esta fase los investigadores validarán el diseño propuesto por medio de un prototipo para el sistema de riego, con el cual se someterá a prueba para de esta manera corregir errores y posibles fallas que puedan presentarse hasta obtener el funcionamiento óptimo requerido para el sistema.

CAPITULO 3

PROPUESTA

El presente proyecto pretende brindar una alternativa de reemplazo a un proceso de riego manual llevado a cabo en la institución educativa “Fraternidad y Servicio” de “Fe y Alegría” en base a lineamientos técnicos y teóricos.

Este trabajo estará enfocado en desarrollar un sistema automático que no requiera de intervención humana, utilizando equipos electrónicos de control industrial robustos y de reconocidos fabricantes que garantizan el adecuado desempeño del mismo. Así como la fiabilidad del sistema controlando el tiempo de riego de manera horaria y semanal lo que permitirá cubrir las necesidades hídricas de cada planta y evitar el desperdicio del agua gestionando de forma más eficiente el sistema, aumentando la productividad y manteniéndolo en condiciones óptimas para su desarrollo.

3.1 Beneficiarios de la propuesta

Beneficiarios directos: Las etapas que conllevan el desarrollo del presente proyecto de implementación de un sistema automático de riego beneficia directamente a quien lo ejecuta por cuanto se trata de un proyecto de titulación. Se ven beneficiados directamente también los 112 estudiantes del Plantel Educativo “Fraternidad y Servicio” de la parroquia de Pintag comunidad de Tolontag.

Beneficiarios indirectos: Al ser alumnos de la zona e hijos de agricultores, los beneficiarios indirectos serán 350 familias, puesto que se beneficiarán de los conocimientos adquiridos por los alumnos en la implementación de sistemas automáticos de riego, además por ser personas de bajos recursos económicos y ya que los productos son cultivados y

cosechados por ellos mismos todo lo obtenido es repartido equitativamente para cada persona que formó parte del grupo de siembra y de esta manera se va rotando tanto de tipo de producto como de grupo de personas que participan en el cultivo.

3.2 Metodología de la propuesta

El desarrollo del sistema automático de riego está proyectado para reemplazar los tradicionales métodos de riego manuales, brindando una opción más eficiente, con una interfaz amigable de fácil operación por el usuario. Por estas razones, la metodología de este diseño debe garantizar la mínima intervención humana y una gestión eficiente del uso del agua para el riego del cultivo de acuerdo al tiempo programado según el tipo de planta que se requiera sembrar, y así mantenerlas en condiciones óptimas para su desarrollo.

El desarrollo de la programación del controlador que gobernará el sistema se utilizará LOGO! Soft Comfort V8.2, software de propiedad de SIEMENS ya que presenta un entorno amigable, fácil de utilizar y un simulador incorporado que permitirá realizar las pruebas necesarias antes de la implementación del sistema.

Para la implementación de este sistema automático de riego, se contará con lo siguiente: un controlador programable LOGO! para la ejecución de secuencias lógicas, un panel HMI para visualización del estado de funcionamiento de los actuadores y control de tiempo de operación de cada uno de ellos.

3.3 Factibilidad de la propuesta

El estudio de factibilidad del proyecto “Sistema de control de riego con monitoreo y administración remota” determina la disponibilidad de recursos en varios aspectos como son: técnico, económico y operativo.

3.3.1 Estudio técnico

El estudio técnico demostrará si la propuesta presentada tendrá éxito en el proceso de implementación, funcionamiento y tecnología utilizada.

3.3.1.1 Cálculo de la cantidad de aspersores

Para este cultivo se estableció proceder con el método de riego por aspersión, por lo tanto es necesario determinar el número de aspersores que serán utilizados para cubrir toda el área de terreno por igual para lo cual se realizaron los siguientes cálculos:

El área de circunferencia de un aspersor es:

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi(2.5)^2$$

$$A = \pi(2.5)^2$$

$$A = 19.63m^2$$

Ecuación 3.1 Fórmula para calcular el área de cobertura del aspersor
Fuente: (Manual del cálculo para sistemas de riego)

El área de sembradío corresponde a: $A = 175m^2$

El número de aspersores está dado por:

$$N = \frac{\text{Área de cultivo}}{\text{Área de aspersor}}$$

$$N = \frac{175m^2}{19.63m^2} = 8.91$$

Ecuación 3.2 Fórmula para calcular el número de aspersores
Fuente: (Manual del cálculo para sistemas de riego)

Redondeando este valor a un número entero son necesarios 9 aspersores para cubrir toda el área de terreno con el sistema de riego

3.3.1.2 Cálculo de la potencia de la bomba

Para determinar la potencia requerida en la bomba para que el sistema tenga la suficiente presión de riego en todos los puntos de aspersores colocados, es necesario obtener los valores de la curva de potencia de la bomba.

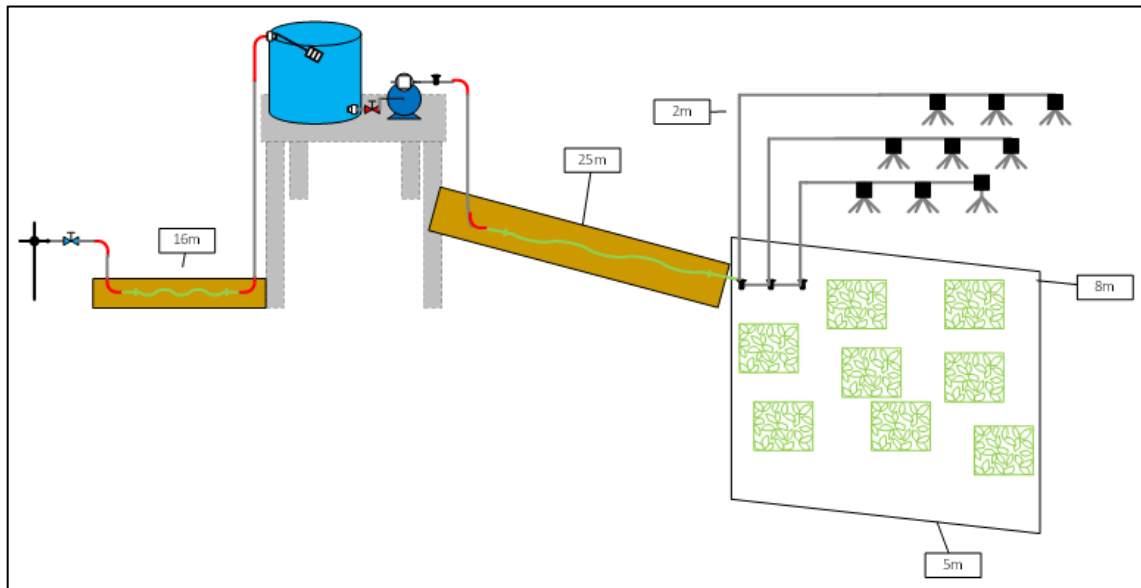


Fig. 3.1 Bosquejo de la instalación y desnivel del terreno
Fuente: (Elaborado por el autor)

La cantidad de aspersores colocados en la zona de riego es de 9, con una presión de 10 psi y un caudal de 1.4 gl/min.

Con el valor de la presión del aspersor se calcula los pies de agua (FtH), multiplicando este valor por la constante 2.31 se obtiene:

$$FtH = (\text{psi del aspersor})(2.31)$$

$$FtH = (10\text{psi})(2.31) = 23.1$$

Ecuación 3.3 Fórmula para calcular los pies de agua
Fuente: (Manual del cálculo para sistemas de riego)

A este valor se suma la diferencia de nivel de 3 metros entre la fuente de agua y el área de riego, para lo cual se convierte este valor a pies Ft.

$$1m = 3.28ft$$

$$3m = 9.84ft$$

Sumando al resultado obtenido anteriormente se tiene.

$$CTD = 23.1 + 9.84 = 32.94ft$$

$$CTD = 10.04m$$

Ecuación 3.4 Fórmula para calcular los pies de agua totales
Fuente: (Manual del cálculo para sistemas de riego)

Para calcular el caudal de agua necesario se multiplica la cantidad de aspersores por la cantidad de galones por minuto con la que trabajan.

$$Q = (\text{número de aspersores})(\text{caudal de aspersor})$$

$$Q = (9)(1.4gpm) = 12.6gpm$$

Ecuación 3.5 Fórmula para calcular el caudal de riego
Fuente: (Manual del cálculo para sistemas de riego)

Este valor se transforma a litros por segundo.

$$Lt/s = \left(\frac{gal}{m} * 0.0630\right)$$

Ecuación 3.6 Fórmula para transformar galones a litros por segundo
Fuente: (Manual del cálculo para sistemas de riego)

$$\frac{Lt}{s} = (12.6gpm * 0.0630) = 0.79lt/s$$

Con los valores de Caudal de agua y carga total dinámica se procede a verificar en tabla la potencia requerida para el funcionamiento del sistema.



Fig. 3.2 Curva de potencia del motor
Fuente: (Westinghouse, 2018)

Verificando en la figura de curva de rendimiento de las bombas Westinghouse se determina que la potencia requerida para el funcionamiento de la bomba es de 1HP de fuerza.

3.3.1.3 Cálculo de la potencia de la fuente de alimentación

Para seleccionar correctamente la fuente de alimentación a utilizar primero se determina la carga total tanto en alimentación del PLC, como entradas del controlador y los dispositivos de periferia que se conectan a ella, en la siguiente tabla se determinan los valores y se obtiene la cargabilidad de la fuente en mA.

Tabla 3.1. Cargabilidad del sistema de 24VDC

CALCULO DE CONSUMO DE CORRIENTE (mA)				
CANT	CONSUMO DEL SISTEMA	CANT-24VDC	24VDC	TOTAL 24VDC
1	LOGO 12/24RCE, 12 Entradas	12	4	48
1	Módulo SM 1234 4AI/2AO	1	60	60
1	Panel KTP400	1	100	100
1	alimentación PLC LOGO 12/24 RCE DC-DC	1	1500	1500
4	relés	4	25	400
Consumo Total				2108

Fuente: (Elaborado por el autor)

Verificando en la tabla se puede observar que la cargabilidad del sistema es de 2.1 A, por lo que se selecciona la fuente de LOGO! De 2.5Amp como la idónea en capacidad y precio para el funcionamiento del sistema.

Una vez analizados los aspectos citados anteriormente se concluye lo siguiente:

- Para el desarrollo del proyecto se dará prioridad a la tecnología, calidad de los equipos empleados y garantía de los mismos.
- El software de desarrollo de la programación será de mucha importancia, se seleccionará con un entorno amigable con el usuario.
- Se cuenta con los manuales de usuario como fuentes de consulta sólidas para el asesoramiento requerido en el desarrollo del proyecto.

3.3.2 Estudio económico

El estudio económico establecerá los costos y beneficios que al ser de carácter social en su mayoría serán intangibles ya que la mayor parte de trabajo civil fue realizado por mingas con los padres de familia de la comunidad educativa, de esta manera se construyó la base para soportar la cisterna, se realizó en zanjado para el paso de la tubería, y se colocaron los soportes para las mangueras aéreas. Para la selección del controlador principal se llevaron a cabo comparaciones entre las marcas existentes en el mercado de las cuales en la tabla mostrada a continuación se detalla la comparación de las características técnicas de los equipos, donde se destacan las características técnicas del LOGO! que adicionalmente incluye una protección de condensación en el rango de temperatura de trabajo.

Tabla 3.2. Comparación características técnicas LOGO! frente a otras marcas

	Siemens LOGO!	Moeller Easy	Mitsubishi Alpha	Telemecanique Zelio
Idioma	E, graphic; LSC: D, GB, F, I, E, POR, NL, CZ, TR	D, GB, F, E, I (400) + P, PLS, NL, TR (600)	D, GB, F, E, I	D, GB, F, E, I
Protección	Con Card Red y Password	Password	Password	Password
Módulo de Memoria	Si	Si	Si	Si
Rango de Temperatura	0 - 55°C con 5-96% SIPLUS -25 - 75°C Con protección de condensación	-25 - 55°C con 5-96% Sin protección de condensación	0 - 55°C Con 35-85%	No se sabe
Perdida de Potencia	DC12V Rel. 1,0W / 2,0W DC24V Trans. 0,5W / 2,9W DC24V Rel. 1,5W / 2,0W AC/DC115V Rel.3,5W / 7,5W AC/DC230V Rel.4,6W / 9,2W	DC24V Trans. 2,0W / 5,0W DC24V Rel. 2,0W / 5,0W AC115V Rel. 5,0W / 10W AC230V Rel. 5,0W / 10W	DC24V Trans. 2,0W / 5,0W DC24V Rel. 3,0W / 5,0W AC115V Rel. 4,0W / 5,0W AC230V Rel. 4,0W / 5,0W	DC24V Rel. 1,6W / 1,6W AC115V Rel. 5,3W / 5,3W AC230V Rel. 8,6W / 8,6W
Rango de Voltage	DC12V 10,8V ... 15,6V DC24V 20,4V ... 28,8V AC24V 20,4V ... 28,4V AC/DC:230V 85V ... 265V	DC24V 20,4V ... 28,8V AC230V 97V ... 264V	DC24V 20,4V ... 28,8V AC230V 97V ... 264V	DC24V 19,2V ... 30,0V AC230V 85V ... 264V

Fuente: (SIMATIC, 2019)

Un parámetro importante para la selección del equipo es el número de entradas y salidas disponibles para la conexión de elementos controladores como equipos de maniobra, en la siguiente tabla se observa la comparación de diferentes equipos en cuanto a sus prestaciones de hardware.

Tabla 3.3 Comparación hardware LOGO!

Rango de Productos	Siemens LOGO! Basic	Moeller easy	Mitsubishi Alpha	Telemecanique Zelio
DC12V	8 ¹ / 4O Relé ² 8 ¹ / 4O Relé; Sin Display ²	No disponible	No disponible	No disponible
DC24V	8 ¹ / 4O Transistor 8 ¹ / 4O Relé ² 8 ¹ / 4O Relé; Sin Display ²	8 ¹ / 4O Trans. 8 ¹ / 4O Trans; Sin Display 8 ¹ / 4O Relé 8 ¹ / 4O Relé; Sin Display	6 ¹ / 4O Trans. 6 ¹ / 4O Rel.	No disponible 6I / 4O Rel. 8I / 4O Rel.
AC24V	8I / 4O Relé 8I / 4O Relé; Sin Display	No disponible	No disponible	No disponible
AC5115/230V	8I / 4O Relé 8I / 4O Relé; Sin Display	8I / 4O Relé 8I / 4O Relé; Sin Display	4I / 2O Rel. 6I / 4O Rel.	6I / 4O Rel.

Fuente: (SIMATIC, 2019)

Otra medida importante para la selección de un equipo es su capacidad de memoria, ya que de esta dependerá el tamaño de bloques de programa disponibles para el desarrollo de la programación.

Tabla 3.4. Comparación de memoria LOGO!

Criterio	Siemens LOGO! 0BA3	Moeller easy		Mitsubishi Alpha	Telemecanique Zelio	
		400 ER	600 ER			
Tamaño Memoria	56 Bloques de Función blocks	41 líneas	121 líneas	64 Bloques de Función	60 líneas	80 líneas
Anidamiento	56 Prof. De pila	3 Contactos cada línea		64 Prof. De pila	3 Contactos cada línea	
Posibilidades / Funciones						
Marcas	8 (1 de Primer ciclo)	16	32	0	15	
Relog semanal	8	4		64 (Sólo AC)	4	
Temporizador	16	8		64	8	
Contador	24	8		64	8	
Horas Operac.	3	0		64	0	
Analogas	12	8		64	8	
Mensajes	5	8	8	64	4	
Etiquetas	0	0	8	0	0	
Retentividad						
EEPROM Interna	Si	Si		Si	Si	
Posibilidades (Valor actual o estado)	15 Toggle 15 Set/Reset 7 Contadores 3 Horas Opera.	Sólo 412-DC 4 Marcas 1 Temp. 1 Contador	4 Marcas 2 Temp. 4 Contador 4 Mensaje	20 días para - Contador - Horas Operac.	No disponible	

Fuente: (SIMATIC, 2019)

Como lo demuestran las comparaciones realizadas en las tablas expuestas, la opción con mejores características en cuanto a datos técnicos, posibilidad de conexión de entradas y salidas y capacidad de memoria para desarrollo de programa es el equipo LOGO! de la marca SIEMENS, que además brinda un periodo de garantía de un año contra defectos de fabricación, es por ese motivo que se elige este controlador para la ejecución de este proyecto.

Tabla 3.5. Análisis de costos

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL USD
CONTROL				
CABLE ACCESORIOS TABLERO DE CONTROL, PLC LOGO SIEMENS, PANEL VIEW, RELES, GUARDAMOTOR, BREAKERS, BORNERAS.	1	GBL	\$1,121.41	\$1,121.41
TOTAL				\$1,121.41

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL USD
ELECTRICIDAD				
BOMBA JET	1	U	\$241.23	\$241.23
CAJA DE CONEXIONES	1	U	\$29.87	\$29.87
TAYPE, ABRAZADERAS, TORNILLOS	1	GBL	\$23.00	\$23.00
AMARRA PLASTICA	1	U	\$3.50	\$3.50
TEFLON	10	U	\$0.34	\$3.40
PERMATEX	1	U	\$1.67	\$1.67
ALAMBRE GALVANIZADO	20	MT	\$1.21	\$24.20
CAJA PARA ELECTROVALVULAS	1	U	\$30.00	\$30.00
TOTAL				\$356.87

PLOMERIA - AGUA				
VALVULA	4	U	\$29.38	\$117.52
CONECTOR	9	U	\$4.29	\$38.61
TUB AQUA	25	MT	\$0.56	\$14.00
TUB ROSC 1/2 * 6 FRIA	1	MT	\$6.31	\$6.31
TUB ROSC 1 * 6 PLASTIGAMA	1	MT	\$16.96	\$16.96
MANG. NEGRA AGUA 1" 78	30	MT	\$1.60	\$48.11
ABRAZADERAS 1" A 1,5"	4	U	\$0.76	\$3.04
VALV PIE 1"	1	U	\$7.99	\$7.99
VALV BOLA 1C/UNIVERSAL	1	U	\$4.82	\$4.82

ADAP TANQUE POLIMEX 1"	2	U	\$5.50	\$11.00
BUSH POLIMEX 1/2	1	U	\$1.05	\$1.05
VALV BOLA 1/2	1	U	\$4.65	\$4.65
TUB AGUA	50	MT	\$0.76	\$38.00
TANQ ECON	1	U	\$98.00	\$98.00
TUB PVC	3	MT	\$1.27	\$3.81
TUB PVC	1	MT	\$0.66	\$0.66
FLOTADOR	1	U	\$12.97	\$12.97
NEPLO FLE	34	U	\$0.74	\$25.16
NEPLO RM	16	U	\$0.21	\$3.36
TEE RR PP	5	U	\$0.46	\$2.30
NEPLO PP	5	U	\$0.69	\$3.45
CODO 1"	8	U	\$1.79	\$14.32
TEE 1"	4	U	\$1.84	\$7.36
NEPLO 1 R	2	U	\$1.40	\$2.80
UNION RH	1	U	\$1.04	\$1.04
NEPLO FLE	1	U	\$0.43	\$0.43
CODO PP R	1	U	\$1.41	\$1.41
ADAPTAD/T	2	U	\$2.00	\$4.00
CODO PP R	5	U	\$0.37	\$1.85
TAPON H 1	3	U	\$0.34	\$1.02
CODO CACH	3	U	\$0.81	\$2.43
UNION UNI	2	U	\$0.89	\$1.78
UNION UNI	2	U	\$3.41	\$6.82
REDUCTOR	4	U	\$1.02	\$4.08
NEPLO PP	2	U	\$0.32	\$0.64
ABRAZADER	32	U	\$0.51	\$16.32
ABRAZADER	2	U	\$0.79	\$1.58
ABRAZADER	4	U	\$0.31	\$1.24
TOTAL				\$530.88
SUBTOTAL				\$2,009.16
IVA 12%				\$241.10
TOTAL				\$2,250.26

Fuente: (Elaborado por el autor)

Realizado el estudio de factibilidad, el “Sistema de control de riego con monitoreo y administración remota” puede ser desarrollado sin problemas y durante el tiempo establecido; la implementación y puesta en marcha del proyecto cuenta con los recursos económicos de factibilidad y desde el punto de vista tecnológico su implementación cuenta con la funcionalidad que disponen los equipos de automatización disponibles en el mercado.

CAPITULO 4

IMPLEMENTACIÓN

El presente proyecto busca hacer un aporte a la comunidad de la unidad educativa “Fraternidad y Servicio” de “Fe y Alegría” a través del desarrollo de un sistema automático de riego el mismo que estará conformado por varias etapas desde la captación del agua desde la fuente, pasando por un proceso de control temporizado de los aspersores hasta llegar al control y monitoreo remoto del estado del riego en tiempo real.

4.1 Desarrollo de las etapas de la solución a ejecutar

Para entender de forma general el diseño del sistema de riego a aplicar en el establecimiento y la solución que se brindará para el cuidado de los cultivos, se describen a continuación los componentes y procedimientos para la instalación.

4.1.1 Abastecimiento de agua para el sistema

El abastecimiento de agua para riego del sembrío se realizará a través de la conexión a la red de agua potable del establecimiento la cual es de baja presión por lo que se almacenará en un tanque cisterna.

4.1.2 Colocación de red de tuberías y accesorios de riego

Inicialmente previo a la instalación del sistema se realizó el trazado de conexiones y

medición del recorrido de las tuberías, así como el cálculo de los difusores de riego, la ubicación de la cisterna, espacio para colocación de la bomba, acometidas eléctricas y elementos de protección y control.

Previo al cálculo realizado y por las dimensiones del cultivo para la aspersión del agua se hará uso de difusores que brindan un radio de riego de 2.5 a 4.5 metros.

4.1.3 Tablero de controlador central

Una vez seleccionado el controlador central del proceso se determinó su colocación dentro del cuarto de huéspedes existente en el plantel educativo, esto para evitar su deterioro, manipulación o hurto por personas externas al establecimiento.

4.2 Implementación del sistema de riego

La implementación del proyecto se desarrolló de acuerdo a las actividades correspondientes de cada componente, cumpliendo los tiempos establecidos en el cronograma. Una vez organizados se dio inicio a la implementación de la infraestructura de derivación, reservorio y posterior riego parcelarios.

4.2.1 Equipos y accesorios para suministro de agua

Para la implementación del sistema de riego es necesario tener una fuente de agua constante para lo cual se usaron los siguientes elementos.

Tabla 4.1. Equipos para suministro de agua

EQUIPOS	NOMBRE	DESCRIPCION
	<p>DIFUSORES SERIE VAN Marca: RAIN BIRD</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajuste fácil del sector desde 0° a 360° • Alcance: 0,9 hasta 5,5 m • Incluye filtro. 	<p>Aspersor de sector regulable para difusores de Máxima flexibilidad que garantiza el ahorro de tiempo y la rapidez de instalación</p>
	<p>ELECTROVALVULAS PGV Marca: Hunter Modelo: PGV-101G Conexión: 1" Altura: 13 cm Longitud: 11 cm Anchura: 6 cm</p>	<p>Válvulas de categoría profesional preparadas para instalaciones de cualquier tamaño.</p>
	<p>BOMBA Y TANQUE DE PRESIÓN</p> <p>Marca: Westinghouse Modelo: PS12256 Motor: 1.00 HP Boca: 1" x 1.1/2"</p>	<p>Para aguas limpias con pequeñas impurezas, Con protección de sobrecarga térmica, 60Hz/110V/220V.</p>
MATERIALES	NOMBRE	DESCRIPCION
	<p>TUBERIA PVC (Lisa)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tubería principal para distribución de ingreso a la cisterna de agua 1/2". • Tubería de conexión a la bomba y envío a tierra de 1" 	<p>Tubería para conexiones de acometida ingreso y salida de cisterna.</p>

	<p style="text-align: center;">MANGUERA FLEXIBLE</p> <ul style="list-style-type: none"> • De 1" para conexiones de salida de bomba a caja de electroválvulas. • Manguera de 1/2" para conexiones aéreas de riego dentro del invernadero y para conexión desde acometida a cisterna. 	<p>Las mangueras de que van desde la acometida hacia la alimentación de la cisterna y desde la salida de la bomba hacia las electroválvulas son subterráneas.</p>
	<p style="text-align: center;">CONEXIONES Y ACCESORIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Codos • Tee • Filtro de succión en cisterna • Válvula antirretorno. • Válvulas de cierre manual • Reductores de tuberías. • Universales. • Conectores de PVC a manguera. • Abrazaderas y tapones. • Niples • Cruz de 1" • Flotador para cierre de alimentación de agua potable. 	<p>Útiles para las conexiones y distribución de tuberías.</p>
	<p style="text-align: center;">CISTERNA DE AGUA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tanque Tipo Botella De Pe Plastigama • Capacidad de 500 litros 	<p>Sera colocado sobre una plataforma elevada a 2 metros de suelo para brindar mayor caída al invernadero.</p>

Fuente: (Elaborado por el autor)

4.2.1.1 Distribución de tuberías y ubicación de aspersores

Para el diseño del sistema de riego se agruparon los aspersores en diferentes circuitos o estaciones conectadas cada una a una electroválvula comandada por las salidas del controlador. Se creó tres circuitos y cada uno está identificado con las letras A, B, C, respectivamente.

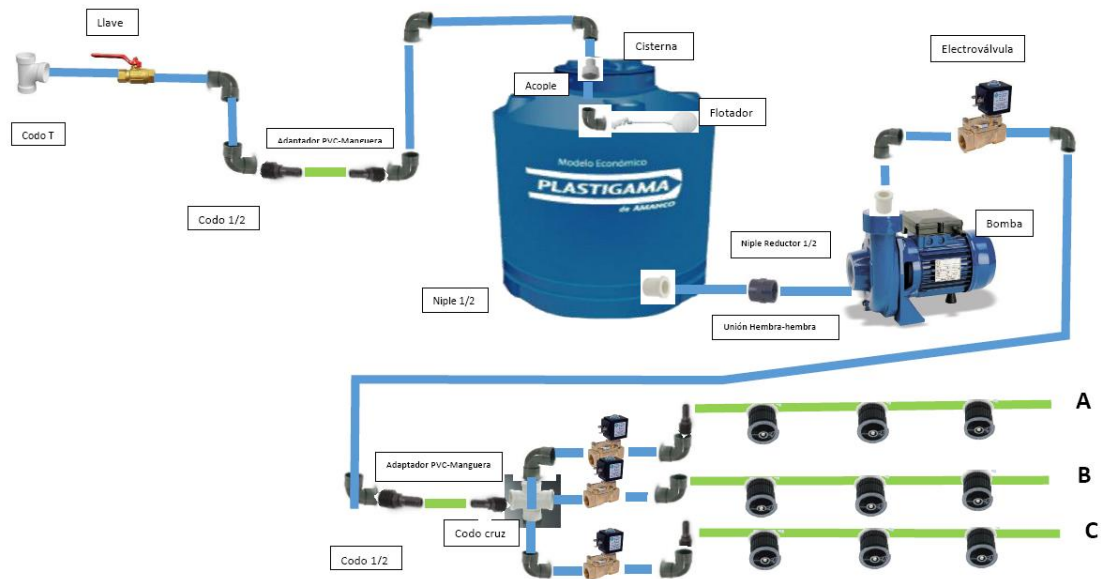


Fig. 4.1 Sistema de alimentación de agua
Fuente: (Elaborado por el autor)

Cada circuito se conecta a una electroválvula, que se abre y cierra a una hora programada y durante un período de tiempo establecido en el tablero central, hay varias razones para agrupar los aspersores en circuitos separados y son las siguientes: se aprovecha el agua de riego de manera eficiente y cada planta recibe la cantidad de agua correcta y de la manera adecuada, permite también abrir y cerrar grupos menores de aspersores cuando el cultivo lo requiere o en el caso de no sembrar en toda la extensión del terreno lo cual asegura una máxima eficiencia del sistema, sin desperdicios de agua.

4.2.1.2 Conexión al suministro de agua

Para la provisión de agua desde la fuente al sistema de riego se debió realizar una toma desde la acometida principal del establecimiento para lo cual como primer paso se procedió a cortar el suministro de agua principal, para lo cual se identificó la tubería principal y se realizó un corte de 25mm para colocar una derivación tipo “T” de compresión que servirá para alimentar a la cisterna, también se colocó en este punto una válvula tipo bola de cierre manual y se procedió a abrir nuevamente el paso de agua al centro educativo.



Fig. 4.2 Fuente de alimentación de agua
Fuente: (Elaborado por el autor)

4.2.1.3 Instalación de la tubería principal

Para la instalación de la tubería principal primero se trazó el recorrido de las tuberías desde la toma de la cisterna hasta la caja de paso de las electroválvulas, se retiró el césped o tierra de los jardines realizando una franja de aproximadamente 20 cm de ancho y entre 4 cm y 5 cm de profundidad utilizando una pala plana, en este punto se colocó el tubo, las mangueras y los accesorios, se unió la tubería de PVC de 1" y de ½" con las mangueras correspondientes que para el proyecto irán enterradas hasta cada punto de conexión, se debe tener cuidado de no dejar que suciedad o sedimentos ingresen en la tubería ya que podría taponarse, finalmente se realizó la conexión de la tubería de ingreso y salida de la cisterna, se colocó el flotador a la entrada de agua al tanque para el control de nivel máximo y los filtros de impurezas a la salida de la cisterna.

Luego se conectó la válvula a la salida de la cisterna y se realizó la conexión a la bomba y tanque de presión utilizando los reductores y demás accesorios.



Fig. 4.3 Zanjado para tendido de tubería principal
Fuente: (Elaborado por el autor)

4.2.1.4 Instalación de las electroválvulas

La instalación de las electroválvulas se realizó manteniendo una distancia mínima de 15 cm entre ellas para poder realizar mantenimiento en un futuro. Las electroválvulas fueron conectadas al tablero de control para asignación de operación para abastecimiento de agua y son las que controlan el paso de agua al invernadero. Se activan progresivamente según el tiempo de riego establecido, y se abren por circuitos (A, B y C)



Fig. 4.4 Instalación de electroválvulas
Fuente: (Elaborador por el autor)

4.2.1.5 Instalación de tuberías aéreas

En este punto se colocó la tubería sobre la estructura y el tendido de alambre de acero para la colocación de los aspersores, se conectó cada uno de los difusores según el tipo del radio de alcance requerido hasta terminar con todos y finalmente se sujetaron las tuberías con amarras para asegurar las conexiones.



Fig. 4.5 Colocación de tendido aéreo
Fuente: (Elaborador por el autor)

4.2.1.6 Instalación de los aspersores

Para una cobertura total del cultivo los aspersores deben estar ajustados para regar la mayor área posible para lo cual se realizó la calibración de los mismos y se colocaron tres aspersores por cada manguera de distribución aérea.



Fig. 4.6 Instalación de los aspersores
Fuente: (Elaborador por el autor)

Serie 12-VAN





Toberas	bar	m	m ³ /h	■ mm/h	▲ mm/h
360° 	1,0	2,7	0,40	55	63
	1,5	3,2	0,48	47	54
	2,0	3,6	0,59	46	53
	2,1	3,7	0,60	44	51
270° 	1,0	2,7	0,30	55	63
	1,5	3,2	0,36	47	54
	2,0	3,6	0,45	46	53
	2,1	3,7	0,45	44	51
180° 	1,0	2,7	0,20	55	63
	1,5	3,2	0,24	47	54
	2,0	3,6	0,30	46	53
	2,1	3,7	0,30	44	51
90° 	1,0	2,7	0,10	55	63
	1,5	3,2	0,12	47	54
	2,0	3,6	0,15	46	53
	2,1	3,7	0,15	44	51

Fig. 4.7 Rendimiento de los aspersores
Fuente: (Rain Bird, 2019)

4.2.1.7 Instalación de la bomba

Para la instalación de la bomba, con la ayuda de la comunidad se construyó una estructura elevada a 1.5mtrs donde se colocaron la cisterna y la bomba, se realizaron las respectivas conexiones para su alimentación y control desde el tablero principal.



Fig. 4.8 Estructura para colocación de cisterna y bomba eléctrica
Fuente: (Elaborador por el autor)

4.2.2 Instalación del sistema de alimentación eléctrica

Se especificaron y establecieron las características y requisitos técnicos que debe cumplir el sistema eléctrico y se tuvo en cuenta las siguientes condiciones:

Condiciones Ambientales

- Altura sobre el nivel del mar: 2640 m
- Humedad relativa: 81%
- Temperatura ambiente máxima: 19 °C
- Temperatura ambiente mínima: -2 °C
- Temperatura ambiente promedio: 15°C

Características eléctricas del sistema

- Tensión nominal 220 V
- Conexiones: Trifásica
- Frecuencia nominal: 60 Hz

Materiales del sistema eléctrico

- Cables eléctricos de acometida de fuerza y control
- Caja térmica
- Breakers
- Tablero de control de riego

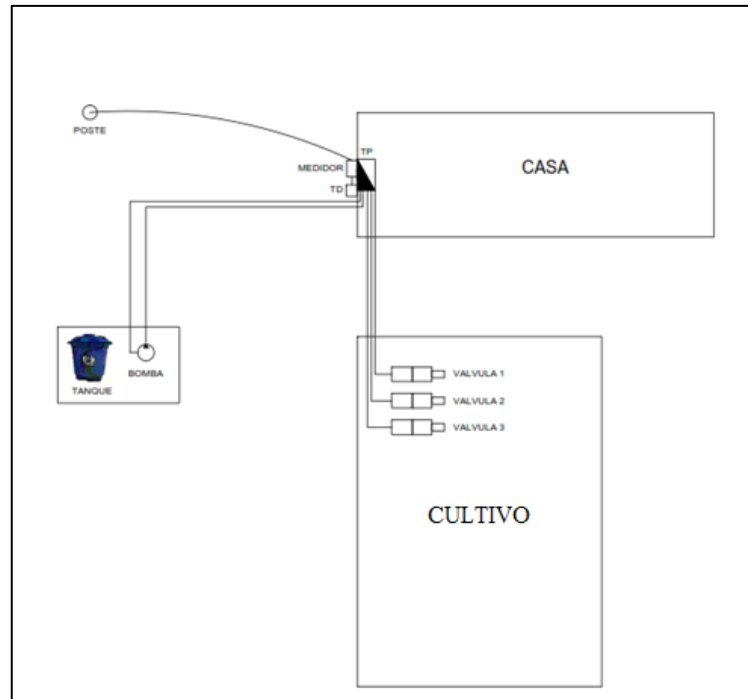


Fig. 4.9 Distribución del sistema eléctrico
Fuente: (Elaborador por el autor)

Proceso de implementación eléctrica

Desde el medidor principal se realizó la acometida eléctrica de 220 V la cual consta de dos fases y un neutro, se instaló una caja térmica en la parte inferior del medidor la cual está alimentada con dos fases y un neutro, esta caja a su vez está aterrizada a un sistema de tierra el cual evitará problemas al tablero de control en caso de descargas eléctricas.

Se colocó un breaker de 20 A. para proteger magnéticamente el tablero de control, desde aquí se realizó el cableado respectivo a la bomba, este cableado se lo realizó con cable concéntrico 3 x 12 AWG (2 fases y neutro), de igual manera se realizó un cableado para el sistema de sensores de la bomba, se tendió un cable 4 x 16 sucre AWG (dos pares), para la alimentación de las válvulas que se encuentran sobre el cultivo se realizó el cableado respectivo desde el tablero de control principal con cable concéntrico 4 x 16 AWG (dos pares). Es necesario mencionar que todo el sistema de seguridad que requiere tener el sistema que se implementó se encuentra en el tablero principal.



Fig. 4.10 Instalación de caja térmica
Fuente: (Elaborador por el autor)

4.2.3 Diseño y programación de lógica de control

La lógica de control fue establecida con el fin de entregar las mayores facilidades tanto en flexibilidad como en aprovechamiento de recursos, la programación del controlador LOGO se realizó con el software LOGO! Soft Comfort V8.2 de Siemens.

Descripción de la lógica de control

La entrada digital correspondiente al switch de nivel de líquido del reservorio es un condicionante para el arranque del sistema, es decir sin agua, el motor eléctrico de la bomba no arrancará. Las teclas de función del display TDE: F2, F3 y F4 están programadas para operar las electroválvulas de manera manual, siempre que exista suficiente nivel de líquido en el reservorio el sistema hidroneumático entrará en funcionamiento posterior al

accionamiento del guarda-motor. La tecla F1 funciona como un encendido manual ya que comanda el arrancador del motor, al existir una electroválvula para el control de fluido por parcela las teclas de función F2, F3 y F4 presionadas una sola vez independientemente energizarán o apagarán las electroválvulas. Si estas teclas de función son presionadas por segunda vez, se cambiará el estado actual de las salidas permitiendo el control ON/ OFF de las solenoides, mediante los botonea en pantalla es posible seleccionar y fijar el día y la hora de la activación del sistema a más del tiempo de riego para operación en automático.

La bomba tiene instalado un switch de presión en la descarga, este dispositivo esta cableado como entrada digital al PLC y es parte de la lógica de control. Este switch arrancará y detendrá el motor eléctrico al no existir presión de líquido y al llegar a su máximo respectivamente.

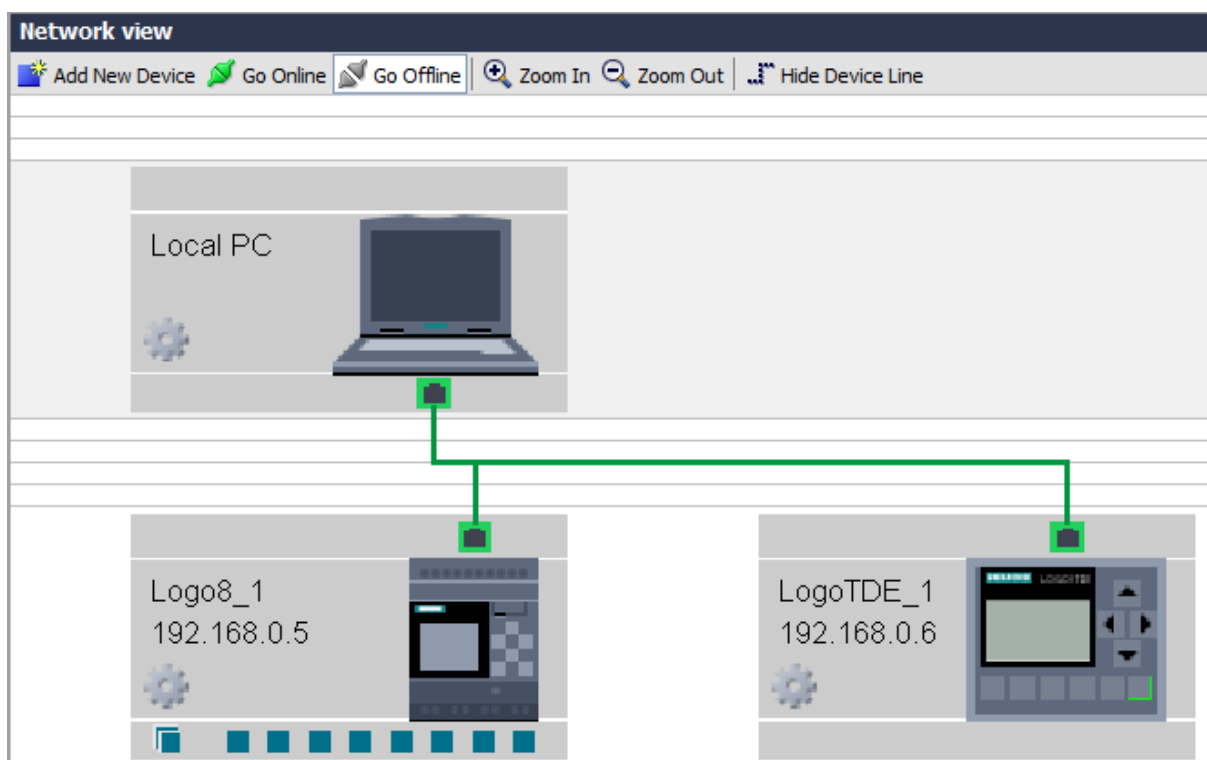


Fig. 4.11 Topología de red de los controladores
Fuente: (Elaborador por el autor)

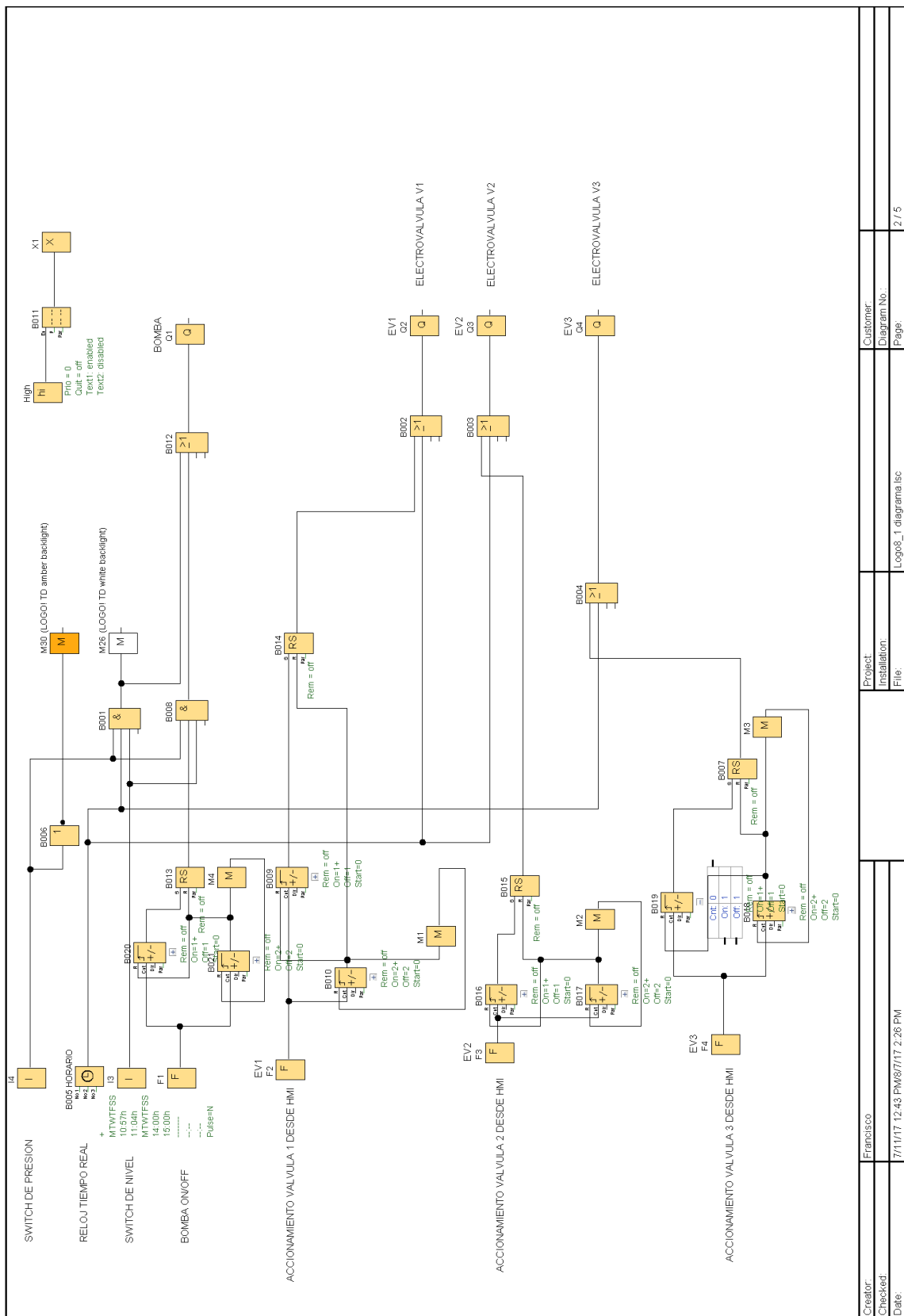


Fig. 4.12 Lógica de control programada
Fuente: (Elaborador por el autor)

Creator:	Francisco	Project:	Logo8_1 diagrama.lsc	Customer:	
Checked:		Installation:		Diagram No.:	
Date:	7/11/17 12:43 PM	File:		Page:	2 / 5

Block Number (Type)	Parameter																		
B005 HORARIO (Weekly Timer) :	+ MTWTFSS 10:57h 11:04h MTWTFSS 14:00h 15:00h ----- --:-- --:-- Pulse=N																		
B007(Latching Relay) :	Rem = off																		
B009(Up/Down counter) :	Rem = off On=1+ Off=1 Start=0																		
B010(Up/Down counter) :	Rem = off On=2+ Off=2 Start=0																		
B011(Message texts) :	Prio = 0 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled Ticker setting - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N Message Destination - LOGO! TD																		
B013(Latching Relay) :	Rem = off																		
B014(Latching Relay) :	Rem = off																		
B015(Latching Relay) :	Rem = off																		
B016(Up/Down counter) :	Rem = off On=1+ Off=1 Start=0																		
<table border="1"> <tr> <td>Creator:</td> <td>Francisco</td> <td>Project:</td> <td></td> <td>Customer:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Checked:</td> <td></td> <td>Installation:</td> <td></td> <td>Diagram No.:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Date:</td> <td>7/11/17 12:43 PM/8/7/17 2:26 PM</td> <td>File:</td> <td>Logo8_1 diagrama.lsc</td> <td>Page:</td> <td>3 / 5</td> </tr> </table>		Creator:	Francisco	Project:		Customer:		Checked:		Installation:		Diagram No.:		Date:	7/11/17 12:43 PM/8/7/17 2:26 PM	File:	Logo8_1 diagrama.lsc	Page:	3 / 5
Creator:	Francisco	Project:		Customer:															
Checked:		Installation:		Diagram No.:															
Date:	7/11/17 12:43 PM/8/7/17 2:26 PM	File:	Logo8_1 diagrama.lsc	Page:	3 / 5														

Fig. 4.13 Programación control horario HMI
Fuente: (Elaborador por el autor)



Fig. 4.14 Programación de comandos de control horario en HMI
Fuente: (Elaborador por el autor)

Programación de la interfaz WEB

La programación del mando remoto realizó con el software LOGO! WEB EDITOR V1.0 de Siemens.



Fig. 4.15 Software LOGO! Web Editor V1.0
Fuente: (LWE V1.0)

Primero se declaró las variables de acuerdo al programa cargado en el LOGO! tomando en cuenta principalmente los comandos de control remoto de días de la semana y tiempos de funcionamiento para dos horarios. Para esto se crea cada una con su nombre, el tipo de bloque de función asignado en el programa, el número de tag correspondiente y el modo de acceso por Bit o Word dependiendo de cada variable, de esta manera se tiene creada una tabla de direcciones que servirá para el direccionamiento de los botones de la interfaz.

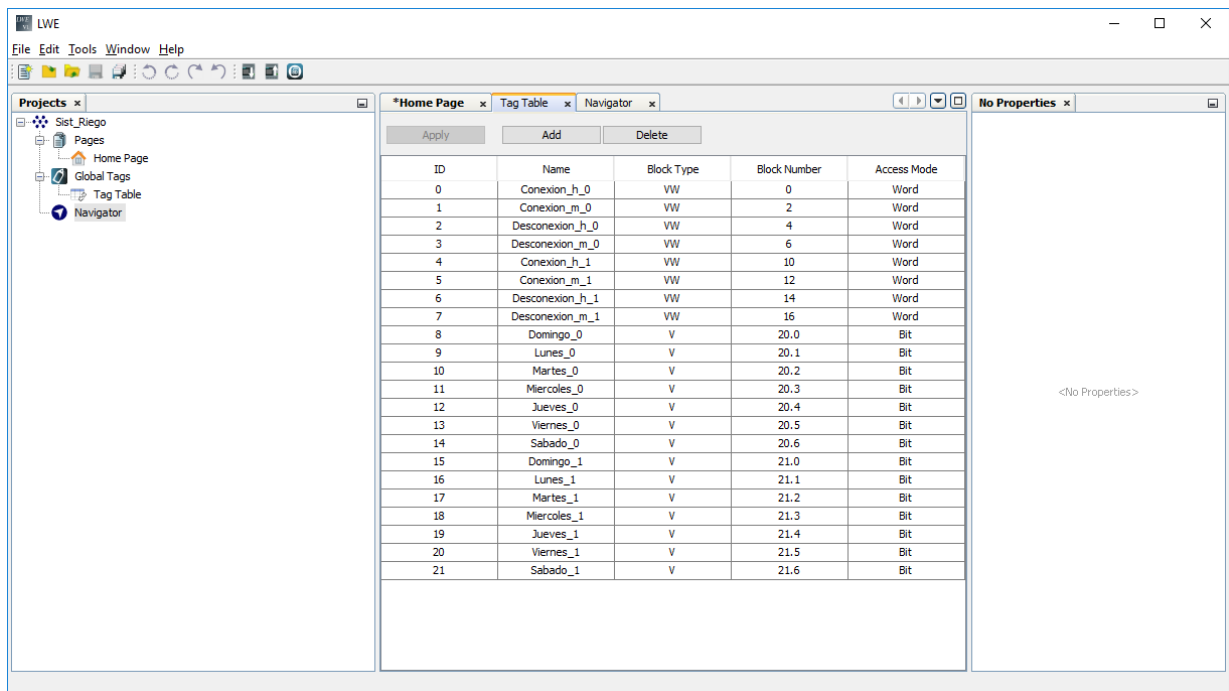


Fig. 4.16 Declaración de Tags LOGO! Web Editor V1.0
Fuente: (Elaborador por el autor)

Como siguiente paso se crearon los botones de la interfaz, teniendo en cuenta su direccionamiento con la tabla de tags creada en el paso anterior, de esta manera cada botón está ligado a un punto específico del programa que al presionarlo enviará un comando de ejecución para que el proceso cumpla su objetivo.

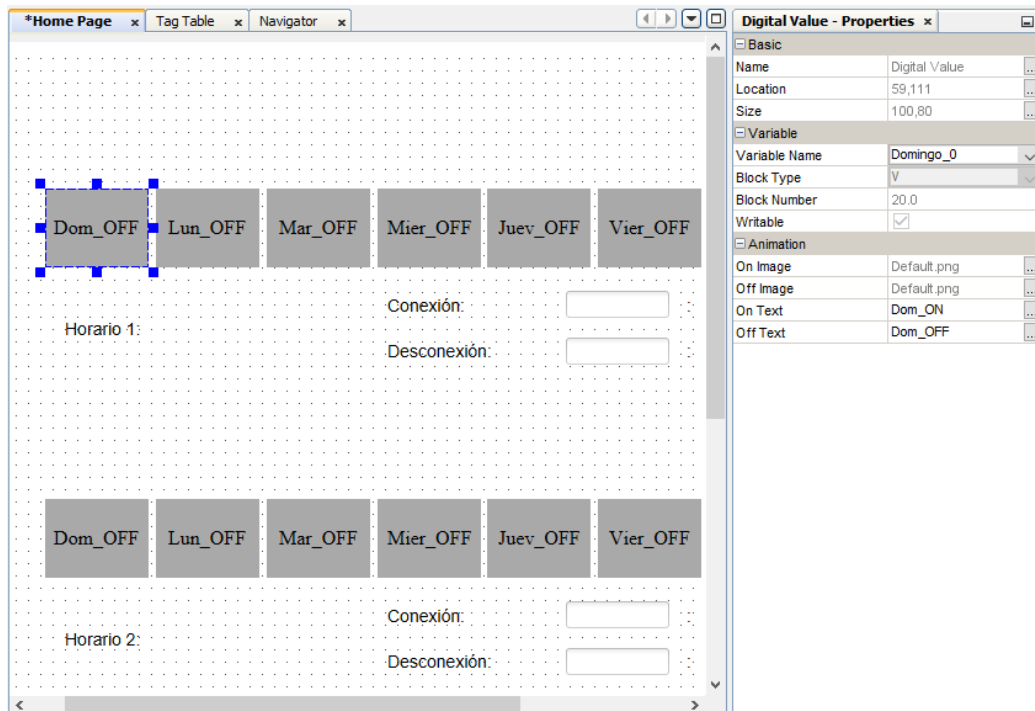


Fig. 4.17 Programación de botones para mando remoto LOGO! Web Editor V1.0
Fuente: (Elaborador por el autor)

4.2.4 Diseño y ensamblaje de tablero de control principal

Para el desarrollo del tablero eléctrico de control con Logo 8 se contempló una serie de actividades encaminadas a diseñar un sistema que cumpla con los requerimientos de la comunidad beneficiaria del proyecto, para lo cual como primer paso se realizó el esquema global del sistema de control.

Este sistema se divide en tres etapas principales que son: la primera que consta de una interfaz HMI con un panel Logo TDE donde el usuario podrá ingresar los parámetros correspondientes al día y tiempo de operación del sistema de riego, la segunda etapa es el sistema de control constituido por un Logo versión 8 de marca Siemens, para el suministro de energía de ambos equipos se dispone de una fuente de alimentación de 24VDC. Finalmente se tiene la etapa del circuito de fuerza donde se colocó un guarda-motor para protección del motor en caso de sobrecargas y un contactor que comandará el encendido y apagado de la bomba. Se tiene

también conectadas a otras salidas del controlador tres relés para el cambio de voltaje ya que las electroválvulas trabajan a 24VAC mediante un transformador reductor de voltaje de 220VAC a 24VAC.

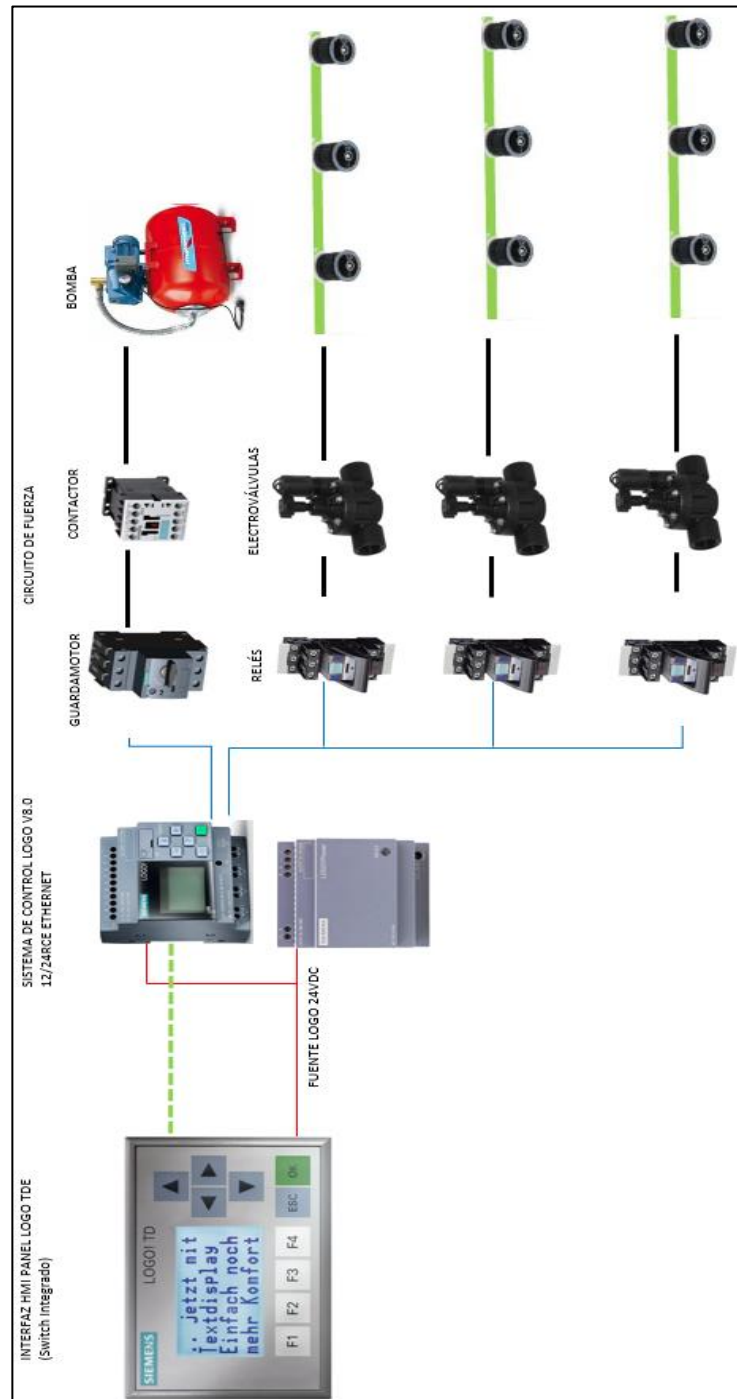


Fig. 4.18 Esquema del sistema de control
Fuente: (Elaborador por el autor)

Para el diseño y distribución de los equipos en el tablero se utilizó el software e-plan en el cual se realizó un bosquejo los planos a escala tanto de la parte de montaje como del sistema de control.

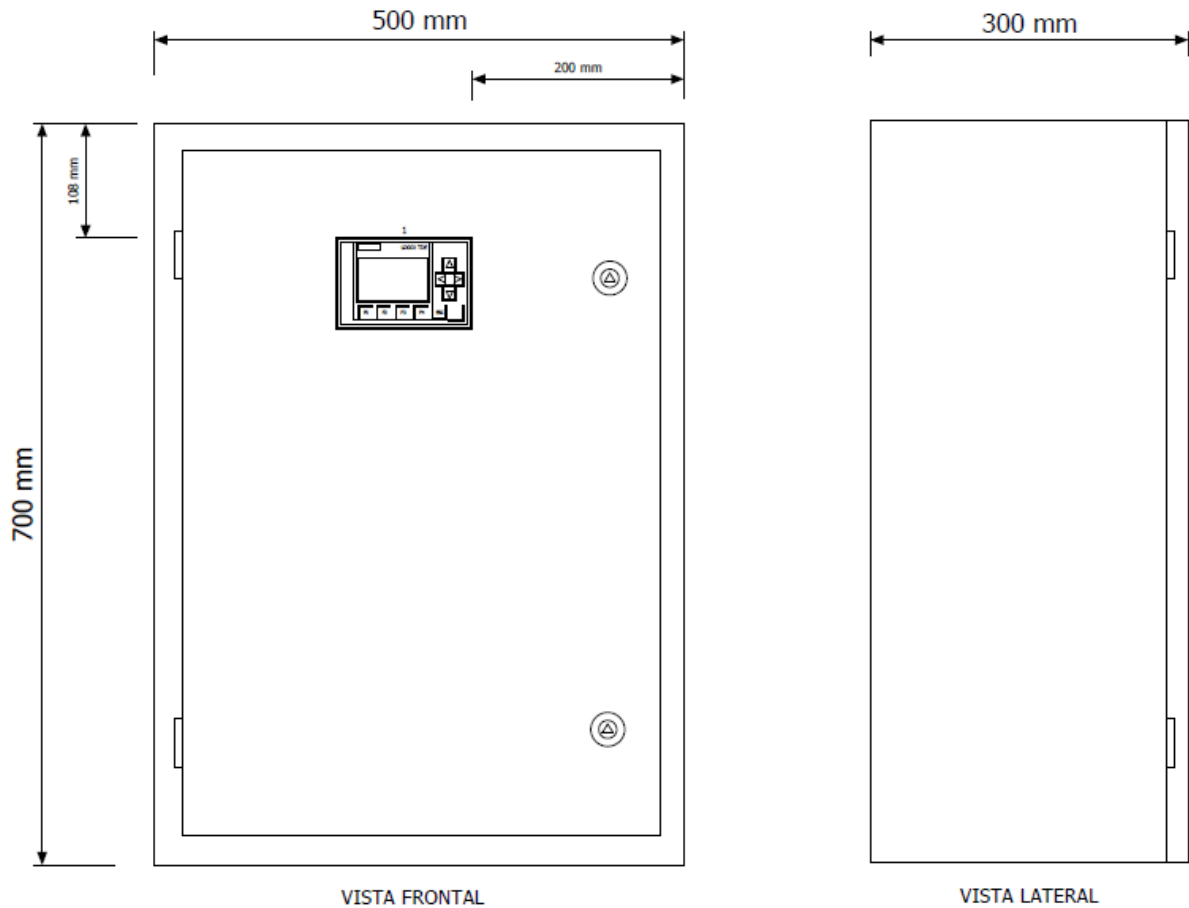


Fig. 4.19 Diseño del tablero principal

Fuente: (Elaborador por el autor)

En la siguiente imagen se puede observar el diseño de la distribución interna de los equipos en el tablero, en la primera fila se colocó el controlador principal con los componentes de protección, en la segunda fila los juegos de borneras para las conexiones de fuerza y control y finalmente en la tercera fila los equipos de maniobra del motor y el transformador de cambio de nivel de voltaje para el control de las electroválvulas.

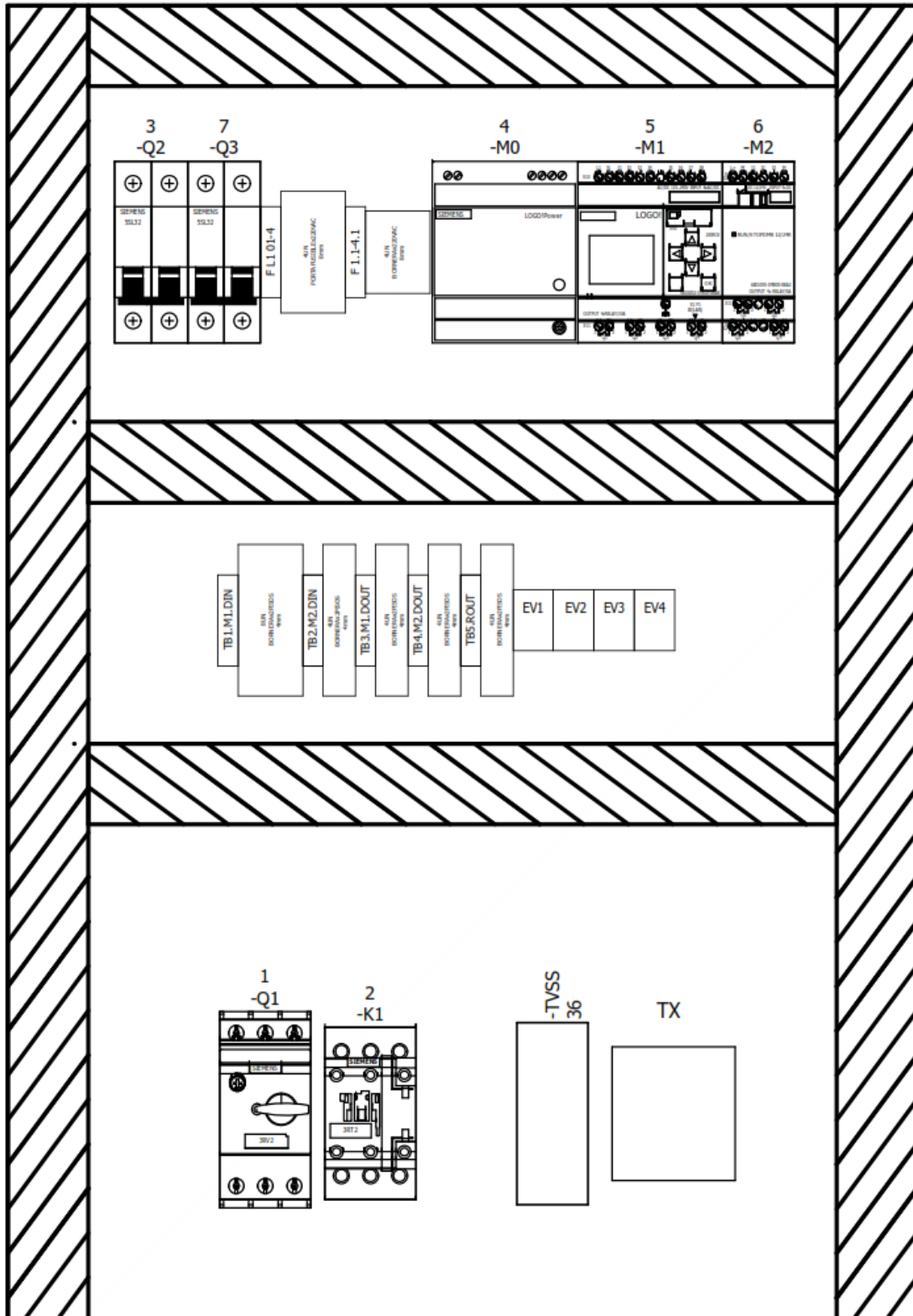


Fig. 4.20 Diseño distribución interna del tablero principal
Fuente: (Elaborador por el autor)

Una vez determinado el diseño del sistema de control pasa a la etapa de montaje del tablero y de sus componentes principales. Los cuales son:

Se utilizó un gabinete metálico de medidas 70x50x30cm, estructura de acero galvanizado en frío de 8mm de espesor completamente soldados, la puerta dispone de empaques de poliuretano expandido que aseguran un perfecto cierre y evita el ingreso de agua y polvo, se dispone también de los soportes para facilitar el anclaje a la pared.

Como controlador principal se eligió un Logo Siemens modelo 12/24RCE con 8 entradas digitales y 4 salidas tipo relé, este equipo dispone de un puerto de comunicación Ethernet que permite ponerlo en red hasta con 8 equipos.

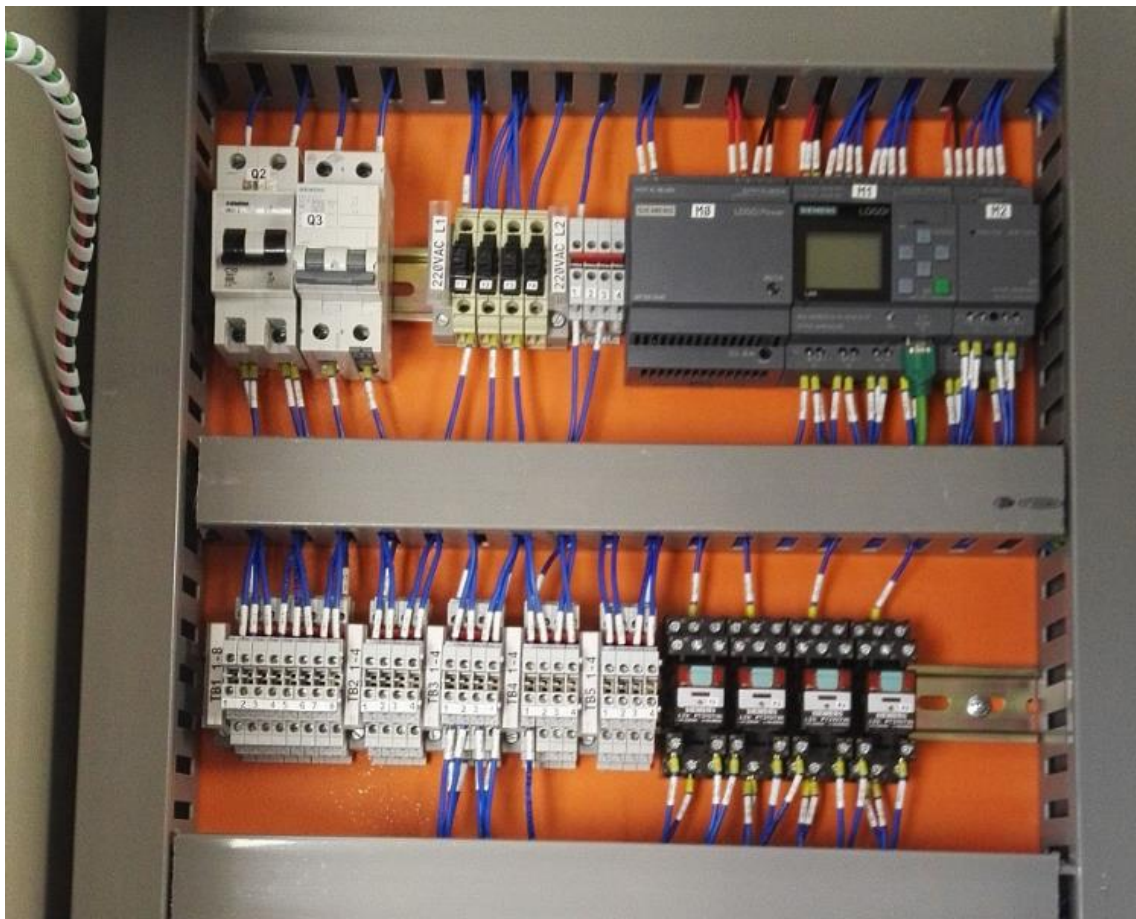


Fig. 4.21 Montaje de la etapa de control
Fuente: (Elaborador por el autor)

Posee además servidor web integrado el cual permite ingresar al mando remoto del sistema, tiene una pantalla incorporada con retroiluminación en 3 colores para resalte de alarmas, registro de datos en memoria interna o en tarjeta Micro SD estándar y permite programas de hasta 400 bloques de función. Para la programación de los horarios el usuario dispone de un Display Logo TDE, el cual tiene dos interfaces Ethernet con switch integrado, pantalla con 6 líneas y 20 caracteres por línea para avisos en texto plano, al igual que en la pantalla de Logo también en el TDE pueden seleccionarse colores blanco, naranja y rojo para resalte visual, etc. Y finalmente para la alimentación de los equipos se colocó una fuente LOGO con capacidad de 2.5Amp con sus respectivas protecciones.

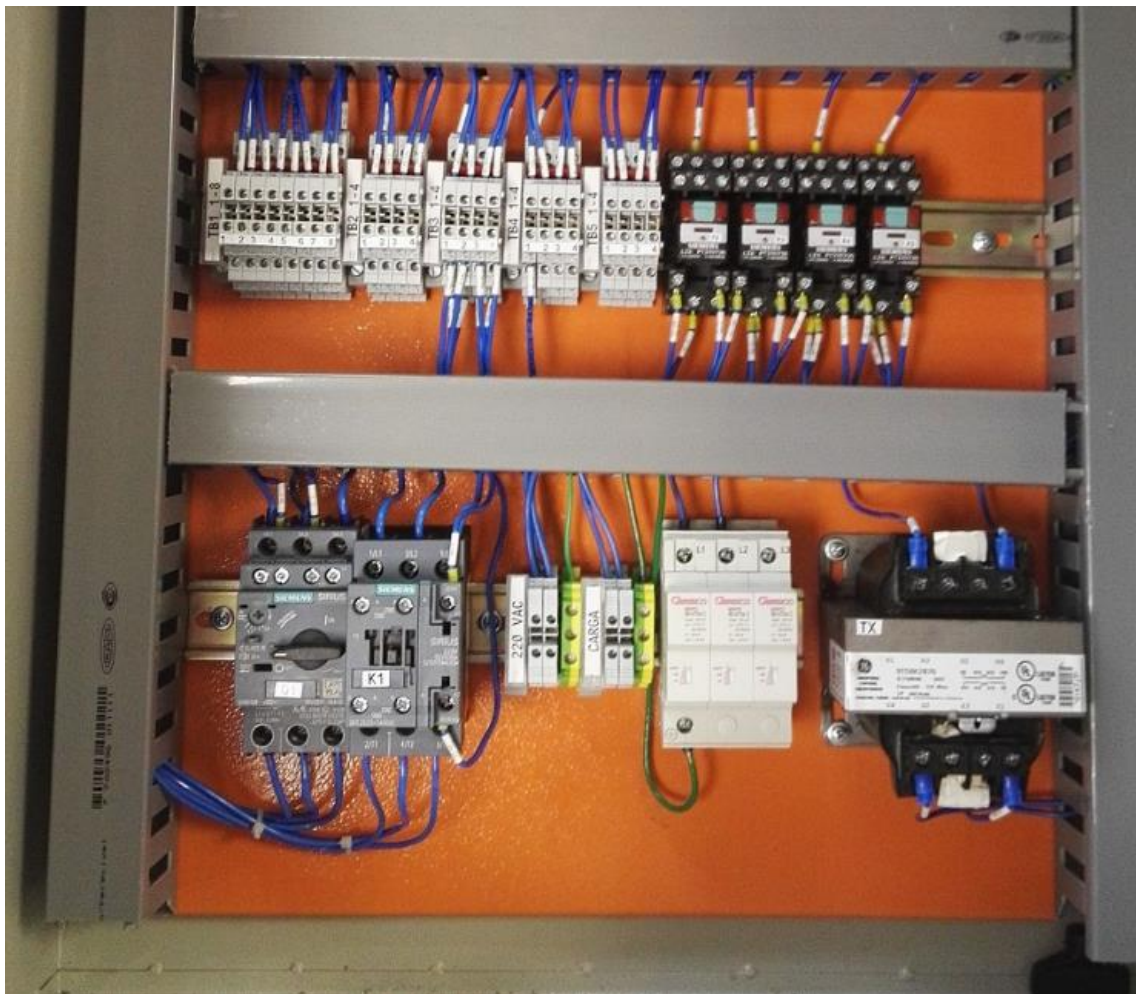


Fig. 4.22 Montaje de la etapa de fuerza
Fuente: (Elaborador por el autor)

Para el control de la bomba se colocaron un guarda-motor que brinda una protección térmica y magnética al motor, este está debidamente seleccionado para soportar una corriente pico en configuración de arranque directo de acuerdo a la corriente nominal del motor con escala regulable de 4.5 a 6.3Amp, consta también de un contactor con capacidad de 9Amp de corriente categoría AC3 bobina 220VAC que comandará el encendido y apagado de la bomba.

Se colocó en display en la puerta de gabinete conservando las medidas diseñadas en planos.



Fig. 4.23 Montaje de display en puerta de tablero principal
Fuente: (Elaborador por el autor)

Finalmente se etiquetaron todos los terminales de conexión, borneras y equipos de acuerdo a la numeración asignada en cada caso.



Fig. 4.24 Etiquetado del tablero de acuerdo al plano de control
Fuente: (Elaborador por el autor)

Se proyecta que a futuro el sistema pueda ser ampliado según se implemente tecnología adicional para ser aplicada en el proceso tal como módulos de expansión para señales digitales, módulos de expansión de señales analógicas tanto de voltaje (0-10V) como de corriente (4-20mA) o también de temperatura (PT-100/pt-1000), además el equipo admite la conexión de un módulo GSM GPRS que permite la comunicación remota vía red de telefonía móvil, así como el puerto Ethernet integrado en el equipo facilitaría la implementación de una red local con todos los sistemas disponibles.

4.3 Pruebas de funcionamiento

Una vez implementadas todas las etapas del sistema de riego, corresponde como fase final los ajustes y pruebas de funcionamiento del proyecto que permitan validar la funcionalidad y el desempeño del trabajo realizado.

Como primera parte se realizó las pruebas de encendido y apagado manual de la bomba para lo cual se comandó la misma desde las teclas del función del HMI colocado en el tablero principal de control dando como resultado la correcta operación de la misma



Fig. 4.25 Pruebas de funcionamiento manual de la bomba
Fuente: (Elaborador por el autor)

A través de las teclas de función F2, F3 y F4 se probó el funcionamiento manual por grupo de aspersores y su selección de operación fue satisfactoria, este modo se programó para ser operado únicamente desde el tablero de control principal ya que al ser un modo manual necesariamente el operador tiene que estar presente en el cultivo al momento que ejecute estas pruebas y observar el correcto funcionamiento de todas las etapas del sistema, es decir este punto se desarrolló para realizar una evaluación del sistema y poder realizar el mantenimiento preventivo o correctivo de ser el caso.



Fig. 4.26 Pruebas de funcionamiento manual del sistema de control temporizado
Fuente: (Elaborador por el autor)

Además se realizó la prueba de funcionamiento en modo automático del equipo con la configuración de los horarios en el panel HMI del tablero de control principal, luego de realizar varias pruebas con rangos de tiempo diferentes se estableció que ambos horarios de encendido y apagado tiene el funcionamiento esperado para la aplicación.



Fig. 4.27 Pruebas de funcionamiento automático del sistema de control temporizado
Fuente: (Elaborador por el autor)



Fig. 4.28 Sistema de riego en funcionamiento
Fuente: (Elaborador por el autor)

Finalmente se realizó la prueba de operación del mando remoto del sistema a través del servidor WEB del logo para lo cual se ingresa a la dirección IP del equipo el cual despliega la siguiente ventana.

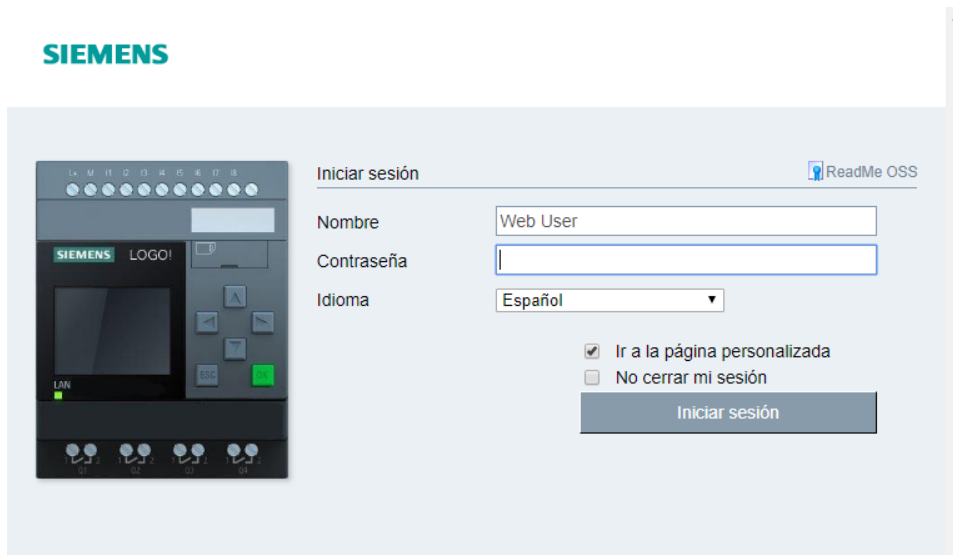


Fig. 4.29 Ventana de ingreso a la Interfaz de mando remoto de servidor Web LOGO!
Fuente: (Elaborador por el autor)

Una vez dentro del servidor se pudo observar el estado del equipo.



Fig. 4.30 Ventana de estado del equipo LOGO!
Fuente: (Elaborador por el autor)

Finalmente se ingresó a la ventana que se había programado para la configuración de los horarios y se realizó las respectivas pruebas comprobando el cambio de estado de las salidas del equipo controlador y el funcionamiento adecuado del encendido de la bomba y de la activación de las electroválvulas.

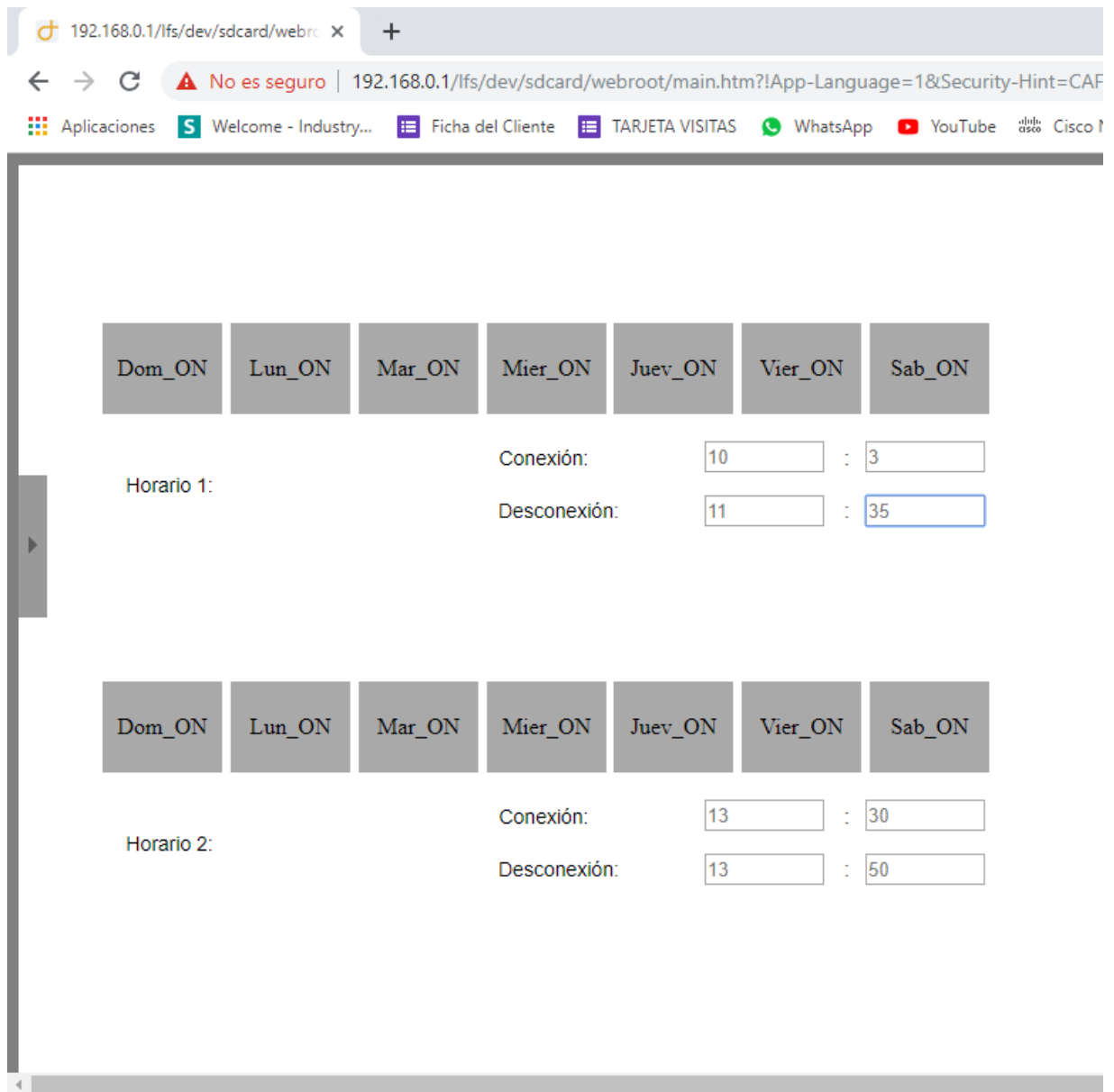


Fig. 4.31 Ventana de control remoto web Server LOGO!
Fuente: (Elaborador por el autor)

Tabla 4.2. Pruebas de funcionamiento por etapas del sistema

SISTEMA	PROBLEMAS ENCONTRADOS	SOLUCION
Tubería de agua de alimentación a manifold de electroválvulas.	Fuga de líquido	Retiro e inclusión de teflón y pasta sellante en rosca de accesorios y reajuste.
Líneas de aspersores	Boquillas de aspersión tapadas.	Regulación de boquillas y limpieza de las mismas.
Sistema hidroneumático, tubería de agua a la succión de la bomba de agua.	Baja presión a la descarga de la bomba.	Se mejora la instalación agregando la entrada para cebado de bomba y se incluye válvula de pie en el interior del tanque reservorio.
Control automático.	No arranca ya que el switch de nivel en el interior del tanque reservorio esta con señal de alarma.	Se realiza la calibración del switch de nivel en el interior del tanque para los niveles requeridos que garanticen el cuidado de la bomba de agua.
Tablero de control principal	Activación de térmico de arrancador de motor	Se redimensiona térmico para motor de 1 HP (se partió con un térmico de ½ HP).

Fuente: (Elaborador por el autor)

4.4 Análisis de resultados

Implementado el sistema de control de riego en todas sus etapas; corresponde la ejecución de pruebas que validen la funcionalidad del proyecto y permitan establecer resultados que valoren el desempeño del trabajo realizado.

En la tabla 4.2 se presentan los resultados de cada etapa del sistema, sus objetivos estratégicos, las acciones realizadas y los principales logros conseguidos.

Tabla 4.3. Resultados por etapas del sistema

Objetivo estratégico	Principales acciones realizadas	Principales logros
Implementar un sistema automático de riego para el área de cultivo de la institución educativa "Fraternidad y servicio"	CONEXIÓN DE TUBERIAS	Montaje del sistema hidroneumático y líneas de distribución de agua hacia las parcelas del invernadero
	CONEXIÓN ELECTRICA	Cableado eléctrico de fuerza para motor de bomba de agua y control para tablero y electroválvulas.
	INSTALACION DE TABLERO	Se realizó el montaje del tablero en sitio en el interior de la edificación para evitar la exposición del mismo a la intemperie y la manipulación por personas no autorizadas.
	PROGRAMACION SISTEMA DE CONEXIÓN	Programación del controlador lógico (PLC) de acuerdo a las necesidades del área usuaria protegiendo la integridad de la instalación.
	AJUSTES Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA	Pruebas de funcionamiento del sistema completo en modo manual, remoto y automático.

Fuente: (Elaborador por el autor)

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en las pruebas de este sistema de riego se puede comprobar que con el uso del software LOGO! Soft Comfort que se utilizó para la programación del controlador principal es factible optimizar el programa a través de bloques de función optimizados que se emplean en el control de los tiempos de riego, además con el software LOGO! Web Editor se tiene una puerta abierta para elaborar un sin número de aplicaciones para control remoto vía Web, con una interfaz amigable con el programador y de fácil implementación.

La implementación de los comandos de control remoto del sistema están en función del Web Server del equipo y no dependen de operadores móviles como en el caso de la tecnología GSM, esto brinda gran flexibilidad ya que se puede ingresar a monitorear o administrar el sistema desde cualquier terminal con acceso a internet.

Se creó una interfaz HMI Web capaz de ser usada en cualquier dispositivo con acceso a internet, la cual permite controlar a distancia el sistema de riego, ya sea por medio de un Smartphone, computador o Tablet, permitiendo observar a través de su pantalla los valores configurados de tiempo de riego para así hacer un uso correcto de los recursos hídricos, contribuyendo al ahorro de agua y preservación del medio ambiente, teniendo como finalidad un sistema que brinda una solución satisfactoria a la comunidad.

Los planos de conexionado eléctrico para determinar la distribución de cada componente y cableado del sistema pudieron ser desarrollados utilizando el software Eplan Electric P8 V2.6 y así el diseño realizado logró un alto nivel de desempeño y confiabilidad durante el proceso de ensamblaje del tablero de control principal, de la misma manera se confirmaron los resultados con los datos de la programación obtenida a las salidas del controlador, con lo cual se pudo validar que se cumplió con el objetivo propuesto.

Con los resultados obtenidos en las pruebas de funcionamiento de este sistema de riego se comprobó la transferencia de datos en tiempo real del servidor Web, además el presostato y arrancador del motor operaron conjuntamente de manera correcta, también se encontró que es importante establecer dos rangos de tiempo de trabajo ya que se necesita del proceso de riego en dos horarios al día, en la mañana y en la tarde, siendo de gran beneficio tanto para la unidad educativa como para la comunidad, promoviendo y ayudando a preservar los recursos naturales del lugar.

RECOMENDACIONES

Una vez realizado el programa de control y visualización se debe ejecutar la simulación del funcionamiento con todas las posibles variantes que puedan darse en el proceso, como bajo nivel de presión, sobrecarga de la bomba, rangos de tiempo cortos o ampliados, etc., esto con la finalidad de comprobar su respectivo funcionamiento en estas condiciones y así evitar posibles errores de operación.

Conseguir la estabilidad del sistema de riego durante el tiempo que dure el proceso, monitoreando constantemente los parámetros de estado, falla de operación de la bomba, encendido y apagado, así como la regulación del tiempo de operación del proceso de riego en función del Web Server del equipo.

Brindar una inducción sobre el uso y funcionamiento de la interfaz HMI con las personas encargadas de supervisar el sistema de riego con el propósito de que puedan solventar cualquier imprevisto, de aquí lo importante de que la aplicación sea amigable con los usuarios.

Conseguir las herramientas informáticas adecuadas para el desarrollo de los planos de conexión eléctrico y datos de programación, ya que estas servirán de base para el desarrollo completo del sistema de riego, desde la etapa de ensamblaje del tablero hasta la implementación y pruebas en sitio del funcionamiento del sistema.

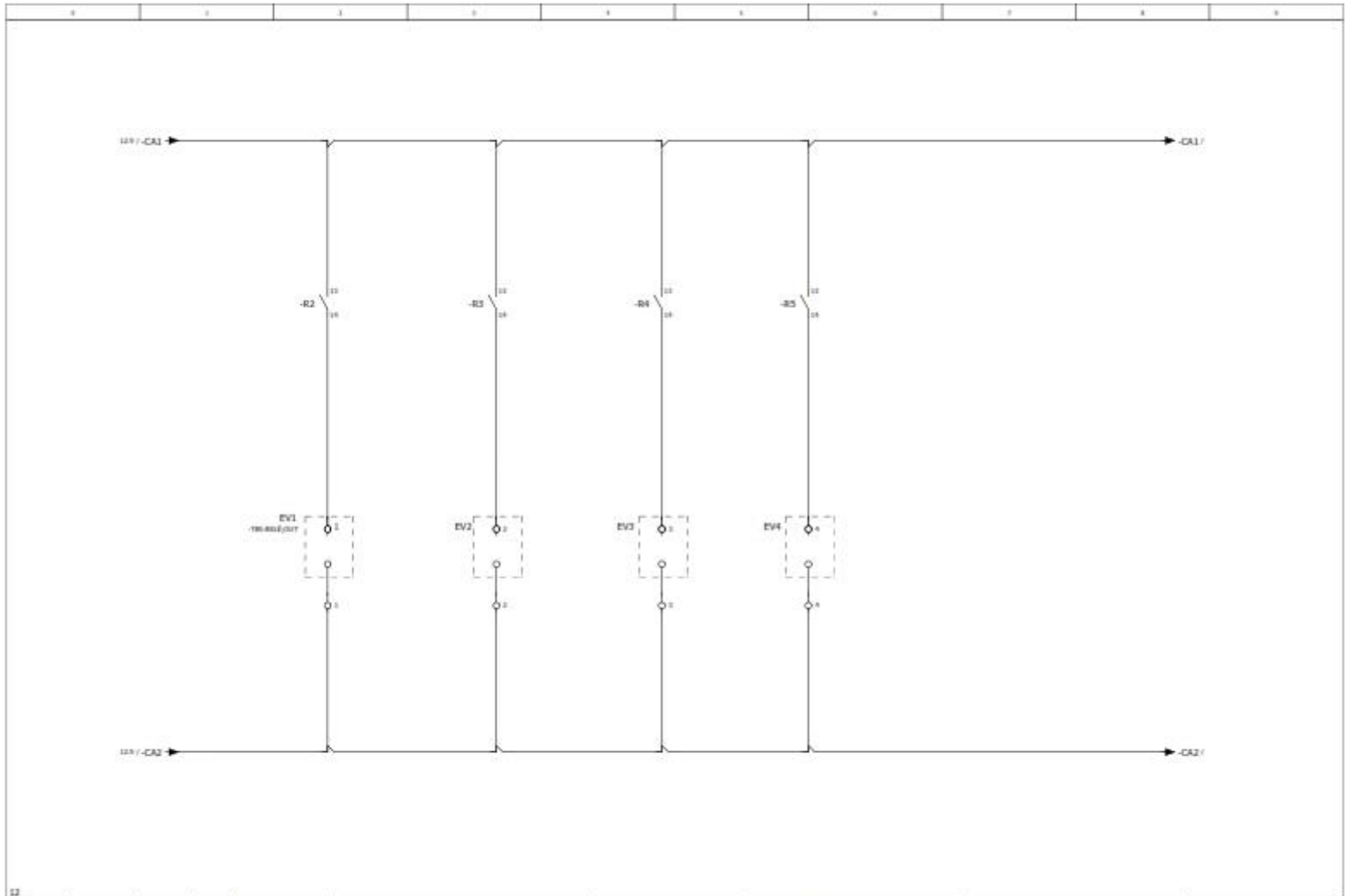
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Informativa. (2017). *Destaca AM el Talento de la Juventud Mexicana en Competencias Internacionales*. Obtenido de Panorama Tecnología: <https://panoramadetecnologia.wordpress.com/author/agencialatinformativa/page/3/>
- Auto numeración de bloques en TIA Portal. (2017). Obtenido de InfoPCL: <http://www.infoplcn.net/descargas/106-siemens/software-step7-tiaportal/2578-autonumeracion-bloques-tia-portal>
- Bustos, D. (2017). *Propuesta de un Sistema de Control y Automatización con Administración Remota a través de un Smartphone Android para el Riego del Cultivo de Lechuga en la Finca los Almendros del Departamento de Jinotega en el 2017*. Obtenido de UNAM Nicaragua: repositorio.unan.edu.ni/8246/1/97476.pdf
- Guerrero, V., Martínez, L., & Yuste, R. (2010). *Comunicaciones Industriales Siemens*. Marcombo. Recuperado el 2019, de <https://www.marcombo.com/comunicaciones-industriales-siemens-9788426715746/>
- Gurovich, L. (1985). *Fundamentos y diseño de sistemas de riego*. Obtenido de FAO: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XL2012001323>
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Herrera Cairol, V., & Valverde, J. (septiembre-octubre de 2012). *Evaluación y Transferencia de Tecnología de Riego por Goteo para Cultivo de Tomate*. Obtenido de SENARA. Servicio Nacional de Riego: [http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/BoletinAP6\(36\).pdf](http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/BoletinAP6(36).pdf)
- Leitón Soubannier, J. (1985). *Riego y Drenaje*. Costa Rica: EUNED.
- Mandado, E., Marcos, J., Fernández, C., & Armesto, C. (2009). *Autómatas Programables y Sistemas de Automatización* (2a.ed. ed.). Marcombo. Recuperado el 2019, de <https://www.marcombo.com/automatas-programables-y-sistemas-de-automatizacion-2-ed-9788426715753/>

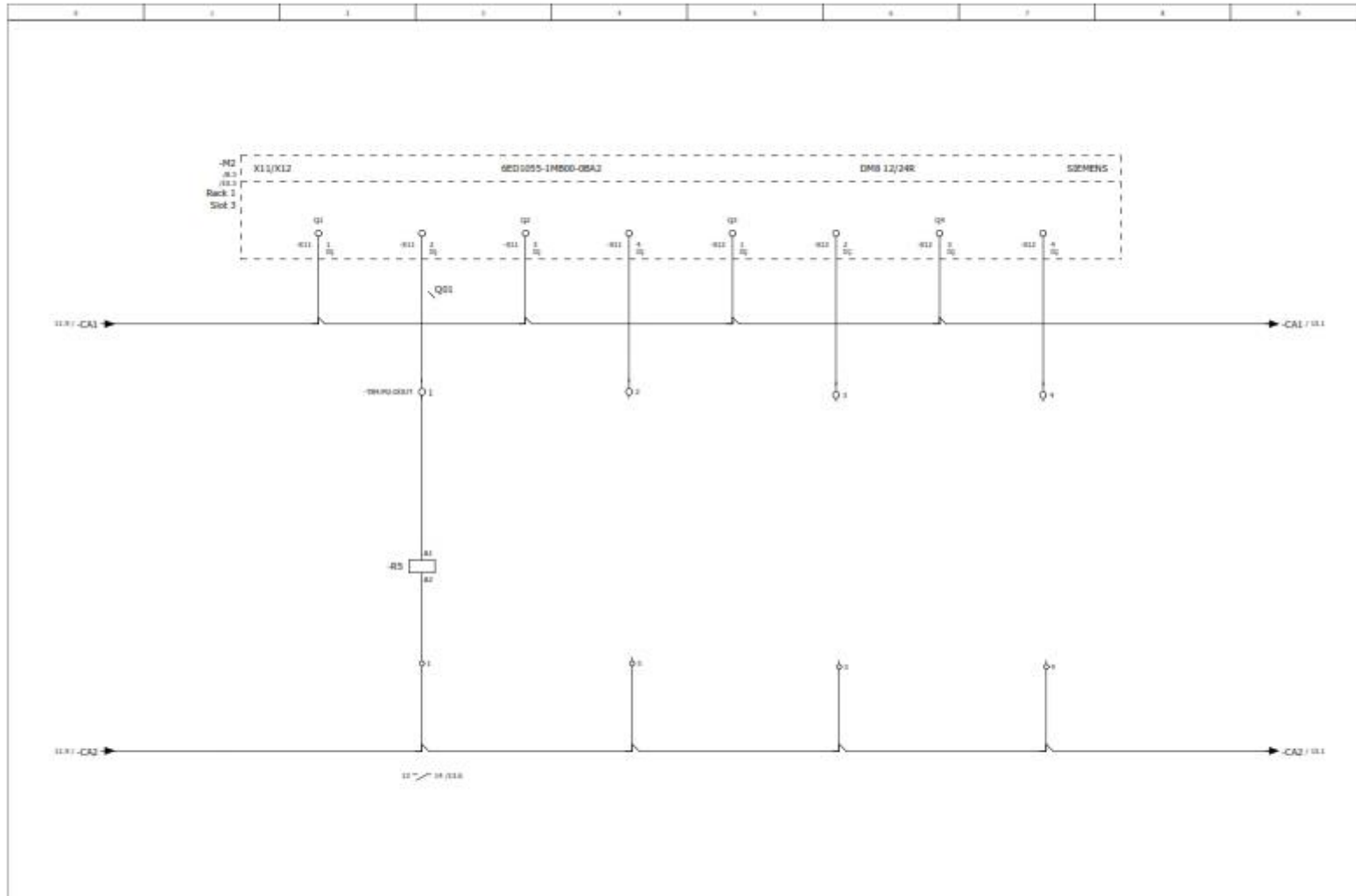
- Mengual, P. (2009). *STEP 7: Una Manera Fácil de Programar PLC de Siemens*. Marcombo. Recuperado el 2019, de <https://www.marcombo.com/step-7-una-manera-facil-de-programar-plc-de-siemens-9788426715005/>
- Molina, J. (2009). *Simulador de Riego por Goteo SIRIGO v.1.0*. Obtenido de DOCPLAYER: <https://docplayer.es/5824816-Simulador-de-riego-por-goteo-sirigo-v1-0.html>
- Pedraza, M. (2014). *LOGO! 8-INS-ES.PDF: Este manual es válido únicamente para la serie de dispositivos LOGO! 0BA8*. Obtenido de EDOC: <https://edoc.site/logo8-ins-espdf-pdf-free.html>
- Pérez, B., Koo, J., García, F., & Carmona, J. (2014). *Automatización, monitoreo y control remoto de un sistema de riego agrícola con código abierto*. Obtenido de LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology: www.laccei.org/LACCEI2014-Guayaquil/RefereedPapers/RP132.pdf
- Programación SIEMES: SEPT v.7.* (2019). Obtenido de PC: <https://programacionsiemens.com/1-introduccion-la-programacion-en-step-7/>
- Sarmiento, G. (2016). *plc programacion: aprende todo sobre plc y su programacion*. Madrid: Iberlibro.com.
- SIEMENS. (Junio de 2014). *LOGO! LOGO! Prólogo. Primeros pasos con LOGO! 1. Montar y cablear LOGO! Programar LOGO! 3. Funciones de LOGO! 4. Servidor web*. Obtenido de DOCPLAYER: <https://docplayer.es/84169699-Logo-logo-...-4-servidor-web.html>
- Vásconez, J., & Chamba, F. (Mayo de 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*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5304/1/UPS-GT000434.pdf>

ANEXOS

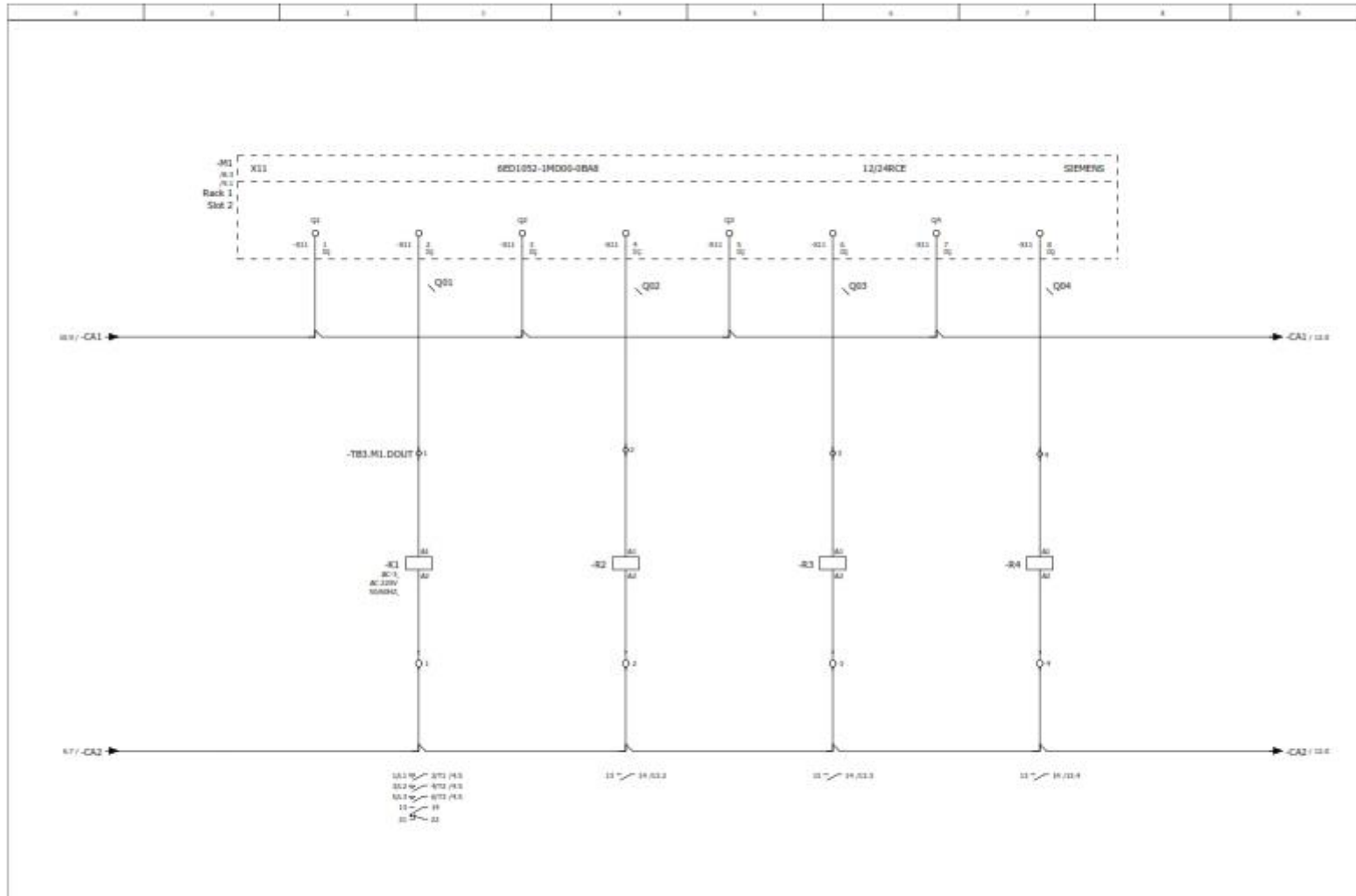
PLANOS ELÉCTRICOS Y DE MONTAJE

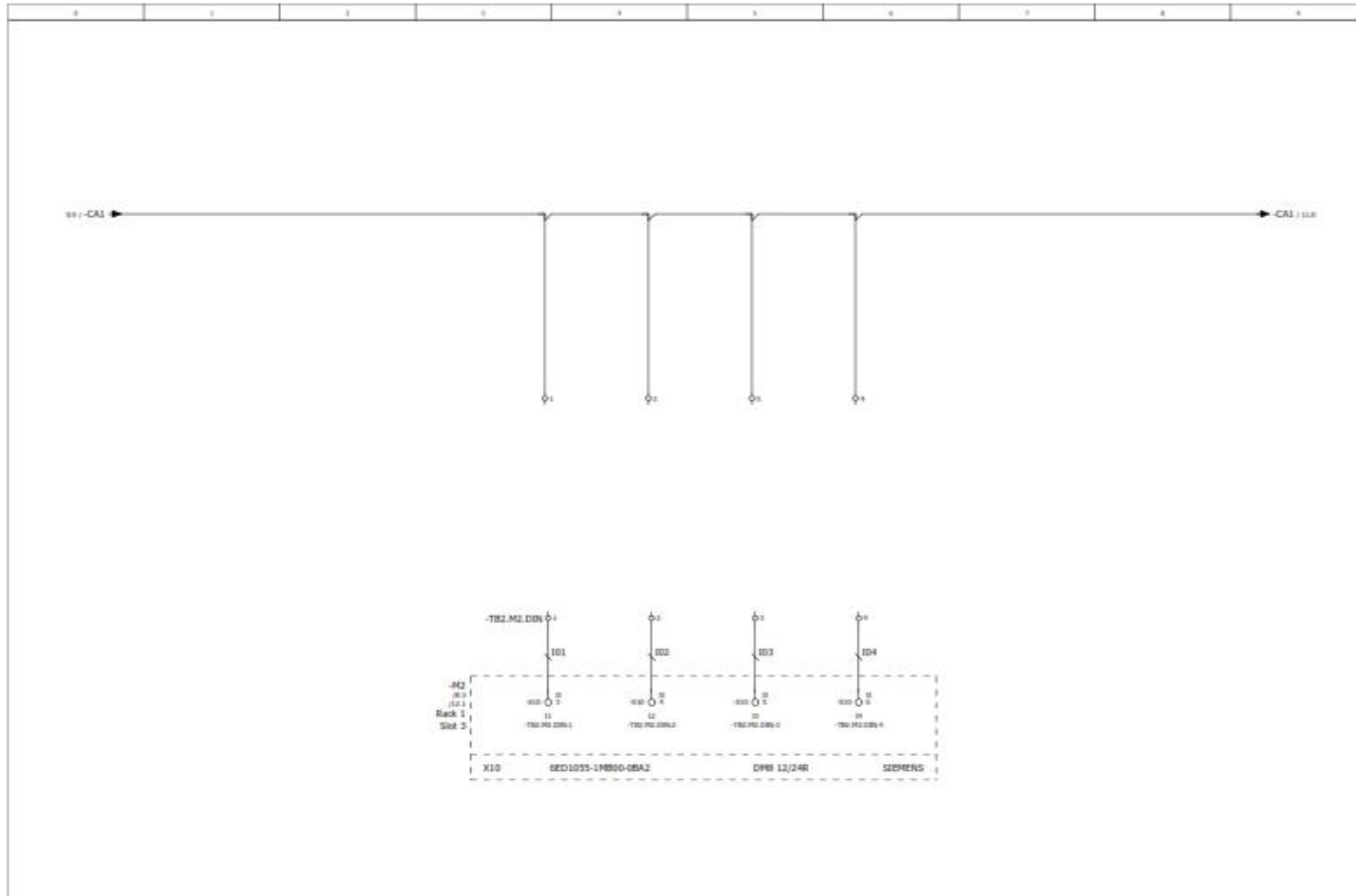


22															
				Fecha	22/12/2017	CONTROL & INSTRUMENTACIÓN									
				Proy.	GWAC	SISTEMA DE RIEGO-PINTAG									
				Diseño											
Condic.	Fecha	Revisión	Original			Elaborado por		Revisado por							
												PlantaControl_2AAC			
												Hoja 22 de 22			



33										32	
Fecha	12/12/2017	CONTROL & INSTRUMENTACIÓN		INASEL		MúltipleControl7_D0					
Proyecto	GRAC	SISTEMA DE RIESGO-PINTAG		Autómata de 4 y 8 bits							
Elaborado		Revisado por		Aprobado por						Hoja 32	
Revisado										Hoja 33	





				Nombre: 12/13/2017		CONTROL & INSTRUMENTACIÓN				11	
				Proyecto: GARC		SISTEMA DE RIEGO-PINTAG				12	
				Ejecutado:		Validado por:				13	
				Diseñado:		Revisado por:				14	
				Aprobado:		Aprobado por:				15	
				Revisado:		Revisado por:				16	
				Aprobado:		Aprobado por:				17	



MultiflexControl5_DE

100

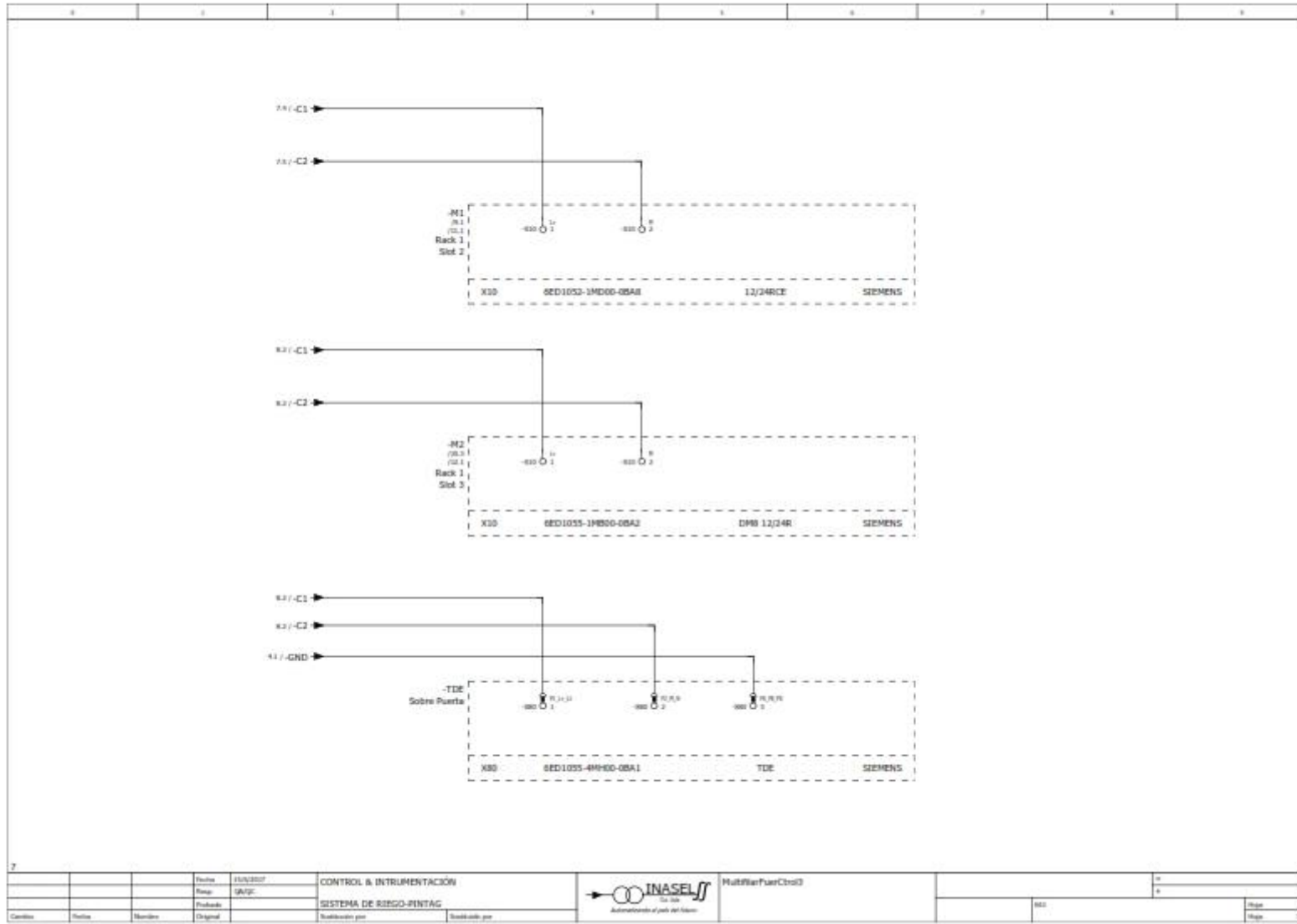
18
19
20
21

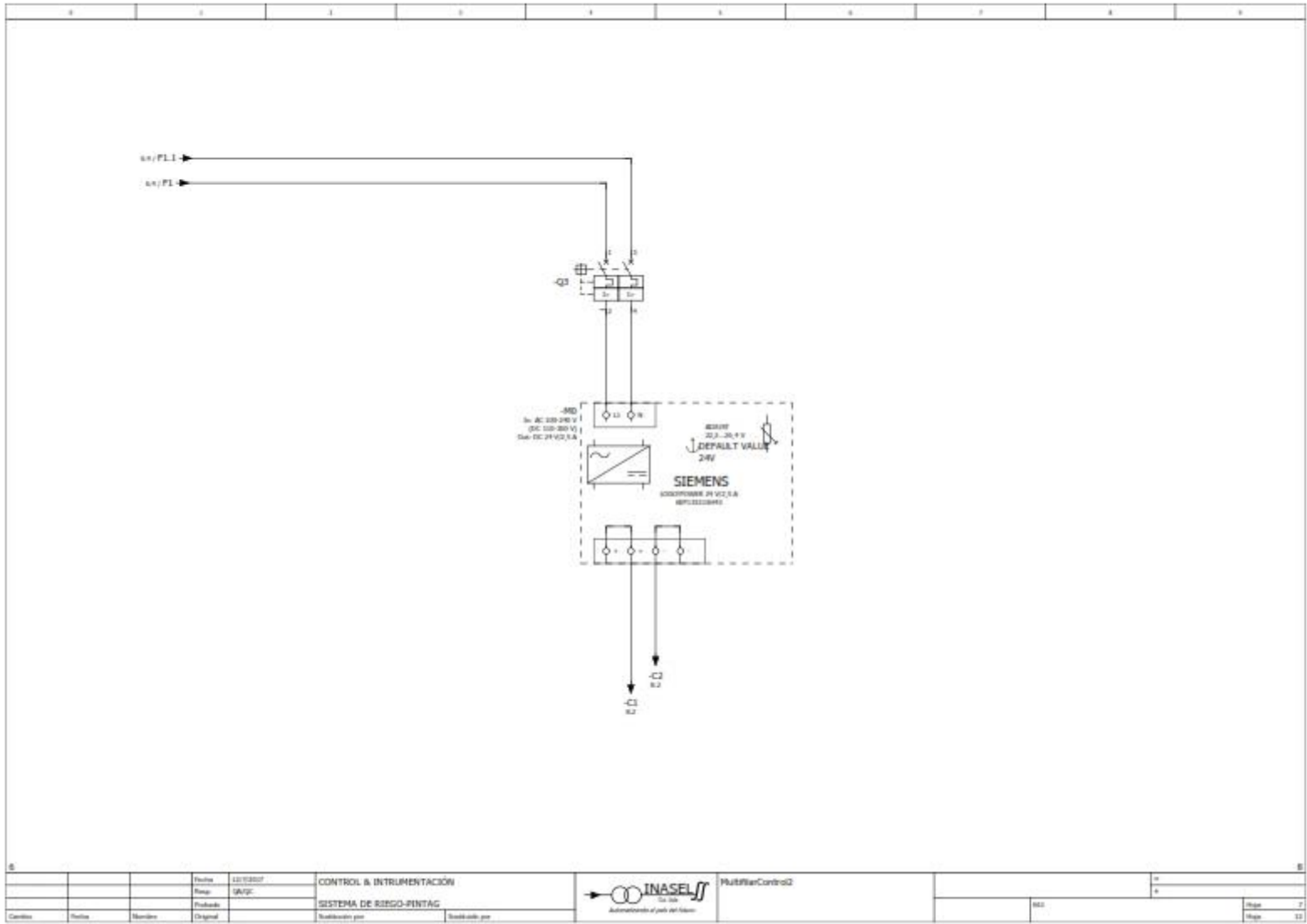


				Nombre: 12102017		CONTROL & INSTRUMENTACIÓN				10	
				Proyecto: SAGE		SISTEMA DE RIEGO-PINTAG					
				Escala:							
Condición:	Fecha:	Revisión:	Original:	Elaborado por:	Revisado por:					Hoja:	12
										Hoja:	12

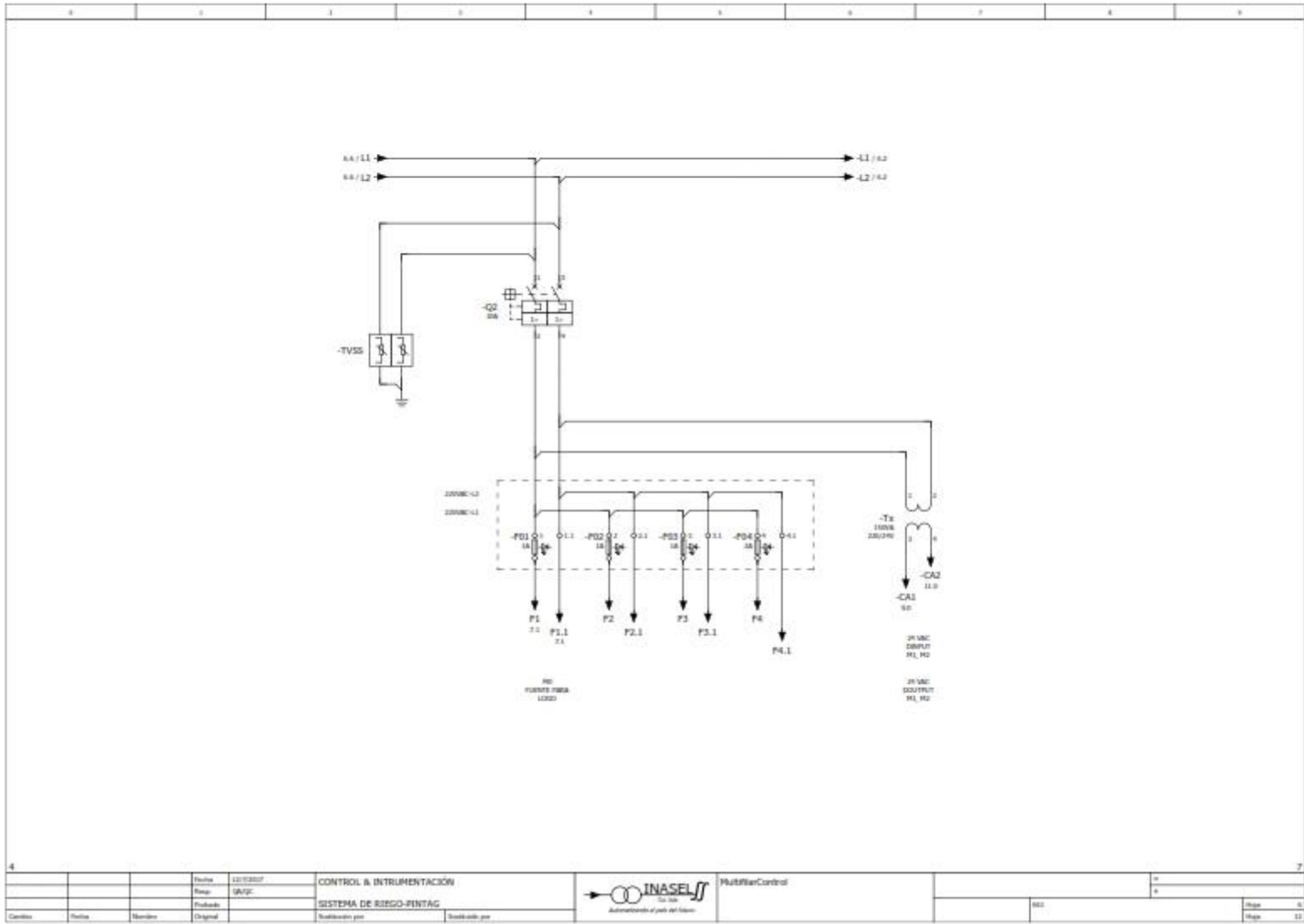


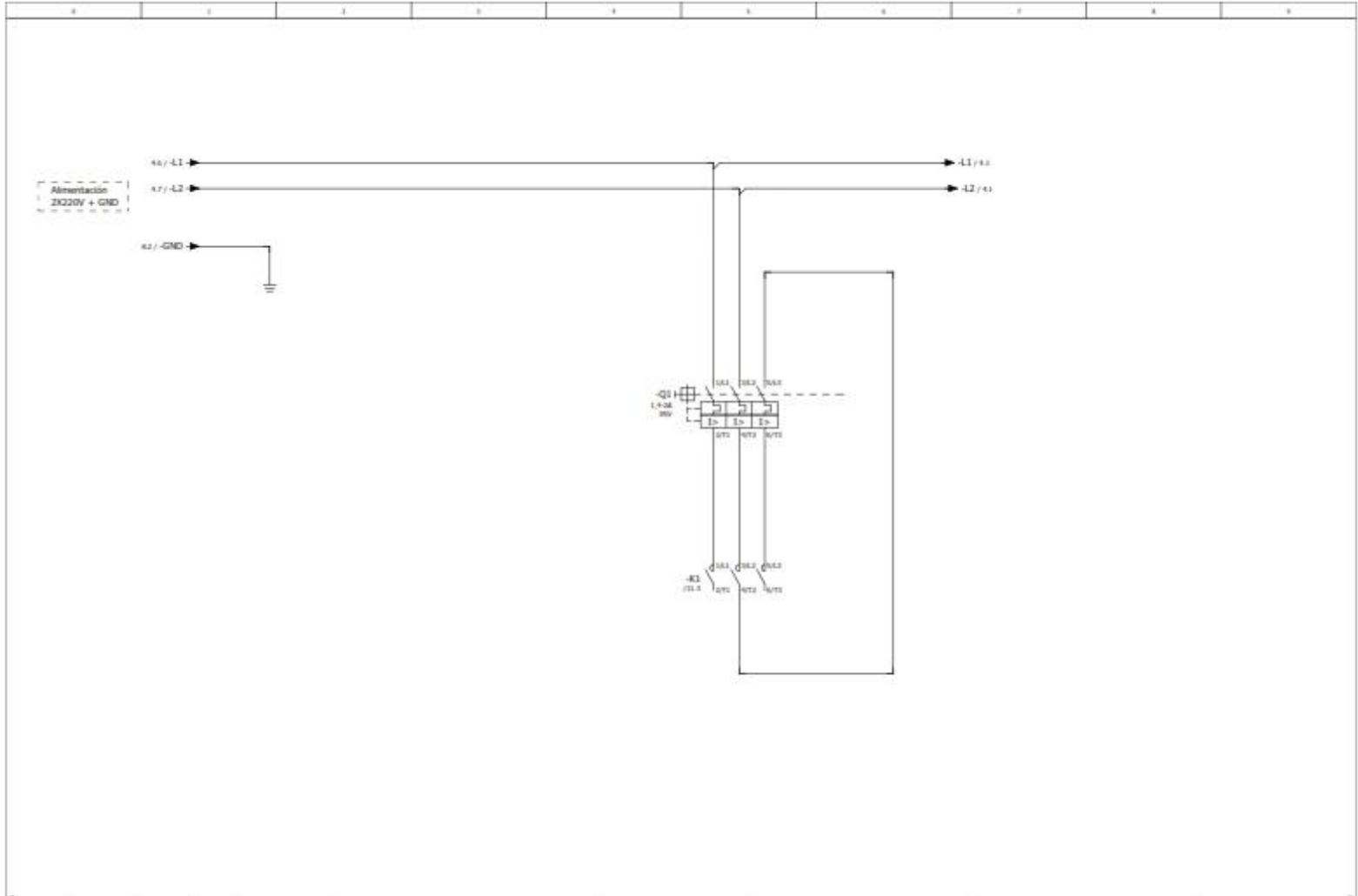
MultiflexControl_DE

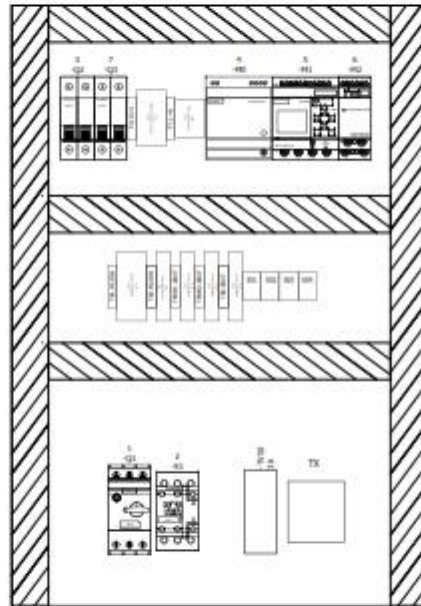




		Fecha: 22/12/2017	CONTROL & INSTRUMENTACIÓN				
		Dibujante: JAVIER	SISTEMA DE RIEGO-PINTAG				
Comprobado:	Revisado:	Revisado:	Original:	Validado por:	Validado por:		
						MultiflexControl2 100 11	
						Hoja: 2 Hoja: 12	

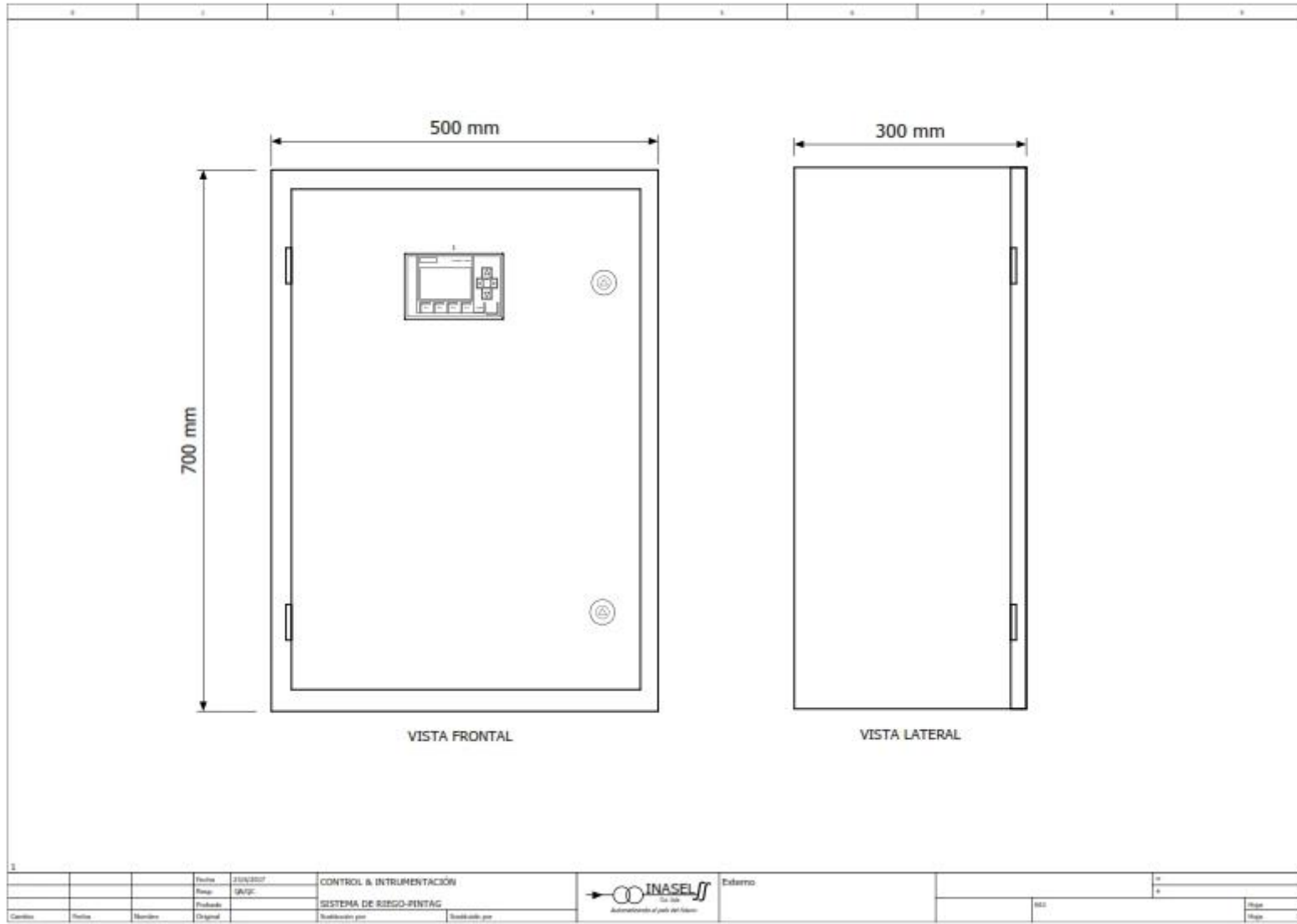






Lista de artículos

Designación	Número de artículo	Cantidad	Denominación (PNE)	Esquema/posición
CONTACT. AC-1, 400V/500V, 10A-100A, AC 200V 50/60Hz	1002001-10A00	2	101	10.2
LOADPOWER 2P 100,2,4	100-001001-00410	2	100	17.4
	100-001001-10001-0040	2	100	16.1
	100-001001-10000-0040	2	100	16.2
DISYUNTOR AUT. 400V 100A 1P+N	100-001001-00410	2	101	10.2
AUTOM. MAGNETOTERMICO 400V 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40A	100-2230-7	2	101	16.4
AUTOM. MAGNETOTERMICO 400V 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40A	100-2230-7	2	101	17.4
	100-000000	2	1000	16.3



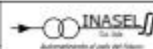


INASEL Cia. Ltda.
SOLUTION PARTNER SIEMENS

Jorge Juan
 N32-24 Av. Mariana de Jesús
 Tel. +593 2504 - 423

Empresa/cliente	Unidad Educativa "Fraternidad y Servicio"
Descripción de proyecto	SISTEMA DE RIEGO-PINTAG
Número de diseño	661
División	CONTROL & INSTRUMENTACIÓN
Fabricante (empresa)	INASEL Cia. Ltda. SOLUTION PARTNER SIEMENS
Circuito	2x220v + GND
Nombre de proyecto	661_TableroControlBomba
Producto	
Lugar de instalación	
Responsable del proyecto	Alejandro Ayala
Creado	14/6/2017
Número de páginas 12	

				CONTROL & INSTRUMENTACIÓN					
				SISTEMA DE RIEGO-PINTAG					
Fecha	14/6/2017	Proyecto	661						
Revisado		Diseno							
Revisado por		Revisado por							
Revisado por		Revisado por							



LISTA DE MATERIALES

LISTA DE MATERIALES

TABLERO PARA CONTROL DE BOMBAS				
ITEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	Nº PARTE	MARCA
1	1	MÓDULO LOGO DM7 1DI/4DO	6ED1055-1MB00-0BA2	SIEMENS
2	1	FUENTE PARA LOGO POWER 24VDC	6EP1332-1SH43	SIEMENS
3	1	BREAKER 2P 2A	5SL3202-7	SIEMENS
4	1	CONTACTOR 9A 1NO+1NC 220V	3RT2023-1AN20	SIEMENS
5	1	GUARDAMOTOR 1.4-2.0A	3RV2011-1BA10	SIEMENS
6	1	CONTACTO AUXILIAR TRANSVERSAL	3RV2901-1E	SIEMENS
7	4	RELÉ AUX. 10A 230V	LZX:PT370730	SIEMENS
8	1	BREAKER 2P 10A	5SL3210-7	SIEMENS
9	1	TRANSFORMADOR DE VOLTAJE 24/24	9T58K1876	GENERAL ELECTRIC
10	1	GABINETE METÁLICO 70/50/30		FABRICACIÓN NACIONAL

FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS

SIEMENS

Datasheet

6ED1052-1MD00-0BA8

LOGO!12/24RCE, LOGIC MOD., DISPL. PU/I/O: 12/24V DC/RELAY, 8 DI (4AI)/4 DO; MEM 400 BLOCKS EXPANDABLE, ETHERNET BUILD IN WEB-SERVER, DATALOG STANDARD MICRO SD CARD FOR LOGO! SOFT COMFORT V8 PREVIOUS PROJECT USABEL



Installation type/mounting	
Mounting	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide
Supply voltage	
12 V DC	Yes
24 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	10.8 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
Time of day	
Time switching clocks	
• Number	8
• Power reserve	480 h
Digital inputs	
Number of digital inputs	8; Of which 4 can be used in analog mode (0 to 10 V)
Digital outputs	
Number of digital outputs	4; Relays
short-circuit protection	No; external fusing necessary
Output current	

LZX:PT370730

PLUG-IN RELAY, 3 CO CONTACTS,

Technical data



PLUG-IN RELAY, 3 CO CONTACTS, 230V AC, 10A, WIDTH 22.5MM

General technical data:

Supply voltage frequency for auxiliary and control current circuit rated value		
• minimum	Hz	50
• maximum	Hz	60
Type of voltage		
		AC
Control supply voltage		
• at AC		
— at 50 Hz rated value		
— minimum	V	230
— maximum	V	230
— at 60 Hz rated value		
— minimum	V	230
— maximum	V	230
Number of NC contacts for auxiliary contacts		
		0
Number of NO contacts for auxiliary contacts		
		0
Number of CO contacts for auxiliary contacts		
		3
Operating current of auxiliary contacts		
• at DC-13		
— at 24 V	A	8
• at AC-15		
— at 230 V	A	5
Design of the switching function positively driven		
		No
Switching behavior		
		monostable
Mechanical data:		
Type of electrical connection		
		across-type terminals
Design of the relay operating mechanism		
		poled
Product component Plug-in socket		
		No
Width		
	mm	22.5
Height		
	mm	28
Depth		
	mm	35

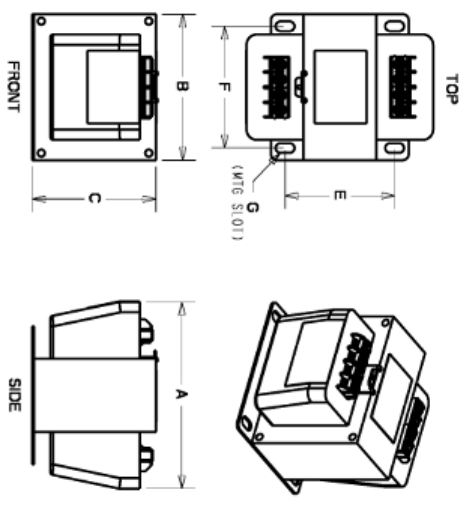
Certification approvals:

General Product Approval	Declaration of Conformity	other
		
		Confirmation

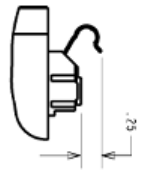
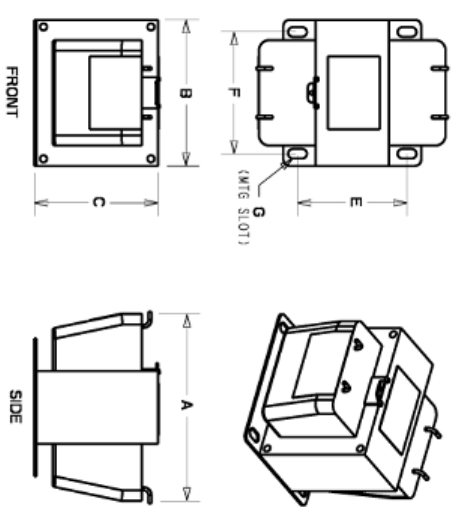
Further information

Information- and Downloadcenter (Catalogs, Brochures,...)	
http://www.siemens.com/industry-control/catalog	
Industry Mall (Online ordering system)	
http://www.siemens.com/industry/mall	
Case online generator	
http://support.industry.siemens.com/WW/CA/Order/default.aspx?app=web&id=LZX-PT370730	
Service&Support (Manuals, Certificates, Characteristics, FAQs,...)	
http://support.industry.siemens.com/ca/web/en/ps/LZX-PT370730	
Image database (product images, 2D dimension drawings, 3D models, device circuit diagrams, EPLAN macros,...)	
http://www.industry.siemens.com/WW/CA/Order/default.aspx?app=web&id=LZX-PT370730&app=en	
last modified:	07/11/2017

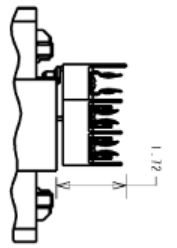
STYLE AA
(TERMINAL BLOCKS)



STYLE AB
(LEADS OUT)



9158K0000099 FUSE CLIPS
250 VOLT 20 AMP MAX FOR
1/4" DIA X 1 1/4" FUSES




FUSE BLOCKS
NOTE: FUSE BLOCK OPTION MAY INCLUDE
1, 2, OR 3 POLE FUSE BLOCK

STYLE	PART	FRAME	REF 60 HZ KVA	APPROX WEIGHT (LBS)	MAXIMUM ENVELOPE			MOUNTING		
					A	B	C	DEPTH	WIDTH	SLOT
AA	P06100	6100	.050	2.6	4.00	3.06	2.68	2.16	2.50	2.19 X .750
AA	P06125	6125	.075	3.0	4.25	3.06	2.68	2.41	2.50	2.19 X .750
AA	P06150	6150	.081	3.4	4.50	3.06	2.68	2.66	2.50	2.19 X .750
AA	P08100	8100	.100	3.9	4.12	3.81	3.28	2.16	3.12	2.19 X .750
AA	P08150	8150	.150	5.5	4.62	3.81	3.28	2.66	3.12	2.19 X .750
AA	P08175	8175	.200	6.3	4.88	3.81	3.28	2.91	3.12	2.19 X .750
AA	P08200	8200	.250	7.0	5.12	3.81	3.28	3.16	3.12	2.19 X .750
AA	P08250	8250	.375	8.3	5.62	3.81	3.28	3.66	3.12	2.19 X .750
AA	P10225	10225	.500	11.6	5.75	4.56	3.90	3.38	3.75	2.97 X .580
AA	P12225	12225	.750	13.0	5.81	5.31	4.56	3.38	4.00	2.97 X .580
AA	P12300	12300	1.00	17.5	6.56	5.31	4.56	4.13	4.00	2.97 X .580
AA	P14225	14225	1.50	29.0	6.31	6.81	5.81	3.38	5.50	2.97 X .580
AA	P14300	14300	2.00	35.5	7.06	6.81	5.81	4.13	5.50	2.97 X .580
AA	P14475	14475	3.00	51.5	8.81	6.81	5.81	5.88	5.50	2.97 X .580

- NOTES:**
1) STYLE "AA" TRANSFORMERS: RECOMMENDED TERMINAL SCHEM TORQUE 6-10 IN LB
2) STYLE "AB" TRANSFORMERS: STANDARD LEAD LENGTH IS 10"

*** OUTLINE NUMBERING METHOD ***
303B947 DRAWING NUMBER
AA STYLE
P06100 PART



GE Industrial Systems

INDUSTRIAL CONTROL TYPE-P TRANSFORMERS
 DRY-TYPE, SINGLE PHASE, CORE AND COIL TRANSFORMERS
 FOR CONTROL, MACHINE TOOL, AND POWER APPLICATIONS
 UL LISTED - CSA CERTIFIED

DATE 01/5/01	REV LEVEL 002	DRAWING NUMBER 303B947	SHEET 1 OF 1
-----------------	------------------	----------------------------------	-----------------

Specialty Transformer Operation Fort Wayne, Indiana USA

6EP1332-1SH43

LOGO!POWER 24 V/2,5 A

Technical data



LOGO!POWER 24 V/2,5 A

LOGO!Power 24 V/2,5 A stabilized power supply input: 100-240 V AC; (110-300 V DC) output: 24 V DC/2,5 A

Input	
Input	1-phase AC or DC
Rated voltage value V_{in} rated	100 ... 240 V
Voltage range AC	85 ... 264 V
Input voltage	
• at DC	110 ... 300 V
Wide-range input	Yes
Overvoltage resistance	2.3 × V_{in} rated, 1.3 ms
Main buffering at load rated, min.	40 ms; at V_{in} = 187 V
Rated line frequency 1	50 Hz
Rated line frequency 2	60 Hz
Rated line range	47 ... 63 Hz
Input current	
• at rated input voltage 120 V	1.22 A
• at rated input voltage 230 V	0.66 A
Switch-on current limiting (+25 °C), max.	46 A
PI, max.	3 A ² s
Built-in inrush fuse	Internal
Output	
Output	Controlled, isolated DC voltage
Rated voltage V_{out} DC	24 V
Total tolerance, static ±	3 %
Static mains compensation, approx.	0.1 %
Static load balancing, approx.	1.5 %
Ripple peak-peak, max.	200 mV
Ripple peak-peak, typ.	10 mV
Spikes peak-peak, max. (bandwidth: 20 MHz)	200 mV
Spikes peak-peak, typ. (bandwidth: 20 MHz)	50 mV
Adjustment range	22.2 ... 26.4 V
Product function Output voltage adjustable	Yes
Output voltage setting	via potentiometer
Status display	Green LED for output voltage OK
Cutoff behavior	No overshoot of V_{out} (soft start)
Startup delay, max.	0.5 s
Voltage rise, typ.	10 ms
Rated current value load rated	2.5 A
Current range	0 ... 2.5 A
• Note	+55 ... +70 °C; Derating 2%/K
Supplied active power typical	60 W
Parallel switching for enhanced performance	Yes
Numbers of parallel switchable units for enhanced performance	2
Efficiency	
Efficiency at V_{out} rated, load rated, approx.	88 %
Power loss at V_{out} rated, load rated, approx.	6 W
Power loss [%] during no-load operation maximum	1.8 W
Closed-loop control	
Dynamic mains compensation (V_{in} rated ±15 %), max.	0.2 %
Dynamic load smoothing (load: 10/90/10 %), V_{out} ± typ.	3 %
Load step settling time 10 to 90%, typ.	1 ms
Load step settling time 90 to 10%, typ.	1 ms
Protection and monitoring	
Output overvoltage protection	Yes, according to EN 60950-1
Current limitation, typ.	3.3 A
Property of the output Short-circuit proof	Yes
Short-circuit protection	Constant current characteristic
Enduring short circuit current RMS value	
• maximum	4.8 A
Overload/short-circuit indicator	-
Safety	
Primary/secondary isolation	Yes
Galvanic isolation	Safety extra-low output voltage V_{out} acc. to EN 60950-1 and EN 60175
Protection class	Class II (without protective conductor)
CE mark	Yes
UL/cUL (CSA) approval	cULus-Listed (UL 508, CSA C22.2 No. 107.1), File E187259; cULus-Recognized (UL 60950, CSA C22.2 No.

6ED1055-1MB00-0BA2

LOGO! DMB 12/24R, EXP. MODULE

Technical data



LOGO! DMB 12/24R, EXP. MODULE RJ45D: 12, 24V(12V/24V/RELAYS, 2TE, 4 DI/4 DO FOR LOGO! S

Installation type/mounting	
Mounting	on 35 mm DIN rail, 2 spacing units wide
Supply voltage	
Rated value (DC)	
• 12 V DC	Yes
• 24 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	10.5 V
permissible range, upper limit (DC)	28.5 V
Digital inputs	
Number of digital inputs	4
Input voltage	
• Type of input voltage	DC
• for signal "0"	+ 5 V DC
• for signal "1"	> 8.5 V
Input current	
• for signal "0", max. (permissible quiescent current)	0.85 mA
• for signal "1", typ.	1.5 mA
Input delay (for rated value of input voltage)	
for standard inputs	
— at "0" to "1", max.	1.5 ms
— at "1" to "0", max.	1.5 ms
Digital outputs	
Number of digital outputs	4, Relays
Short-circuit protection	No
Controlling a digital input	Yes
Switching capacity of the outputs	
• on lamp load, max.	1 000 W
Output current	
• for signal "1" rated value	5 A
• for signal "1" minimum load current	100 mA
Parallel switching of two outputs	
• for uprating	No
Switching frequency	
• with resistive load, max.	2 Hz
• with inductive load, max.	0.5 Hz
• mechanical, max.	10 Hz
Relay outputs	
Switching capacity of contacts	
— with inductive load, max.	3 A
— with resistive load, max.	5 A
EMC	
Emission of radio interference acc. to EN 55 011	
• Limit class B, for use in residential areas	Yes
Degree and class of protection	
Degree of protection acc. to EN 60529	
• IP20	Yes
Standards, approvals, certificates	
CE mark	Yes
CSA approval	Yes
UL approval	Yes
FM approval	Yes
developed in accordance with IEC 61131	Yes
Marine approval	Yes
Ambient conditions	
Ambient temperature during operation	
• min.	0 °C
• max.	55 °C
Dimensions	
Width	35.5 mm
Height	90 mm
Depth	58 mm
last modified:	07/06/2017

— Number of function keys with LEDs	0
• Keys with LED	No
• System keys	No
• Numeric keyboard	Yes; Onscreen keyboard
• alphanumeric keyboard	Yes; Onscreen keyboard
Touch operation	
• Design as touch screen	Yes
Installation type/mounting	
Mounting position	vertical
Mounting in portrait format possible	Yes
Mounting in landscape format possible	Yes
maximum permissible angle of inclination without external ventilation	35°
Supply voltage	
Type of supply voltage	DC
Rated value (DC)	24 V
permissible range, lower limit (DC)	19.2 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
Input current	
Current consumption (rated value)	125 mA
Starting current inrush I _t	0.2 A ² s
Power	
Active power input, typ.	3 W
Processor	
Processor type	ARM
Memory	
Flash	Yes
RAM	Yes
Memory available for user data	10 Mbyte
Type of output	
Acoustics	
• Buzzer	Yes
• Speaker	No
Time of day	
Clock	
• Hardware clock (real-time)	Yes
• Software clock	Yes
• retentive	Yes; Back-up duration typically 6 weeks
• synchronizable	Yes

SIEMENS

Data sheet

6AV2123-2DB03-0AX0

SIMATIC HMI, KTP400 Basic, Basic Panel, Key/touch operation, 4" TFT display, 65536 colors, PROFINET interface, configurable from WinCC Basic V13/ STEP 7 Basic V13, contains open-source software, which is provided free of charge see enclosed CD



General information	
Product type designation	KTP400 Basic color PN
Display	
Design of display	TFT widescreen display, LED backlighting
Screen diagonal	4.3 in
Display width	95 mm
Display height	53.9 mm
Number of colors	65 536
Resolution (pixels)	
• Horizontal image resolution	480 Pixel
• Vertical image resolution	272 Pixel
Backlighting	
• MTBF backlighting (at 25 °C)	20 000 h
• Backlight dimmable	Yes
Control elements	
Keyboard fonts	
• Function keys	
— Number of function keys	4

5SL3210-7

CIRCUIT BREAKER 4.5kA 2POL C10

Technical data



Typische

CIRCUIT BREAKER 400V 4.5kA, 2POLE, C, 10A

Model	
Product brand name	SENTRON
Product designation	Miniature circuit breaker
Design of the product	5SL miniature circuit breakers
General technical data	
Number of poles	2
Number of poles / Note	2P
Tripping characteristic class	C
Tripping characteristic class	5SL3
Mechanical service life (switching cycles) / typical	10 000
Overvoltage category	3
Voltage	
Type of voltage	AC
Insulation voltage	
• with multi-phase operation / at AC / rated value	440 V
Supply voltage	
Supply voltage / at AC / rated value	400 V
Supply voltage frequency / rated value	50 Hz
Protection class	
Protection class IP	IP00, with connected conductors
Energy limiting class	3
Switching capacity	
Switching capacity current	
• acc. to EN 60898 / rated value	4.5 kA
• acc. to IEC 60847-2 / rated value	4.5 kA
Dissipation	
Power loss [W]	
• for rated value of the current / at AC / in hot operating state / per pole	1.3 W
• maximum	2.6 W
Electricity	
rated current In / IEC, DIN/VDE / at 40 Cal	9.39336 A
Current / at AC / rated value	10 A
Main circuit	
Operating voltage	
• minimum	24 V
• at DC / rated value / maximum	60 V
• with multi-phase operation / at AC / maximum	440 V
Suitability for operation	Residential buildings/infrastructure
Product details	
Product feature / Touch protection	Yes
Product feature	
• halogen-free	Yes
• stable	Yes
• silicon-free	Yes
Product extension / can be installed / supplementary devices	Yes
Product function	
Product function / neutral conductor switching	No
Number	
Number of test cycles / for environmental testing / acc. to IEC 60955-2-30	6
Connections	
Connectable conductor cross-section / stranded	
• minimum	0.75 mm ²
• maximum	25 mm ²
Connectable conductor cross-section	
• solid	
— minimum	0.75 mm ²
— maximum	25 mm ²
• finely stranded / with core end processing	
— minimum	0.75 mm ²
— maximum	25 mm ²
Tightening torque / with screw-type terminals	
• minimum	2.5 N m

5SL3202-7

CIRCUIT BREAKER 4.5kA 2POL C2

Technical data



CIRCUIT BREAKER 400V 4.5kA, 2POLE, C, 2A

Model	
Product brand name	SENTRON
Product designation	Miniature circuit breaker
Design of the product	5SL miniature circuit breakers
General technical data	
Number of poles	2
Number of poles / Note	2P
Tripping characteristic class	C
Tripping characteristic class circuit-breaker / Design	5SL3
Mechanical service life (switching cycles) / typical	10 000
Overvoltage category	3
Voltage	
Type of voltage	AC
Insulation voltage	
• with multi-phase operation / at AC / rated value	440 V
Supply voltage	
Supply voltage / at AC / rated value	400 V
Supply voltage frequency / rated value	50 Hz
Protection class	
Protection class IP	IP00, with connected conductors
Energy limiting class	3
Switching capacity	
Switching capacity current	
• acc. to EN 60898 / rated value	4.5 kA
• acc. to IEC 60847-2 / rated value	4.5 kA
Dissipation	
Power loss [W]	
• for rated value of the current / at AC / in hot operating state / per pole	1.2 W
• maximum	2.4 W
Electricity	
rated current In / IEC, DIN/VDE / at 40 Cal	1.90332 A
Current / at AC / rated value	2 A
Main circuit	
Operating voltage	
• minimum	24 V
• at DC / rated value / maximum	60 V
• with multi-phase operation / at AC / maximum	440 V
Suitability for operation	Residential buildings/infrastructure
Product details	
Product feature / Touch protection	Yes
Product feature	
• halogen-free	Yes
• stable	Yes
• silicon-free	Yes
Product extension / can be installed / supplementary devices	Yes
Product function	
Product function / neutral conductor switching	No
Number	
Number of test cycles / for environmental testing / acc. to IEC 60068-2-30	6
Connections	
Connectable conductor cross-section / stranded	
• minimum	0.75 mm ²
• maximum	25 mm ²
Connectable conductor cross-section	
• solid	
— minimum	0.75 mm ²
— maximum	25 mm ²
• finely stranded / with core end processing	
— minimum	0.75 mm ²
— maximum	25 mm ²
Tightening torque / with screw-type terminals	
• minimum	2.5 N m

3RV2901-1E

TRANSVERSE AUX. SWITCH 1NO + 1NC

Technical data

TRANSVERSE AUX. SWITCH, 1NO+1NC, SCREW CONNECTION, FOR CIRCUIT-BREAKERS 3RV2



General technical data

product brandname	SFUDS
Product designation	auxiliary switch, transverse on the front
Design of the product	transverse auxiliary switches
Size of the circuit-breaker	500, 50, 52, 53
Protection class IP on the front	IP20
Ambient temperature	
• during storage	°C -50 ... +80
• during operation	°C -20 ... +90

Auxiliary circuit

Number of NC contacts for auxiliary contacts instantaneous contact	1
Number of NO contacts for auxiliary contacts instantaneous contact	1
Number of CO contacts of auxiliary contacts instantaneous contact	0

Operating current

• of auxiliary contacts		
— at AC-12		
— at 24 V	A	2.5
— at 230 V	A	2.5
— maximum	A	10
— at AC-15		
— at 24 V	A	2
— at 230 V	A	0.5
— at DC-13		
— at 24 V	A	1
— at 48 V	A	0.3
— at 60 V	A	0.15

Installation/ mounting/ dimensions

Mounting type		plug-in fitting
Width	mm	45
Height	mm	12
Depth	mm	17

Connection/ Terminals

Type of electrical connection for auxiliary and control current circuit	screen-type terminals
---	-----------------------

Type of connectable conductor cross-sections

• for auxiliary contacts	
— solid	2x (0.5 ... 1.5 mm ²), 2x (0.75 ... 2.5 mm ²)
— finely stranded	
— with core end processing	2x (0.5 ... 1.5 mm ²), 2x (0.75 ... 2.5 mm ²)
• at AWG conductors for auxiliary contacts	2x (20 ... 14)

Certification approvals

Certificates of suitability	CE / UL / CSA / CCC
-----------------------------	---------------------

General Product Approval				Declaration of Conformity		Test Certificates	Special Test Certificate	Type Test Certificates/Test Report
Test Certificates	Declaration of the Compliance with the order	Shipping Approval						
Shipping Approval	other	Environmental Conformations	Confirmation		Railway	Vibration and Shock		

Further information

3RV2011-1BA10

CIRCUIT-BREAKER SCREW CONNECTION 2A

Technical data



CIRCUIT-BREAKER SZ 500, FOR MOTOR PROTECTION, CLASS 10, A-REL. 1.4...2A, N-RELEASE 2SA, SCREW CONNECTION, STANDARD SW. CAPACITY

product brandname	SIRIUS
Product designation	Circuit breaker
Design of the product	For motor protection
Product type designation	3RV2
General technical data	
Size of the circuit-breaker	500
Size of contactor can be combined company-specific	500, 50
Product extension	
• Auxiliary switch	Yes
Power loss [W] total typical	6 W
Insulation voltage with degree of pollution 3 rated value	690 V
Surge voltage resistance rated value	6 kV
maximum permissible voltage for safe isolation	
• in networks with grounded star point between main and auxiliary circuit	400 V
• in networks with grounded star point between main and auxiliary circuit	400 V
Protection class IP	
• on the front	IP20
• of the terminal	IP20
Mechanical service life (switching cycles)	
• of the main contacts typical	100 000
• of auxiliary contacts typical	100 000
Electrical endurance (switching cycles)	
• typical	100 000
Type of protection	Increased safety
Protection against electrical shock	Finger-safe
Equipment marking acc. to DIN EN 61346-2	Q
Ambient conditions	
Ambient temperature	
• during operation	-20 ... +60 °C
• during storage	-50 ... +50 °C
• during transport	-50 ... +60 °C
Temperature compensation	-20 ... +60 °C
Main circuit	
Number of poles for main current circuit	3
Adjustable pick-up value current of the current-dependent overload release	1.4 ... 2 A
Operating voltage	
• rated value	690 V
• at AC-3 rated value maximum	690 V
Operating frequency rated value	50 ... 60 Hz
Operating current rated value	2 A
Operating current	
• at AC-3	
— at 400 V rated value	2 A
Operating power	
• at AC-3	
— at 230 V rated value	370 W
— at 400 V rated value	750 W
— at 500 V rated value	750 W
— at 690 V rated value	1 100 W
Operating frequency	
• at AC-3 maximum	15 sh
Auxiliary circuit	
Number of NC contacts	
• for auxiliary contacts	0
Number of NO contacts	
• for auxiliary contacts	0
Number of CO contacts	
• for auxiliary contacts	0
Protective and monitoring functions	
Product function	
• Ground fault detection	No
• Phase failure detection	Yes
Trip class	CLASS 10
Design of the overload release	thermal

3RT2023-1AN20

CONTACTOR_AC3:4KW 1NO+1NC AC220V 50/60HZ

Technical data



CONTACTOR, AC-3, 4KW/400V, 1NO+1NC, AC 220V 50/60HZ, 3-POLE, SZ 50 SCREW TERMINAL

product brandname	SIRIUS
Product designation	Power contactor
Product type designation	3RT2
General technical data	
Size of contactor	50
Product extension	
• function module for communication	No
• Auxiliary switch	Yes
Insulation voltage	
• rated value	690 V
Surge voltage resistance rated value	6 kV
maximum permissible voltage for safe isolation	
• between coil and main contacts acc. to EN 60947-1	400 V
Protection class IP	
• on the front	IP20
• of the terminal	IP20
Shock resistance at rectangular impulse	
• at AC	7,5g / 5 ms, 4,7g / 10 ms
Shock resistance with sine pulse	
• at AC	11,8g / 5 ms, 7,4g / 10 ms
Mechanical service life (switching cycles)	
• of contactor typical	10 000 000
• of the contactor with added electronics-compatible auxiliary switch block typical	5 000 000
• of the contactor with added auxiliary switch block typical	10 000 000
Ambient conditions	
Ambient temperature	
• during operation	-25 ... +60 °C
• during storage	-55 ... +80 °C
Main circuit	
Number of poles for main current circuit	3
Number of NO contacts for main contacts	3
Operating voltage	
• at AC-3 rated value maximum	690 V
Operating current	
• at AC-1 at 400 V	
— at ambient temperature 40 °C rated value	40 A
• at AC-1	
— up to 690 V at ambient temperature 40 °C rated value	40 A
— up to 690 V at ambient temperature 60 °C rated value	35 A
• at AC-2 at 400 V rated value	9 A
• at AC-3	
— at 400 V rated value	9 A
— at 500 V rated value	9 A
— at 690 V rated value	9 A
Connectable conductor cross-section in main circuit at AC-1	
• at 60 °C minimum permissible	10 mm²
• at 40 °C minimum permissible	10 mm²
Operating current for approx. 200000 operating cycles at AC-4	
• at 400 V rated value	4.1 A
• at 690 V rated value	3.3 A
Operating current	
• at 1 current path at DC-1	
— at 24 V rated value	35 A
— at 110 V rated value	4.5 A
— at 220 V rated value	1 A
— at 440 V rated value	0.4 A
— at 690 V rated value	0.25 A
• with 2 current paths in series at DC-1	
— at 24 V rated value	35 A
— at 110 V rated value	35 A
— at 220 V rated value	5 A
— at 440 V rated value	1 A
— at 690 V rated value	0.5 A
• with 3 current paths in series at DC-1	

<ul style="list-style-type: none"> • for signal "1" permissible range for 0 to 55 °C, max. 	10 A
Relay outputs	
Switching capacity of contacts	
— with inductive load, max.	3 A
— with resistive load, max.	10 A
EMC	
Emission of radio interference acc. to EN 55 011	
<ul style="list-style-type: none"> • Limit class B, for use in residential areas 	Yes
Degree and class of protection	
Degree of protection to EN 60529	
<ul style="list-style-type: none"> • IP20 	Yes
Standards, approvals, certificates	
CSA approval	Yes
UL approval	Yes
FM approval	Yes
Developed in accordance with IEC 61131 according to VDE 0631	Yes
Marine approval	
<ul style="list-style-type: none"> • Marine approval 	Yes
Ambient conditions	
Operating temperature	
<ul style="list-style-type: none"> • Min. 	0 °C
<ul style="list-style-type: none"> • max. 	55 °C
Dimensions	
Width	71.5 mm
Height	90 mm
Depth	60 mm
last modified:	14.10.2014

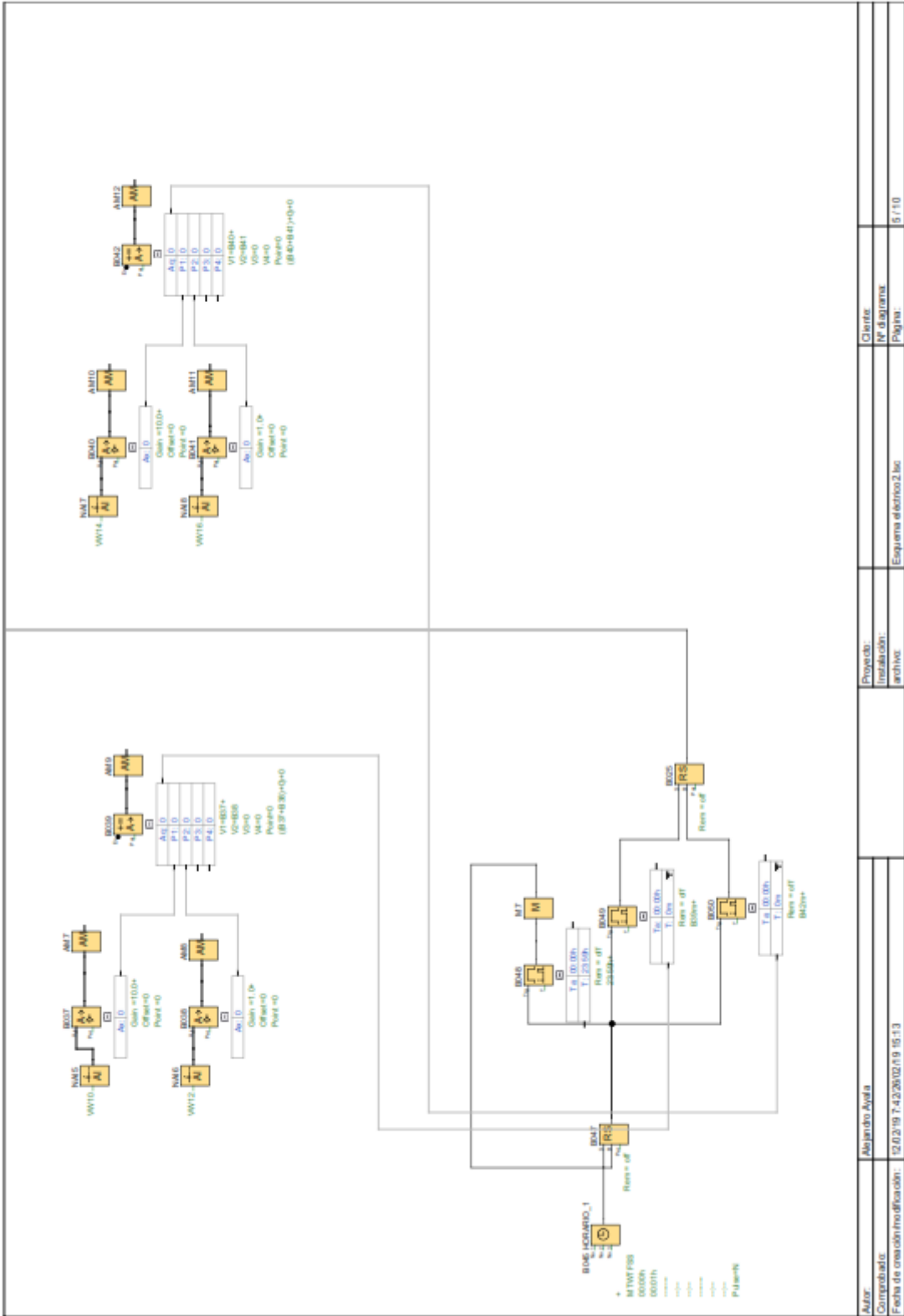
COMPILACIÓN DE PROGRAMA

Número de bloque (tipo)	Parámetro				
B041(Amplificador analógico) :	Gain =1.0+ Offset=0 Point =0				
B042(Instrucción aritmética) :	V1=B40+ V2=B41 V3=0 V4=0 Point=0 ((B40+B41)+0)+0				
B045 HORARIO_1(Temporizador semanal) :	+ MTWTFSS 00:00h 00:01h ----- --:-- --:-- ----- --:-- --:-- Pulse=N				
B047(Relé autoencavador) :	Rem = off				
B048(Retardo a la conexión) :	Rem = off 23:59h+				
B049(Retardo a la conexión) :	Rem = off B39m+				
B050(Retardo a la conexión) :	Rem = off B42m+				
Autor:	Alejandro Ayala	Proyecto:		Cliente:	
Comprobado:		Instalación:		N° diagrama:	
Fecha de creación/mod:	12/02/19 7:42:26/02/19 15:13	archivo:	Esquema eléctrico2.lac	Página:	8 / 10

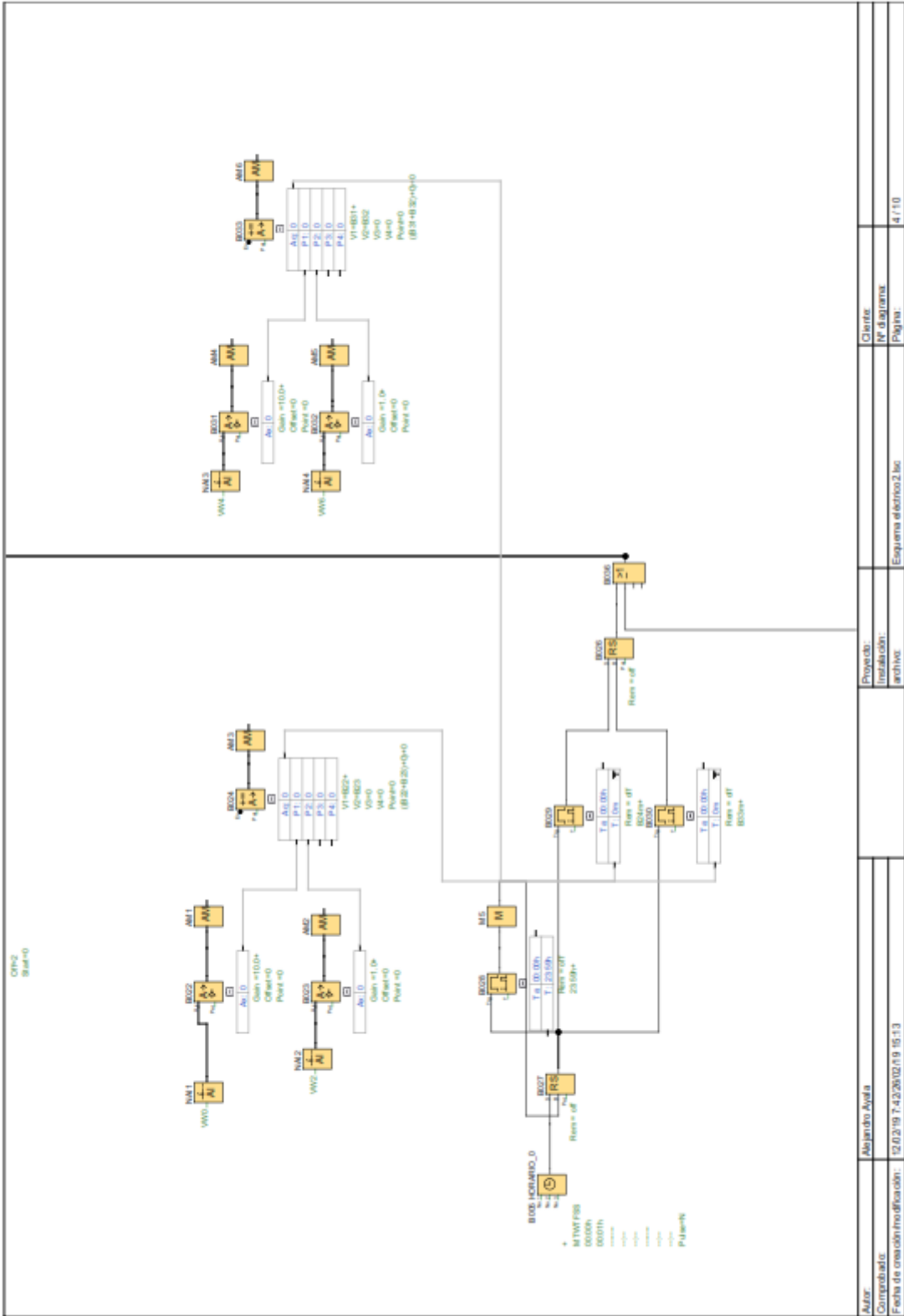
Número de bloque (tipo)	Parámetro				
B023(Amplificador analógico) :	Gain =1.0+ Offset=0 Point =0				
B024(Instrucción aritmética) :	V1=B22+ V2=B23 V3=0 V4=0 Point=0 ((B22+B23)+0)+0				
B025(Relé autoenclavador) :	Rem = off				
B026(Relé autoenclavador) :	Rem = off				
B027(Relé autoenclavador) :	Rem = off				
B028(Retardo a la conexión) :	Rem = off 23:59h+				
B029(Retardo a la conexión) :	Rem = off B24m+				
B030(Retardo a la conexión) :	Rem = off B33m+				
B031(Amplificador analógico) :	Gain =10.0+ Offset=0 Point =0				
B032(Amplificador analógico) :	Gain =1.0+ Offset=0 Point =0				
B033(Instrucción aritmética) :	V1=B31+ V2=B32 V3=0 V4=0 Point=0 ((B31+B32)+0)+0				
B037(Amplificador analógico) :	Gain =10.0+ Offset=0 Point =0				
B038(Amplificador analógico) :	Gain =1.0+ Offset=0 Point =0				
B039(Instrucción aritmética) :	V1=B37+ V2=B38 V3=0 V4=0 Point=0 ((B37+B38)+0)+0				
B040(Amplificador analógico) :	Gain =10.0+ Offset=0 Point =0				
Autor:	Alejandro Ayala	Proyecto:		Cliente:	
Comprobado:		Instalación:		N° diagrama:	
Fecha de creación/mod:	12/02/19 7:42:26/02/19 15:13	archivo:	Esquema eléctrico2.lac	Página:	7 / 10

Número de bloque (tipo)	Parámetro
B005 HORARIO_0(Temporizador semanal) :	+ MTWTFSS 00:00h 00:01h ----- --:-- --:-- ----- --:-- --:-- Pulse=N
B007(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B009(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=1+ Off=1 Start=0
B010(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=2+ Off=2 Start=0
B013(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B014(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B015(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B016(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=1+ Off=1 Start=0
B017(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=2+ Off=2 Start=0
B018(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=2+ Off=2 Start=0
B019(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=1+ Off=1 Start=0
B020(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=1+ Off=1 Start=0
B021(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=2+ Off=2 Start=0
B022(Amplificador analógico) :	Gain =10.0+ Offset=0 Point =0

Autor:	Alejandro Ayala	Proyector:		Cliente:	
Comprobado:		Instalación:		N° diagrama:	
Fecha de creación/mod:	12/02/19 7:42:26/02/19 15:13	archivo:	Esquema eléctrico2.lac	Página:	6 / 10

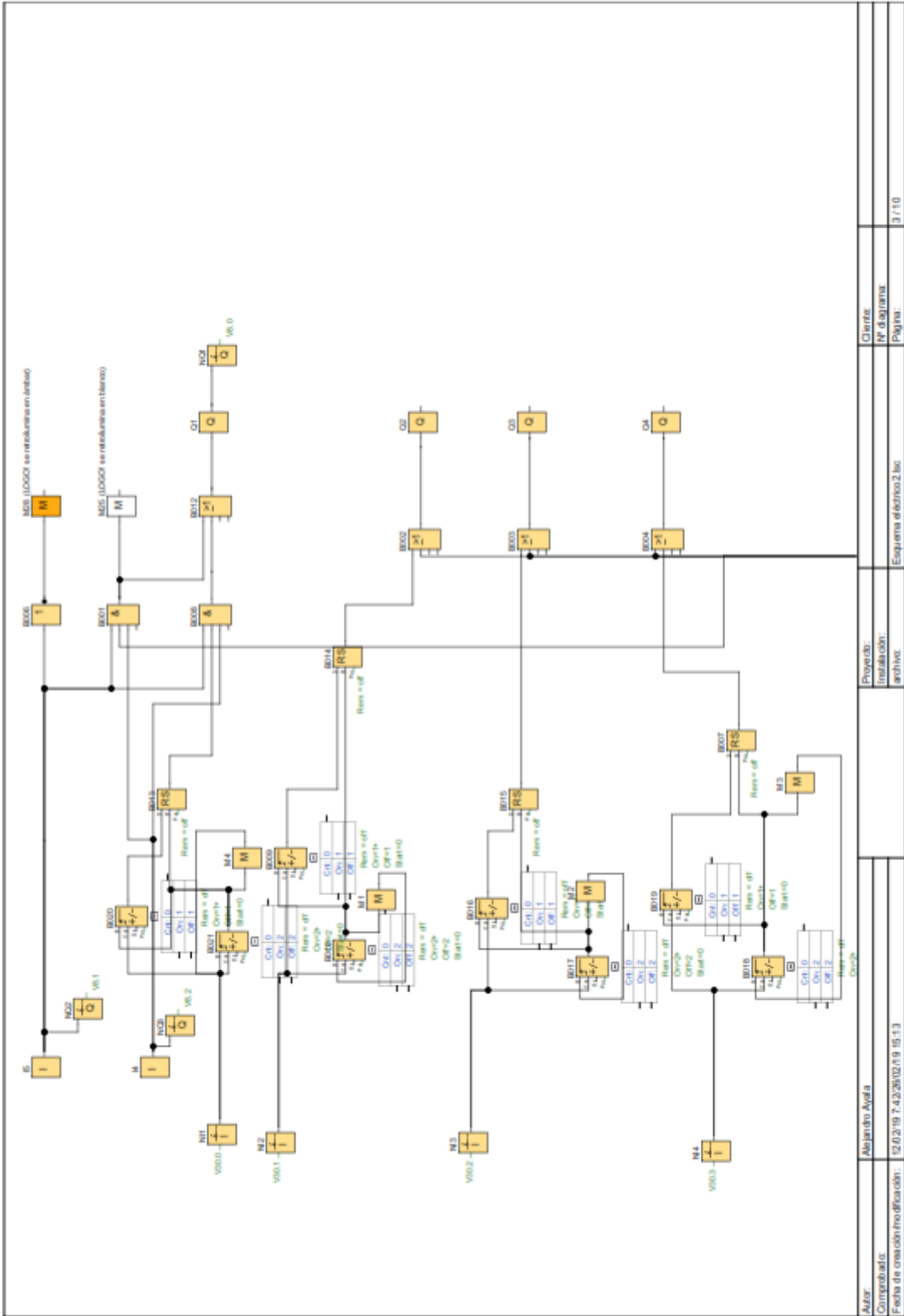


Auto:	Aljondro Ayala	Proyecto:	Instalación	Cliente:	
Compartido:		Instalado:	arhitec	Nº de página:	
Fecha de creación/modificación:	12/02/19 7:42:26(1) 19 16:13			Página:	5 / 10



AUX:	Aljondro Ayala	Proyecto:	Instalación:	Cliente:
Compartido:		Instalado:	archivos	Nº de planos:
Fecha de creación/actualización:	12/02/19 7:42:26/02/19 16:13			Página:
				4 / 10

Esquema electronico



AUX:	Aljardito Ayala	Proyecto:	Equipara electron2.lc	Cliente:	
Compartido:		Instalado en:		Nº de planos:	
Fecha de creación/modificación:	12/02/19 7:42:26/02/19 16:13	archivo:		Página:	3 / 10

Mapeando parámetro VM

ID	Bloque	Parámetro	Tipo	Dirección
1	B005 HORARIO_0 [Temporizador semanal]	Día de la semana1	Byte	20
2	B045 HORARIO_1 [Temporizador semanal]	Día de la semana1	Byte	21

Aux:	Aljando Ayala	Proyecto:	Cliente:
Compartido:		Instalación:	Nº de asigna:
Fecha de creación/modificación:	21/02/19 7:42:26(19) 16:13	archivo:	Planta:
			2 / 10

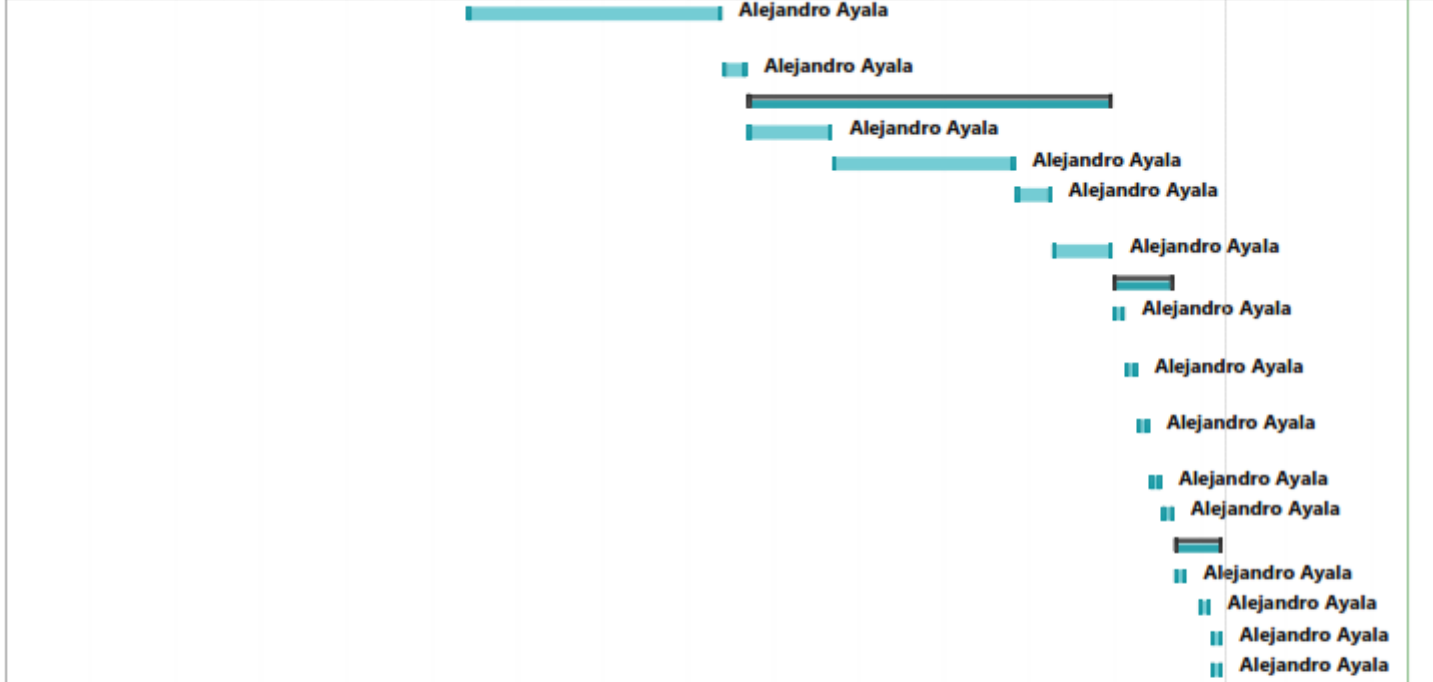
Dirección del módulo

Dirección IP 192.168.0.1
Máscara de subred: 255.255.255.0
Pasarela predeterminada

Autor:	Alejandro Ayala	Proyecto:		Cliente:	
Comprobado:		Instalado:		Nº de asignación:	
Fecha de creación/modificación:	2/02/19 7:42:26(19) 16:13	Fecha:		Página:	1 / 10

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

5 nov '18 | 12 nov '18 | 19 nov '18 | 26 nov '18 | 3 dic '18 | 10 dic '18 | 17 dic '18 | 24 dic '18 | 31 dic '18 | 7 ene '19 | 14 ene '19 | 21 ene '19 | 28 ene '19 | 4 feb '19 | 11 feb '19 | 18 feb '19 | 25 feb '19
 L X V D M J S L X V D M J S L X V D M J S L X V D M J S L X V D M J S L X V D M J S L X V D M J S L X V D M J S L X V D M J S L X V



Proyecto: Cronograma Sistema Fecha: jue 28/2/19	Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
	División		Tarea manual		Hito externo	
	Hito		solo duración		Fecha limite	
	Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
	Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
	Tarea inactiva		solo el comienzo			
	Hito inactivo		solo fin			

5 nov '18 | 12 nov '18 | 19 nov '18 | 26 nov '18 | 3 dic '18 | 10 dic '18 | 17 dic '18 | 24 dic '18 | 31 dic '18 | 7 ene '19 | 14 ene '19 | 21 ene '19 | 28 ene '19 | 4 feb '19 | 11 feb '19 | 18 feb '19 | 25 feb '19
 L X V D M J S L X V D M J S L X V D M J S L X V D M J S L X V D M J S L X V D M J S L X V D M J S L X V D M J S L X V



Proyecto: Cronograma Sistema Fecha: jue 28/2/19	Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
	División		Tarea manual		Hito externo	
	Hito		solo duración		Fecha limite	
	Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
	Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
	Tarea inactiva		solo el comienzo			
	Hito inactivo		solo fin			

Id	Modo de tarea	EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predece	7	8 nov '17	13 nov				
								S	L	X	V	D	M	J
17	➤	2.2.8	Desarrollar el código de programación para el funcionamiento del sistema de control	21 días	jue 13/12/18	mié 2/1/19								
18	➤	2.2.9	Configuración de red LOGO!	2 días	jue 3/1/19	vie 4/1/19								
19	➤	3	IMPLEMENTACIÓN	30 días	sáb 5/1/19	dom 3/2/19								
20	➤	3.1	Construir el tablero eléctrico de control y potencia	7 días	sáb 5/1/19	vie 11/1/19								
21	➤	3.2	Instalación de bomba y aspersores	15 días	sáb 12/1/19	sáb 26/1/19								
22	➤	3.3	Integrar las etapas de control, potencia y de comunicaciones del sistema	3 días	dom 27/1/19	mar 29/1/19								
23	➤	3.4	Acoplar el sistema mecánico al sistema electrónico	5 días	mié 30/1/19	dom 3/2/19								
24	➤	4	PRUEBAS Y RESULTADOS	5 días	lun 4/2/19	vie 8/2/19								
25	➤	4.1	Probar la comunicación ethernet entre el LOGO! y el panel HMI	1 día	lun 4/2/19	lun 4/2/19								
26	➤	4.2	Validar el acceso web mediante el ingreso a la red del equipo	1 día	mar 5/2/19	mar 5/2/19								
27	➤	4.3	Verificar que el sistema automático de control active el motor y las electroválvulas	1 día	mié 6/2/19	mié 6/2/19								
28	➤	4.4	Verificar que el sistema notifique alertas	1 día	jue 7/2/19	jue 7/2/19								
29	➤	4.5	Pruebas de funcionamiento	1 día	vie 8/2/19	vie 8/2/19								
30	➤	5	INFORME DEL PROYECTO	4 días	sáb 9/2/19	mar 12/2/19								
31	➤	5.1	Introducción y Marco Teórico	1 día	sáb 9/2/19	sáb 9/2/19								
32	➤	5.2	Desarrollo de Actividades	1 día	lun 11/2/19	lun 11/2/19								
33	➤	5.3	Conclusiones y Recomendaciones	1 día	mar 12/2/19	mar 12/2/19								
34	➤	5.4	Bibliografía y Anexos	1 día	mar 12/2/19	mar 12/2/19								

Proyecto: Cronograma Sistema
 Fecha: jue 28/2/19

Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha limite	
Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin			

Id	Modo de tarea	EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Precedencia	6 nov '17	13 nov
								S	L X V P M J
1	★	1	DESARROLLO DEL PROYECTO	99 días	mar 6/11/18	mar 12/2/19			
2	★	2	DISEÑO	60 días	mar 6/11/18	vie 4/1/19			
3	★	2.1	Requisitos de Hardware	11 días	mar 6/11/18	vie 16/11/18			
4	★	2.1.1	Seleccionar el modelo de plc de acuerdo a requerimientos del proyecto	1 día	mar 6/11/18	mar 6/11/18			
5	★	2.1.2	Selección de componentes electrónicos a utilizar en el desarrollo del proyecto	1 día	mié 7/11/18	mié 7/11/18			
6	★	2.1.3	Selección de aspersores	1 día	jue 8/11/18	jue 8/11/18			
7	★	2.1.4	Diseño del tablero eléctrico	5 días	vie 9/11/18	mar 13/11/18			
8	★	2.1.5	Elegir los componentes electromecánicos para el desarrollo del proyecto	3 días	mié 14/11/18	vie 16/11/18			
9	★	2.2	Programación del Sistema de Control	49 días	sáb 17/11/18	vie 4/1/19			
10	★	2.2.1	Diseñar planos electricos	1 día	sáb 17/11/18	sáb 17/11/18			
11	★	2.2.2	Instalar software LOGO!Soft Comfort	1 día	dom 18/11/18	dom 18/11/18			
12	★	2.2.3	Configurar librerías	1 día	lun 19/11/18	lun 19/11/18			
13	★	2.2.4	Instalar y configurar LOGO!Web Editor	2 días	mar 20/11/18	mié 21/11/18			
14	★	2.2.5	Investigar sobre bloques de función para entradas y salidas de red	7 días	jue 22/11/18	mié 28/11/18			
15	★	2.2.6	Investigar asignación de variables tipo VW para selección de horarios de operación	7 días	jue 29/11/18	mié 5/12/18			
16	★	2.2.7	Investigar sobre las funciones de control web server	7 días	jue 6/12/18	mié 12/12/18			

Proyecto: Cronograma Sistema
 Fecha: jue 28/2/19

Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha limite	
Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin			

MANUAL TÉCNICO

Contenido

Manual técnico del sistema de riego automático	139
Características del sistema	139
Ubicación de componentes.....	3
Botones.....	4
Conexión de electroválvulas	4
Energizado de tablero	5
Conexión de LOGO! a PC	6
Chequeo en línea de programa	7
Solución de problemas	8
Diagramas.....	9
Soporte.....	17
Datos empresariales	17

Figuras

<i>Figura 1</i> Ubicación interna de componentes.....	141
<i>Figura 2</i> Relé de reserva para conexión de electroválvula adicional.....	5
<i>Figura 3</i> Breaker de alimentación principal de tablero.....	6
<i>Figura 4</i> Pantalla de configuración de dirección IP en LOGO!.....	7
<i>Figura 5</i> Botón de test en línea LOGO!Soft Comfort.....	8
<i>Figura 6</i> Esquema general del sistema de control.....	9
<i>Figura 7</i> Vista general de la red.....	10
<i>Figura 8</i> Diagrama de función de bloques y lista de instrucciones.....	11

Tablas

<i>Tabla 1</i> Botones de membrana del panel KTP400 y su representación.....	4
--	---

Manual Técnico

Bienvenido al manual técnico del sistema de riego automático, con esta herramienta usted podrá ser capaz de poner en funcionamiento el sistema y operarlo sin ningún inconveniente.

Características del sistema

Los principales recursos utilizados en este proyecto son: Logo V8.2 y Logo Web Editor de Siemens. Logo V8.2 se encargará de automatizar el sistema y Logo Web Editor permitirá la interacción con el usuario de una manera fácil y amigable, mostrando el estado del sistema y brindándole la opción de poder monitorear y administrar todas las variables a través de cualquier dispositivo con acceso a internet desde cualquier lugar del mundo, obteniendo seguridad y flexibilidad en el manejo de sus operaciones.

Condiciones Ambientales

- Altura sobre el nivel del mar: 2640 m
- Humedad relativa: 81%
- Temperatura ambiente máxima: 19 °C
- Temperatura ambiente mínima: -2 °C
- Temperatura ambiente promedio: 15°C

Características eléctricas del sistema

- Tensión nominal 220 V
- Conexión: Trifásica
- Frecuencia nominal: 60 Hz

Ubicación de componentes

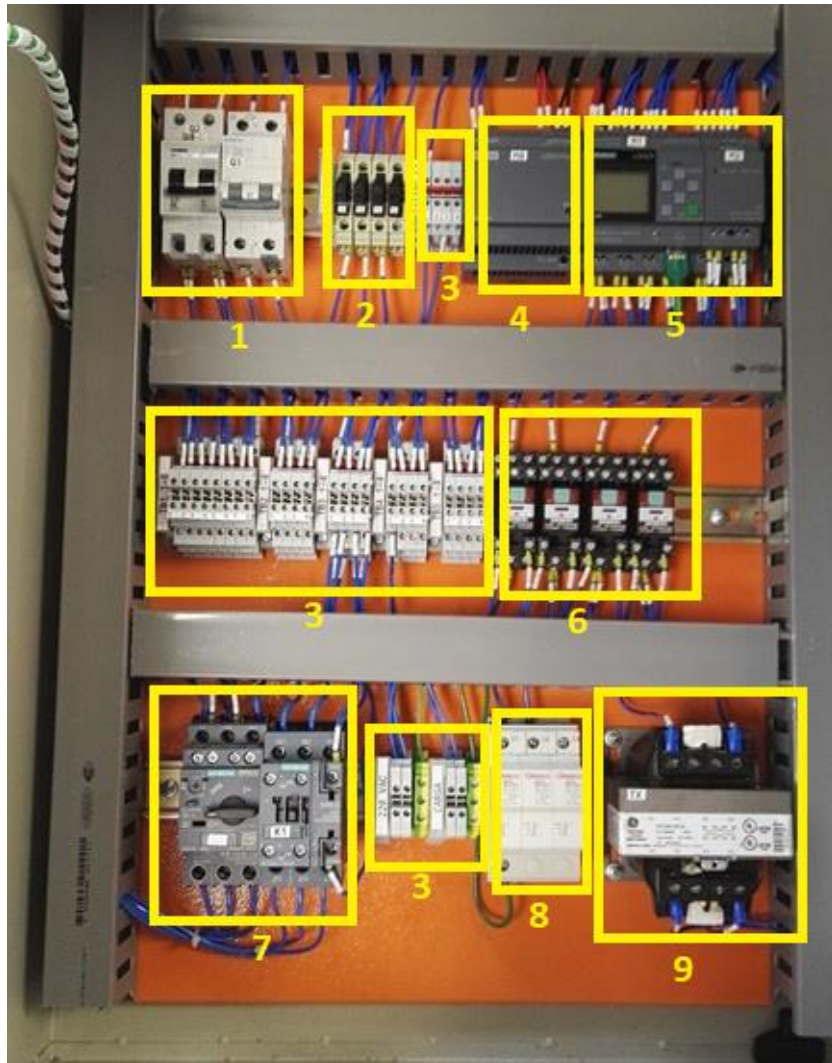






Figura 1 *Ubicación interna de componentes*

1. Breakers de protección principal y de control
2. Borneras portafusibles
3. Bloques de borneas de distribución
4. Fuente de alimentación 24VDC
5. LOGO! Siemens 12/24RCE
6. Relés de enclavamiento de electroválvulas
7. Guardamotor y contactor control de encendido de bomba
8. Supresor de picos de voltaje
9. Transformador reductor monofásico

Botones

Los principales Se usan los botones de membrana para algunas operaciones importantes de la interfaz, de izquierda a derecha se tiene: **Encendido y apagado manual de la bomba -F1-, Línea 1 de aspersores -F2-, Línea 2 de aspersores -F3-, y Línea 4 de aspersores -F4-**.

Tabla 1 Botones de membrana del panel KTP400 y su representación

			
ON – OFF BOMBA	LINEA 1	LINEA 2	LINEA 3

Conexión de electroválvulas

El sistema está previsto para la conexión de un juego adicional de electroválvulas en caso de requerir expandir el riego y cubrir un área más grande, para lo cual se deben seguir los siguientes pasos:

1. Se debe identificar el relé de reserva en el módulo
2. Se procede a conectar los terminales de la bobina de la electroválvula
3. Con la palanca física del relé se procede a realizar una prueba de funcionamiento manual de la electroválvula
4. Se verifica el correcto ajuste de cada tornillo para evitar puntos calientes.

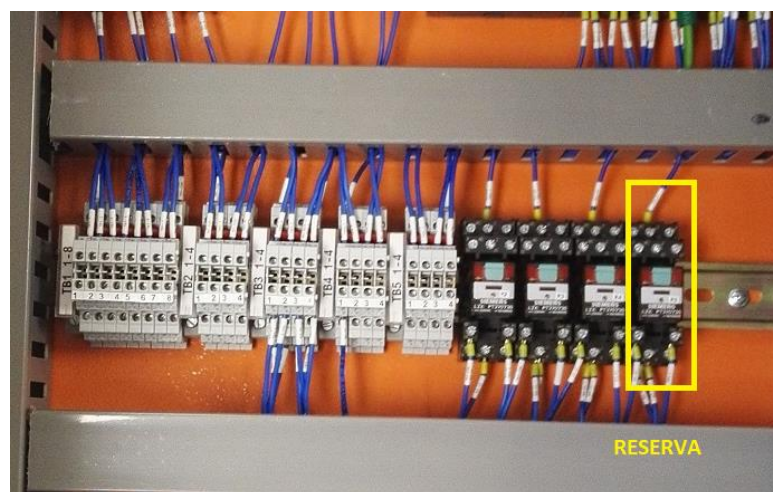


Figura 2 *Relé de reserva para conexión de electroválvula*

Energizado de tablero

El tablero en su alimentación principal requiere lo siguiente:

- Tensión nominal 220 V
- Conexión: Trifásica
- Frecuencia nominal: 60 Hz

Para lo cual primero se debe identificar el breaker de distribución principal y las respectivas borneras que lo alimentan tal como se indica en la figura con la rotulación de 220VAC

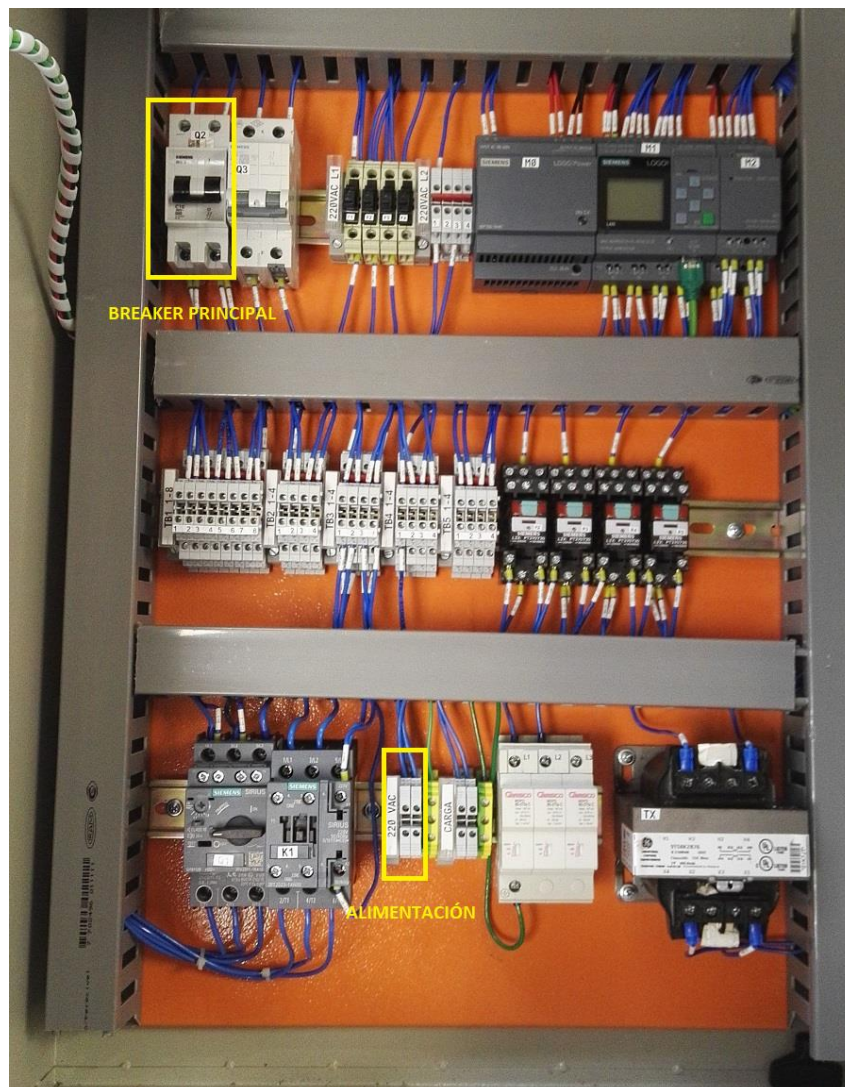


Figura 3 Breaker de alimentación principal del tablero

Conexión de LOGO! a PC

El tablero debe estar energizado y los breakers de alimentación y control en posición ON.

1. Conectamos el logo al puerto de comunicación ethernet a través de un cable cruzado con conectores RJ-45
2. Verificamos la dirección IP del equipo en el menú principal de configuración
3. Ingresamos la IP al LOGO!Soft Comfort y establecemos la comunicación.



Figura 4 *Pantalla de configuración de dirección IP en LOGO!*

Chequeo en línea de programa

1. Una vez conectado el equipo a la PC y habiendo establecido la comunicación a través del Puerto ethernet se debe ejecutar el software de desarrollo LOGO!Soft Comfort.
2. El software automáticamente reconocerá al equipo y descargará el programa que esté almacenado en su memoria interna.
3. En la pantalla principal presionamos sobre el ícono de test en línea el cual permite establecer en tiempo real una comunicación con el equipo y así verificar el estado de sus entradas y salidas, así como la operación de cada segment del programa y los bloques de función.

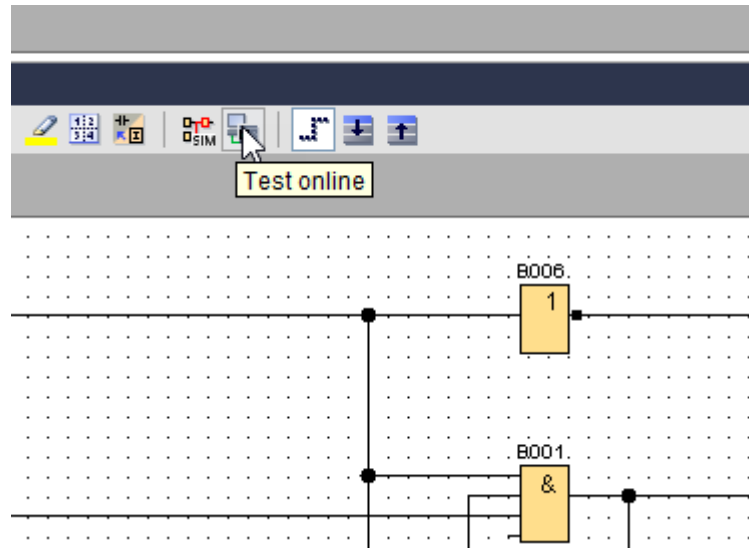


Figura 5 *Botón de test en línea LOGO!Soft Comfort*

Solución de problemas

1. Si el equipo no enciende verifique que la red pública tenga energía y que la alimentación del tablero esté conectada.
2. Si el panel presenta alarmas verifique las conexiones de las electroválvulas así como de las entradas y salidas del controlador principal, un cable desconectado puede dar una lectura falsa que el LOGO! interpretará como falla del sistema.
3. Si no se ejecuta el software verifique que el equipo este conectado con un cable apropiado, y que se haya reconocido el puerto COM, luego ejecútelo nuevamente.

Diagramas

El siguiente diagrama muestra un esquema general del sistema de control para tener una idea global del de cada una de las etapas.

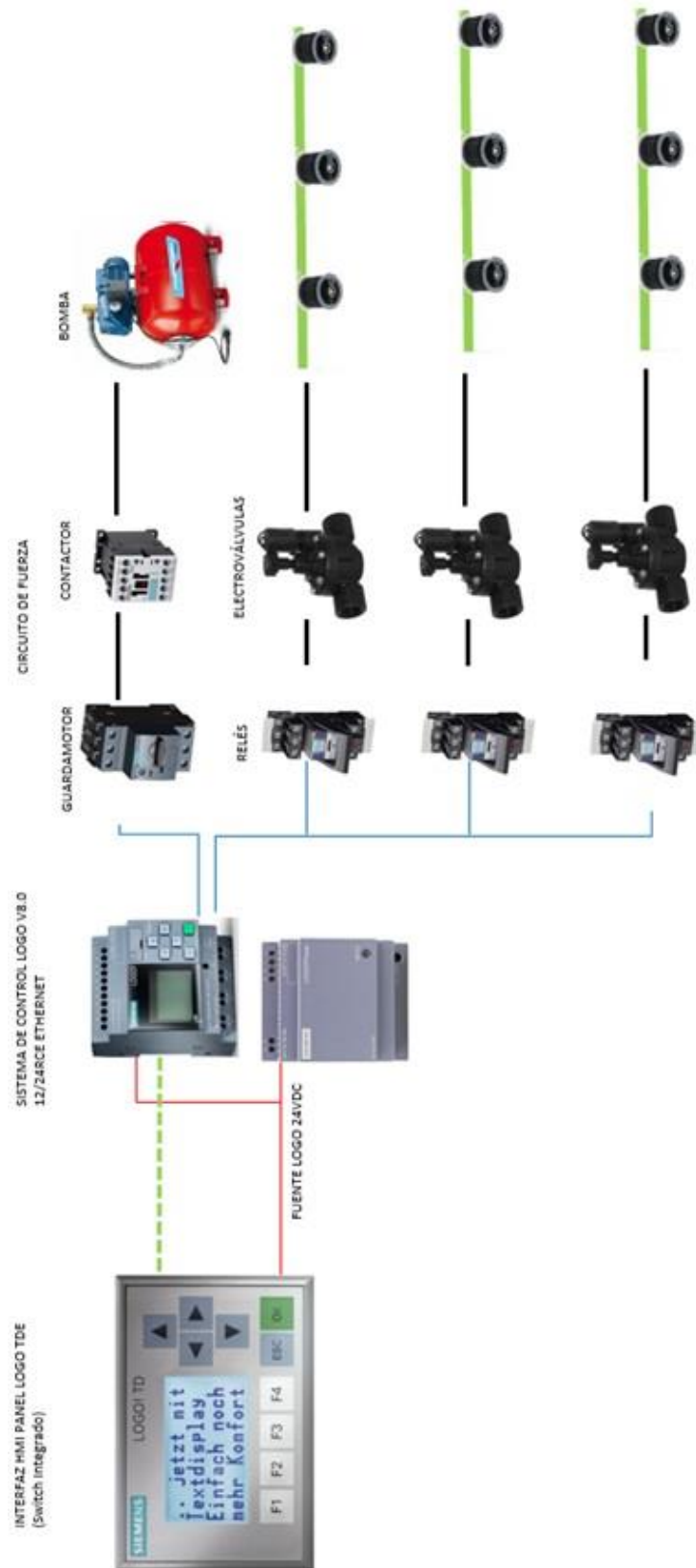


Figura 6 *Esquema general del sistema de control*

La siguiente imagen muestra la vista general de la red con cada uno de sus componentes.

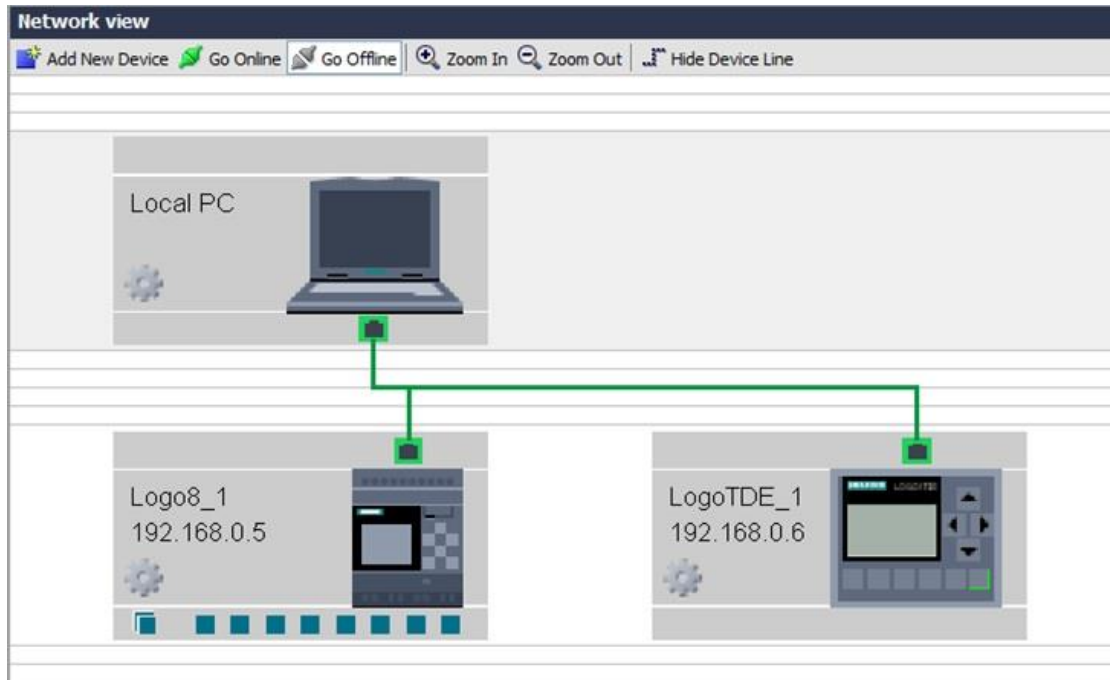
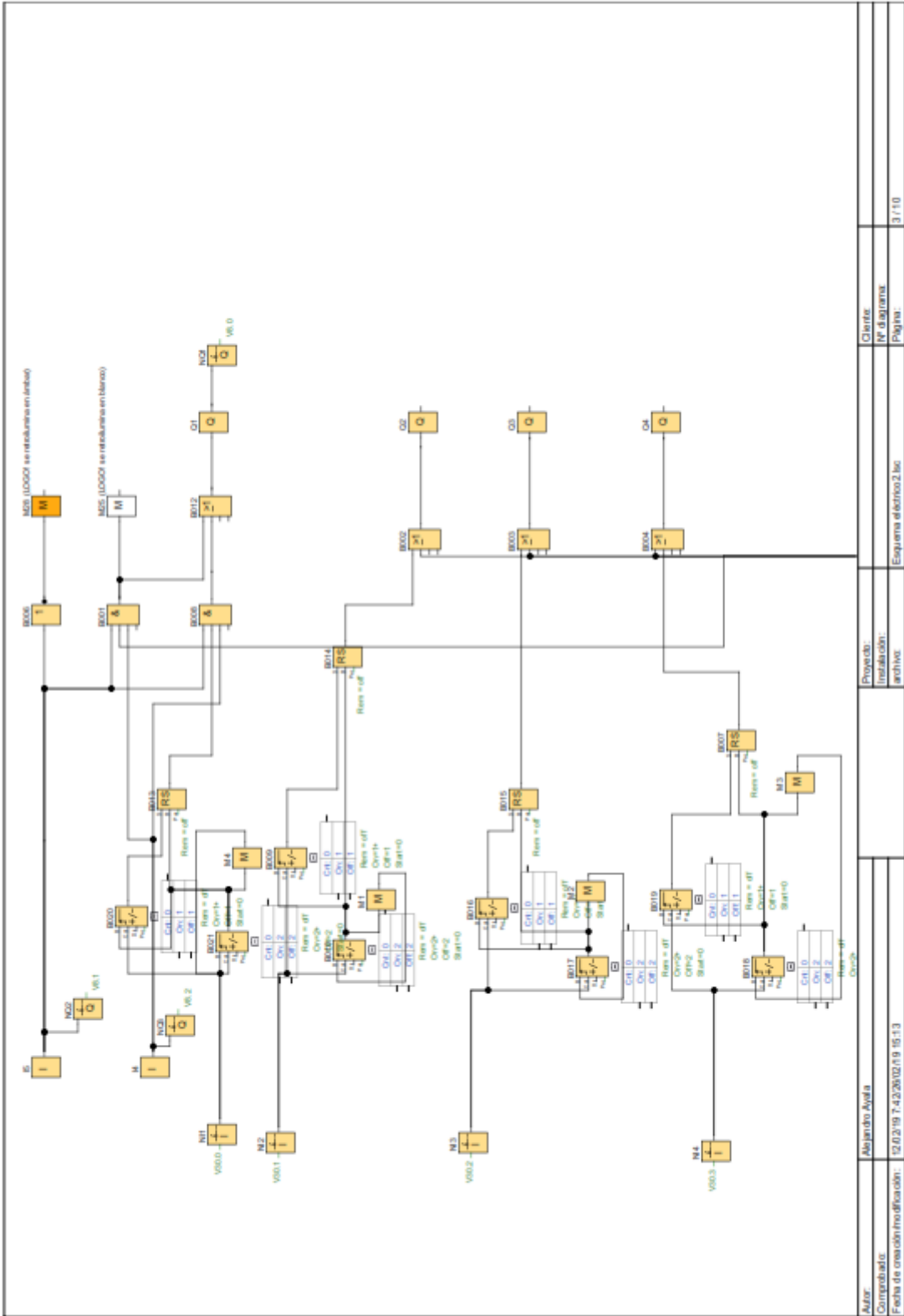
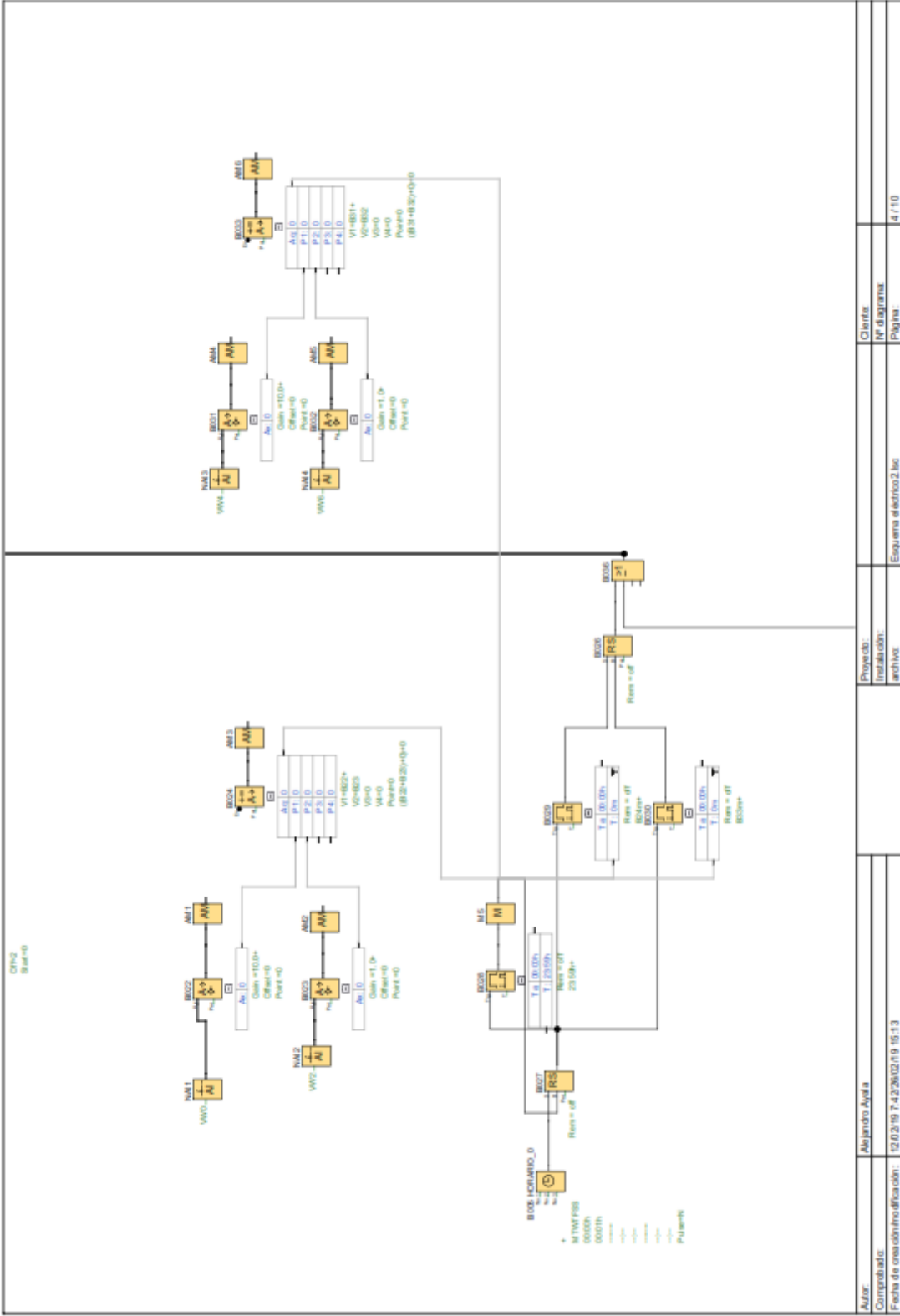


Figura 7 *Vista general de la red*

A continuación se detalla el diagrama de función de bloques y la lista de instrucciones programada.



Autor:	Aljondro Ayala	Proyecto:	Instalación:	Cliente:
Comprobado:		Instalado:	archivos	Nº de planos:
Fecha de creación/modificación:	12/02/19 7:42:26/02/19 16:13			Página:
				3 / 10



AJAX:
Comprobado:

Aljondro Ayala

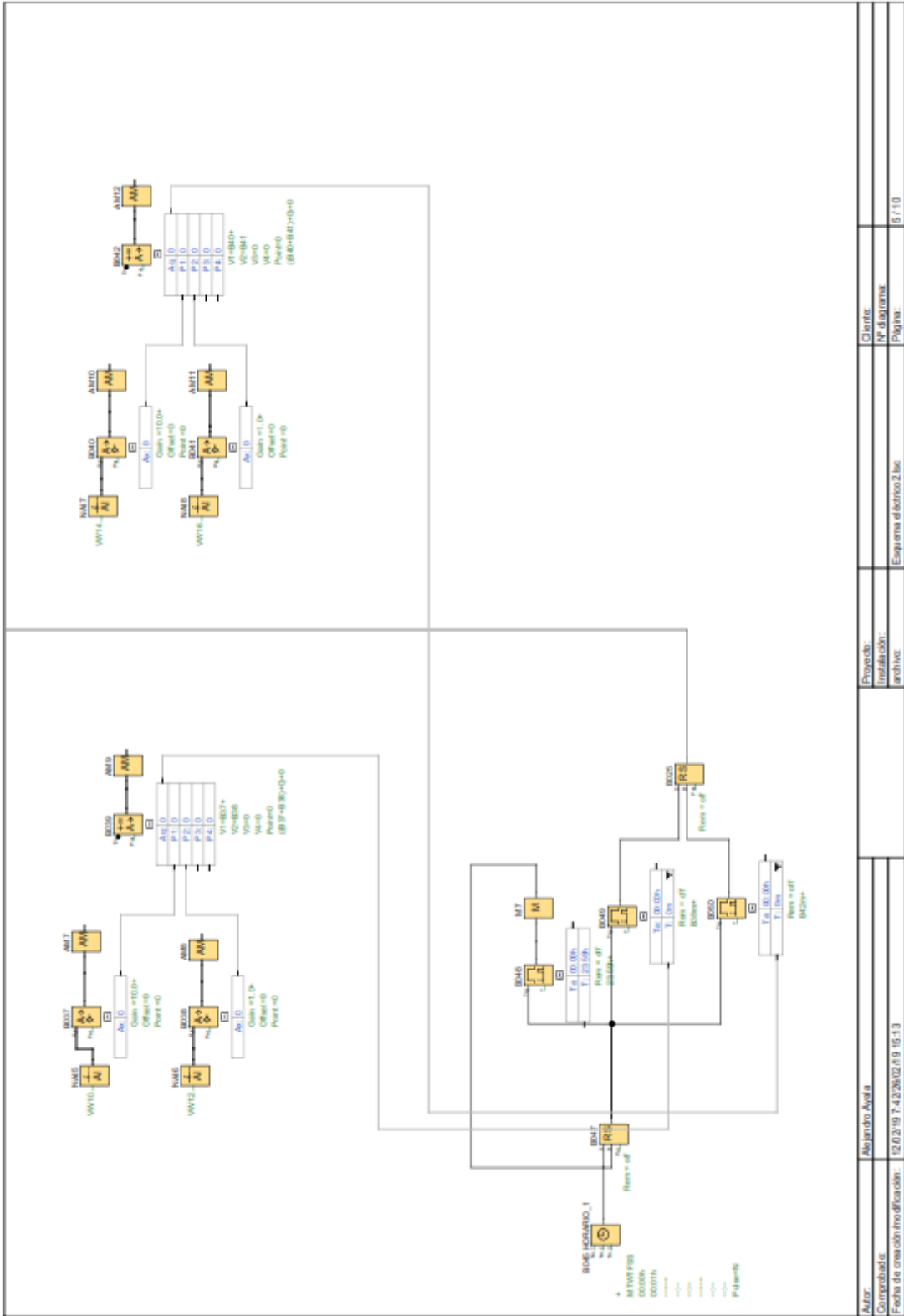
Proyecto:
Instalación:

Equipeta electron2.lac

Cliente:
Nº de diseño:

Página:
4 / 10

Fecha de creación/modificación: 2/02/19 7:42:26(1)9 16:13



Autor: Comprobado: Fecha de creación/actualización:	Alejandro Ayala 12/02/19 7:42:26/02/19 16:13	Proyecto: Instalación:	Cliente: Nº de cliente: Página:
		Espesma electron 2.lc	5 / 10

Número de bloque (tipo)	Parámetro
B005 HORARIO_0(Temporizador semanal) :	+ MTWTFSS 00:00h 00:01h ----- --:-- --:-- ----- --:-- --:-- Pulse=N
B007(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B009(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=1+ Off=1 Start=0
B010(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=2+ Off=2 Start=0
B013(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B014(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B015(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B016(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=1+ Off=1 Start=0
B017(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=2+ Off=2 Start=0
B018(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=2+ Off=2 Start=0
B019(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=1+ Off=1 Start=0
B020(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=1+ Off=1 Start=0
B021(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=2+ Off=2 Start=0
B022(Amplificador analógico) :	Gain =10.0+ Offset=0 Point =0

Autor:	Alejandro Ayala	Proyector:		Cliente:	
Comprobado:		Instalación:		N° diagrama:	
Fecha de creación/mod:	12/02/19 7:42:26/02/19 15:13	archivo:	Esquema eléctrico2.lac	Página:	6 / 10

Número de bloque (tipo)	Parámetro		
B023(Amplificador analógico) :	Gain =1.0+ Offset=0 Point =0		
B024(Instrucción aritmética) :	V1=B22+ V2=B23 V3=0 V4=0 Point=0 ((B22+B23)+0)+0		
B025(Relé autoenclavador) :	Rem = off		
B026(Relé autoenclavador) :	Rem = off		
B027(Relé autoenclavador) :	Rem = off		
B028(Retardo a la conexión) :	Rem = off 23:59h+		
B029(Retardo a la conexión) :	Rem = off B24m+		
B030(Retardo a la conexión) :	Rem = off B33m+		
B031(Amplificador analógico) :	Gain =10.0+ Offset=0 Point =0		
B032(Amplificador analógico) :	Gain =1.0+ Offset=0 Point =0		
B033(Instrucción aritmética) :	V1=B31+ V2=B32 V3=0 V4=0 Point=0 ((B31+B32)+0)+0		
B037(Amplificador analógico) :	Gain =10.0+ Offset=0 Point =0		
B038(Amplificador analógico) :	Gain =1.0+ Offset=0 Point =0		
B039(Instrucción aritmética) :	V1=B37+ V2=B38 V3=0 V4=0 Point=0 ((B37+B38)+0)+0		
B040(Amplificador analógico) :	Gain =10.0+ Offset=0 Point =0		
Autor: Alejandro Ayala	Proyecto:	Cliente:	
Comprobado:	Instalación:	N° diagrama:	
Fecha de creación/mod: 12/02/19 7:42:26/02/19 15:13	archivo: Esquema eléctrico2.lac	Página:	7 / 10

Número de bloque (tipo)	Parámetro				
B041(Amplificador analógico) :	Gain =1.0+ Offset=0 Point =0				
B042(Instrucción aritmética) :	V1=B40+ V2=B41 V3=0 V4=0 Point=0 ((B40+B41)+0)+0				
B045 HORARIO_1(Temporizador semanal) :	+ MTWTFSS 00:00h 00:01h ----- --:-- --:-- ----- --:-- --:-- Pulse=N				
B047(Relé autoencavador) :	Rem = off				
B048(Retardo a la conexión) :	Rem = off 23:59h+				
B049(Retardo a la conexión) :	Rem = off B39m+				
B050(Retardo a la conexión) :	Rem = off B42m+				
Autor:	Alejandro Ayala	Proyecto:		Cliente:	
Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:	
Fecha de creación/mod:	12/02/19 7:42:26/02/19 15:13	archivo:	Esquema eléctrico2.lac	Página:	5 / 10

Figura 8 *Diagrama de función de bloques y lista de instrucciones*

Soporte

Para cualquier cambio en la configuración de hardware o software del sistema de control se debe observar las ayudas en línea que presenta la empresa Siemens en Latinoamérica y en el mundo con la página:

www.support.automation.siemens.com

Así como el teléfono de soporte técnico andino (HOT Line Siemens Técnica), donde sin costo alguno se puede realizar consultas técnicas de los diversos productos Siemens en el área de automatización y variadores A&D (*Automation and Drives*):

1800 101-555 en Ecuador

Datos empresariales

Ingeniería:	Rodrigo Alejandro Ayala Hernández.
Teléfono:	+593-2-2504423/2905464/2565487/2565468/0995269591
e-mail:	ayala@inasecuador.com
Certificaciones:	Efficiency Energy Program Siemens Solution Partner Drives&Motion Siemens Solution Partner Factory Automation Siemens
Ciudad:	Quito
País:	Ecuador



MANUAL DE USUARIO

Contenido

1	Manual de Usuario	139
1.1	Información Importante:.....	139
1.1.1	Simbología.....	156
1.1.2	Botones comunes.....	140
1.2	Manejo de las Pantallas.....	141
1.2.1	Pantalla Principal.....	3
1.2.2	Pantalla de selección de tiempos de operación.....	4
1.2.3	Pantalla Asistencia Técnica.....	159
1.2.4	Pantalla Alarmas.....	6
1.3	Soporte.....	7
1.3.1	Datos empresariales.....	8

Figuras

<i>Figura 1</i>	Organigrama HMI sistema de control de nivel.....	141
<i>Figura 2</i>	Pantalla Principal.....	157
<i>Figura 3</i>	Pantalla de tiempos.....	4
<i>Figura 4</i>	Pantalla selección de horario.....	5
<i>Figura 5</i>	Pantalla selección de días.....	5
<i>Figura 6</i>	Pantalla asistencia técnica.....	6
<i>Figura 7</i>	Pantalla de alarmas.....	7

Tablas

<i>Tabla 1</i>	Botones de membrana del panel KTP400 y su representación.....	3
<i>Tabla 2</i>	Alarmas.....	7

Manual de Usuario

Se debe tomar en cuenta el siguiente manual para la correcta operación del panel táctil KTP400 PN que se encuentra como interfaz gráfica HMI (interfaz humano máquina) del SISTEMA DE CONTROL DE RIEGO CON MONITOREO Y ADMINISTRACIÓN REMOTA, EN EL

Información Importante:

Simbología

Procedimiento de personal especializado.

Atención. Observación crítica del sistema.

Información de Internet.

Botones comunes

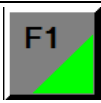
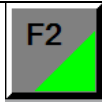

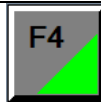


Se usan los botones de membrana para algunas operaciones importantes de la interfaz, de izquierda a derecha se tiene: **Encendido y apagado manual de la bomba -F1-**, **Línea 1 de aspersores -F2-**, **Línea 2 de aspersores -F3-**, y **Línea 4 de aspersores -F4-**.



Tabla 2 Botones de membrana del panel KTP400 y su representación



			
ON – OFF BOMBA	LINEA 1	LINEA 2	LINEA 3

Manejo de las Pantallas

El sistema de visualización HMI posee algunas pantallas, su organigrama lo podemos encontrar a continuación:

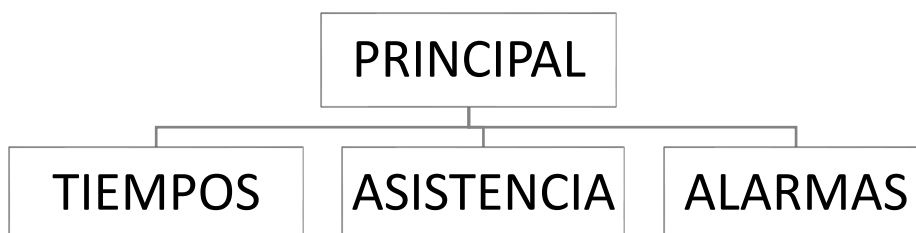


Figura 2 *Organigrama HMI sistema de control de nivel*

En los siguientes párrafos se realizará una explicación de cada pantalla y su funcionamiento.

Pantalla Principal

En la pantalla principal, figura 2, se encuentra la carátula del proyecto, así como se encuentra descrita la función de los botones de membrana para operación manual: **Encendido -F1-**, **Línea 1 -F2-**, **Línea 2 -F3-**, y **Línea 3 -F4-**.



Figura 3 *Pantalla Principal*

Pantalla de selección de tiempos de operación

Esta pantalla permite seleccionar el tiempo de encendido automático de la bomba en dos horarios diferentes, la habilitación de la bomba mediante los tiempos de conexión 1 y 2, así como el apagado de la misma con los tiempos de desconexión.



Figura 4 *Pantalla de tiempos*

Para la configuración de la hora de conexión se debe presionar el panel táctil como indica la figura donde se desplegará el teclado numérico que permite ingresar el valor deseado, mediante la tecla Enter el valor quedará grabado y de la misma manera se procede a configurar los minutos.

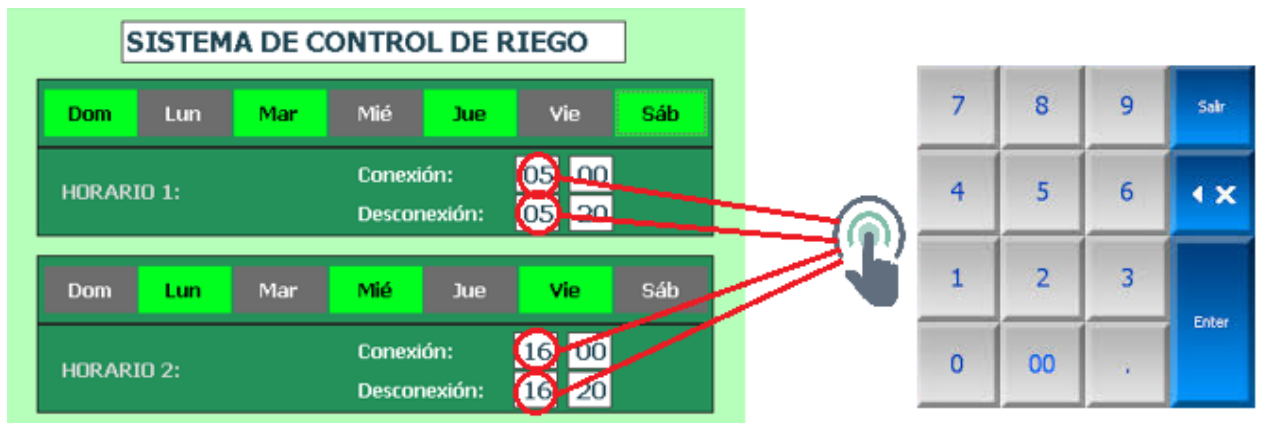


Figura 4 *Pantalla selección de horario*

Para la selección de los días de operación del sistema se eligen los días presionando la tecla correspondiente en el panel táctil, una vez seleccionado el día este se encenderá en color verde indicando que está activado para la operación, mientras que los días que el sistema no opere permanecerán en color gris oscuro indicando su modo pasivo.



Figura 5 *Pantalla selección de días*

Pantalla Asistencia Técnica

Esta pantalla permite visualizar los datos de la empresa encargada del SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE BOMBAS PARA CONTROL DE NIVEL DE TANQUE EN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO, quién podría dar soporte técnico ante cualquier problema eléctrico o electrónico que se presente en el sistema de control. Se encuentra descrita la función de los botones de membrana para navegación: **Principal -F1-**, **Nivel -F2-**, y **Alarmas -F4-**.



Figura 6 *Pantalla Asistencia Técnica*

Pantalla Alarmas

La pantalla Alarmas muestra de manera histórica todas las alarmas que se han producido durante un periodo de tiempo.

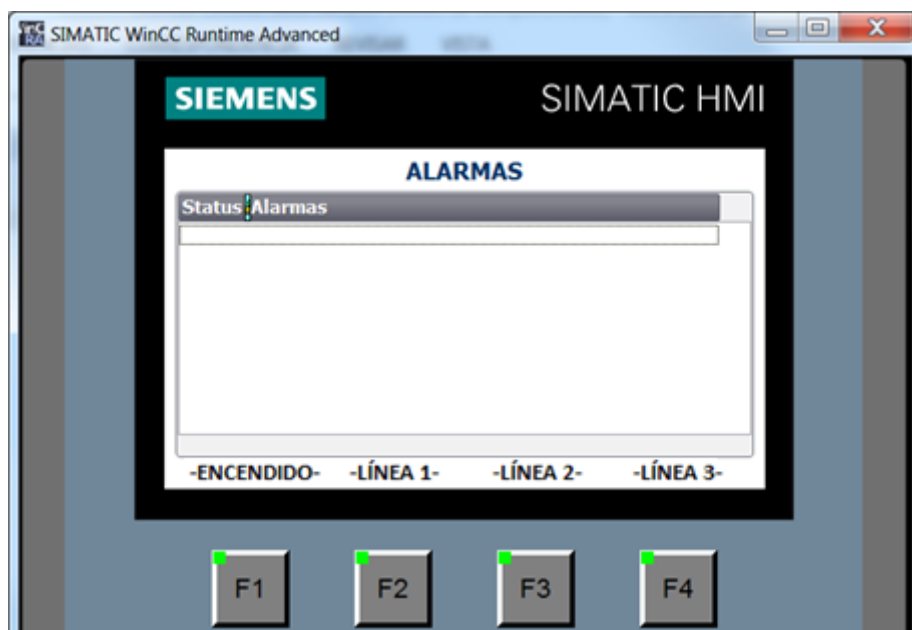


Figura 7 *Pantalla Alarma*

Las alarmas configuradas se muestran en la tabla 2, y son desplegadas cuando existe algún problema en el sistema de control.

Tabla 3 *Alarmas*

N°	Alarma
1	Falla térmica bomba
2	Alarma cisterna vacía
3	Alarma presión alta
4	Rotura de cable Ethernet HMI

Soporte

Para cualquier cambio en la configuración de hardware o software del sistema de control se debe observar las ayudas en línea que presenta la empresa Siemens en Latinoamérica y en el mundo con la página:

www.support.automation.siemens.com

Así como el teléfono de soporte técnico andino (HOT Line Siemens Técnica), donde sin costo alguno se puede realizar consultas técnicas de los diversos productos Siemens en el área de automatización y variadores A&D (*Automation and Drives*):

1800 101-555 en Ecuador

Datos empresariales

Ingeniería:	Rodrigo Alejandro Ayala Hernández.
Teléfono:	+593-2-2504423/2905464/2565487/2565468/0995269591
e-mail:	ayala@inasecuador.com
Certificaciones:	Efficiency Energy Program Siemens Solution Partner Drives&Motion Siemens Solution Partner Factory Automation Siemens
Ciudad:	Quito
País:	Ecuador

Solution
Partner

Automation
Drives

SIEMENS