



“Responsabilidad con pensamiento positivo”

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y
TELECOMUNICACIONES**

TEMA:

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO
PARA EL PROCESO DE ENVASE DE AGUA EN LA PLANTA H-
VIDA, PROVINCIA DE COTOPAXI.**

AUTOR:

ÁLVAREZ CLAUDIO ROBINSON JAVIER

TUTOR:

Mg. MORALES ARÉVALO FLAVIO DAVID

**QUITO, ECUADOR
AÑO: 2019**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

El documento de tesis con título: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE ENVASE DE AGUA EN LA PLANTA H-VIDA, PROVINCIA DE COTOPAXI” ha sido desarrollado por el señor Robinson Javier Álvarez Claudio con C.C. No. 0503836827 persona que posee los derechos de autoría y responsabilidad, restringiéndose la copia o utilización de la información de esta tesis sin previa autorización.

Álvarez Claudio Robinson Javier

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE ENVASE DE AGUA EN LA PLANTA H-VIDA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”**, presentado por el Sr. Robinson Javier Álvarez Claudio, 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. Agosto 2019

TUTOR

.....

Mg. Morales Arévalo Flavio David

APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO

Proyecto de aprobación de acuerdo al Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones de la Universidad Tecnológica Israel.

Quito, septiembre 2019

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

F.....

PRESIDENTE

F.....

VOCAL

F.....

VOCAL

AGRADECIMIENTO

Gracias infinitas a mi tutor el Ingeniero Flavio Morales. A la Universidad Tecnológica Israel, que con su formación profesional y humana nos brinda la oportunidad de ser profesionales. Gracias también a la microempresa H-VIDA, al Ing. Paco Vásquez y a la Ing. Norma Rodríguez por permitirme desarrollar mi proyecto en la microempresa H-VIDA, gracias también a mis queridos padres que con su apoyo incondicional logran que yo sea un profesional.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida. A mis padres, por siempre apoyarme incondicionalmente en mi formación profesional.

A mi hijo que es mi motor y mi fuerza diaria para seguir adelante en la vida.

A la Universidad Tecnológica Israel, a mis maestros y amigos que estuvieron siempre a mi lado en cada enseñanza, en cada aprendizaje y creyeron en mí como profesional y persona.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCION.....	i
ANTECEDENTES DE LA SITUACIÓN OBJETO DE ESTUDIO.....	i
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
ALCANCE	4
DESCRIPCIÓN DE LOS CAPÍTULOS	4
1. CAPÍTULO 1	5
1.1 Envasadora de agua	5
1.1.1 Tipos de procesos de una planta embotelladora de agua	5
Tratamiento de Reactivos	6
Filtración.....	7
Agua Tratada Almacenada	7
Lavado de botellas.....	7
Envase.....	7
1.2 Sistema de control	8
1.2.1 Tipos de sistemas de control.....	8
Sistema de lazo abierto.....	8
Sistema de lazo cerrado	9
1.3. Controlador lógico programable (PLC).....	9
1.3.1. Funcionamiento del PLC	10
1.3.2. Entradas del PLC.	11
1.3.3. Salidas del PLC	12
1.3.4. Ventajas del uso del PLC	12
1.4. Sensores	12
1.4.1. Sensores capacitivos.....	13
1.4.2. Tipos de sensores	14

1.4.3. Aplicaciones de los sensores capacitivos	14
1.4.4. Sensor fotoeléctrico	14
1.4.5. Partes de un sensor óptico	15
1.4.6. Sensor difuso-reflectivo.....	16
2. CAPÍTULO 2	17
MARCO METODOLÓGICO	17
2.1. Metodología de desarrollo	18
Fase I: Identificar y definir el problema	18
Fase II: Definir los requerimientos del sistema	18
Fase III: Seleccionar la tecnología adecuada.....	19
Fase IV: Elaborar la documentación del proyecto.....	19
Fase V: Diseñar el prototipo	19
Fase VI: Validar mediante un prototipo	20
3. CAPÍTULO 3	21
3.1 PROPUESTA 21	
3.1.1. Diagrama de bloques de la propuesta	21
3.1.2. Reconocimiento del proceso.....	22
3.1.3. Planteamiento de la propuesta	22
3.1.4. Diagrama de flujo de funcionamiento del proceso	23
3.2. Aspectos técnicos del producto	24
3.2.1. Sensores fotoeléctricos F&C modelo DR18-S40P	24
3.2.2. Sensores capacitivos TOKY TC-18P8C (PNP).....	25
3.2.3. PLC Twido TWDLCDA24DRF.....	26
3.2.4. Número de entradas y salidas	27
3.2.5. Tablero eléctrico	28
3.2.6. Diseño eléctrico	28
3.2.7. Comunicación	30
3.2.8. Software de programación.....	30
3.2.9. Cálculo de carga de la fuente de alimentación 24VDC.....	30
3.3. Presupuesto del proyecto	31
4. CAPÍTULO 4.....	33
IMPLEMENTACIÓN	33

4.1. Desarrollo	33
4.1.1. Rediseño del circuito de control	33
4.1.2. Instalación de sensores	33
4.1.3. Tablero de control central.....	34
4.2. Implementación	34
4.2.1. Programación del PLC.....	34
4.2.2. Configuración de interfaz Bluetooth entre PC y PLC	35
4.2.3. Diseño del tablero de control.....	37
4.2.4. Diseño y distribución de elementos en el gabinete.....	40
4.2.5. Construcción del tablero de control.....	43
4.3. Pruebas de funcionamiento.....	50
4.4. Análisis de resultados	52
5. CONCLUSIONES	55
6. RECOMENDACIONES	56
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
8. ANEXOS	59
MANUAL DE OPERADOR.....	60
MANUAL TECNICO	64
9. ACTA ENTREGA RECEPCION.....	67

LISTA DE FIGURAS

Figura. 1.1 Proceso de Envasado de Agua	6
Figura. 1.2 Componentes básicos de un sistema de control.....	8
Figura. 1.3 Sistema de lazo abierto	9
Figura. 1.4 Sistema de lazo cerrado	9
Figura. 1.5 Estructura básica de un PLC.....	10
Figura. 1.6 Sensor capacitivo	13
Figura. 1.7 Tipos de sensores	14
Figura. 1.8 Sensor fotoeléctrico	15
Figura. 1.9 Campos de detección	16
Figura. 1.10 Sensor Difuso-Reflectivo.....	16
Figura 3.1 Diagrama de bloques de la propuesta	21
Figura. 3.2 Diagrama de la propuesta	23
Figura. 3.3 Diagrama de funcionamiento del proceso.....	24
Figura. 3.4 Sensor DR18-S40P	24
Figura. 3.5 Sensor Capacitivo TOKY TC-18P8C.....	26
Figura 3.6 Twido Base Compacta	27
Figura. 3.7 Diagrama Eléctrico	29
Figura. 4.1 Diagrama de bloques de proceso	34
Figura. 4.2 PC detectando Bluetooth	35
Figura. 4.3 PC emparejado con Bluetooth	36
Figura. 4.4 Conexión de TWIDO SUITE con Bluetooth.....	36
Figura. 4.5 Reconocimiento de dispositivo PLC mediante Bluetooth	37
Figura. 4.6 Gabinete Metálico.....	38
Figura. 4.7 Gabinete metálico dimensionamiento interno	39
Figura. 4.9 Puerta Vista Frontal	40
Figura. 4.8 Distribución interna de elementos	41
Figura. 4.10 Dimensiones para Elementos.....	42
Figura. 4.11 Herramientas para construcción de tablero.....	43
Figura. 4.12 Distribución de canaletas y riel din.....	44
Figura. 4.13 Colocación de elementos de control	44
Figura. 4.14 Instalación eléctrica	45
Figura. 4.15 Presentación de caja.....	46
Figura. 4.16 Montaje de tablero nuevo.....	47

Figura. 4.17 Tablero nuevo colocado junto a la maquina envasadora	47
Figura. 4.18 Readecuación de panel de operador.....	48
Figura. 4.19 Colocación de señalización.....	49
Figura. 4.20 Tablero de control y panel de operador con identificación y señalización	49
Figura. 4.21 Sensores instalados	50
Figura. 4.22 Pruebas de funcionamiento, sensores fotoeléctricos.....	51
Fig. 4.23 Pruebas de funcionamiento, sensores Capacitivos.....	51
Figura. 4.24 Funcionamiento PLC y Bluetooth	52

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Características del sensor DR18-S40P.....	25
Tabla 3.2 Entradas Requeridas.....	27
Tabla 3.3 Salidas Requeridas	28
Tabla 3.4 Cargas de la fuente de 24VDC.....	31
Tabla 3.5 Análisis de costos.....	32
Tabla 4.1 Pruebas de voltaje	53
Tabla 4.2 Pruebas de continuidad	53
Tabla 4.3 Resultados obtenidos en las etapas del sistema.....	53

RESUMEN

El presente proyecto tiene la finalidad de Desarrollar un sistema de control automatizado para el proceso de envase de agua en la plata H-VIDA, Provincia de Cotopaxi. Los principales recursos a utilizar son un módulo Bluetooth TCSWAAC13FB, un PLC TWIDO TWDLCAA24DRF, sensores reflectivos para detectar las botellas y sensores capacitivos para controlar el llenado, obteniendo un control de envase eficiente para no desperdiciar el agua tratada y mejorar la producción.

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 la microempresa H-Vida.

Una vez realizado el diseño e implementación, se concluye que este sistema beneficia directamente a la microempresa H-Vida, a la eficiencia del proceso de envase así también disminuyendo los costos de producción, además mediante la interfaz de comunicación bluetooth y el software Twido Suite se puede transferir datos y monitorear el dispositivo PLC, pudiendo así realizar modificaciones en línea en la programación del mismo.

Finalmente, como resultado el funcionamiento del sistema fue satisfactorio tanto en el control de envasado y también en el monitoreo y transferencia de datos mediante la interfaz bluetooth.

Palabras claves: bluetooth, PLC, industria, sensor, automatización.

ABSTRACT

The present project has the purpose of developing an automated control system for the water container process in H-VIDA silver, Cotopaxi Province. The main resources to be used are a Bluetooth module TCSWAAC13FB, a TWIDO TWDLCAA24DRF PLC, reflective sensors to detect the bottles and capacitive sensors to control the filling, obtaining an efficient container control so as not to waste the treated water and improve production.

For this purpose, a survey of the needs and requirements of those involved in the project is carried out, the stage of design, assembly of the board and development of the programming is carried out in the H-Vida microenterprise.

Once the design and implementation is completed, it is concluded that this system directly benefits the H-Vida microenterprise, the efficiency of the packaging process as well as reducing production costs, in addition through the bluetooth communication interface and the Twido Suite software You can transfer data and monitor the PLC device, so you can make changes online in the programming of the device.

Finally, as a result the operation of the system was satisfactory both in the packaging control and also in the monitoring and transfer of data through the bluetooth interface.

Keywords: bluetooth, PLC, industry, sensor, automation.

INTRODUCCION

ANTECEDENTES DE LA SITUACIÓN OBJETO DE ESTUDIO

La empresa H-VIDA, es una microempresa nueva que se dedica al tratamiento y envase de agua natural sin gas, esta está ubicada en la vía a la Mana, Parroquia Pílalo, la cual esta prospera a seguir creciendo en producción, infraestructura y tecnología.

Por lo antes expuesto, de acuerdo a la investigación realizada por (Sani, 2015) se realizó diseño, construcción e implementación de una máquina envasadora y dosificadora de refrescos para la industria de lácteos Santillán.

El proyecto mencionado consta de un sistema de control, el cual está comandado por un PLC, el mismo que se encarga de coordinar cada una de las funciones necesarias para el correcto envasado del refresco.

Sin embargo tiene el inconveniente de no constar de un sistema de control automático, el cual puede presentar inconvenientes en el funcionamiento y así mismo en la producción del producto.

Por otra parte, de acuerdo a la investigación realizada por (CRUZ, 2010), realizo diseño e implementación de una máquina flexible para envasado de líquidos, el cual consta también de un PLC para el control de envase. Sin embargo al igual que el proyecto anterior no consta de un control automático.

Por lo antes expuesto, existen trabajos de investigación aplicados al envase, los cuales constan de PLC pero no tienen un modo de control automático, es así que se propone el control automático mediante sensores para detección y sensores para llenado, donde estos sensores trabajaran conjuntamente con el PLC programado para trabajar de forma automática.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la planta envasadora de la microempresa H-VIDA ubicada en la provincia de Cotopaxi, se encuentra en la necesidad de la mejora del proceso de envase ya que actualmente tiene una envasadora que trabaja de forma manual con un sistema de control ya obsoleto, el cual desperdicia el agua tratada al no tener un sistema de control automático, siendo esto motivo de pérdidas económicas.

Por lo antes expuesto y debido a la demanda del agua envasada, surge la necesidad de desarrollar un sistema de control automático aplicado al envase de botellas de agua, el mismo que será encargado de controlar el llenado automático de las botellas, mejorando así la producción y sin desperdiciar el agua tratada, ya que se tendrá un control de llenado.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad La Planta H-VIDA no cuenta con un control automatizado para el proceso de envasado, en el cual existen pérdidas del agua tratada que perjudica en el costo de producción, ya que se tiene que tratar nuevamente el agua para poder ser envasado.

Es así que se presenta una solución para el envase automático con la tecnología actual mediante un PLC y sensores que trabajaran en conjunto, dando así un llenado automático exacto y sin desperdiciar el agua tratada bajando los costos de producción que se verán reflejados en la microempresa H-Vida, lo cual este ahorro será beneficio para el desarrollo de la empresa.

Además de lo expuesto anteriormente, será mejora de eficiencia en el proceso de producción, subiendo así el número de botellas envasadas para ser distribuidas al consumidor, siendo esto beneficio para la empresa H-Vida.

También en este proyecto se será la mejora tecnológica del control de la máquina, ya que se utilizara un PLC, dicho dispositivo es el más fiable y utilizado en el control y automatización industrial y que también puede ser usado para futuras mejoras en la maquina envasadora.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema de control automatizado para el proceso de envase de agua en la plata H-VIDA, Provincia de Cotopaxi.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el proceso de envase de agua en la plata H-VIDA, Provincia de Cotopaxi.
- Realizar la interfaz de comunicación Bluetooth entre el PLC TWIDO y la PC mediante el Modulo Bluetooth Schneider.
- Diseñar un sistema de control automatizado al proceso de embotellamiento en la planta H-VIDA, Provincia de Cotopaxi, a través del software TWIDO SUITE.

- Rediseñar el tablero de control de la envasadora implementando el PLC TWIDO.
- Interpretar los resultados obtenidos en la planta envasadora H-VIDA, Provincia de Cotopaxi.

ALCANCE

El presente proyecto está dirigido a la planta envasadora de agua H-VIDA en la provincia de Cotopaxi, para un mejoramiento en su proceso de envase. La finalidad de este proyecto es la comunicación entre el módulo de comunicación Bluetooth TCSWAAC13FB con el PLC TWIDO TWDLCAA24DRF y la programación del mencionado PLC.

El desarrollo del sistema estará conformado por un PLC que será el cerebro que controlara toda la máquina, ya esta máquina trabaje de forma manual o de forma automática, para complementar el control será necesario el uso de una fuente de alimentación de 24V para la alimentación de sensores digitales de tipo reflectivo y capacitivo.

La programación será en base al software TWIDO SUITE que se lograra establecer mediante la comunicación entre la PC y el PLC

DESCRIPCIÓN DE LOS CAPÍTULOS

En el Capítulo 1 - Fundamentación teórica del proyecto, describe en conceptos generales el envase de agua, definiciones de PLCs y Sensores.

En el Capítulo 2 - Marco metodológico, se describe la metodología utilizada para la elaboración del proyecto y definido previamente en el plan del proyecto integrador de carrera.

En el Capítulo 3 – Propuesta, en este capítulo se podrá observar que se presentó para la elaboración del presente proyecto, se realiza el análisis económico de los equipos que se pretende usar y se muestra los recursos requeridos.

En el Capítulo 4 – Implementación, se describe la implementación del proyecto, pruebas de funcionamiento y análisis de resultados.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

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.

1.1 Envasadora de agua

Una envasadora es una máquina que realiza el envasado de distintas cosas. Su funcionamiento es basado en una línea de producción en la cual participan los envases y los productos. El primer paso es colocar el envase, luego el producto en su interior. (Infaimon, 2018)

1.1.1 Tipos de procesos de una planta embotelladora de agua

Según AGUASITEC, se presenta el flujo del proceso productivo de una planta embotelladora de agua a nivel general. Éste puede ser igual para otros productos. Es por eso que se debe conocer y saber las actividades expuestas, la forma de la maquinaria y el Equipamiento empleado, el tipo y además el tiempo de las operaciones que se deba hacer y algunas de las formulaciones o también composiciones diferentes que incluyen los productos o variantes que se pretenda hacer. (AGUASITEC, 2019)

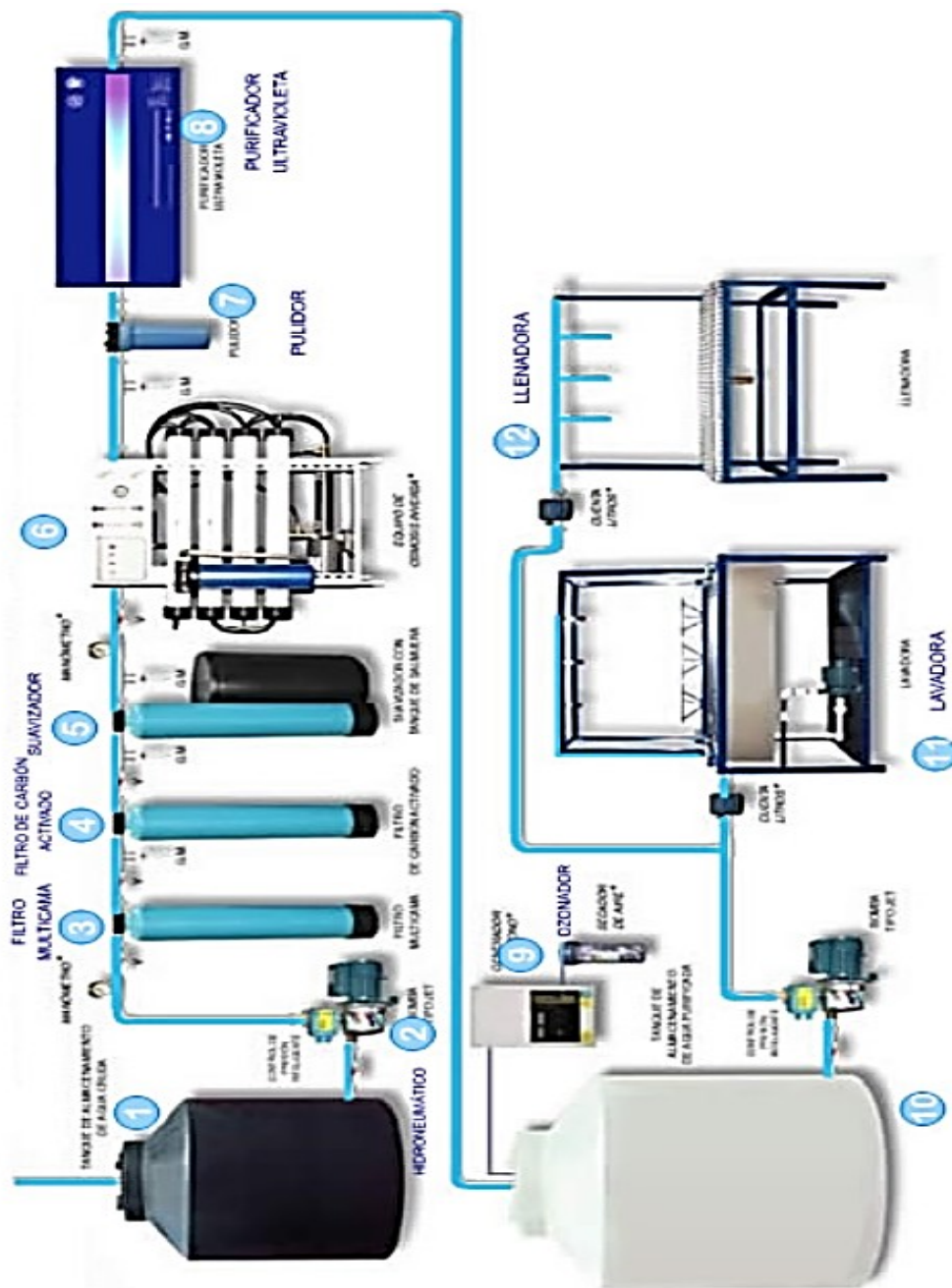


Figura. 1.1 Proceso de Envasado de Agua

Fuente: Tomado de (AGUASITEC, 2019)

Tratamiento de Reactivos

A partir de la entrada de agua se realiza el bombeo de agua a una cisterna de tratamiento. En esta cisterna se hace una desinfección mediante el uso de ozono con desprendimiento de moléculas de oxígeno, luego en la esterilización, se hace pasar por medio de una cámara

sellada de luces que radian rayos ultravioleta.

Luego de esto el agua queda en reposo por un lapso de 8 horas aproximadamente, en este tiempo se estima que se realizara las coagulaciones de partículas, también pueden morir los microorganismos patógenos.

Filtración

Cuando ha pasado el tiempo de reposo, se procede al filtrado, bombeando agua y haciéndola pasar por los filtros; el primer filtro por el que va a pasar es de grava y arena, para eliminar elementos sólidos que pueden estar en el agua.

El segundo filtro es de carbón activado, este se encarga de la eliminación de mal olor y mal sabor que pueda tener el agua.

Agua Tratada Almacenada

El agua cuando ya está purificada es almacenada en un tanque que sea forrado con azulejo color blanco. El tanque deberá estar tapado para prevención de la contaminación del agua tratada; desde este tanque es realizado el llenado de envases de agua.

Lavado de botellas

Las botellas se pueden lavar en lavadoras manuales o automáticas, estas lavadoras están divididas en dos secciones, una para lavar y otra de enjuagar. Los envases limpios pasan a la sección de llenado.

Envase

Es realizado por medio de una máquina llenadora, el envase es colocado sobre una mesa debajo de las válvulas o electroválvulas usadas para el control de llenado, se llena y después sale del área de llenado, donde serán tapadas. (AGUASITEC, 2019)

1.2 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. (Benjamin C. Kuo, 1997)

La estructura básica de un sistema de control se pueden describir mediante:

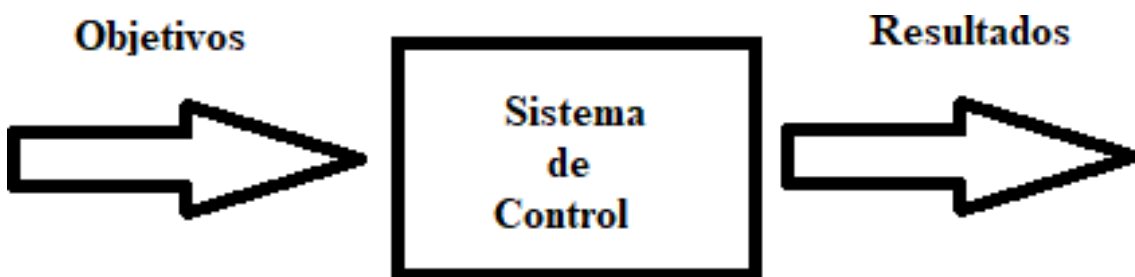


Figura. 1.2 Componentes básicos de un sistema de control

Fuente: Tomado de (Benjamin C. Kuo, 1997)

1.2.1 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 principal variable que controla este tipo de sistemas. (Benjamin C. Kuo, 1997)

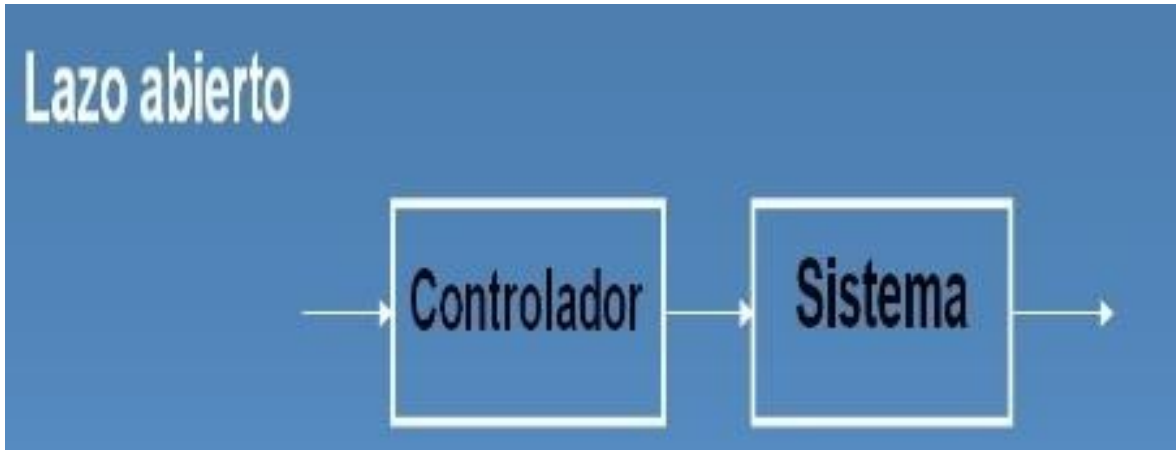


Figura. 1.3 Sistema de lazo abierto

Fuente: Tomado de (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. (Benjamin C. Kuo, 1997)

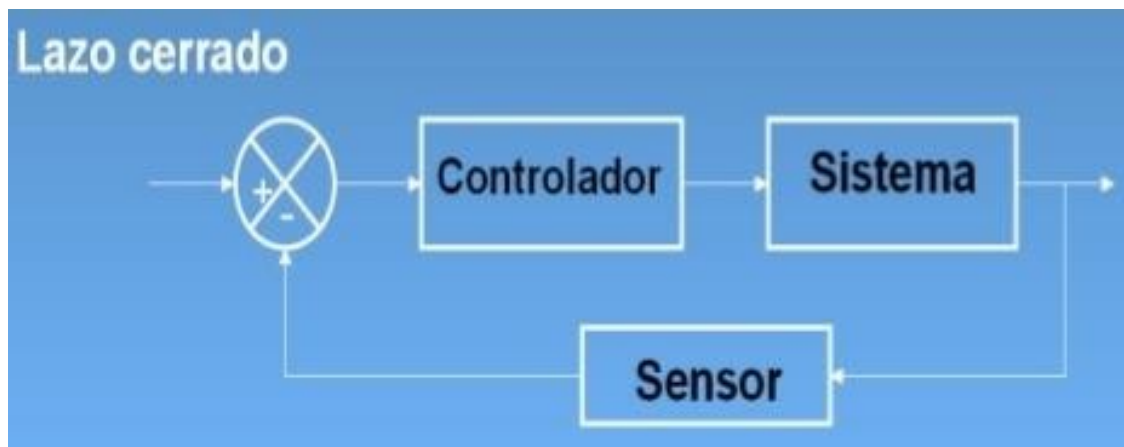


Figura. 1.4 Sistema de lazo cerrado

Fuente: Tomado de (Benjamin C. Kuo, 1997)

1.3. Controlador lógico programable (PLC)

Un PLC, es un equipo que está diseñado especialmente para ser usado en fabricación,

envasado, y otras aplicaciones industriales. Los PLCs son diseñados para tener la capacidad de tomar la información de muchos sensores y hacer uso para controlar una variedad de diferentes máquinas. Los PLCs tienen la capacidad de controlar un proceso en tiempo real, por lo que son muy rápidos. Cuando un PLC recibe una instrucción, responde al instante realizando la función para la que fue programada. (Techlandia, 2019)

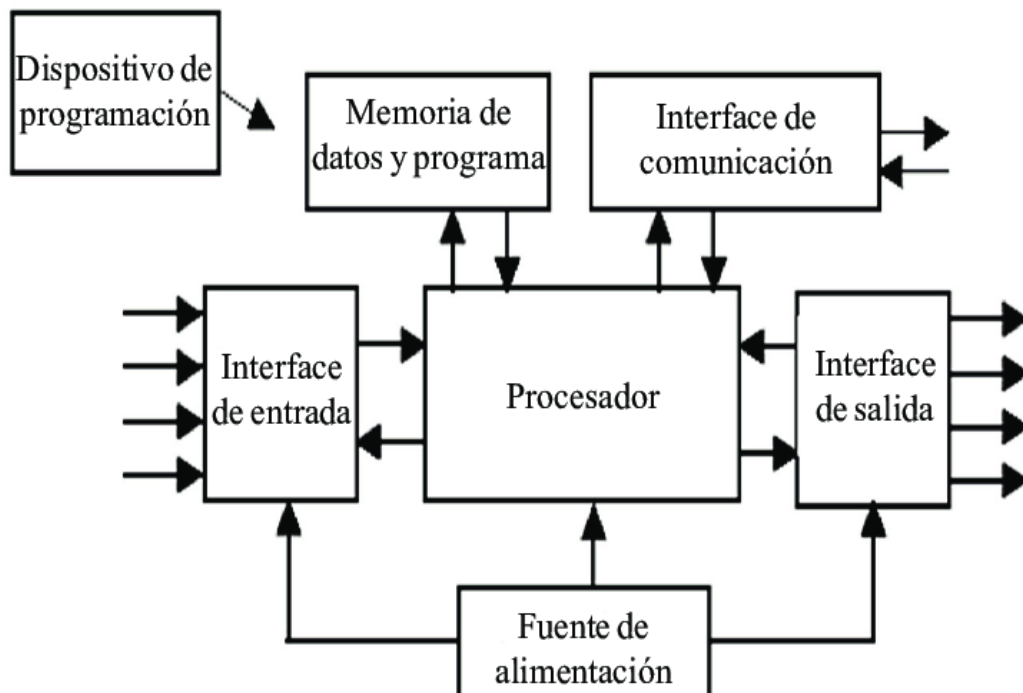


Figura. 1.5 Estructura básica de un PLC

Fuente: Tomado de (ResearchGate, 2017)

1.3.1. Funcionamiento del PLC

Para poder explicar el funcionamiento de un PLC es necesario definir primeramente las partes:

- Entradas y salidas ·
 - CPU (Unidad Central de Proceso) ·
 - Memoria ·
 - Dispositivos de Programación

Al PLC se lo programa a través de un PC con el software de programación del PLC y éste es almacenado en la memoria de la CPU para posterior ejecutar durante su

funcionamiento. (EcuRed, 2011)

La CPU, es el "cerebro" del PLC, procesa la información que recibe en sus entradas provenientes de los distintos sensores y de acuerdo con el programa, ejecuta sus salidas con la que se logra actuar sobre el proceso. (EcuRed, 2011)

En las entradas pueden tener:

- Sensores inductivos, capacitivos, ópticos
- Interruptores
- Pulsadores
- Llaves
- Finales de carrera
- Detectores de proximidad

En las salidas pueden se conectados:

- Contactores
- Electroválvulas
- Variadores de velocidad
- Alarmas

La CPU funciona cíclicamente ejecutando el programa, al comenzar el ciclo, la CPU lee el estado de las señales de entrada, seguido ejecuta el programa a continuación la CPU ejecuta tareas internas de diagnóstico y comunicación, ya al final del ciclo se actualizan las señales de salidas con las que se actúa sobre el proceso. El tiempo del ciclo depende del tamaño y complejidad del programa del programa, del número de entradas y salidas y de la cantidad de comunicación requerida. (EcuRed, 2011)

1.3.2. Entradas del PLC.

Los PLC reciben señales de diferentes sensores. La gran mayoría de sensores son interruptores simples. Por ejemplo, si un PLC requiere mover una cinta transportadora en alguna posición, podría tener un final de carrera en el extremo. Los PLC también podrían usar insumos más complejos, como cámaras o micrófonos diseñados para reconocer ciertos

patrones. (Techlandia, 2019)

1.3.3. Salidas del PLC

Los PLCs pueden ser usados para controlar casi cualquier proceso automático. Un PLC tiene la capacidad de encender y apagar la energía de luces y otros equipos electrónicos. Los PLC son usados generalmente para el accionar de máquinas. Una planta industrial puede usar un PLC para verter metal fundido, para el movimiento de alguna sierra, o para abrir y cerrar una electroválvula. Un PLC puede realizar muchas tareas sencillas en un orden específico. PLC. (Techlandia, 2019)

1.3.4. Ventajas del uso del PLC

Las ventajas de usar un PLC comparado con sistemas básicos manejado por relés o sistemas electromecánicos son:

- Flexibilidad: Capacidad de reemplazar la lógica cableada de un tablero o de un circuito de control impreso, mediante un programa ejecutado en un PLC.
- Tiempo: Ahorro de tiempo en realizar conexiones, en la puesta en marcha y en el ajuste del proceso.
- Cambios: Facilidad para realizar cambios del trabajo ha realizarse mediante la programación durante la operación del sistema.
- Fiabilidad
- Espacio en el tablero de control.
- Normalización. (EcuRed, 2011)

1.4. Sensores

Son instrumentos que tienen la mano de alterar magnitudes físicas o químicas, llamadas las variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor y pueden ser por ejemplo: temperatura, ampulosidad luminosa, distancia, velocidad, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, Ph, etc. Una magnitud eléctrica obtenida puede ser una resistencia eléctrica (como en una Rtd), una capacidad eléctrica (como en un sensor de

humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como un fototransistor), etc. (INGENIERIA MECAFENIX, 11)

1.4.1. Sensores capacitivos

El sensor capacitivo es un interruptor electrónico que trabajan sin realizar contacto. Estos sensores aprovechan el impacto que tienen los materiales como el papel, cristal, plástico, aceite, líquido, así como de los metales, de agrandar la capacidad del sensor cuando se encuentran adentro del campo eléctrico originado.

Internamente tienen un condensador que genera un campo eléctrico. Este condensador forma parte de un circuito resonador, de forma que cuando un objeto se acerca a este campo, la capacidad aumenta y el circuito empieza a resonar. (MECAFENIX, 2017)

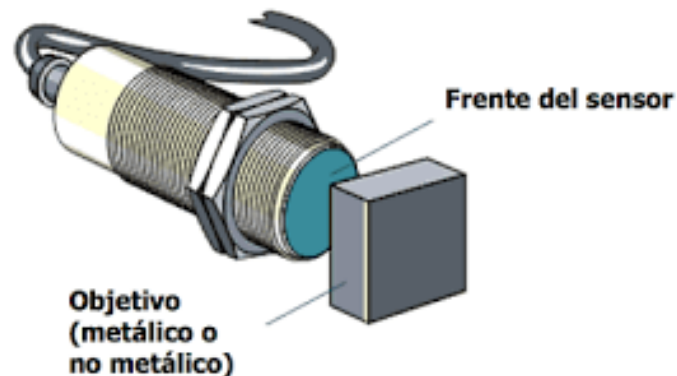


Figura. 1.6 Sensor capacitivo

Fuente: Tomado de (MECAFENIX, 2017)

1.4.2. Tipos de sensores

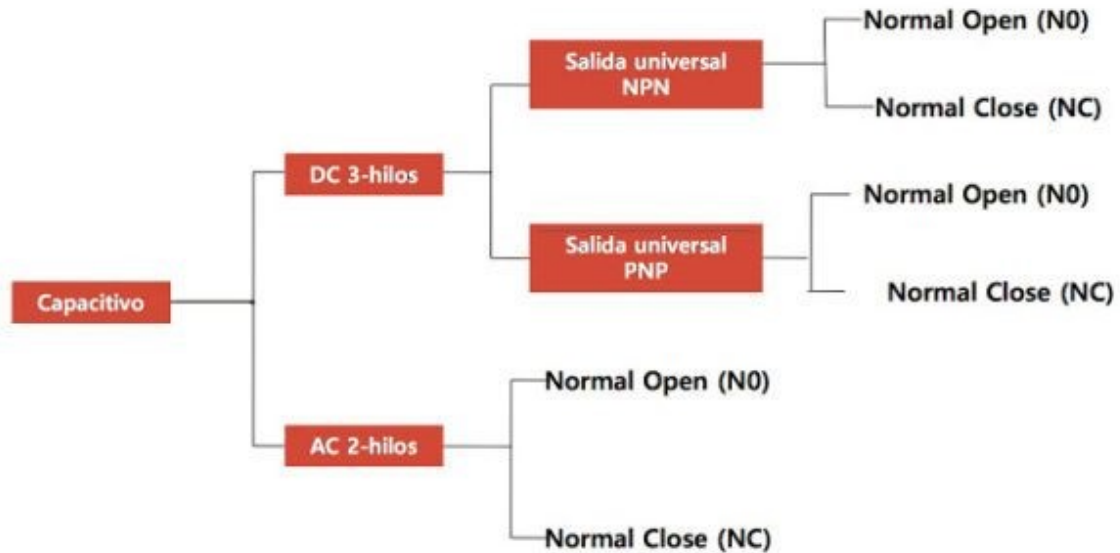


Figura. 1.7 Tipos de sensores

Fuente: Tomado de (MECAFENIX, 2017)

1.4.3. Aplicaciones de los sensores capacitivos

- Detectar el nivel de algún líquido
- Detectar algún fluido en un contenedor
- Detectar (por ejemplo el agua tiene una constante dieléctrica más alta que el plástico esto le da al sensor la destreza de ver a través del plástico y detectar el agua en un recipiente. (MECAFENIX, 2017)

1.4.4. Sensor fotoeléctrico

El sensor óptico o también conocido como fotoeléctrico tiene la capacidad de detectar una presencia o algún objeto a distancia, esto lo realiza a través del cambio de intensidad de luz. Teniendo en cuenta que estos dispositivos están basados en la cantidad de luz detectada o la reflectividad de los diferentes objetos, es posible detectar con este tipo de sensores casi todos los tipos de materiales, ya estos pueden ser: Cristal, metal, plástico, madera y líquidos. (MECAFENIX, 2018)

Dichos componentes necesitan de un emisor y un receptor, el emisor es el encargado de enviar una señal en forma de luz y el receptor es el encargado de la detección de ese haz de luz enviado por el emisor. (MECAFENIX, 2018)

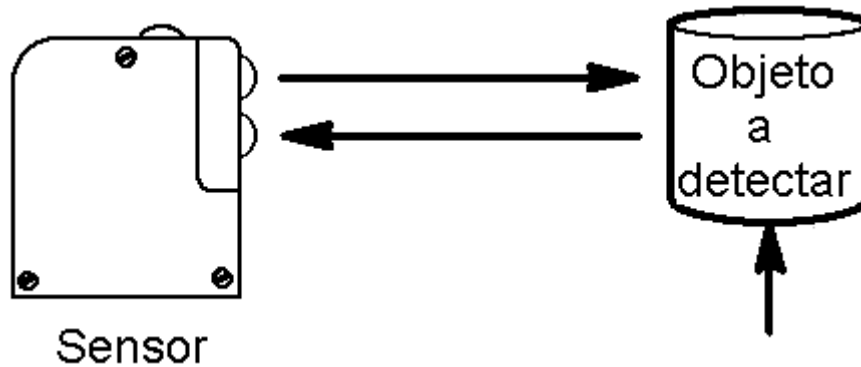


Figura. 1.8 Sensor fotoeléctrico

Fuente: Tomado de (MECAFENIX, 2018)

1.4.5. Partes de un sensor óptico

El sensor óptico no es demasiado complejo, es por eso que están constituidos por pocas partes y estas son sencillas de entender:

- **Emisor:** Es el encargado de dar origen a un haz luminoso principalmente a través de un LED infrarrojo.
- **Receptor:** Es el encargado de captar la señal que ha sido producida por el emisor, principalmente se usa un fototransistor o un fotodiodo.
- **Lentes:** Están constituidos para cambiar el campo de visión de los componentes, esto trae como consecuencia el incremento de la distancia para la detección.
- **Circuito de salida:** El circuito se encarga de enviar la señal de salida ya esta sea digital o analógica. (MECAFENIX, 2018)

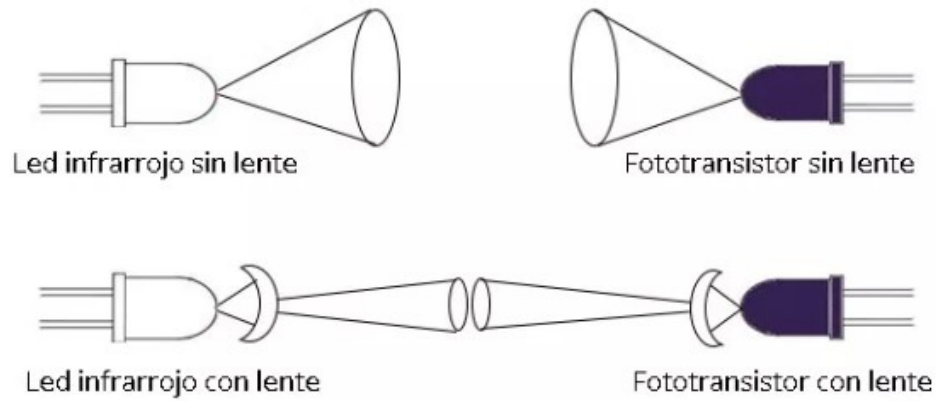


Figura. 1.9 Campos de detección

Fuente: Tomado de (MECAFENIX, 2018)

1.4.6. Sensor difuso-reflectivo

Todos sus componentes están contruidos en un mismo cuerpo, y este va a funcionar de una manera que, el haz de luz producido rebotara en el objeto que se desee detectar. (MECAFENIX, 2018)



Figura. 1.10 Sensor Difuso-Reflectivo

Fuente: Tomado de (MECAFENIX, 2018)

CAPÍTULO 2

MARCO METODOLÓGICO

La metodología que se usa para la investigación contiene la descripción y argumentación de las decisiones metodológicas empleadas para el estudio. Para la presente investigación, la metodología comienza con la investigación bibliográfica, documental, de igual manera la investigación experimental y de campo; ya que plasmara resultados físicos que han sido implementados en el ámbito industrial, mediante el desarrollo del sistema de control aplicado a una envasadora de agua, mediante un PLC y con una interfaz Bluetooth entre PC y PLC.

De esta manera, es detallada cada una de las fases para cumplir todos los objetivos establecidos en este trabajo de titulación.

Por lo anterior mencionado en el presente proyecto, el encuadre metodológico usado, de acuerdo a los planteamientos de (Ruiz, 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, 1998), (Fitzgerald, 2011) (Cardenas, 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 un sistema de control obsoleto y la necesidad de un sistema de control fiable. Esto 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 control automático aplicado a una envasadora de agua, 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 de control automático aplicado al envase de agua, 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 de control automático para el envasado de agua en la planta H-Vida, en función a los requerimientos de la empresa, con una interfaz amigable con el usuario, de fácil operación y sobre todo con poca 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 sistema de control a una envasadora, 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 de control.

CAPÍTULO 3

PROPUESTA

3.1.1. Diagrama de bloques de la propuesta

El diagrama de bloques que se muestra en la Figura 3.1 muestra el proceso a desarrollarse para elaborar esta propuesta, así es como se iniciara el reconocimiento del proceso, ya que se debe conocer las necesidades y requerimientos del beneficiario.

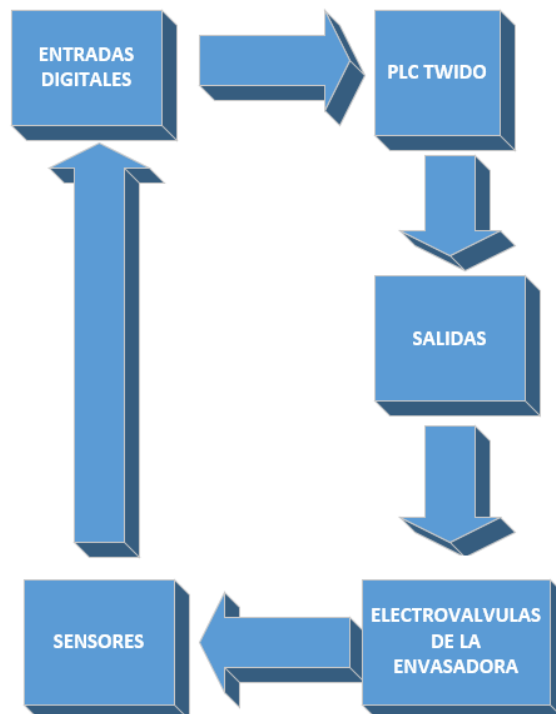


Figura 3.1 Diagrama de bloques de la propuesta

Fuente: Elaborado por el Autor

3.1.2. Reconocimiento del proceso

Actualmente la envasadora de agua funciona de forma manual, con un botón de inicio y un contactor casi obsoleto que se utiliza para el funcionamiento de las electroválvulas que se utiliza para el llenado de las botellas, el beneficiario pide que se implemente un sistema Automático adicional del sistema manual, para lo cual se hace un análisis del circuito de control manual y se propone realizar el sistema de llenado de botellas automático.

3.1.3. Planteamiento de la propuesta

En la Figura 3.2 se puede observar la propuesta planteada para este proyecto, se utilizará 4 sensores para detección de botellas y 4 para detección de botellas llenas.

La tecnología de estos sensores ofrece precisión ya que se puede calibrar de acuerdo a la sensibilidad que se desee.

Las señales de estos sensores serán llevadas hacia el Autómata Programable PLC para que de acuerdo a su programación realizara el control de sus salidas de tipo relé.

La programación del PLC se la realizara mediante el programa TWIDO SUITE, la cual será posible mediante la comunicación entre la PC y el autómata mediante el módulo de comunicación Bluetooth.

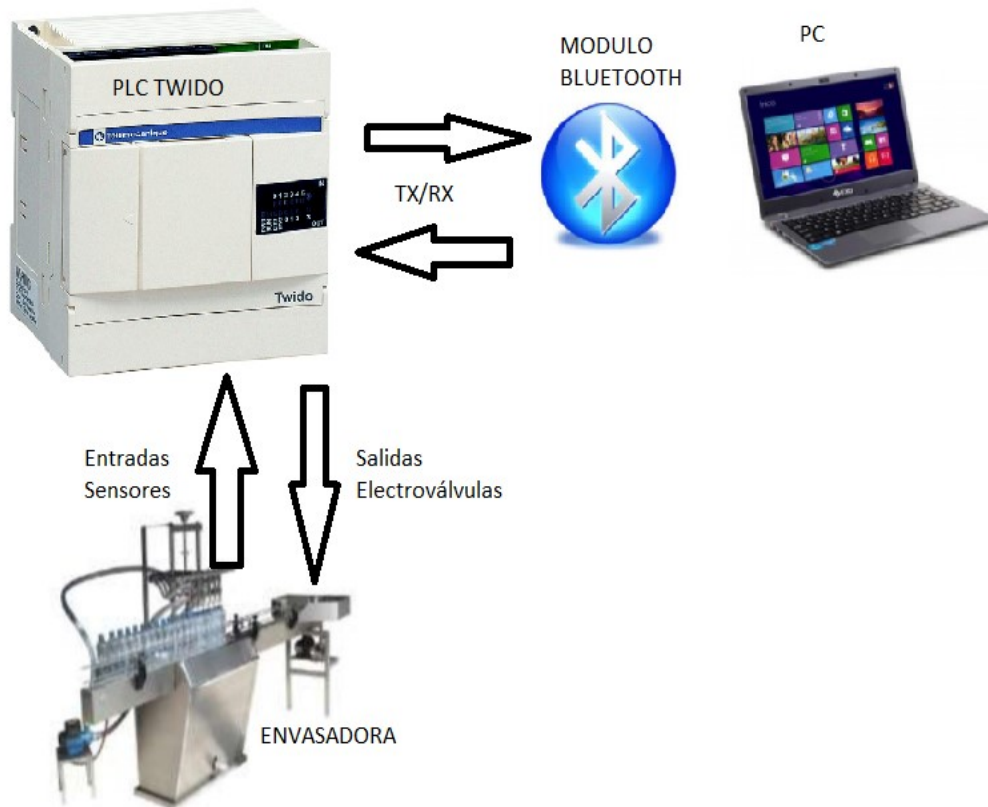


Figura. 3.2 Diagrama de la propuesta

Fuente: Elaborado por el Autor

3.1.4. Diagrama de flujo de funcionamiento del proceso

El funcionamiento de la envasadora será de la siguiente manera, existen 4 sensores fotoeléctricos que se usaran para la activación de las electroválvulas que realizan el llenado de las botellas, esto se realizara cuando estos sensores detecten las botellas, para culminar el llenado existen 4 sensores capacitivos que van a dar la señal de llenado, es ahí donde finaliza el proceso, obteniendo así envases llenos de agua para posteriormente ser sellados y comercializados.

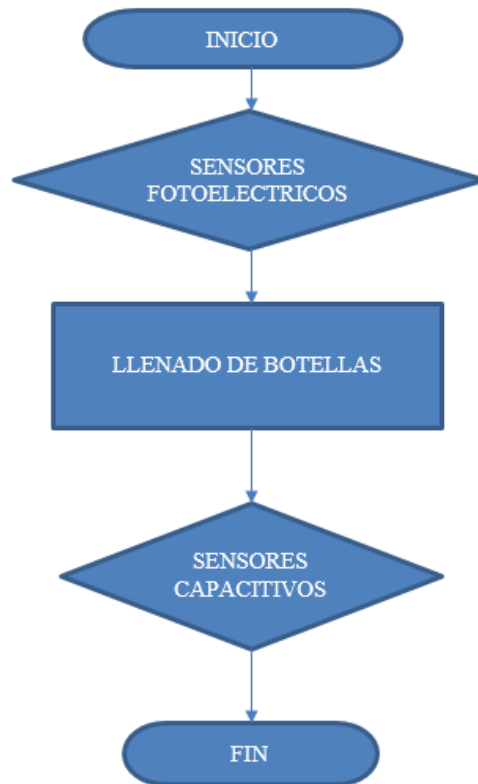


Figura. 3.3 Diagrama de funcionamiento del proceso

Fuente: Elaborado por el Autor

3.2. Aspectos técnicos del producto

3.2.1. Sensores fotoeléctricos F&C modelo DR18-S40P



Figura. 3.4 Sensor DR18-S40P

Fuente: Tomado de (F&C, 2019)

Los sensores fotoeléctricos F&C modelo DR18-S40P son sensores difusos de uso y aplicación industrial que tiene algunas características que se reflejan en la tabla 3.1

Tabla 3.1 Características del sensor DR18-S40P

Fuente de luz	850nm infrarrojo luz modulada
Distancia de detección	40 cm
Tensión de funcionamiento	12-24 VDC
Tiempo de respuesta	<0,3 ms
Sensor fotoeléctrico Material	ABS
Temperatura de funcionamiento	-10 ~ 50°C (No glaseado)
Circuito de protección	Protección contra polaridad inversa y cortocircuitos
Grado de protección	IP67
Nombre del producto	M18 10-30vdc difusa sensor fotoeléctrico
Frecuencia de respuesta	600 HZ
Producto palabras clave	Sensor fotoeléctrico, sensores fotoeléctricos cilíndricos, sensor fotoeléctrico cilíndrico

Nota: Tomado de (F&C, 2019)

3.2.2. Sensores capacitivos TOKY TC-18P8C (PNP)

Los sensores capacitivos TOKY TC-18P8C (PNP), son sensores de aplicación industrial, la serie M18 forma de columna Sensor de proximidad de tipo capacitivo con las siguientes características. (TOKY, 2019)

- 1) Sensor de proximidad de tipo capacitivo, sensible al metal;
- 2) salida de corriente 200mA;
- 3) La distancia de detección es de 5 mm u 8 mm;
- 4) DC 3 cables de alimentación de 5-30V DC.
- 5) forma del cilindro M18



Figura. 3.5 Sensor Capacitivo TOKY TC-18P8C

Fuente: Tomado de (TOKY, 2019)

3.2.3. PLC Twido TWDLCDA24DRF

El PLC TWIDO TWDLCAA24DRF consta de 14 entradas digitales y 10 salidas digitales, este PLC puede ampliar las entradas y salidas, ya estos sean digitales, analógicos o comunicación, y se lo realiza mediante módulos de expansión de entradas y salidas digitales, analógicos y comunicación. Estos son accesorios de los PLCs que dependiendo las características de las bases compactas y modulares, soportan una cierta cantidad de dichos módulos. (SCHNEIDER ELECTRIC, 2009)

Las bases Twido tienen un puerto serie o un segundo puerto opcional, que es usado para los servicios en tiempo real.

Con los PLC Twido se pueden usar cuatro tipos de comunicación:

- Conexión del bus AS-Interface
- Conexión de red Ethernet
- Conexión por módem
- Conexión al bus de campo CANopen



Figura 3.6 Twido Base Compacta

Fuente: Tomado de (SCHNEIDER ELECTRIC, 2009)

3.2.4. Número de entradas y salidas

Para comenzar con el proyecto se necesita tener claro el número de entradas y salidas del PLC. Teniendo claro cuantas entradas y salidas se requiere se detalla en las siguientes tablas 3.2 y 3.3.

Tabla 3.2 Entradas Requeridas

ENTRADAS	TIPO
Manual	Digital
Automático	Digital
Manual ON	Digital
Sensor botella 1	Digital
Sensor botella 2	Digital
Sensor botella 3	Digital
Sensor botella 4	Digital
Sensor de llenado 1	Digital

Sensor de llenado 2	Digital
Sensor de llenado 3	Digital
Sensor de llenado 4	Digital

Nota: (Elaborado por el Autor)

Tabla 3.3 Salidas Requeridas

	TIPO
ON/OFF Electroválvula 1	Digital
ON/OFF Electroválvula 2	Digital
ON/OFF Electroválvula 3	Digital
ON/OFF Electroválvula 4	Digital

Nota: (Elaborado por el Autor)

3.2.5. Tablero eléctrico

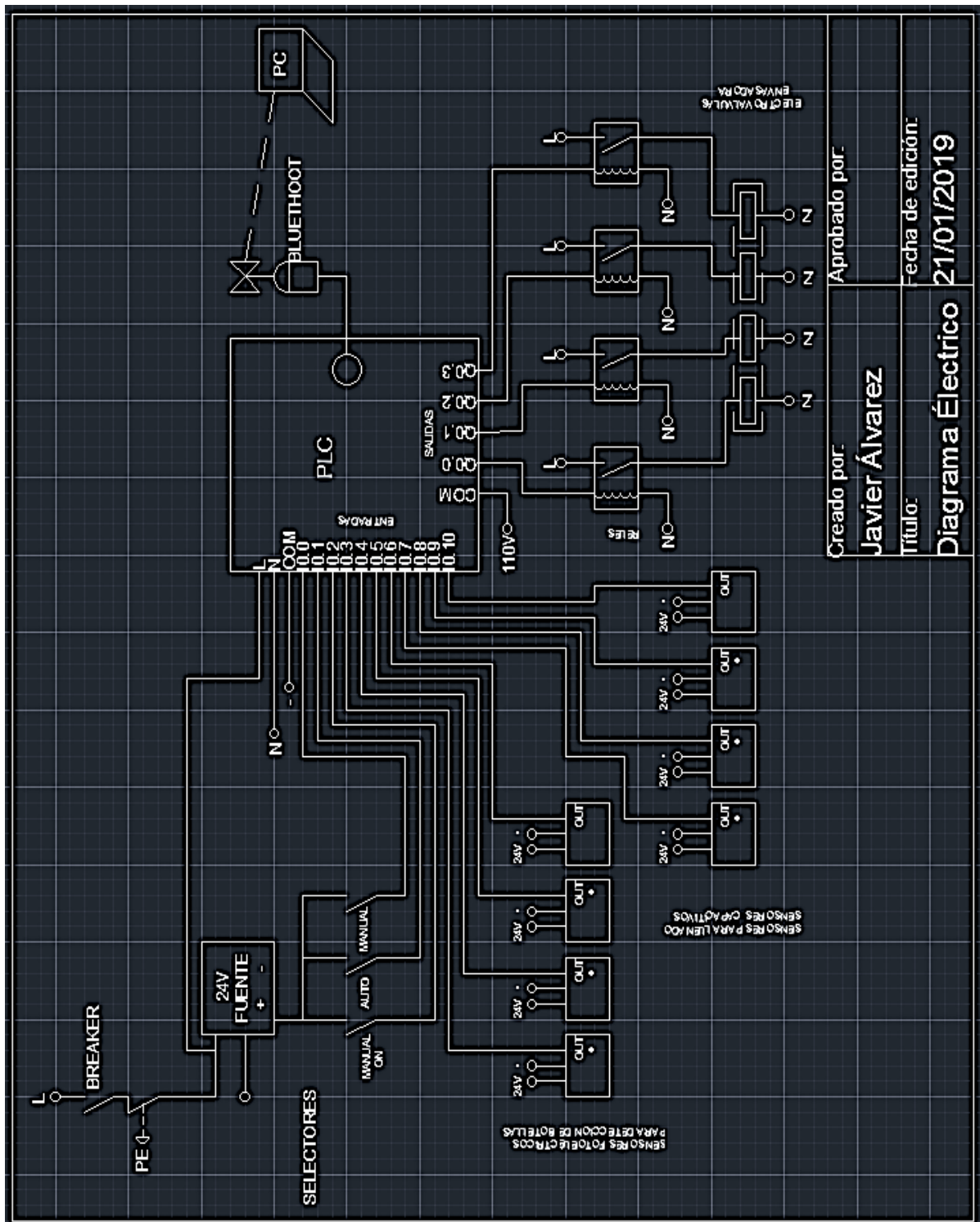
Para este proyecto, tendrá el tablero de control principal en donde estarán colocados los elementos seleccionados, los mismos que se describen a continuación.

- Breaker de control de 6 A.
- Fuente SPD 30W de 110VAC a 24VDC.
- PLC TWIDO TWDLCDA24DRF
- Reles Camsco bobina 110V
- Borneras de conexión

3.2.6. Diseño eléctrico

En la figura 3.7 está representado el diseño eléctrico, el cual consta con un PLC como parte principal de este proceso, ya que en él se encuentra la programación que se la realiza a través de la interfaz bluetooth con la PC.

El PLC trabajara de manera directa con los sensores, controles y actuadores para el control de la maquina envasadora.



<p>Creado por: Javier Álvarez</p>	<p>Aprobado por:</p>
<p>Título: Diagrama Eléctrico</p>	<p>Fecha de edición: 21/01/2019</p>

Figura. 3.7 Diagrama Eléctrico

Fuente: Elaborado por el Autor

3.2.7. Comunicación

Existen dos tipos de comunicación, la alámbrica e inalámbrica que se usa de acuerdo a cada necesidad, en este caso se usara la comunicación inalámbrica. La comunicación se realizara mediante la interfaz bluetooth para transmisión y recepción de datos entre la PC y el PLC o viceversa.

3.2.8. Software de programación

Para el uso del programa es necesario saber el tipo de programación que utiliza el PLC y tener lógica de programación, en este caso se usara el lenguaje ladder o de escalera en español.

El software utilizado será el TWIDO SUITE versión 2.01.6, este se usa para la programación del PLC TWIDO, es un software libre y de fácil uso.

3.2.9. Cálculo de carga de la fuente de alimentación 24VDC

Para seleccionar correctamente la fuente de alimentación, primero se determina las cargas a las que va a ser conectada la misma, en este caso las cargas que tiene la fuente son los sensores fotoeléctricos F&C DR18S40P y sensores capacitivos TOKY TC-18P8C, es por eso que se detalla a continuación en la siguiente tabla 3.4, luego de realizar el cálculo mediante la siguientes ecuaciones.

$$ISF = (IS * N)$$

$$ISF = (100mA * 4)$$

$$ISF = 400mA$$

Donde ISF es la corriente de consumo de los sensores fotoeléctricos, IS es la corriente de cada sensor y por ultimo N es el número de sensores.

$$ISC = (IS * N)$$

$$ISC = (200mA * 4)$$

$$ISC = 800mA$$

Donde ISC es la corriente de consumo de los sensores capacitivos, IS es la corriente

de cada sensor y por ultimo N es el número de sensores.

Por último se calcula la corriente total IT que va a ser la suma de las dos corrientes anteriores ISC con ISF

$$IT = (ISC + ISF)$$

$$IT = 400mA + 800mA$$

$$IT = 1200mA$$

Tabla 3.4 Cargas de la fuente de 24VDC

CALCULO DE CONSUMO DE CORRIENTE (mA)			
CANT	CONSUMO DEL SISTEMA	CANT UNI (mA)	CANT TOTAL(mA)
4	Sensores fotoeléctricos F&C DR18S40P	100	400
4	Sensores capacitivos TOKY TC-18P8C	200	800
CONSUMO TOTAL (mA)			1200

Nota: Elaborado por el autor

Una vez realizado el cálculo de cargas se determina que el consumo de corriente será de 1200mA o 1.2A, es por esta razón que se opta el usar la fuente de Carlo Gavazzi de 24V a 1.5A, para poder cumplir con la demanda de cargas en los sensores.

3.3. Presupuesto del proyecto

Una vez seleccionado los elementos que conformaran todo el circuito, se procede a elaborar el presupuesto necesario para el desarrollo del proyecto y se lo muestra en la tabla 3.4, en los cuales se observa costos por material, programación y mano de obra.

Para la selección de elementos para el control fueron considerados varios puntos, los cuales fueron complejidad, calidad, versatilidad, espacio en el cual se va a desarrollar, entre otros.

Tabla 3.5 Análisis de costos

CANT	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	PLC TWIDO TWDLCDA24DRF	550	550
1	MODULO BLUETOOTH TCSWAAC13FB	180	180
1	FUENTE SPD 30W	140	140
1	BREAKER 6A	15	15
4	RELES 110V	5,5	22
4	SENSORES FOTOELECTRICOS	48	192
4	SENSORES CAPACITIVOS	32	128
1	GABINETE METALICO 30X40	130	130
30	BORNERAS PARA RIEL DIN	1,5	45
2	PUNTES PARA BORNERAS	7	14
30	CABLE SUPER FLEX 18AWG	0,2	6
10	CABLE SUPER FLEX 16AWG	0,25	2,5
1	FUNDA DE TERMINALES TIPO PUNTERA ROJO	5	5
1	CANALETA RANURADA	7	7
1	RIEL DIN	3	3
2	SELECTORES CAMSCO	4	8
1	SWITCH TIPO HONGO	6	6
1	FUNDA DE ESPIRAL BLANCO	4,5	4,5
2	BROCAS ¼ Y 3/8	6	12
MANO DE OBRA			
1	ROGRAMACION PLC TWIDO	500	500
1	DIAS DE TRABAJO HOMBRE	500	500
1	ARMADO Y DISEÑO DE TABLERO	350	350
		SUB TOTAL	2820
		IVA	338,40
		TOTAL	3.158,40

Nota: Elaborado por el Autor

CAPÍTULO 4

IMPLEMENTACIÓN

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar un sistema de control automatizado para el proceso de envase de agua en la plata H-VIDA, Provincia de Cotopaxi, que tiene la finalidad de mejorar el proceso de envasado de agua, con la utilización de equipos con tecnología para automatización y control de procesos Industriales.

4.1. Desarrollo

En el desarrollo del sistema de control, fue necesario adquirir los materiales antes expuestos, para lo cual se adquirió dentro del mercado nacional.

Para comprender de forma general el desarrollo de control automatizado a aplicarse en la microempresa H-VIDA, se detallan a continuación los componentes y procedimientos para la instalación.

4.1.1. Rediseño del circuito de control

Inicialmente se realizó el rediseño de un nuevo circuito eléctrico, para posteriormente ser implementada en la construcción de un tablero nuevo y reacondicionamiento del panel de operador y la construcción del tablero de control nuevo.

4.1.2. Instalación de sensores

Los sensores fueron instalados de acuerdo a la ubicación que van a tener las botellas, ya que estos son para dos funciones, una para detección de botellas y otra para la detección del llenado de botellas.

4.1.3. Tablero de control central

Una vez seleccionado el controlador y culminada su construcción, se determinó la colocación en la microempresa H-VIDA.

4.2. Implementación

4.2.1. Programación del PLC

En la figura Fig. 4.1 se ilustra el funcionamiento del proceso de envase según la programación del PLC.

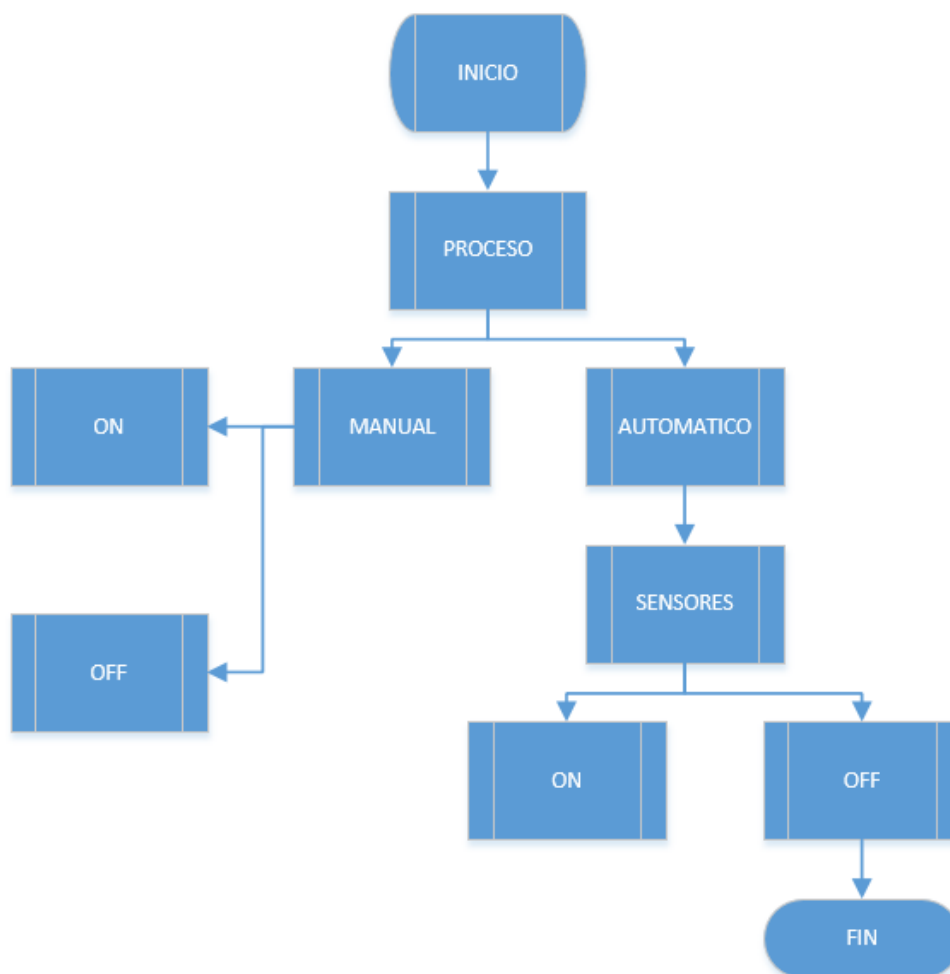


Figura. 4.1 Diagrama de bloques de proceso

Fuente: Elaborado por el Autor

4.2.2. Configuración de interfaz Bluetooth entre PC y PLC

La configuración se la realiza una vez conectado el dispositivo Bluetooth en el PLC, el Bluetooth utiliza la comunicación mediante el protocolo RS-232 de envío y recepción de datos, para lo cual utiliza un cable con la una punta de terminal RJ45 y la otra un terminal mini-DIN de tipo TXS Premium 57, el computador lo detectara con el nombre SE_UBI 6c:96:14 como se muestra en la figura 4.2., para lo cual pedirá una clave de acceso y se deberá ingresar es siguiente código 6699.

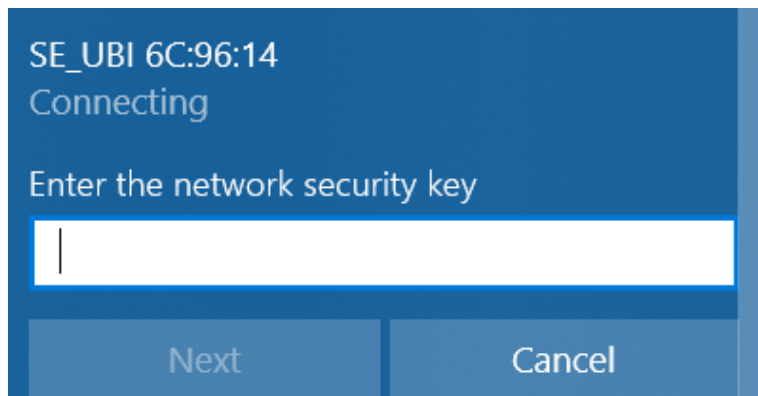


Figura. 4.2 PC detectando Bluetooth

Fuente: Elaborado por el Autor

El usuario podrá verificar en dispositivos vinculados de la PC ingresando a Bluetooth & otros dispositivos y podrá ver el estado de emparejado como muestra en la figura 4.3, cabe recalcar que esto se realiza en PC con Bluetooth incorporado que en la actualidad en su gran mayoría lo tiene incorporado.

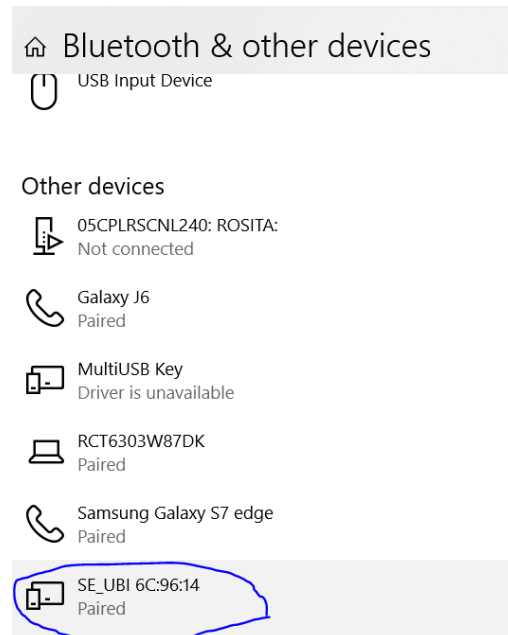


Figura. 4.3 PC emparejado con Bluetooth

Fuente: Elaborado por el Autor

Por último para poder conectar el dispositivo PLC con el programa TWIDO SUITE se realiza lo siguiente, dar clic en Depurar, luego en COM4 y por último en aceptar como muestra en la figura 4.4.

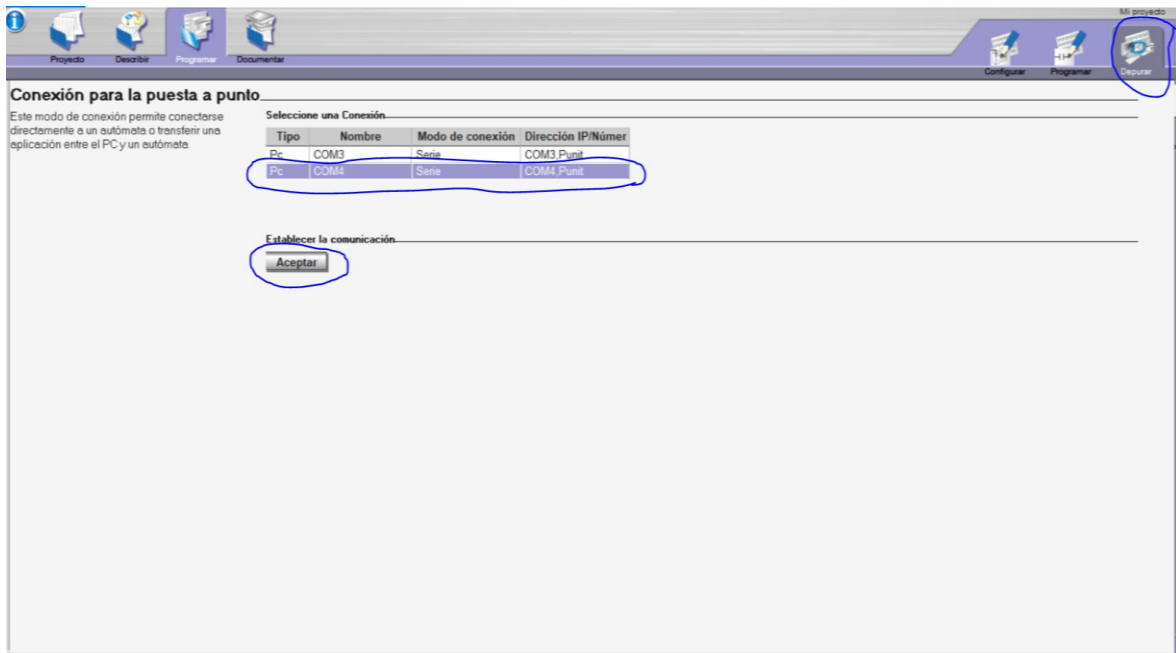


Figura. 4.4 Conexión de TWIDO SUITE con Bluetooth

Fuente: Elaborado por el Autor

En la figura 4.5 se muestra que una vez realizado lo anterior en la siguiente ventana aparece el nombre del dispositivo PLC, luego se debe seleccionar en Transferencia PC → autómeta, luego en aceptar, y se realiza la interfaz de comunicación para transferir datos de programación y vigilancia de PLC.

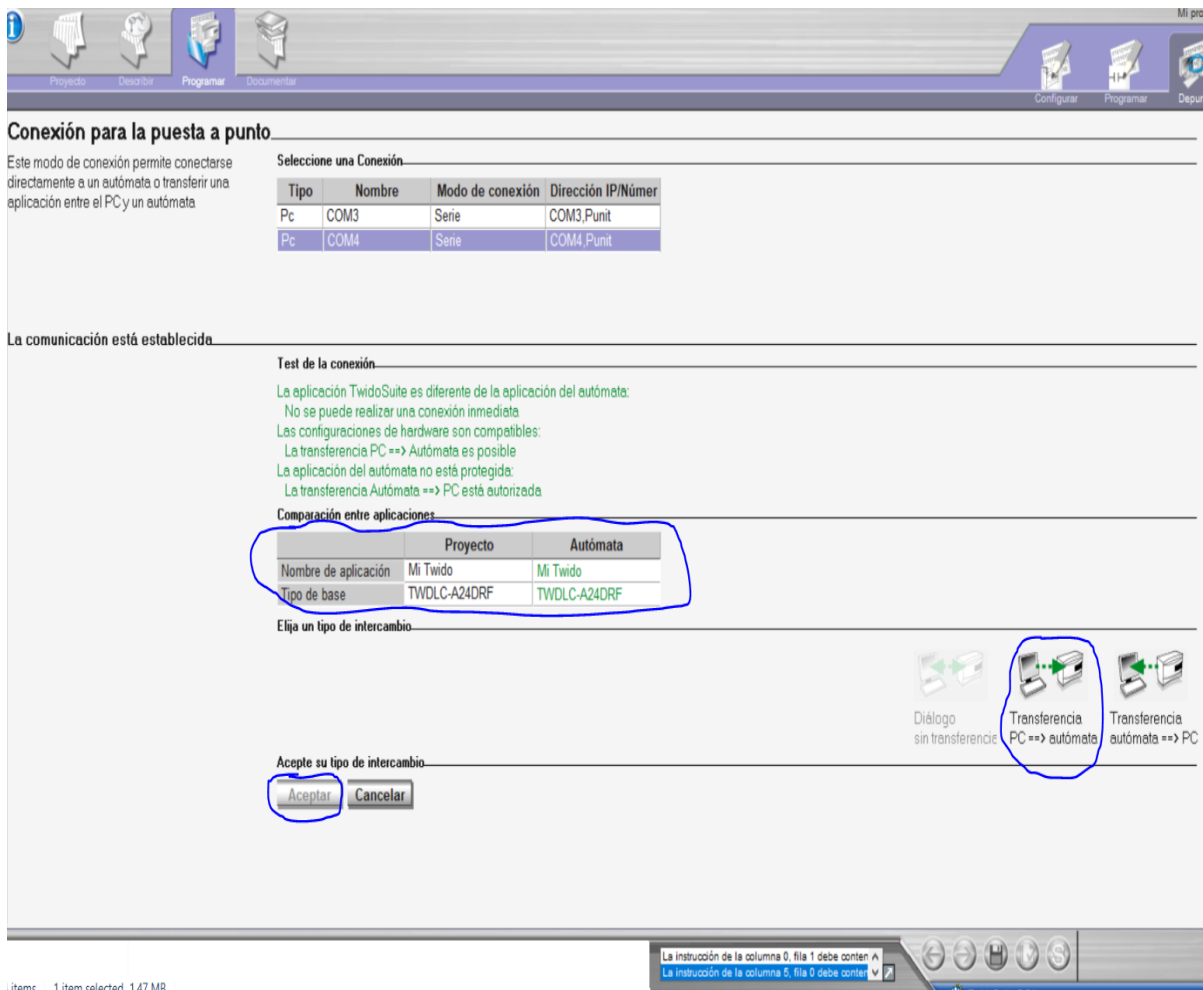


Figura. 4.5 Reconocimiento de dispositivo PLC mediante Bluetooth

Fuente: Elaborado por el Autor

4.2.3. Diseño del tablero de control

Con los elementos ya identificados para usar en el proyecto, se procede a la construcción del tablero de control para el control y automatización de la envasadora de agua. En la figura 4.6 y 4.7 se ilustran el diseño.

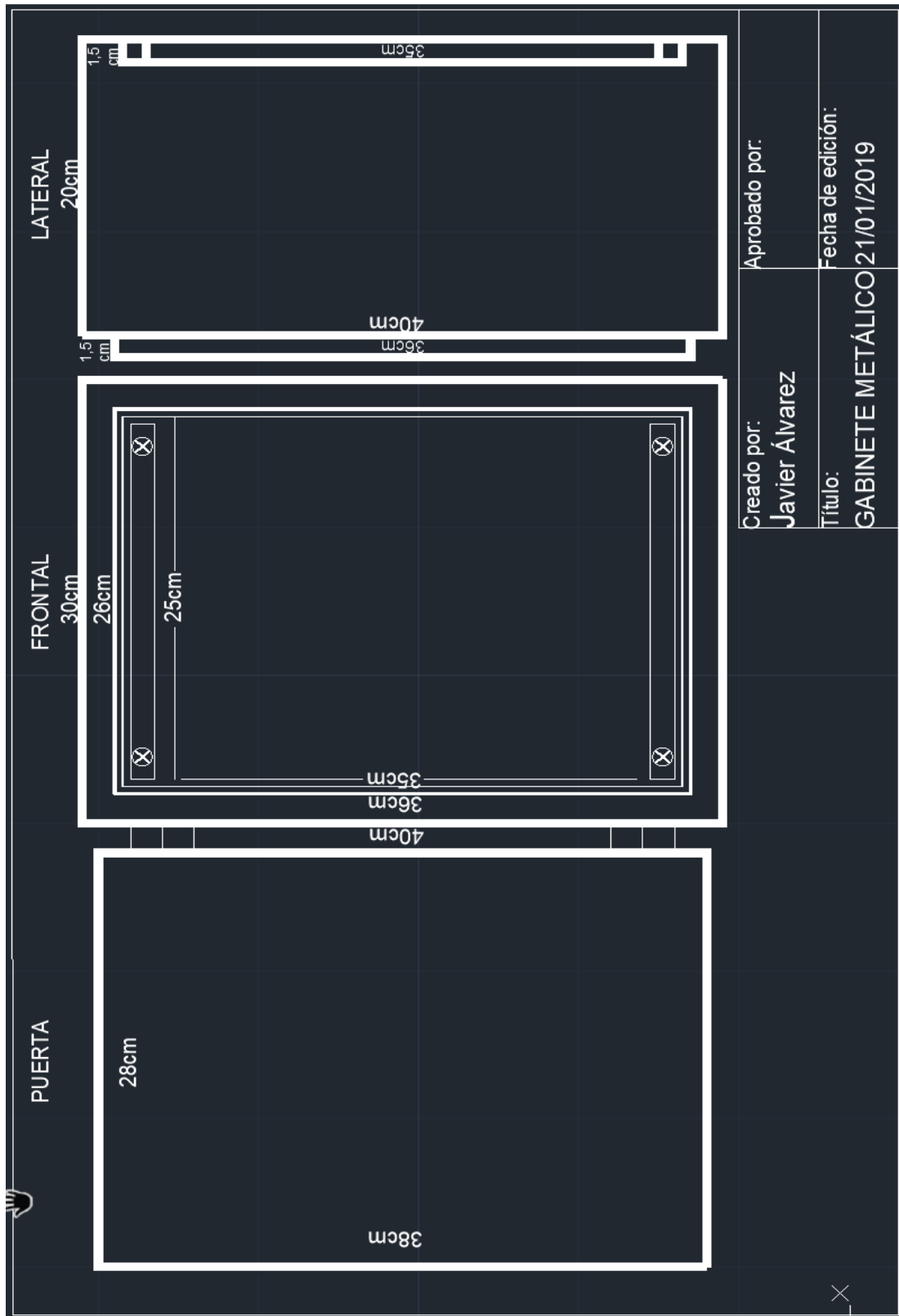


Figura. 4.6 Gabinete Metálico

Fuente: Elaborado por el Autor

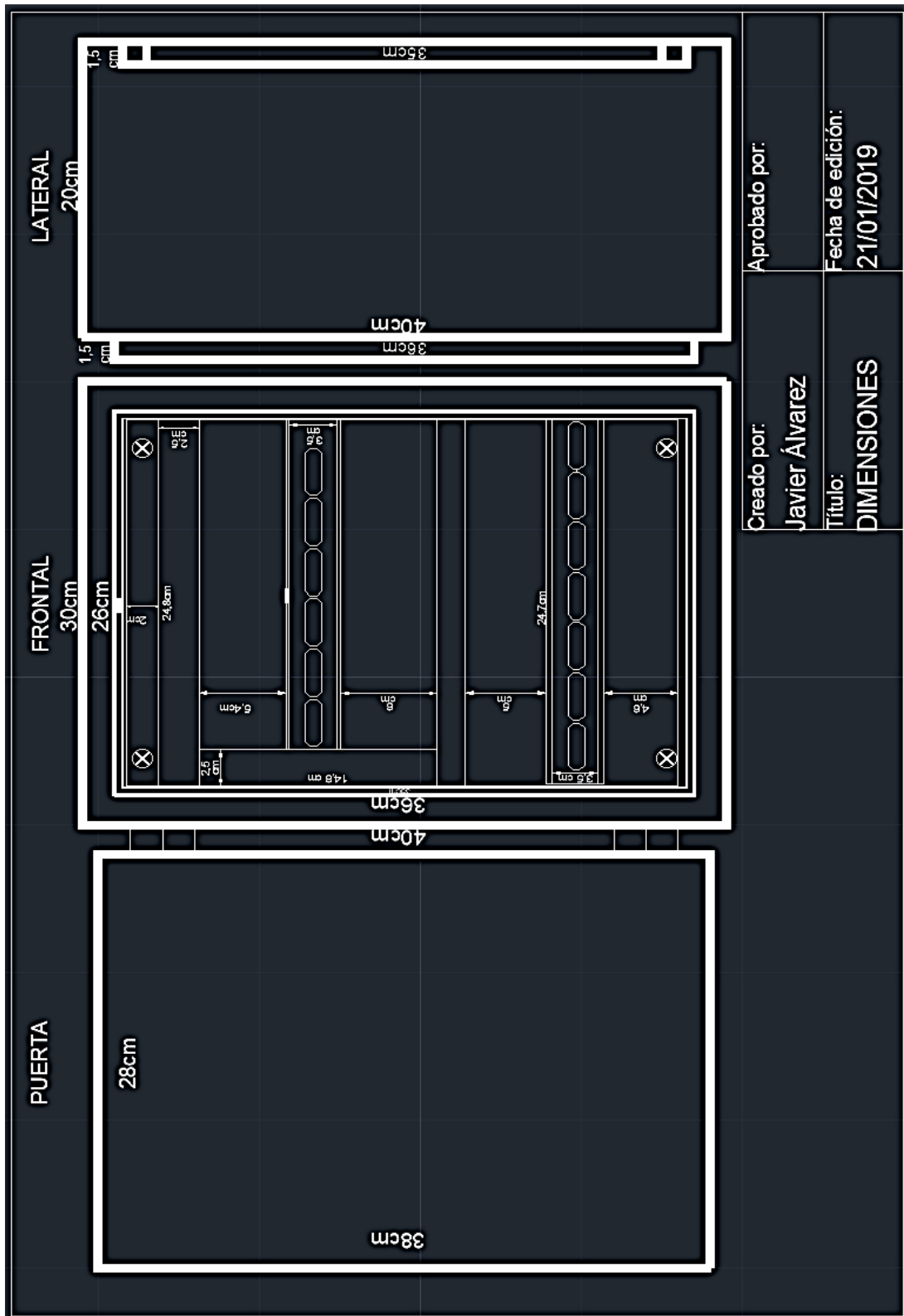


Figura. 4.7 Gabinete metálico dimensionamiento interno

Fuente: Elaborado por el Autor

4.2.4. Diseño y distribución de elementos en el gabinete

En el diseño se usó un gabinete metálico y se realizó la distribución de elementos según se muestra en las figuras

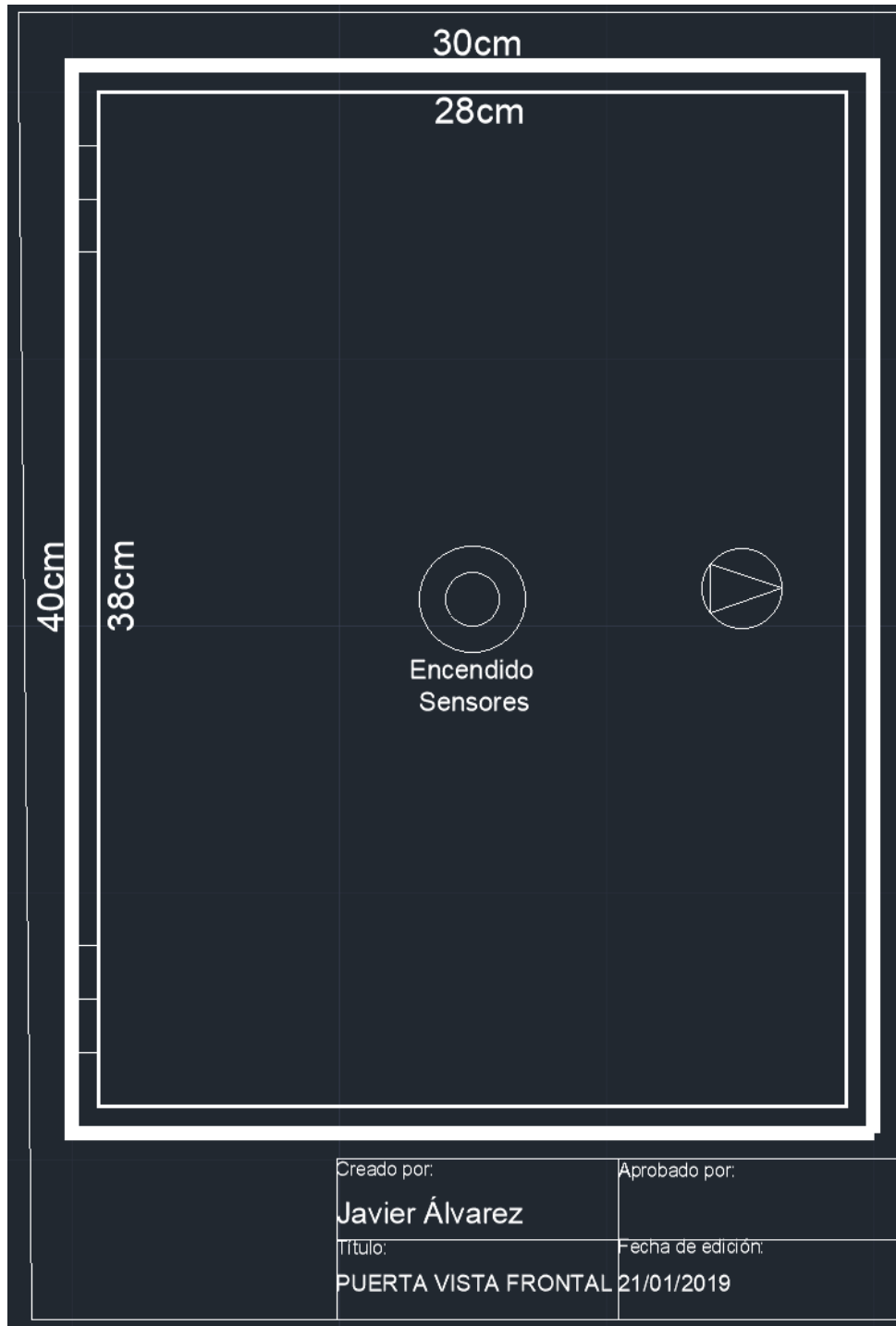


Figura. 4.8 Puerta Vista Frontal

Fuente: Elaborado por el Autor

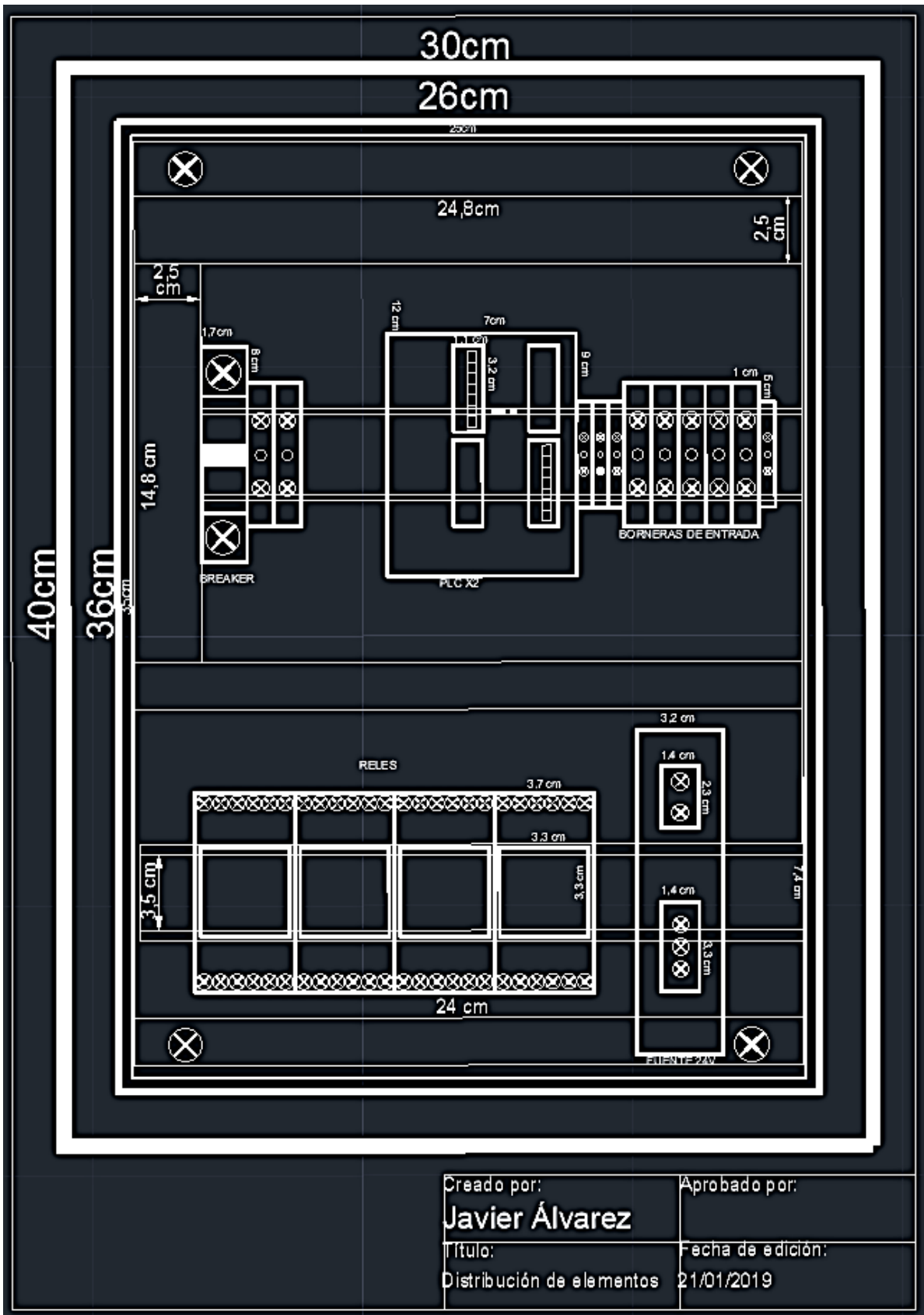


Figura. 4.9 Distribución interna de elementos

Fuente: Elaborado por el Autor

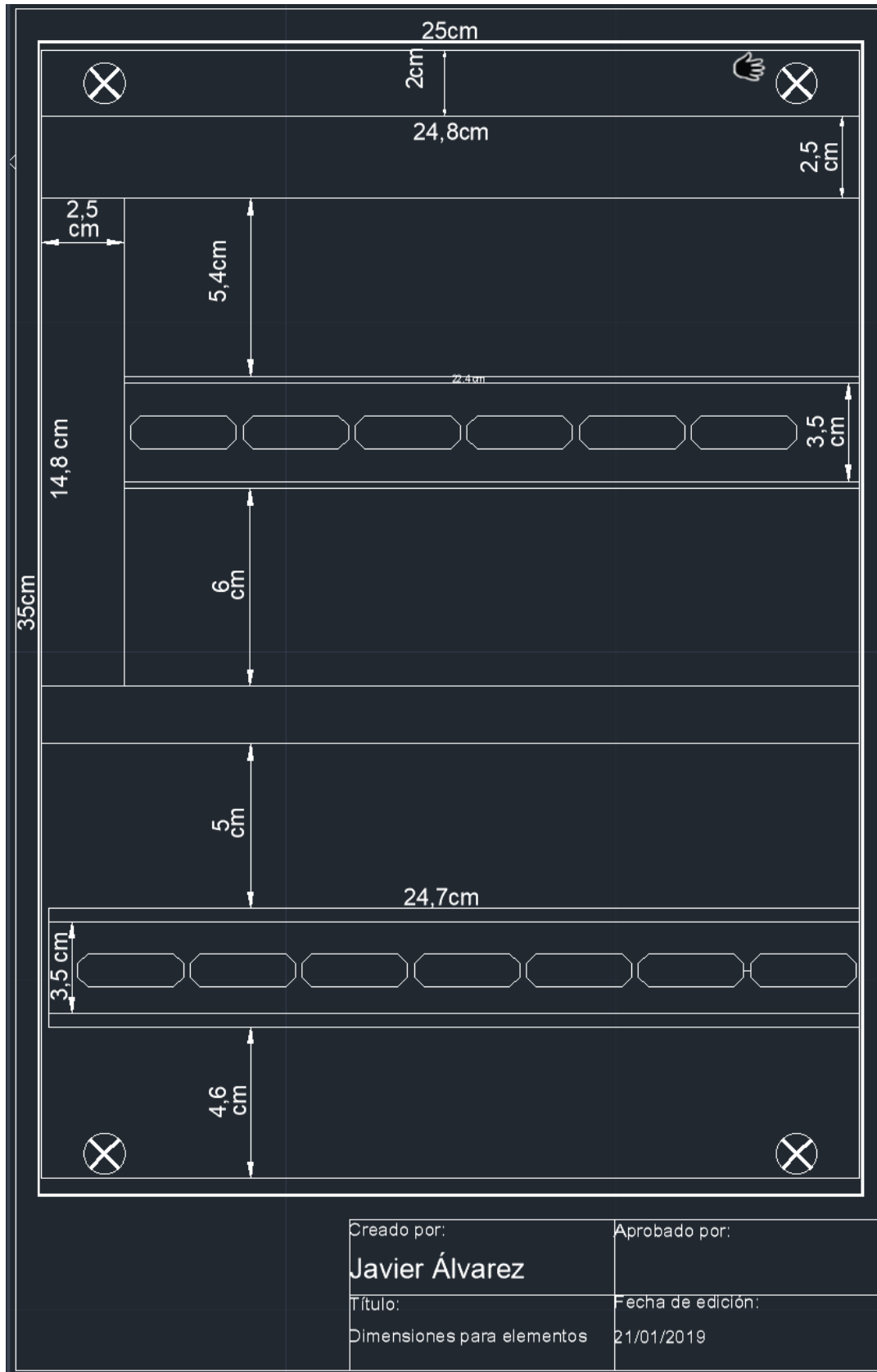


Figura. 4.10 Dimensiones para Elementos

Fuente: Elaborado por el Autor

4.2.5. Construcción del tablero de control

En la construcción del tablero de control ha sido necesario el uso de varias máquinas y herramientas las cuales son:

- Cinta métrica (Flexo metro)
- Sierra manual
- Brocas
- Taladro
- Lima

En la figura 4.11 se ilustra las herramientas para la construcción.

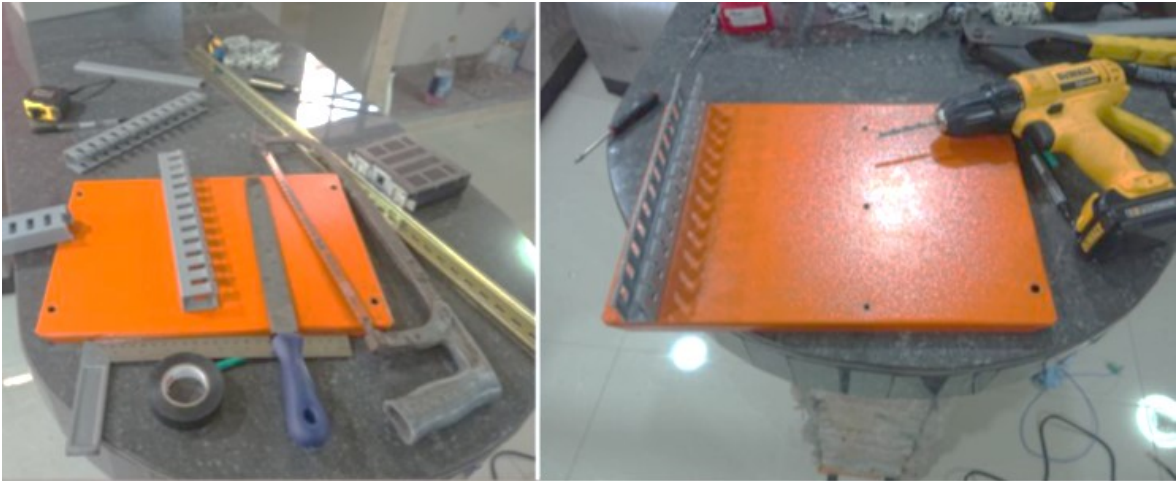


Figura. 4.11 Herramientas para construcción de tablero

Fuente: Elaborado por el Autor

En la figura 4.12 se aprecia la distribución de canaletas y riel din para colocación de elementos para control de la envasadora de agua.

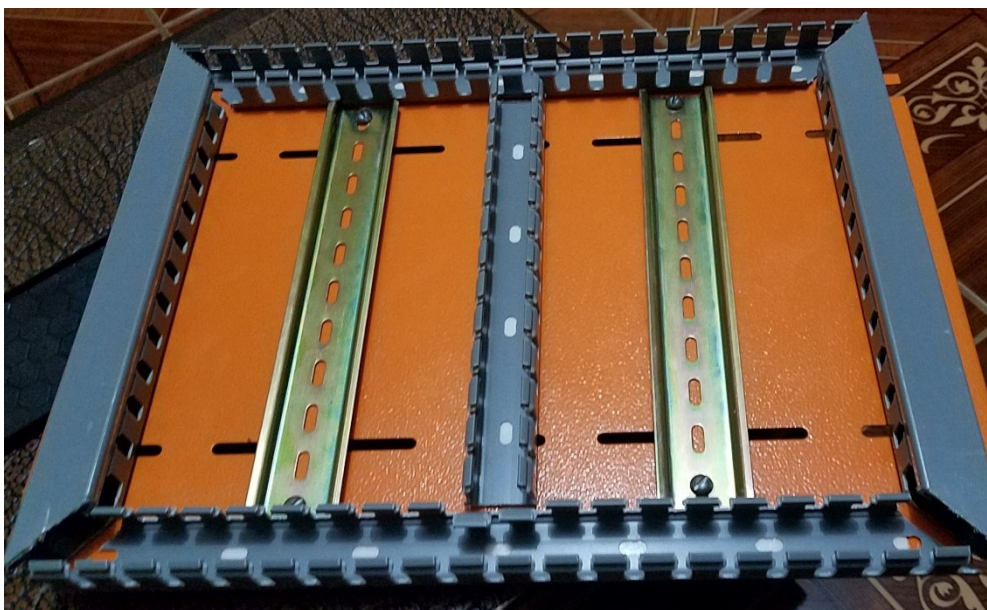


Figura. 4.12 *Distribución de canaletas y riel din.*

Fuente: Elaborado por el Autor

Una vez fijado el riel din que servirá como soporte para los elementos se procede a colocar elementos como se muestra en la figura 4.13.



Figura. 4.13 *Colocación de elementos de control*

Fuente: Elaborado por el Autor

Una vez instalados los elementos de control, se procede a la instalación eléctrica, fijando los cables por la canaleta ranurada como se ilustra en la figura 4.14

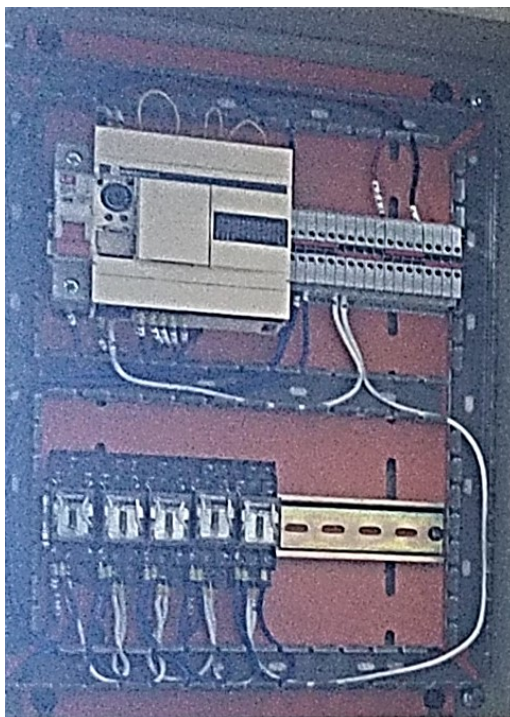


Figura. 4.14 Instalación eléctrica

Fuente: Elaborado por el Autor

Culminado las conexiones e instalación de elementos, en el interior del tablero se presenta como se muestra en la figura 4.15.

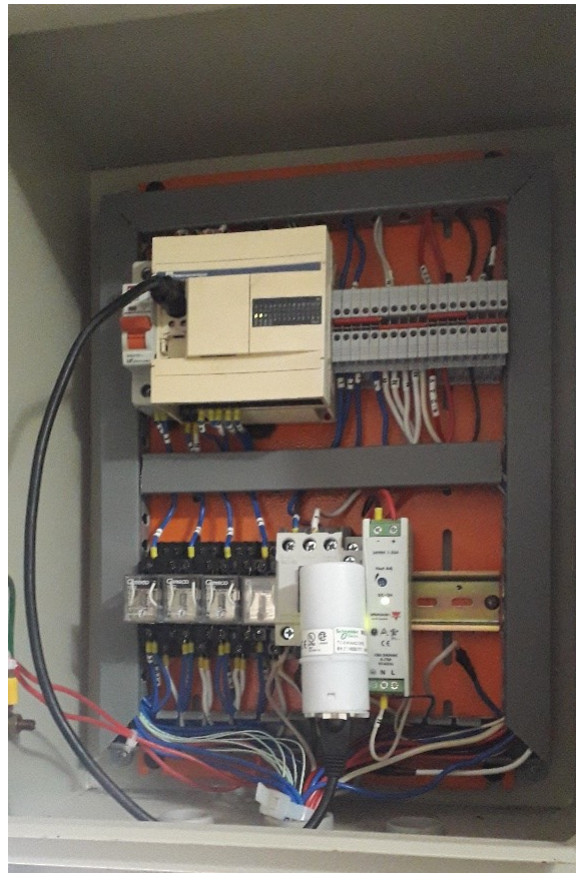


Figura. 4.15 Presentación de caja

Fuente: Elaborado por el Autor

Una vez presentada la caja se procede a remover el tablero de control obsoleto existente, luego es procedida a empotrar en la pared de la microempresa H-VIDA, junto a la maquina envasadora como se observa en la figura 4.16 y 4.17.



Figura. 4.16 Montaje de tablero nuevo

Fuente: Elaborado por el Autor

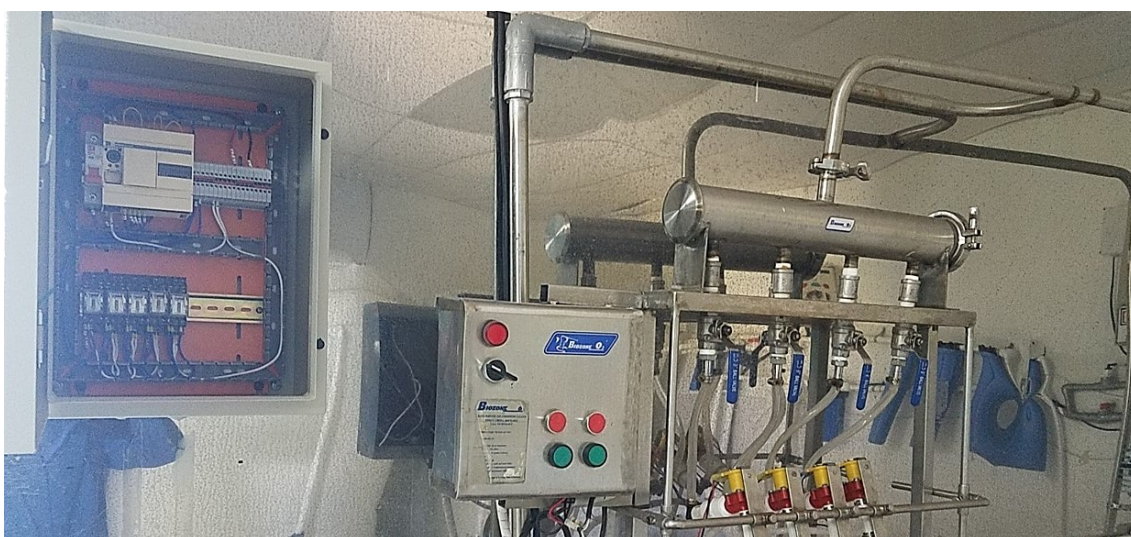


Figura. 4.17 Tablero nuevo colocado junto a la maquina envasadora

Fuente: Elaborado por el Autor

Una vez instalado el tablero de control, se procede a la readecuación del panel de operador de la maquina envasadora como se muestra en la figura 4.18, el antes y después de la readecuación.



Figura. 4.18 Readecuación de panel de operador

Fuente: Elaborado por el Autor

En los tableros eléctricos ya sean estos de control u operación, es necesario la existencia de identificación y señalización por lo tanto se colocó la respectiva señalización de seguridad y la identificación de cada uno de ellos como se muestra en las figuras 4.19 y 4.20.



Figura. 4.19 Colocación de señalización

Fuente: Elaborado por el Autor



Figura. 4.20 Tablero de control y panel de operador con identificación y señalización

Fuente: Elaborado por el Autor

La instalación de los sensores se la realizo en la maquina envasadora según se muestra en la figura 4.21



Figura. 4.21 Sensores instalados

Fuente: Elaborado por el Autor

4.3. Pruebas de funcionamiento

En las pruebas de funcionamiento se verificó el funcionamiento de los componentes de control.

Se procedió a la verificación de respuesta de los sensores de detección de botella, a lo cual cuando tienen señal de presencia de botella tendrá una luz de color rojo y cuando no tiene señal de presencia tendrá una luz de color amarillo.



Figura. 4.22 Pruebas de funcionamiento, sensores fotoeléctricos.

Fuente: Elaborado por el Autor

Luego se procedió a verificar el funcionamiento de los sensores capacitivos que sirven para la detección de llenado de botellas, cuando el sensor detecta una botella llena, tendrá una luz de color amarilla y cuando no esté llena no encenderá ninguna luz.

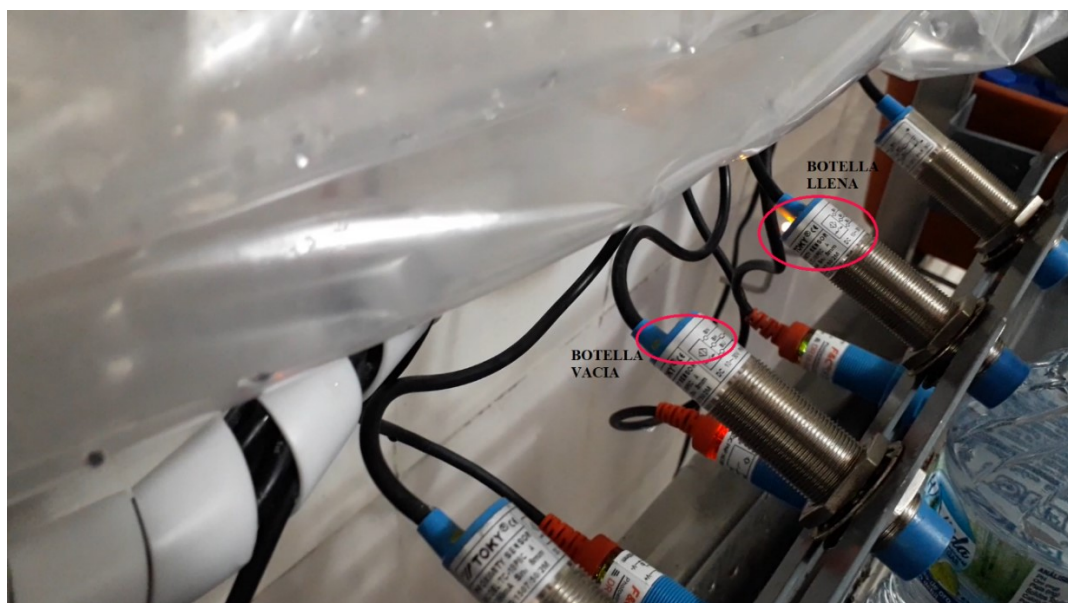


Fig. 4.23 Pruebas de funcionamiento, sensores Capacitivos

Fuente: Elaborado por el Autor

Luego se procedió a revisar las entradas y salidas del PLC, para lo cual se encenderán luces de color amarillo en el PLC cuando tiene una señal de entrada o salida, además la conexión bluetooth se verifica al emitir una luz azul el dispositivo bluetooth.

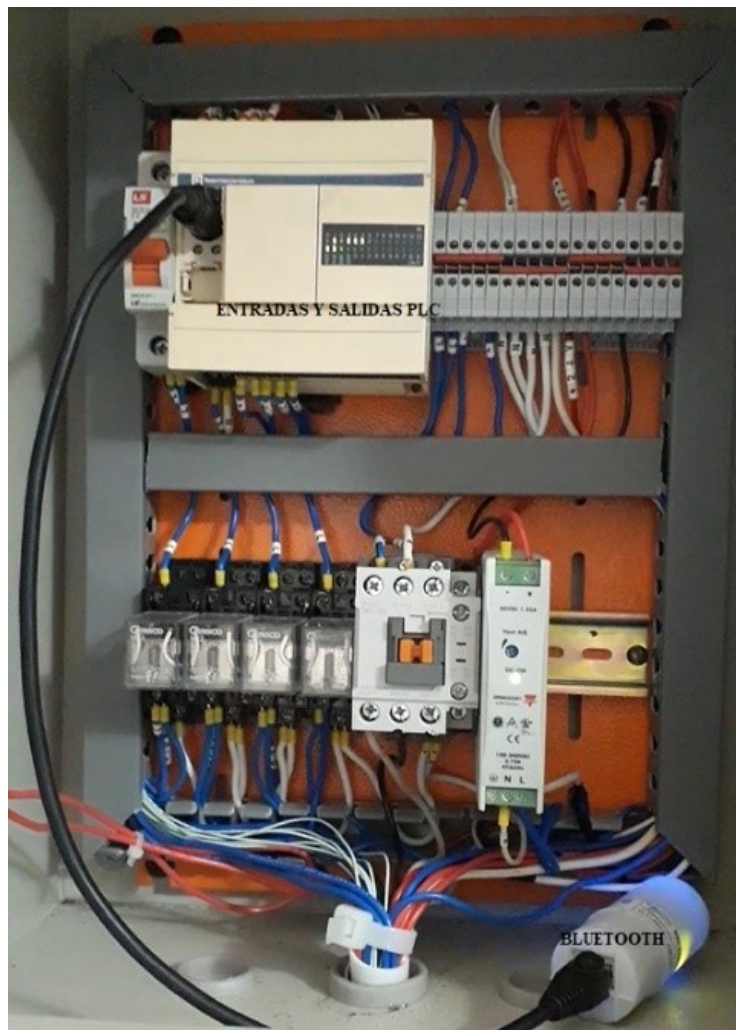


Figura. 4.24 Funcionamiento PLC y Bluetooth

Fuente: Elaborado por el Autor

4.4. Análisis de resultados

En el análisis de resultados se procedió a realizar pruebas de voltaje y corriente obteniendo la siguiente tabla 4.1 de resultados.

Tabla 4.1 Pruebas de voltaje

TABLA DE MEDICION	
ELEMENTOS A MEDIR	
VALORES DE VOLTAJE DE ENTRADA	118VAC
VALORES DE VOLTAJE EN LA ENTARADA AL PLC	118VAC
VALORES DE VOLTAJE EN LA SALIDA EN LA FUENTE	26VDC
VALORES DE VOLTAJE EN LOS RELES	110VAC
VALORES DE VOLTAJE DE ENTRADA A LOS SENSORES	26VDC
VALORES DE VOLTAJE DE RESPUESTA DE LOS SENSORES	26VDC

Nota: Elaborado por el Autor

En la tabla 4.2 se muestra los resultados obtenidos en los puntos realizados las pruebas de continuidad

Tabla 4.2 Pruebas de continuidad

PRUEBAS DE CONTINUIDAD			
PUNTO A	PUNTO B	CUMPLE	
		SI	NO
FUENTE 24 VDC	PLC	X	
BORNERAS DE ENTRADAS	PLC		X
BORNERAS DE SALIDAS	PLC	X	

Nota: Elaborado por el Autor

Tabla 4.3 Resultados obtenidos en las etapas del sistema

OBJETIVO	ACCIONES REALIZADAS	LOGROS
Desarrollar un sistema de control automatizado para el	CONEXIÓN ELECTRICA	Cableado eléctrico para control de electroválvulas y sensores.
	INSTALACION DE TABLERO	Montaje de tablero en la microempresa H-VIDA junto a la maquina envasadora
	PROGRAMACION	Programación de un PLC de

proceso de envase de agua en la plata H-VIDA, Provincia de Cotopaxi.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	acuerdo a las necesidades del usuario. Pruebas de funcionamiento completo en modo manual y automático.
---	----------------------------------	---

Nota: Elaborado por el Autor

CONCLUSIONES

Mediante el análisis e investigación de este proyecto, se desarrolló un nuevo sistema de control para el envasado de agua mediante el uso de un PLC y la interfaz bluetooth para su programación, se determina los elementos necesarios para la construcción, la conexión eléctrica y electrónica de cada uno de los elementos.

Para establecer la conexión entre PLC y PC se realizó inalámbricamente, mediante la comunicación Bluetooth con el modulo Bluetooth Schneider, obteniendo una conectividad satisfactoria que se verifico mediante la transferencia de datos y el monitoreo en línea del PLC.

Para lograr el diseño del tablero y el rediseño del circuito eléctrico se realizó mediante el software AutoCad, el cual fue de mucha ayuda para el desarrollo, logrando así colocar elementos de control en el tablero de una manera estratégica, al igual que fue necesario el uso de máquinas y herramientas en la implementación física, obteniendo resultados exitosos en su construcción.

Para la programación para el PLC se realizó el software TWIDO SUITE, siendo este un programa gratuito, siendo así de gran ayuda por ser un programa versátil y de fácil uso, lo que permitió realizar pruebas en línea para la verificación del funcionamiento de la programación tanto en entradas como en salidas digitales.

Finalmente mediante las pruebas de resultados se pudo apreciar, el cumplimiento del propósito de envasar automáticamente botellas de 625cc sin desperdiciar el agua tratada, para no generar gastos innecesarios.

RECOMENDACIONES

Para el control y automatización se recomienda analizar y estudiar el funcionamiento de la máquina a la cual se desee controlar, para así tener alternativas de control.

Para el manejo de sensores ópticos o reflectivos, se recomienda dejar el espacio adecuado para que la señal de luz pueda regresar desde el transmisor hacia el receptor mediante el reflejo en el elemento a sensar, así mismo se recomienda la calibración de la sensibilidad del sensor para un mejor desempeño.

Se recomienda un computador con Bluetooth incluido, o a su vez adquirir un accesorio Bluetooth para el computador, para una mejor interfaz de comunicación entre PLC y PC.

Para el manejo del PLC se recomienda el uso del software TWIDO SUITE para poder realizar la programación, así también se recomienda el estudio del lenguaje de programación de dicho PLC.

Se recomienda en un futuro proyecto para la envasadora en la planta H-Vida, trabajar en una banda de transportación de las botellas y el sellado automático.

Se recomienda para tener mejores resultados y precisión en el llenado de envase, en un futuro proyecto trabajar con sensores de peso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUASITEC. (2019). *Planta enbotelladora de agua de mesa*. Obtenido de AGUASITEC:
<http://www.aguasistec.com/planta-embotelladora-de-agua-de-mesa.php>
- Benjamin C. Kuo. (1997). *Sistemas de control Digital*. Compañía Editorial Continental.
- Cardenas, R. D. (2009). *Metrología e Instrumentación*. GRIN Verlag.
- CARLO GAVAZZI. (20 de FEBRERO de 2017). *Fuentes de Alimentación Conmutadas*. Obtenido de AUTOMATIZACIÓN ELÉCTRICA:
<https://www.electricalautomationnetwork.com/PDF/SPANISH/CARLO-GAVAZZI/SPD24301.pdf>
- CRUZ, H. (2010). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA FLEXIBLE PARA ENVASADO DE LÍQUIDOS*. Obtenido de
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2407/14/UPS-GT000134.pdf>
- EcuRed. (2011). *Controlador Lógico programable*. Obtenido de
https://www.ecured.cu/Controlador_l%C3%B3gico_programable
- F&C. (2019). *ALIBABA*. Obtenido de ALIBABA: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Factory-Supply-photoelectric-sensors-for-sale-60812384018.html>
- Fitzgerald, J. (2011). *Business Data Communications & Networking*.
- Infaimon. (2018). *Envasadoras definición y funciones principales*. Obtenido de Infaimon:
<https://blog.infaimon.com/ensadoras-definicion-y-funciones-principales/>
- INGENIERÍA MECAFENIX. (2019 de 4 de 11). *TIPOS DE SENSORES Y SUS CARACTERÍSTICAS*. Obtenido de
<https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/>
- MECAFENIX. (23 de MAYO de 2017). *Sensor de proximidad capacitivo*. Obtenido de
<https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensor-proximidad-capacitivo/>
- MECAFENIX. (24 de ABRIL de 2018). *Sensor óptico de presencia*. Obtenido de
<https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensor-optico/>
- MECAFENIX, F. (11 de ABRIL de 2017). *Tipos de sensores y sus características*. Obtenido de INGENIERÍA MECAFENIX: <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/>
- MECAFENIX, F. (24 de ABRIL de 2018). *INGENIERÍA MECAFENIX, LA ENCICLOPEDIA DE LA INGENIERÍA*. Obtenido de INGENIERÍA MECAFENIX, LA ENCICLOPEDIA DE LA INGENIERÍA: <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensor-optico/>
- ResearchGate. (11 de 2017). *ResearchGate*. Obtenido de

https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Estructura-basica-de-controlador-logico-programable-PLC-Figure-1-Basic_fig3_322692520

Ruiz, O. J. (2012). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. Bilbao: Deusto.

Sani, A. (2015). *DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA ENVASADORA Y DOSIFICADORA DE REFRESCOS PARA LA INDUSTRIA DE LÁCTEOS SANTILLÁN “PRASO*. Obtenido de

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4501/1/15T00617.pdf>

Savant, C. J. (1998). *Diseño electrónico: circuitos y sistemas*. Pearson Educación.

SCHNEIDER ELECTRIC. (09 de 06 de 2009). *Twido Controladores Programables: Bases Compactas y Modulares guía de Hardware*. Obtenido de Academia.edu:

https://www.academia.edu/37088329/Twido_Controladores_programables_Bases_compactas_y_modulares_Gu%C3%ADa_de_hardware?auto=download

Techlandia. (2019). *¿Cómo funciona un Controlador Lógico Programable?* Obtenido de

https://techlandia.com/funciona-controlador-logico-programable-como_166668/

Telemecanique. (13 de 08 de 2007). *TwidoSuite V2.0 Software de programación*. Obtenido de telemecanique: www.telemecanique.com

TOKY. (2019). *ALIEXPRESS*. Obtenido de <https://es.aliexpress.com/item/524546190.html>

ANEXOS

MANUAL DE OPERADOR

Inicialmente se debe conocer los componentes para el control.

En la figura 8.1 se muestra el panel de operador, en donde se tendrá el control de operación de la envasadora de agua.



Fig. 8-1 Panel de operador de envasadora

Fuente: (Elaborado por el Autor)

En la figura 8.2 se muestra el tablero de control principal.



Fig. 8-2 Tablero de control

Fuente: (Elaborado por el Autor)

Para iniciar con el proceso de envasado, primero se debe encender la bomba, para lo cual debemos verificar que los tanques de almacenamiento de agua estén llenos y luego se procede a encender la máquina envasadora.

En la figura 8.3 muestra el panel de operador donde se indicara como encender la máquina para poder envasar.

En el panel de operador, se deberá seleccionar el botón de ENCENDIDO en ON, en ese momento se nos prende la máquina y se prende la luz piloto de color rojo.

Luego el operador deberá escoger entre manual o automático según desee.



Fig. 8-3 Panel de operador funcionando

Fuente: (Elaborado por el Autor)

Si el operador selecciona el modo manual, tendrá que proceder a operar de acuerdo al selector que se encuentra en la parte baja del selector antes mencionado. Poniendo en ON cuando desee llenar y OFF cuando desee finalizar el llenado.

En caso de que el operador quiera realizar la forma automática, deberá colocar el selector en automático y encender los sensores con el switch instalado en el tablero de control principal que se muestra en la figura 8.4.

Para encender los sensores, se debe presionar el switch y para apagarlos halar.



Fig. 8-4 Switch para encendido de sensores

Fuente: (Elaborado por el Autor)

Una vez realizado esto deberá colocar las botellas en la máquina, y luego de 4 segundos procederá al llenado.

Los sensores de llenado, detectan la botella con agua y paran el proceso.

MANUAL TECNICO

Para tener conocimiento del sistema se debe tener en cuenta los componentes internos del tablero de control.

A continuación en la figura 8.5 se detalla los elementos constituidos

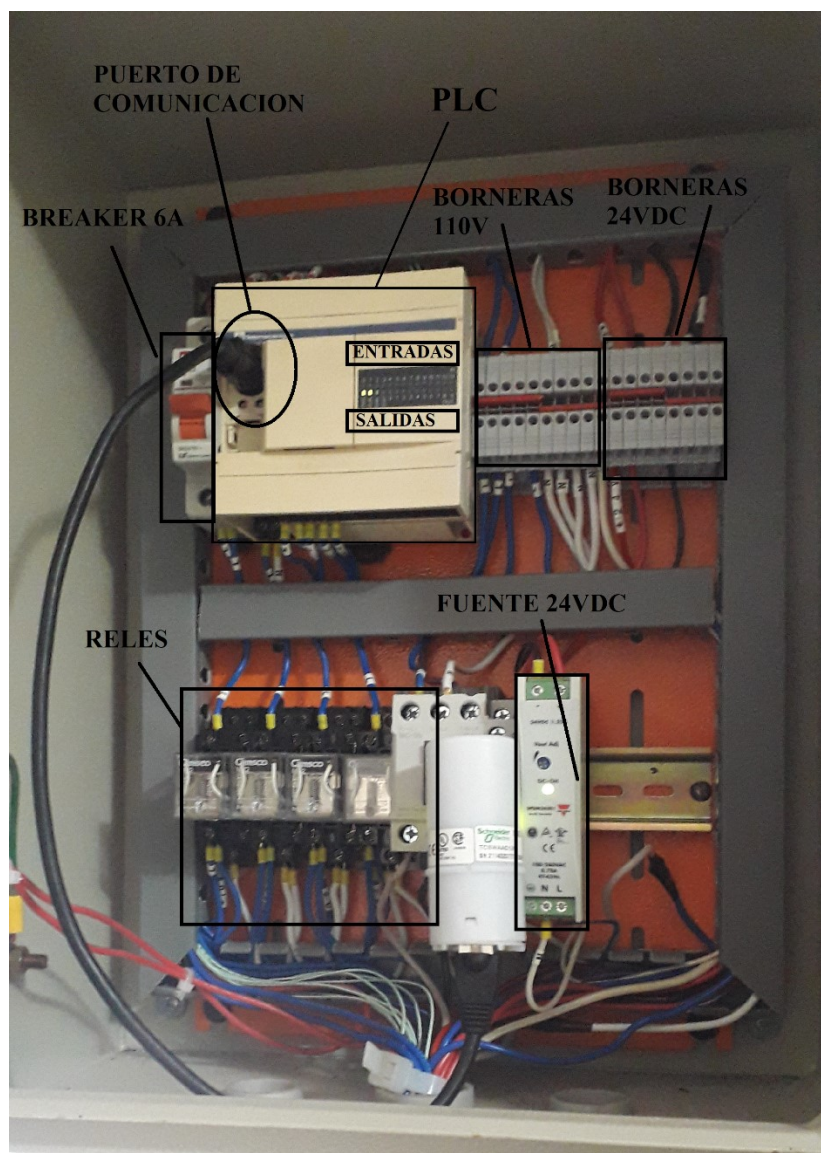


Fig. 8-5 Elementos del tablero de control

Fuente: (Elaborado por el Autor)

También se agrega los diagramas eléctricos y la programación.

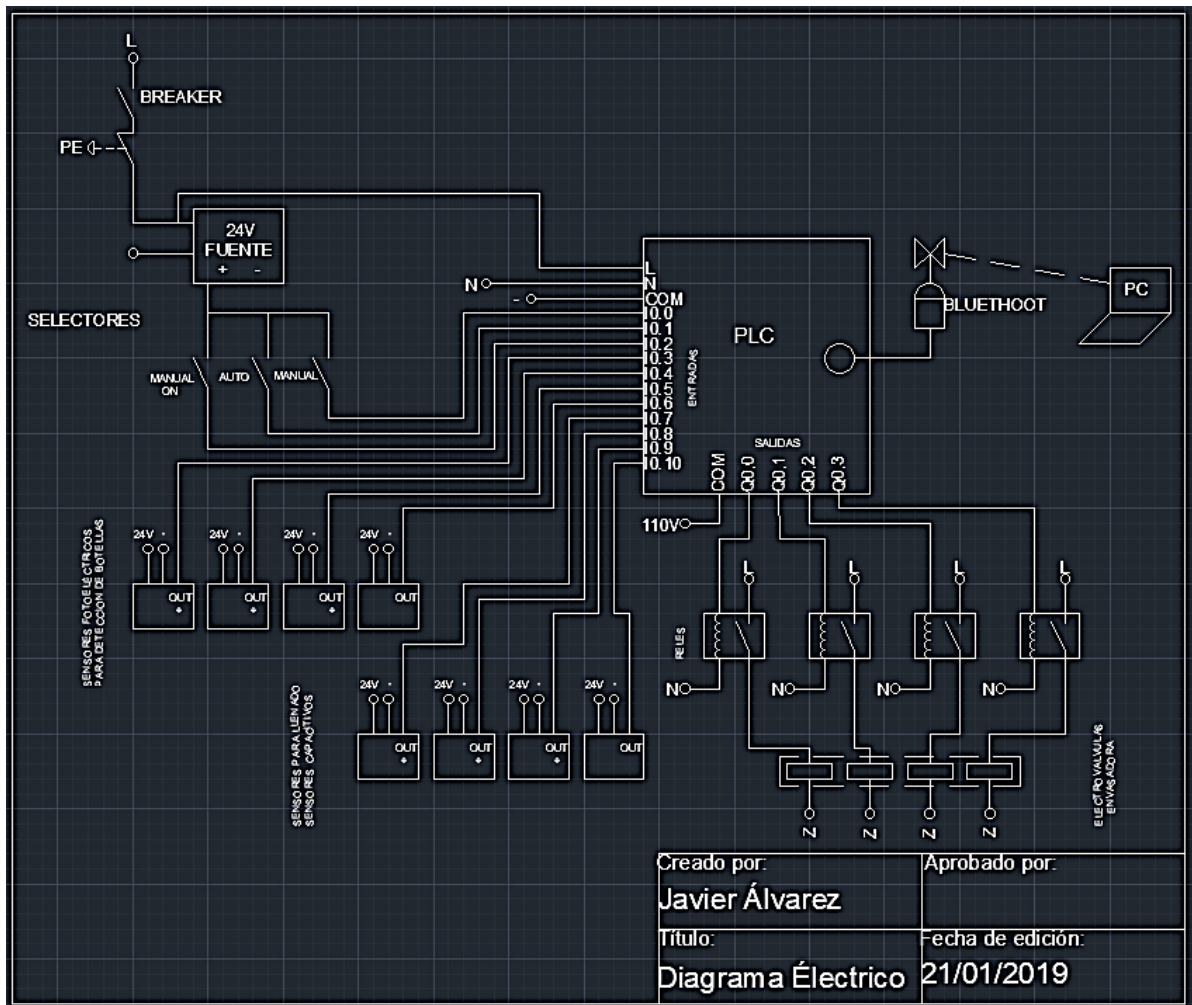


Fig. 8-6 Diagrama eléctrico

Fuente: (Elaborado por el Autor)

PROGRAMACION

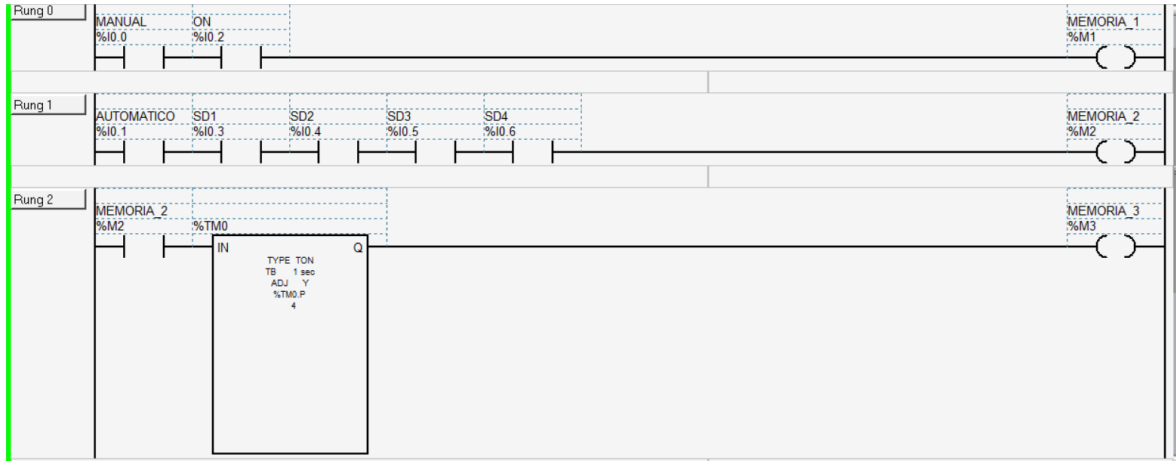


Fig. 8-7 Programación

Fuente: (Elaborado por el Autor)

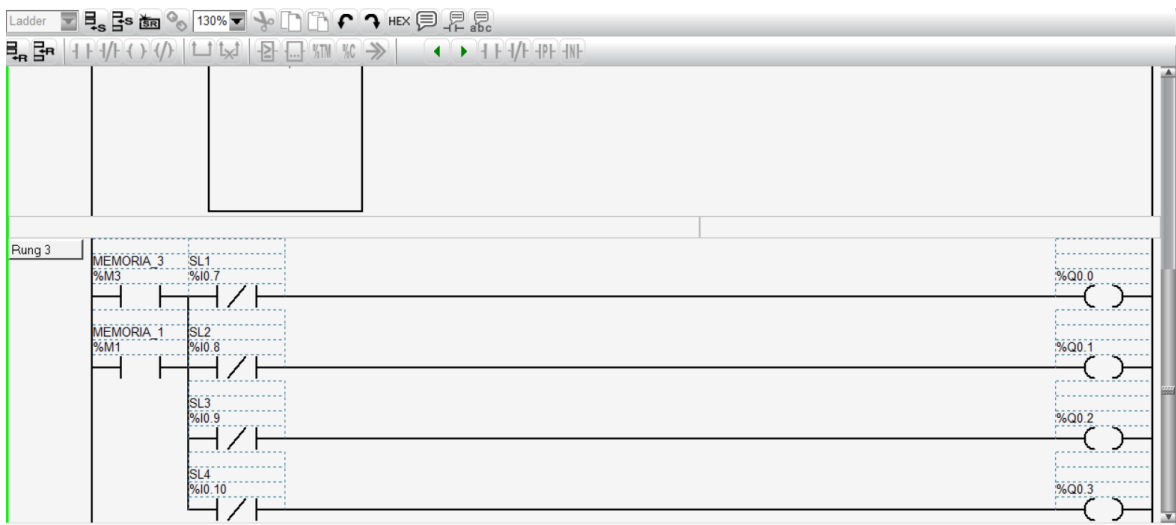


Fig. 8-8 Programación

Fuente: (Elaborado por el Autor)

ACTA ENTREGA RECEPCION