



“Responsabilidad con pensamiento positivo”

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

TEMA:

“AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENVASADO VOLUMÉTRICO
PARA LA PRODUCCIÓN DE SNACKS DE LA EMPRESA COFICA EXPORT S.A.”

AUTOR:

GUAMÁN GUAMÁN PABLO ANDRÉS

TUTOR:

ING. FLAVIO MORALES ARÉVALO, MG.

QUITO, ECUADOR

AÑO: 2019

DECLARACIÓN

Yo, Pablo Andrés Guamán Guamán, estudiante de la carrera Electrónica Digital y Telecomunicaciones, perteneciente a la Universidad Tecnológica Israel, declaro que el contenido aquí descrito es de mi, autoría y de mi absoluta responsabilidad legal.

Quito D.M., Marzo 2019

Pablo Andrés Guamán Guamán

C.I. 1723551303

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación “**AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENVASADO VOLUMÉTRICO PARA LA PRODUCCIÓN DE SNACKS PARA LA EMPRESA COFICA EXPORT S.A.**”, presentado por el Sr. Pablo Andrés Guamán Guamán, 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. Enero 2019

TUTOR

.....

Ing. Flavio Morales Arévalo, Mg

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional y esfuerzo; de igual manera a compañeros que estuvieron a mi lado en el transcurso de esta etapa. A la Universidad Israel y a los Docentes que la conforman por la labor educativa, el conocimiento impartido en el transcurso de la carrera universitaria.

GUAMÁN GUAMÁN PABLO ANDRÉS

DEDICATORIA

Aprovecho la oportunidad para compartir este logro con las personas que han estado a mi lado reconociendo su labor y apoyo, de manera especial consagro este trabajo: A mi padre, madre; por ser el pilar fundamental de mi vida fuente de fortaleza para concretar mis objetivos.

GUAMÁN GUAMÁN PABLO ANDRÉS

ÍNDICE

DECLARACIÓN.....	ii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE.....	vi
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
1.1. Maquinas Empacadoras	6
1.1.1. Empacadora Automática.....	7
1.2. Sistema de Dosificación.....	8
1.2.1. Sistema de Dosificación Volumétrica	8
1.3. Sistema de Sellado	8
1.3.1. Sellado por Mordazas Calientes	9
1.4. Formadores.....	9
1.5. Sistema de Guiado y Arrastre	10
1.5.1. Sistema por Mordazas	10
1.6. Sistema de Control Automático	11
1.6.1. PLC (Controlador Lógico Programable)	11
1.6.1.1 Funcionamiento Básico	12
1.6.1.2. Principales Aplicaciones	13
1.7. Componentes Eléctricos y Electrónicos.....	13
1.7.1. Variador de Velocidad.....	13
1.7.1.1. Tipos de Variadores.....	14
1.7.1.2. Variadores para Motores de Corriente Continua.....	15
1.7.1.3. Variadores para Corriente Alterna.....	16
1.7.1.4. Proceso Interno del Variador de Frecuencia.....	17
1.7.1.5. Ventajas de los Variadores de Velocidad	18
1.7.2. Sensor de Contraste	19

1.7.2.1. Principales Ventajas	19
1.7.2.2. Sensor de Tacas	19
1.7.2.3. Características.....	20
1.7.2.4. Beneficios	20
1.7.3. Sensores Inductivos	21
1.7.4. Sensor de Temperatura	21
1.7.4.1. Termopar	21
1.7.5. Controlador de Temperatura.....	22
1.7.5.1 Funcionamiento del Controlador de Temperatura.....	23
1.7.6. Relé.....	24
1.7.7. Motor Trifásico.....	25
1.7.7.1. Aplicaciones de los Motores Eléctricos.....	25
1.7.8. <i>Breaker</i>	26
1.7.8.1. Parámetros que definen a un <i>Breaker</i>	27
CAPÍTULO II MARCO METODOLÓGICO	27
2.1. Marco Metodológico.....	27
2.2. Metodología	28
2.2.1 Fase Teórica.....	28
2.2.2 Fase de Experimentación.....	28
2.2.3. Fase de Validación.....	28
2.3. Técnicas de recolección de información.....	29
2.3.1. Técnica inicial de fuentes virtuales.....	29
2.3.2. Técnica complementaria de medición.....	30
CAPÍTULO III PROPUESTA.....	31
3.1. Propuesta técnica.....	31
3.2. Aspectos técnicos	32
3.2.1. Parámetros funcionales.....	33
3.2.2. Dimensiones de la Funda.....	33
3.2.3. Control.....	33
3.2.4. Ambiente de trabajo	33
3.3. Descripción de la Propuesta	34

3.4. Estructura Mecánica.....	35
3.4.1. Dosificación.....	36
3.4.2. Formación de la Funda	37
3.4.3. Sistema de Sellado.....	37
3.4.4. Sistema de Corte.....	37
3.4.5. Sistema de Guiado y Arrastre	37
3.4.6. Constitución de Tablero de Control	38
3.5. Software de Diseño	39
3.5.1. CADe_SIMU – Diseño de conexiones.....	40
3.5.2. XC PRO 3.3 - Programación PLC.....	41
3.5.3. Programación de Variador de Velocidad.....	41
3.5.3.1 Otras Funciones	42
3.5.3.2. Conexión de la alimentación y del motor	43
3.6. Costo	43
3.7. Análisis económico.....	45
3.8. Tiempo	46
3.9. Análisis de tiempo	47
3.10. Ventajas del producto	48
CAPITULO IV IMPLEMENTACIÓN	49
4.1. Diseño de Hardware	49
4.1.1.1 Construcción Tablero de Control	50
4.1.2. Diseño circuito de Control, Relés.....	51
4.1.3. Diseño de Conexión del Variador de Velocidad y el Motor	54
4.1.4. Circuito de Control y Circuito de Potencia	56
4.1.4.1. Calculo de <i>breaker</i> de protección.....	56
4.1.5. Implementación del Variador de Frecuencia.....	57
4.1.6. Implementación de los circuitos eléctricos y electrónicos	58
4.1.7. Implementación del Dispositivo de Control del PLC.....	65
4.2. Diseño del Software.....	65
4.2.1. Diseño de programación del PLC.....	65
4.2.1.1. Funcionamiento	66
4.3. Pruebas de funcionamiento y análisis de resultados	68

4.3.4. Pruebas en Vacío	68
4.3.1.1. Arrastre del Material de Empaque.....	69
4.3.1.2. Sellado y Corte	69
4.3.1.3. Corte de las fundas	70
4.3.5. Pruebas con Carga Dosificación.....	70
4.3.6. Sellado	70
4.3.7. Pruebas realizadas del sistema de envasado automático de snacks.....	70
4.3.8. Rendimiento	71
4.4. Análisis de Resultados	72
CONCLUSIONES	74
RECOMENDACIONES.....	75
BIBLIOGRAFIA	76
ANEXOS	78
ANEXO A ETAPAS DE PROGRAMACIÓN DESARROLLADAS EN EL	79
SOFTWARE XC PRO V3.3.....	79
ANEXO B COMANDOS Y VARIABLES DE PROGRAMACION.....	82
MANUAL TECNICO.....	83
MANUAL DE USUARIO.....	104

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Empacadora vertical.....	7
Figura 1.2. Dosificadora volumétrica.....	8
Figura 1.3. Formador de cuello circular	9
Figura 1.4. Sistema de arrastre por mordazas.....	10
Figura 1.5. PLC	12
Figura 1.6. Variadores de Velocidad	14
Figura 1.7. Variador para motor de corriente continúa	15
Figura 1.8. Variador para motor de corriente alterna	17
Figura 1.9. Proceso interno del variador de frecuencia	17
Figura 1.10. Variador de Velocidad	18
Figura 1.11. Sensor de contraste.....	20
Figura 1.12. Sensores Inductivos.....	21
Figura 1.13. Sensores de Temperatura (Termopar).....	22
Figura 1.14. Controlador de Temperatura	23
Figura 1.15. Relé	25
Figura 1.16. Motor eléctrico	26
Figura 1.17. <i>Breaker</i>	27
Figura 3.1. Módulos que componen el proyecto	31
Figura 3.2. Automatización de envasado volumétrico (etapa de mecánica y etapa de control)	35
Figura 3.3. Máquina de envasado mecánica.....	36
Figura 3.4. Tablero de control	38
Figura 3.5. Pantalla principal CADe_SIMU	40
Figura 3.6. Pantalla principal XC PRO 3.3	41
Figura 3.7. Conexión de la alimentación y motor	43
Figura 3.8. Cronograma de actividades	46
Figura 4.1. Disposición de tablero de control en pésimas condiciones.....	50
Figura 4.2. Disposición de tablero de control.....	51
Figura 4.3. Diseño de conexiones entre los relés	52
Figura 4.4. Diseño de conexiones de las entradas del PLC.....	53
Figura 4.5. Diseño de conexiones de salidas a PLC.....	53

Figura 4.5. Diseño de conexiones del variador de velocidad con el motor.....	54
Figura 4.6. Diseño de conexiones de salidas a PLC.....	55
Figura 4.7. Ubicación <i>Breaker</i> utilizado	56
Figura 4.8. Variador de frecuencia en Tablero.....	57
Figura 4.9. Montaje de componentes electrónicos	58
Figura 4.10. Controladores y pulsadores de la parte externa.....	59
Figura 4.11. Instalación de relés.....	59
Figura 4.12. Montaje de Panel de Control.....	60
Figura 4.13. Instalación de conexiones eléctricas (cables).....	61
Figura 4.14. Instalación de conexiones eléctricas y electrónicas	61
Figura 4.15. Instalación panel de control	62
Figura 4.16. Fuente de Alimentación	62
Figura 4.18. Relés.....	63
Figura 4.19. Relés de estado solido	63
Figura 4.20. <i>Breaker</i>	64
Figura 4.21. Conexiones del motor y transmisión de movimiento.....	64
Figura 4.22. PLC	65
Figura 4.23. Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema automatizado	66
Figura 4.24. Registro de pruebas des sistema de envasado	70
Figura 4.25. Diagrama de Rendimiento.....	71
Figura 4.26. Diagrama comparativo de mejoras.....	73

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Pruebas de la maquina sin automatizar el envasado volumétrico	30
Tabla 3.1. Ficha Técnica del Proyecto	32
Tabla 3.2. programación variador de velocidad	42
Tabla 3.3. Otras funciones del variador de velocidad	43

RESUMEN

El campo del control y automatización industrial, es un campo implantado con más frecuencia en grandes instalaciones como las cadenas de fabricación de automóviles, las vías férreas o las centrales térmicas y eléctricas, sin embargo, en el área de la pequeña y mediana empresa está aún poco desarrollado. Las soluciones desarrolladas para el control y la automatización de pequeñas y medianas instalaciones industriales son poco flexibles y específicas para cada instalación.

Este proyecto hace visible la viabilidad de la implantación de sistemas de control y automatización en este tipo de instalaciones industriales. Como principales ventajas de la implantación de sistemas de control y automatización está la reducción de costos, calidad, seguridad, así como el aumento y control de la producción, y como ventaja de la replicación la considerable reducción de los costes de diseño, implantación y mantenimiento.

La proyecto planteado consiste en un sistema abierto, para el control centralizado de dispositivos electromecánicos. Con capacidad para el control, monitorización y actuación, sin restricciones en cuanto al número de dispositivos o funcionalidades que estos aporten independientemente del proveedor de los dispositivos. El software desarrollado para este propósito recibirá los datos de los dispositivos electrónicos localizados en la instalación industrial, estos datos harán referencia a los distintos parámetros que determinan el estado de la instalación.

Una vez tomada la decisión se pondrán en marcha, mediante los controles disponibles en la instalación, los mecanismos necesarios, para corregir o modificar las condiciones requeridas en cada momento con el fin de optimizar su funcionamiento.

PALABRAS CLAVE: Envasadora volumétrica, automatización, sistema de envasado de snacks, máquina de envasado de snacks, control automático.

ABSTRACT

The field of control and industrial automation is the field most often deployed in large facilities such as automobile manufacturing chains, railways or electric and electric power plants, however, in the area of small and medium enterprises it is still little developed. The solutions developed for the control and automation of small and medium installations are not very flexible and specific for each installation.

This project makes visible the feasibility of the implementation of control and automation systems in this type of industrial facilities. The main advantages of the implementation of control and automation systems is the reduction of costs, quality, safety, as well as the increase and control of production, and as an advantage of replication the considerable reduction in the costs of design, implementation and maintenance .

The proposed solution consists of an open system, for the centralized control of electromechanical devices. With the ability to control, monitor and act remotely using a TCP / IP network such as the Internet, without restrictions on the number of devices or functionalities that these provide independently of the device provider. The software developed for this purpose will receive the data of the electronic devices located in the industrial installation, these data will refer to the different parameters that determine the status of the installation.

Once the decision has been made, the necessary mechanisms will be put in place, through the controls available in the facility, to correct or modify the conditions required at any time in order to optimize their operation.

KEYWORDS: Volumetric packaging, automation, snack packaging system, snacks packaging machine, automatic control.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes de la situación objeto de estudio

En el sector industrial ecuatoriano muchas empresas relacionadas con la producción de snacks no están preparadas frente a la continua innovación que la competitividad global requiere, incluyendo actualización tecnológica en procesos, comunicaciones e implementación técnica de los proyectos. Además cada empresa tiene su propia problemática por encontrarse en distintos niveles de automatización o por contar con diferente infraestructura y necesidades. El reto actual en la industria, es contar con maquinaria tecnológica que mejore los procesos de producción ,y con esto disminuir costos, tiempos muertos, retrasos y baja calidad. Para lograr lo anterior es necesario tanto automatizar sus líneas de producción e integrar sus diferentes áreas, entregando a los consumidores un producto final de calidad.

Para lo cual se han realizado investigaciones que mejorar los procesos de producción de snacks en los cuales se exponen los algunos métodos y requerimientos que son necesarios para automatizar sus maquinas que efectúan los trabajos requeridos por la empresa.

Uno de estos métodos es el control de procesos, que es identificar deficiencia o falta de equipo automático de medición y control lo que dificulta la visualización y control de las variables operativas, la necesidad de ampliación o modernización, el HW (hardware) y SW (software) con tecnología poco modular y dificultad de programación e integración con otros sistemas, la falta de sincronización de las operaciones de producción y la cadena de suministros. (Puig, 2012)

Otra de los métodos que se realizan es la detección de Fallas, que considera los tiempos muertos largos, la falta de visualización de las variables de proceso, el que no se cuente con información histórica para rastrear fallas y la detención de la producción por falta de planeación en mantenimiento de equipo preventivo y correctivo. (Hanz, 2017)

En tal virtud Cofica Export S.A. involucrada a la producción de esta clase de productos se han visto en la necesidad de solventar la problemática de conseguir un envasado exacto de su producto en sus diversas presentaciones, además de reducir los tiempos de fabricación y entrega, con lo que se crea la necesidad de mejorar sus procesos de producción por medio de la automatización de su maquinaria de envasado.

Planteamiento del problema y Justificación

En la empresa Cofica Export existe el área de envasado de snacks lamentablemente la envasadora volumétrica existente está en desuso y ha permanecido en bodega durante un tiempo considerable, el control que posee es totalmente obsoleto, y sus instalaciones eléctricas están totalmente deterioradas y esto ha llevado a que en la empresa todo el proceso de envasado de snacks se lo realice manualmente por el personal contratado, y esto produce retardos significativos en la producción, que posteriormente conlleva a pérdidas económicas para la empresa.

Mediante la automatización del proceso de envasado de snacks se pretende optimizar los recursos requeridos para esta actividad que son el recurso humano y el recurso técnico, con el fin de generar una mayor producción, reducir pérdidas y desperdicios del producto que se generan a la hora del envasado, además de evitar filtraciones en el empaque de sustancias y gases externos que podrían afectar al producto.

Además el beneficio para la empresa es el aumento en la línea de producción de snacks, entonces de esta manera se cubrirá completamente las necesidades que el mercado exige, al igual que las necesidades del cliente. Se logrará mejorar el rendimiento de la empresa, generando mayores ganancias para la misma ya que se evitará las pérdidas que actualmente produce el sistema de dosificación, además que se disminuirá la intervención de la mano del hombre, por lo tanto disminuirá el costo por mano de obra, dando una solución concreta para los requerimientos del área de envasado de snacks.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Automatizar una máquina de Envasado Volumétrico de Snacks de la empresa COFICA EXPORT S.A. con elementos de control para mejorar el proceso de producción de Snacks.

Objetivos Específicos

- Colocar sensores para realizar el control de las etapas de producción las cuales son posicionamiento del cilindro, sellado vertical, horizontal y corte.

- Realizar control de temperatura de ambas mordazas vertical y horizontal mediante módulos individuales de control que serán programados para seguir el proceso indicado por el operador.

- Integrar un variador de velocidad en el sistema de envasado volumétrico controlado por un PLC.

- Realizar la programación del controlador lógico programable PLC, que deberá contener todas las rutinas de control y también rutinas de seguridad para evitar daños en los procesos.

- Realizar pruebas del funcionamiento del Sistema de Control automático.

Alcance

El sistema automatizado realizara todas sus acciones de manera automática para llevar acabo la automatización, los sensores se colocarán en los procesos de dosificación, toma de temperatura, sellado y corte, para que el sistema coordine los accionamientos de sus mecanismos en el momento preciso.

En la máquina volumétrica se implementara un variador de velocidad que regula la velocidad de un motor de $\frac{3}{4}$ de hp que se encuentra situado en la parte posterior de la estructura de la máquina envasadora que realiza el movimiento de los dispositivos giratorios en este caso son el piñón del plato de llenado y la sincronización de las mordazas, el plato

giratorio cuenta con un sistema de dosificación de 6 vasos los cuales se llenan con el producto. La detección de la posición de apertura y cierre de cada vaso dosificador tiene incorporado topes metálicos, los mismos que son detectados por un sensor inductivo.

Para el accionamiento del sellado vertical y horizontal se colocarán sensores de contraste de sincronización que mandaran señales de accionamiento de los pistones neumáticos que permitirán realizar la acción de cierre por temperatura de la funda plástica.

Se colocarán niquelinas en las mordazas tanto vertical como horizontal las cuales calentaran a las mordazas hasta llegar a la temperatura indicada y puedan sellar herméticamente la funda, y así asegurar que no entre ningún agente químico exterior ingrese al interior del producto.

El control de temperatura de ambas mordazas vertical y horizontal se va a realizar mediante módulos individuales de control, los cuales se colocaran en el interior del tablero y sus pantallas estarán visibles fuera del tablero además que serán programados para seguir el set point indicado por el operador.

Se colocará un sensor de nivel el cual sirve para revisar si existe o no producto en la tolva ya que sin producto el proceso no comienza, después de esta revisión el producto ingresa a los vasos cilíndricos de la envasadora, que pasa al interior de la funda para que ninguna funda tenga exceso o falta de este para su posterior sellado.

El sistema de corte será controlado por un sensor de contraste que será colocado en el sistema de arrastre, este indicara al PLC el momento que debe accionar la cuchilla y cortar el empaque del producto, así se obtendrá una funda con las mismas dimensiones en cada corte realizada por la envasadora.

Todo el sistema deberá ser integrado en un controlador lógico programable PLC, deberá contener todas las rutinas de programación y rutinas de seguridad para evitar daños en los operarios, y en los componentes de la maquina envasadora volumétrica.

Descripción de los capítulos

El presente trabajo de titulación se estructura en 4 capítulos, acorde al siguiente contenido:

En el capítulo 1 se detalla la fundamentación teórica, con el fin de iniciar la ejecución del presente proyecto que abarca el componente conceptual.

En el capítulo 2 se hace referencia al marco metodológico que permitirá iniciar el proceso de recolección de información necesaria para la elaboración del sistema y su posterior puesta en marcha. Basado en la información obtenida se procede a realizar un estudio teórico de los diferentes elementos que intervienen en el proyecto.

En el capítulo 3 se explica el desarrollo de la propuesta, se analiza las diferentes alternativas que sirven para el desarrollo de la automatización de la envasadora volumétrica para garantizar el funcionamiento correcto de la máquina, posterior al estudio se inicia con el diseño de componentes y conexiones eléctricas previo al ensamblaje definitivo de los diversos dispositivos.

En el capítulo 4 referente al proceso de implementación, después del montaje de los elementos con las pruebas respectivas de funcionamiento donde se inicia el desarrollo de la programación del PLC el cual actúa como medio de control de la máquina.

Al finalizar el diseño y la construcción del sistema tanto en hardware como en software se realizan las pruebas de funcionamiento respectivas. Al término de estas pruebas se observan los resultados para determinar posibles inconvenientes y su posterior corrección.

Por último, se realiza un análisis de la investigación en donde se refleje la descripción de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Para el desarrollo del proyecto se toma en cuenta las definiciones que caracterizan al sistema automatizado de envasado volumétrico sus componentes y sus variables, mismo que abarca el componente conceptual que se pondrá en ejecución al realizar la automatización de la envasadora.

1.1. Maquinas Empacadoras

En la actualidad existen empacadoras de tipo manual, semiautomático y automático, siendo esta última la que mayores prestaciones presenta en el mercado, dado que cuentan con funciones incorporadas que facilitan su operatividad y mantenimiento.

Existiendo dos formas de operación para la empacadora siendo estas verticales y horizontales, la forma vertical indica la dirección principal de avance del material durante el proceso, este tipo de máquina comúnmente se la utiliza para empaçar granos o polvos aprovechando la caída del producto para alimentar las fundas. (Farina, 2018)

Esta máquina de envasado es de gran utilidad ya que al poseer un control automatico todas sus operaciones las desarrolla con eficiencia y optimiza el tiempo de envasado, se la utiliza en las industrias de gran producción.



Figura 1.1. Empacadora vertical

Fuente: (industry, 2002)

1.1.1. Empacadora Automática

Combinan sistemas mecánicos, neumáticos, eléctricos y electrónicos gobernados por un sistema de control lógico programable (PLC), para la producción elevada del empaquetamiento.

Los sistemas de control en los últimos años han mejorado notablemente permitiendo que las empacadoras evolucionen tanto en su diseño como en su funcionalidad, incorporando sistemas de mando autómatas, que realizan funciones complejas de procesos con la participación de sensores y actuadores. (Iza & Medina, 2013)

Gracias a la automatización en el área de los procesos se ha logrado incrementar notablemente el control en la producción, así como elevar los estándares de calidad, prestando más facilidades para la producción. Necesitan la presencia de un solo operador que únicamente supervisa el funcionamiento de la máquina reduciendo así los costos de mano de obra.

1.2. Sistema de Dosificación

Actualmente existe gran variedad de sistemas de dosificación dependiendo del producto a envasar y del envase. Para un correcto envasado se tienen que tener en cuenta los siguientes factores: el producto a envasar, el tipo de envase que se utilizará (dimensiones, tipo de material y diseño) y el proceso de envasado (maquinaria).

1.2.1. Sistema de Dosificación Volumétrica

El sistema de dosificación volumétrica es usada para trabajos con empacadoras semiautomáticas o directamente en empacadoras automáticas, se construyen en varios tamaños y modelos con vasos de acero inoxidable con capacidad regulable. Es muy recomendable para procesos con polvos de fácil deslizamiento, granos. (Iza & Medina, 2013)

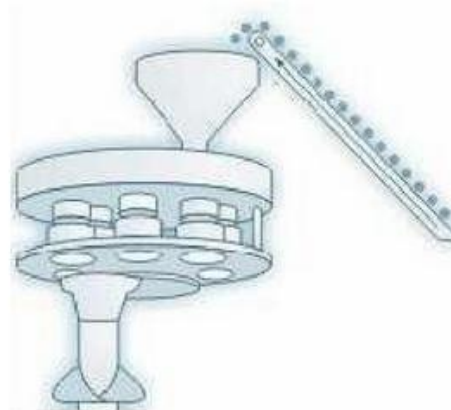


Figura 1.2. Dosificadora volumétrica

Fuente: (Toledo, 2007)

1.3. Sistema de Sellado

Para efectuar el sellado del plástico varios sistemas utilizan calor y presión, los más usados son los que funcionan con resistencias eléctricas como fuentes de calor, sin embargo la ultra frecuencia y el aire caliente también son usados para este fin.

1.3.1. Sellado por Mordazas Calientes

Produce la unión de los materiales plásticos por presión y aporte de calor. La temperatura está dada por resistencias eléctricas colocadas dentro o fuera de la mordaza la cual debe ser fabricada con un buen conductor térmico. Para la medida de la temperatura se conecta un termopar a la mordaza y suministrando corriente a través de un control de temperatura.

1.4. Formadores

Parte fundamental para el proceso de empaquetado es la correcta selección y diseño del tipo de formador que se va utilizar, tomando en cuenta parámetros como forma, tamaño y grosor de la funda. Se los construye de tal forma que el material de empaque ingrese por la zona posterior y se enrolle alrededor del conducto de alimentación formando un tubo continuo de material de empaque con un traslape que permite el sellado longitudinal.



Figura 1.3. Formador de cuello circular
Fuente: (INOX-MAN, 2002)

1.5. Sistema de Guiado y Arrastre

Generalmente las bobinas de papel se ubican en la parte posterior de la máquina de donde el material de empaque es guiado por una serie de rodillos hacia el formador, la ubicación de los rodillos depende del tipo de accesorios que se desee instalar teniendo como función fundamental mantener tenso el plástico de manera que no ocurran desalineaciones con respecto al formador. Para dicho fin existe un mecanismo de arrastre que ejerce una atracción en el material ocasionando que se deslice por el formador y que luego pueda producirse el sellado tanto vertical como horizontal generando una producción continua de empaques. (Iza & Medina, 2013)

1.5.1. Sistema por Mordazas

Como se muestra en la Fig. 1.4. El sistema dispone de un marco donde se instalan las mordazas las cuales se cierran en el punto superior del recorrido, presionando y sellado el material de empaque, en ese momento el carrete se desplaza hacia abajo guiado por unos ejes verticales y arrastrando el plástico. Cuando llega al punto inferior donde se produce la dosificación del producto y el corte de la bolsa las mordazas se abren permitiendo que el carrete suba para comenzar un nuevo ciclo. (Iza & Medina, 2013)

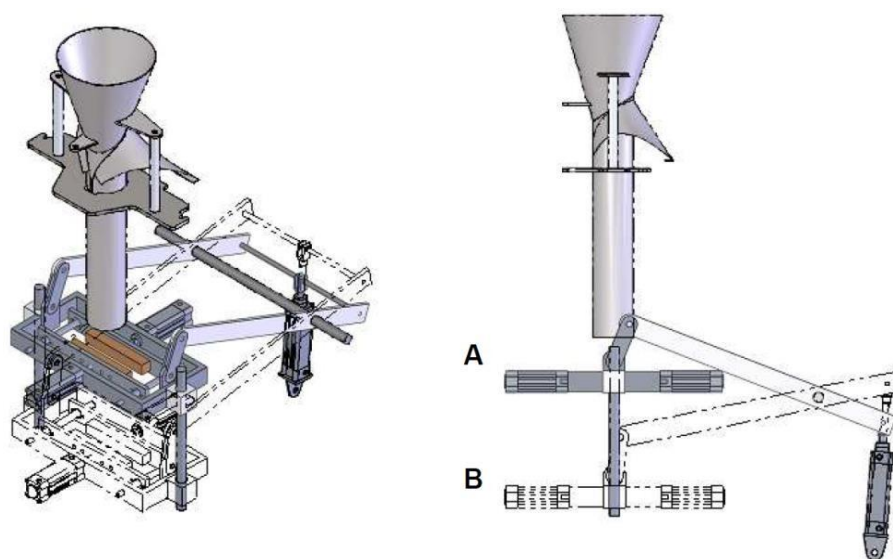


Figura 1.4. Sistema de arrastre por mordazas

Fuente: (Iza, 2000)

1.6. Sistema de Control Automático

Debido a que los avances en la teoría y la práctica del control automático aportan los medios para obtener un desempeño óptimo de los sistemas dinámicos, mejorar la productividad, aligerar la carga de muchas operaciones manuales repetitivas y rutinarias, así como de otras actividades, casi todos los ingenieros y científicos deben tener un buen conocimiento de este campo. (Ogata, 1998)

1.6.1. PLC (Controlador Lógico Programable)

Un PLC es un Controlador Lógico Programable (Programmable Logic Controller), en sí es un sistema de control de procesos industriales. Los PLC's son dispositivos electrónicos o computadoras digitales de tipo industrial que permiten la automatización de procesos, especialmente en el campo de la industria, debido a que controlan tiempos de ejecución y regulan secuencias de acciones (Sánchez, 2013).

Además este es un dispositivo que sustituye a los circuitos de relé de control o contactores configurados en secuencia para realizar el control de la máquina o proceso. El PLC funciona en cada scan monitoreando las entradas y luego de procesar a través del programa interno, modificar las salidas. El usuario es el que introduce un programa, por lo general a través del software de programación para obtener los resultados deseados.

El PLC se utiliza en muchas aplicaciones y procesos industriales como la industria alimenticia en las envasadoras, enfundadoras, empaquetadoras, bandas, en la industria automotriz en los procesos de control, mesas automáticas de soldadura, en la industria del papel en las guillotinas de papel, sistemas de bobinado. Si los procesos constan de conversión de material, transporte a través de bandas transportadoras, mecanizado en tornos o fresadoras, empaquetado, transporte de material, ensamblaje automático, brazos robot industriales o un sin número de otras industrias. En la actualidad se usan PLC en la mayoría de procesos; por tanto las nuevas máquinas tienen un PLC para realizar el control, y se conecta un panel táctil o HMI (Interface Hombre Máquina) para visualizar los registros de los PLC.

Los PLC se aplican en procesos que tienden a ser complejos y variables, inclusive existen máquinas y procesos con redes de PLC que intercambian información para un control total, los PLC son muy confiables en la industria ya que tienen un controlador específico para operaciones de complejidad, protecciones al ruido electromagnético, fuentes protegidas, sistemas watch dog que resetean al PLC cuando este se cuelga en alguna de sus acciones Berrones (2015).



Figura 1.5. PLC

Fuente: (Controladores, 2015)

1.6.1.1 Funcionamiento Básico

- Detecta diversos tipos de señales del proceso requerido mediante la Memoria Programable.
- Elabora y envía acciones de acuerdo al programa realizado por el programador en la Memoria de Datos.
- Recibe configuraciones de los operadores y da reportes a los mismos.
- Admite modificaciones en el programa cuando son necesarias y permiten mejorar el proceso.

1.6.1.2. Principales Aplicaciones

En la Ingeniería y producción en empresas, principalmente en la industria, en donde se aprovechan especialmente para los siguientes casos:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

En concreto los PLC's son dispositivos que permiten automatizar y son empleados principalmente para procesos industriales, con múltiples ventajas y aplicaciones variadas. (Ctinmx, 2013)

1.7. Componentes Eléctricos y Electrónicos

Estos componentes son los que realizan la automatización del sistema de envasado volumétrico, estos componentes son los que proporcionan las señales que ingresan al dispositivo de control PLC que según la programación indicada por el usuario efectuará la activación de elementos eléctricos que realizarán el proceso de envasado.

1.7.1. Variador de Velocidad

El Variador de Velocidad (VSD, por sus siglas en inglés Variable Speed Drive) es en un sentido amplio un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores (Asto, 2018). El variador de velocidad se coloca entre la red y el motor, el variador recibe la tensión de red a la frecuencia de (60Hz) y tras convertirla y después ondularla produce una tensión con frecuencia variable. La velocidad de un motor va prácticamente proporcional a la frecuencia. Hernandez & Ransel (2011)

Además de cambiar la frecuencia, el variador también varía el voltaje aplicado al motor para asegurar que existe el par necesario en el eje del motor sin que surjan problemas de sobrecalentamiento. (Campaña & Maldonado, 2015)

Un variador de velocidad puede consistir en la combinación de un motor eléctrico y el controlador que se emplea para regular la velocidad del mismo. La combinación de un motor de velocidad constante y de un dispositivo mecánico que permita cambiar la velocidad de forma continua (sin ser un motor paso a paso) también puede ser designado como variador de velocidad Hernández (2011)



Figura 1.6. Variadores de Velocidad

Fuente: (Lovato, 2018)

1.7.1.1. Tipos de Variadores

En términos generales, puede decirse que existen tres tipos básicos de variadores de velocidad: mecánicos, hidráulicos y eléctrico – electrónicos siendo los mecánicos los variadores más antiguos, estos fueron empleados originalmente para controlar la velocidad de las ruedas hidráulicas de molinos, así como la velocidad de las máquinas de vapores. Los variadores de velocidad mecánicos e hidráulicos generalmente son conocidos como

transmisiones cuando se emplean en vehículos, equipo agroindustrial o algunos otros tipos de maquinaria (Hernandez & Hernandez, 2011)

1.7.1.2. Variadores para Motores de Corriente Continua

Estos variadores permiten controlar la velocidad de motores de corriente continua serie, derivación, compuesto y de imanes permanentes.

Los motores de corriente continua tienen varios inconvenientes, ya que necesitan alimentaciones de potencia en continua. Además para la misma potencia, estas máquinas son de dimensiones y costos mayores que los motores de inducción por tanto estos necesitan más mantenimiento debido al conmutador. Las ventajas de los motores DC es que pueden proporcionar altos pares de arranque, su margen de velocidad está por encima y por debajo de los valores nominales y su procedimiento de regulación es más sencillo y económico que los correspondientes a los motores de inducción. (Pilonieta, 2015)



Figura 1.7. Variador para motor de corriente continúa
Fuente: (Baldor, 2009)

1.7.1.3. Variadores para Corriente Alterna

Estos variadores permiten controlar la velocidad tanto de motores de inducción (asíncronos de jaula de ardilla o de rotor devanado), como de los motores síncronos mediante el ajuste de la frecuencia de alimentación al motor. Hernandez (2011)

Los dispositivos variadores de frecuencia trabajan bajo el principio de que la velocidad síncrona de un motor de corriente alterna (CA) es igual a la velocidad del rotor y se encuentra determinada por la frecuencia de CA suministrada y el número de polos en el estator, de acuerdo con la relación: (Fraile, 2008)

$$\text{RPM} = 120 \times f / p$$

Donde:

RPM = Revoluciones por minuto

f = frecuencia de suministro AC (hertz)

p = Número de polos (adimensional)

Las cantidades de polos que regularmente son utilizadas en motores síncronos o en Motor asíncrono son 2, 4, 6 y 8 polos que, siguiendo la ecuación que se detalla en el texto las resultantes serían 3000 RPM, 1500 RPM, 1000 RPM y 750 RPM respectivamente para motores sincrónicos únicamente, funcionando en 50Hz y en CA.

En los motores asíncronos las revoluciones por minuto son estrechamente menores por el propio asincronismo que indica su nombre. Aquí se produce un desfase mínimo entre la velocidad de rotación (RPM) del rotor (velocidad "real" o "de salida") comparativamente con la cantidad de RPMs del campo magnético (las cuales si deberían cumplir la ecuación arriba mencionada tanto en Motores síncronos como en motores asíncronos) por lo que sólo es atraído por el campo magnético exterior que lo separa siempre en velocidad, de lo contrario el motor dejaría de girar en los momentos en los que alcanzase al campo magnético Villajulca (2010)



Figura 1.8. Variador para motor de corriente alterna

Fuente: (Igueren, 2008)

1.7.1.4. Proceso Interno del Variador de Frecuencia

El variador de velocidad se alimenta con un voltaje de corriente alterna (CA). Lo primero que hace es convertir la corriente alterna en corriente directa. El voltaje es filtrado por un banco de capacitores interno, con el fin de mejorar el voltaje rectificado y reducir la emisión de variaciones de señal. Posteriormente en lo que se refiere a la etapa de inversión, la cual está compuesta por transistores (IGBT), que encienden y apagan en determinada secuencia controlado por pulsos para generar una forma de onda cuadrada de voltaje de corriente directa a un frecuencia constante y su valor promedio tiene la forma de onda senoidal de la frecuencia que se aplica al motor (Fraile, 2008)

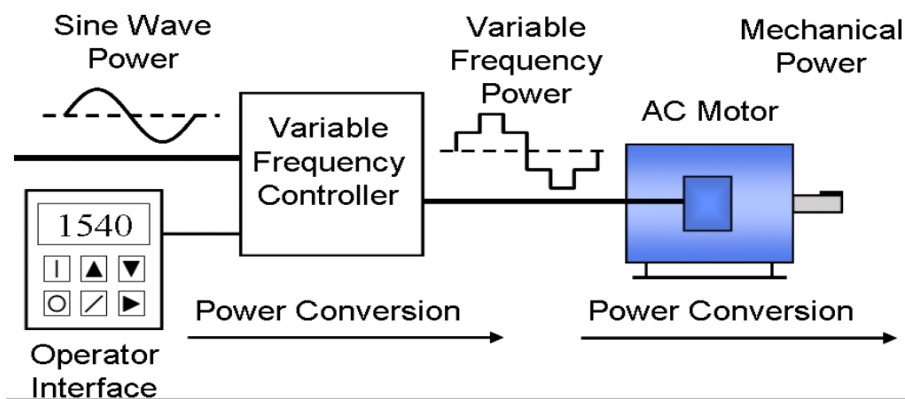


Figura 1.9. Proceso interno del variador de frecuencia

Fuente: (Igueren, 2008)

1.7.1.5. Ventajas de los Variadores de Velocidad

Entre las diversas ventajas para el control del proceso que proporciona el empleo de Variadores de Velocidad destacan:

- Operaciones más suaves.
- Control de la aceleración.
- Distintas velocidades de operación para cada fase del proceso.
- Compensación de variables en procesos variables.
- Permitir operaciones lentas para fines de ajuste o prueba.
- Ajuste de la tasa de producción.
- Permitir el posicionamiento de alta precisión.
- Control del Par motor (torque).

La ventaja principal de los variadores de velocidad es que disminuye los consumos de energía en algunos de los procesos que controla, dando como resultado considerables disminuciones en los costos de operación. Hernández (2011)

El que se utilizara en este proyecto es el variador de velocidad IG5A de la marca LS



Figura 1.10. Variador de Velocidad

Fuente: (ingeniería, 2011)

1.7.2. Sensor de Contraste

Los sensores de contraste por su confiabilidad se utilizan en las máquinas de embalaje y de impresión para la detección de marcas. Los sensores de contraste son los que detectan los mínimos contrastes a grandes velocidades como, por ejemplo, marcas de impresión en láminas o embalajes. Además, detectan las más mínimas variaciones en la escala de grises entre la marca y el fondo en superficies mate, brillante o transparente. Este sensor puede satisfacer las más diversas exigencias, hay disponible una amplia gama de tipos de dispositivos con diferentes métodos de resolución de contrastes y con diferentes variantes de aprendizaje. Sick, (2018)

1.7.2.1. Principales Ventajas

- Detección de pequeñas marcas de impresión ya que este utiliza un haz de luz estrecho.
- Estos sensores pueden mejorar el contraste mediante la selección automática de los diodos emisores de diferentes colores.
- Pueden detectar las más mínimas diferencias en contraste debido a la alta resolución de contraste.
- Pueden seleccionar la tolerancia requerida.

1.7.2.2. Sensor de Tacas

Los sensores de tacas son sensores de contraste que son ideales para el envasado volumétrico ya que actúa de forma rápida y eficaz en la detección de marcas de registro impresas en una banda continua. El sensor de taca utiliza características de banda ancha de un LED de luz blanca para la detección de una marca en cualquier color de fondo que ofrece un rendimiento de alta resolución. Con un punto de luz de 10 mm de diámetro y un rango de detección máximo de 300 mm, garantiza una detección altamente fiable de marcas de casi cualquier color. Estos sensores son muy adecuados tanto para aplicaciones internas como externa. Cuando la maquina termina con el llenado, el sensor está montado por encima de la

cinta transportadora detecta la marca o taca y manda una señal al dispositivo controlador en este caso el PLC para que active a las mordazas y selle el producto. (Contrinex, 2016)

1.7.2.3. Características

- LED de luz blanca
- Bloques ópticos intercambiables; Fibra óptica o lente V-eje.
- Pulso estiramiento temporizadores; 10 ms, 25 ms, o 50 ms seleccionable.
- Configuración con solo pulsar un botón.
- Salidas configuran automáticamente para marca.
- Bloqueo de botones.

1.7.2.4. Beneficios

- De alta precisión para la detección precisa de las marcas a altas velocidades.
- Las resoluciones altas para una variedad de marcas de color en diversos ámbitos de colores.
- Temporizadores para contribuir a la superación de los materiales de banda inconsistentes, o falsos disparos.
- Configuración remota para zonas de difícil acceso.
- En aplicaciones de detección reduce los costos de inventario y tiempo de instalación.



Figura 1.11. Sensor de contraste

Fuente: (Sick, 2011)

1.7.3. Sensores Inductivos

Los sensores inductivos como se aprecia en la Figura 1.12. utilizan detección sin contactos y circuitos de estado sólido para asegurar la durabilidad en los ambientes más agresivos. Son una clase especial de sensores que detectan materiales ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como al detectar la presencia o ausencia de objetos metálicos en un determinado contexto: detección de paso, de atasco, de codificación y de conteo. Hernandez (2011)



Figura 1.12. Sensores Inductivos
Fuente: (Gerardo, 2005)

1.7.4. Sensor de Temperatura

La temperatura se puede medir utilizando un dispositivo llamado sensor de temperatura que transforman los cambios de temperatura en cambios en señales eléctricas que son procesados por equipo especializado en tratamiento de señales.

1.7.4.1. Termopar

Estos sensores son los más utilizados para la medición de temperatura, estos sensores son dos tiras de alambre echas de materiales diferentes y que se encuentran unidos en un extremo. Al estar conectados en pares son simples y eficientes que dan salida a una fuerza

electromotriz (FEM) muy pequeño causada por la variación de temperatura producida en sus juntas en un circuito termoeléctrico cerrado (Guerrero, 2002).

Para la calibración de estos sensores se tiene un rango de temperatura y un entorno de trabajo diferente. A pesar que la calibración del termopar obtiene la gama de temperaturas deseadas, el alcance máximo también está limitado por el diámetro del cable del termopar. De acuerdo a esto, puede ser que un termopar muy delgado no logre alcanzar el rango de temperatura requerido. (Iza & Medina, 2013)

Alguno de los criterios que se deben tomar en cuenta para la correcta selección del termopar requerido son los siguientes:

- Rango de temperatura
- La resistencia química del termopar o material de vaina
- Resistencia de abrasión y vibración



Figura 1.13. Sensores de Temperatura (Termopar)

Fuente: (logicbus, 2003)

1.7.5. Controlador de Temperatura

Un controlador de temperatura es un instrumento usado para el control de la temperatura. El controlador de temperatura tiene una entrada procedente de un sensor de temperatura y tiene una salida que está conectada a un elemento de control tal como un calentador o ventilador. (Omega, 2016)

1.7.5.1 Funcionamiento del Controlador de Temperatura

Para regular con precisión la temperatura del proceso sin la participación continua del operador, un sistema de control de temperatura se basa en un regulador, el cual acepta un sensor de temperatura tal como un termopar o RTD como entrada. Se compara la temperatura real a la temperatura de control deseada, o punto de ajuste, y proporciona una salida a un elemento de control. El regulador de temperatura solo es una parte del sistema de control, y todo el sistema debe ser analizado para elegir un controlador adecuado. Los siguientes puntos deben ser considerados al seleccionar un controlador de temperatura: (Omega, 2016)

- Tipo de sensor de entrada (termopar, RTD) y rango de temperatura
- Tipo de salida requerida (relé electromecánico, SSR, salida analógica)
- Algoritmo de control necesario (encendido / apagado, control proporcional, controlador PID)
- Número y tipo de salidas (calor, frío, alarma, límite).



Figura 1.14. Controlador de Temperatura
Fuente: (Omega, 2010)

1.7.6. Relé

Es un dispositivo que consta de dos circuitos diferentes: un circuito electromagnético (electroimán) y un circuito de contactos, al cual aplicaremos el circuito que queremos controlar. . En la Figura 1.15. se puede ver su simbología así como su constitución (rele de armadura). (Quino, 2016)

Su funcionamiento se basa en el fenómeno electromagnético. Cuando la corriente atraviesa la bobina, produce un campo magnético que magnetiza un núcleo de hierro dulce (ferrita). Este atrae al inducido que fuerza a los contactos a tocarse. Cuando la corriente se desconecta vuelven a separarse. (Quino, 2016)

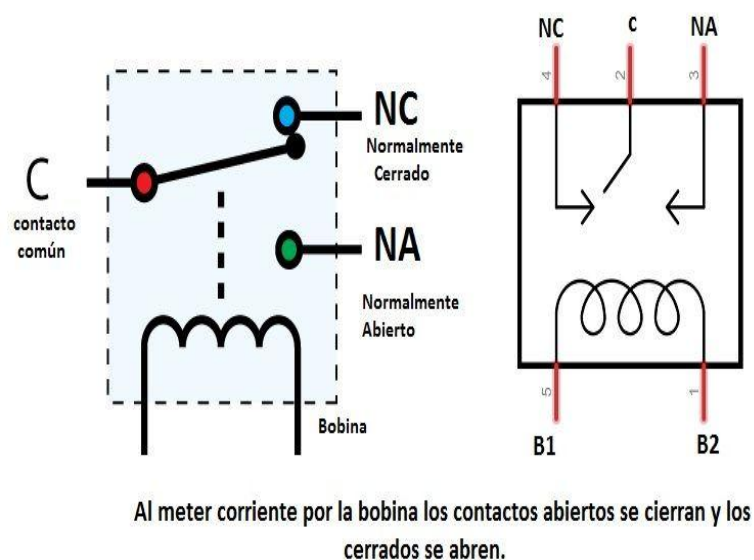


Figura 1.15. Simbología y Constitución del Relé
Fuente: (Omega, 2010)

Substancialmente, un relé está compuesto por una bobina, una armadura metálica y un grupo de contactos como se observa en la Figura 1.16. que pueden ser conmutados a través de un campo magnético generado por la bobina. Cuanto más grande y potente es el relé, más corriente será necesaria para activarlo y este es un factor muy importante cuando se proyecta el circuito electrónico que lo comanda.



Figura 1.16. Relé

Fuente: (Gutiérrez, 2012)

1.7.7. Motor Trifásico

Los motores eléctricos en general llevan a cabo la transformación de la energía eléctrica en mecánica; se los utiliza para impulsar distintos equipos y se conectan, mediante los elementos adecuados y necesarios, a las instalaciones eléctricas (IE). Dentro de los diversos tipos funcionales, los que se tratarán a continuación son los del tipo trifásico de inducción o asincrónico (MET). En cuanto a la faz constructiva, se puede decir que hay una importante variedad de tipos, algunos de ellos para aplicaciones particulares. En lo que sigue, solo se tratarán las más comúnmente empleadas. La Figura 1.17. muestra el aspecto de un motor trifásico. Farina. (2018)

1.7.7.1. Aplicaciones de los Motores Eléctricos

Sabiendo que resultaría imposible mencionar todos los equipos que son impulsados por los MET, a continuación se listan algunas de sus aplicaciones más comunes, a fin de resaltar la importancia del empleo de estas máquinas eléctricas: Farina (2018)

- Compresores
- Bombas: elevadoras de agua, para el sistema cloacal, para agua con tanque presurizado, para piscinas, de desagote portátiles, de desagote fijas, de pozo profundo
- Ascensores hidráulicos o eléctricos
- Escaleras mecánicas
- Acondicionadores de aire: equipos centrales, equipos individuales
- Ventilación
- Rampas
- Portones automáticos

Como se puede apreciar a simple vista, estas aplicaciones comprenden distintos ámbitos, como pueden ser: edificios de propiedad horizontal, industrias, hospitales, servicios, etc.



Figura 1.17. Motor eléctrico
Fuente: (Farina, 2018)

1.7.8. Breaker

Dispositivo capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor o se ha producido un

cortocircuito, con el objetivo de no causar daños a los equipos eléctricos. A diferencia de los fusibles, que deben ser reemplazados tras un único uso, el disyuntor puede ser rearmado. (Hanz, 2017)

1.7.8.1. Parámetros que definen a un *Breaker*

- Calibre o corriente nominal: Corriente de trabajo para la cual está diseñado el dispositivo.
- Tensión de trabajo: Tensión para la cual está diseñado el disyuntor.
- Poder de corte: Intensidad máxima que el disyuntor puede interrumpir. Con mayores intensidades se pueden producir fenómenos de arco voltaico, fusión y soldadura de materiales que impedirían la apertura del circuito.
- Poder de cierre: Intensidad máxima que puede circular por el dispositivo en el momento de cierre sin que éste sufra daños por choque eléctrico.
- Número de polos: Número máximo de conductores que se pueden conectar al interruptor automático.
- Los disyuntores más comúnmente utilizados son los que trabajan con corrientes alternas, aunque existen también para corrientes continuas.



Figura 1.18. Breaker

Fuente (Álvarez, 2010)

CAPÍTULO 2

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se presenta la metodología a utilizar con el fin de adquirir información necesaria para la realización del proyecto teniendo en cuenta la necesidad presentada por la empresa a beneficiarse del proyecto de la automatización de la envasadora volumétrica.

2.1. Marco Metodológico

En toda investigación se hace necesario, que los hechos estudiados, así como las relaciones que se establecen entre estos, los resultados obtenidos y las evidencias encontradas en la relación con el problema investigado, además de los nuevos conocimientos que es posible situar, reúnan las condiciones de fiabilidad, objetividad y validez interna; para lo cual, se requiere delimitar los procedimientos de orden metodológico, a través de los cuales se intenta dar respuesta a las interrogantes objeto de investigación. (Torres, 2017)

Su objeto es proporcionar un modelo de verificación que permita comprobar hechos con teorías, y su forma es la de una estrategia o plan general que determina las operaciones necesarias para hacerlo. (Monje, 2011)

- Se utilizará el método del análisis para reconocer y describir los distintos elementos a utilizar en la automatización de la máquina de envasado volumétrico.
- Se toma en cuenta el análisis planteado y procederá a realizar el diseño de la maquinaria de acuerdo a las condiciones planteadas en el proyecto.
- Para la automatización se tomará en cuenta el diseño previamente realizado y consiguiente se elegirán los dispositivos adecuados en la construcción del proyecto.

- Finalmente se realizarán pruebas para comprobar el funcionamiento y verificar posibles fallas con el fin de proporcionar mejoras de ser necesarias.

2.2. Metodología

La metodología a utilizar para llevar a cabo los objetivos planteados responde a los lineamientos generales del método científico diferenciándose cuatro fases.

2.2.1 Fase Teórica

Esta fase se enmarca en:

- 1) Diseño de la construcción del circuito de control para el sistema de envasado volumétrico.
- 2) Diseño de los circuitos de acondicionamiento para las señales de los sensores incorporados en el envasado.
- 3) La modelación y validación de los modelos cinemático y dinámico de la envasadora volumétrica, considerando como señales de entrada a los sensores del sistema.
- 4) El diseño y análisis del control del plc y variador de velocidad para el posicionamiento de todos sus componentes.

2.2.2 Fase de Experimentación

La fase de experimentación estará subdividida en dos partes:

- 1) Construcción del circuito de control para la envasadora volumétrica, y las pruebas y ajustes de los sensores,
- 2) Implementación de los secuencias de control propuestos en la programación del PIC, y se realizarán pruebas y ajustes de los controladores propuestos.

2.2.3. Fase de Validación

Se verificarán las propuestas teóricas realizadas por medio de los resultados de análisis y experimentación en el control automatizado de la envasadora volumétrica.

2.3. Técnicas de recolección de información

Se plantean dos técnicas de recolección de información, las mismas se enuncian a continuación:

2.3.1. Técnica inicial de fuentes virtuales

Corresponde a las etapas de planeación y diseño del sistema, durante las cuales se trabajará con fuentes disponibles principalmente en la web. De allí se escogerán y seleccionarán los documentos que aporten a los intereses de la investigación, para lo cual se evaluarán tres aspectos a cada documento.

- **Pertinencia del documento.** - Es decir, que la información contenida en el mismo corresponda a alguno de los siguientes tópicos: controladores digitales y procesos de automatización y control.

- **Validez científica del documento.** - se requiere que toda fuente que aporte información a la investigación tenga un respaldo científico sólido, para lo cual, todo documento deberá estar respaldado por una entidad acreditada o reconocida, de modo que a pesar de la existencia de sitios web tales como foros y páginas personales, solo se tendrán en cuenta las que tengan el respaldo de facultades y escuelas de ingeniería, empresas privadas relacionadas con procesamiento y tratamiento de señales digitales, así como entidades dedicadas a la investigación tales como Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

- **Soporte Bibliográfico.** - Toda publicación tiene un respaldo bibliográfico, incluso las que se hallan en red, pero se omitirán todos los documentos que se encuentren incompletos o que por alguna razón no contengan una relación con las líneas de investigación.

2.3.2. Técnica complementaria de medición.

Esta técnica corresponde a la fase teorica, en la cual se evalúa cual cual es la mefor forma de automatizar el sistema de envasado volumétrico, como se muestra en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Recolección de Datos de Control

Conceptualización	Dimensión	Indicador	Ítems Básicos	Técnica/ Instrumento
Es un conjunto de elementos que realiza un control sin la intervención humana tomando los datos por medio de sensores y a través de la acción de actuadores.	-Control	Forma de diseño del control	¿De qué forma se diseñara el controlador automático?	Técnica: Documental Instrumento: Ficha Bibliográfica
	-Por medio de Sensores	Tipo de sensor	¿Qué sensor se incluye para retroalimentar el sistema de control automático?	
	-Acción de actuador	Tipo de actuador	¿Qué tipo de actuadores se accionará con el sistema de control automático?	

Fuente: Elaborado por el autor

CAPÍTULO 3

PROPUESTA

En este capítulo se presenta la propuesta para la automatización de la máquina de envasado volumétrico, se detallan los módulos que la componen, aspectos técnicos, las fases que se van a desarrollar y los componentes que se utilizan para la construcción del sistema automatizado de envasado volumétrico.

3.1. Propuesta técnica

En cuanto al diseño de la automatización de la máquina de envasado volumétrico se inicia con la integración de los módulos necesarios para la construcción del mismo, así se visualiza los parámetros a tratar en el presente proyecto además esto facilita el entendimiento de la arquitectura de la máquina, esto es apreciado en la Figura3.1.

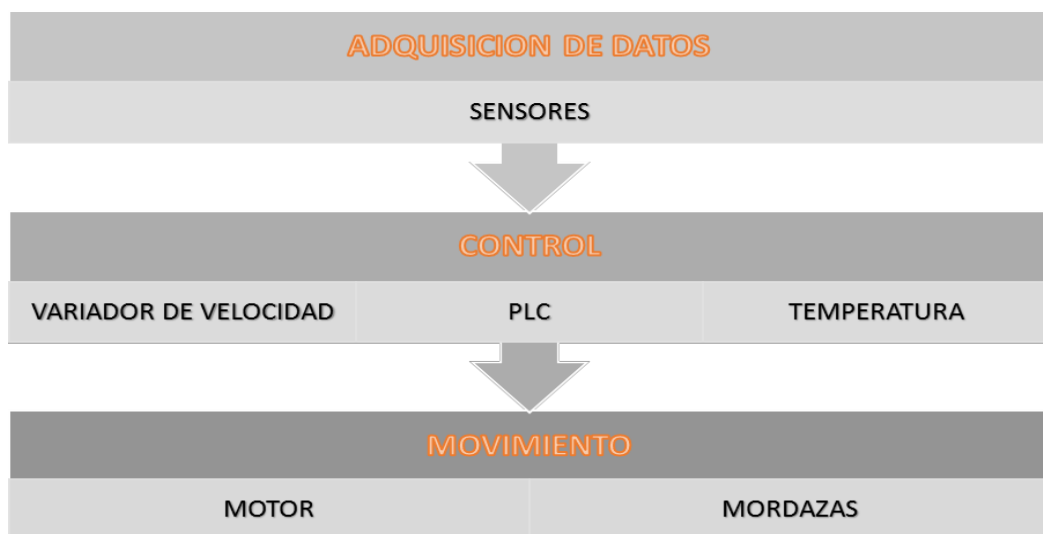


Figura 3.1. Módulos que componen el proyecto

Fuente: Elaborado por el autor

3.2. Aspectos técnicos

En cuanto a los aspectos técnicos detallados en la Tabla 3.1. se deben establecer los requerimientos solicitados por el cliente y entregados por el estudiante:

- Maquinaria no aplicada a un solo rol de producción.
- Varios parámetros para seleccionar (fácil acople a los requerimientos).
- Capacidad de trabajar con varias clases de productos.
- Manejar varios rangos de pesos.
- Controlar tiempos en varios puntos.
- Aumentar o disminuir velocidad de producción.

Tabla 3.1. Ficha Técnica del Proyecto

CARACTERÍSTICA	DETALLE
Llenado:	20 ~ 200 gr.
Capacidad:	28~60 bags/min
Volumen tolva:	3000ml;
Poder:	220V, 50HZ, 1.8KW
Peso:	400kg
Dimensiones:	2500*800*2000mm ³ (L*W*H)
Efectividad de producción:	±0.5-1 g
Ambiente de Trabajo	

Fuente: Elaborado por el autor

3.2.1. Parámetros funcionales

Formación de funda tipo almohadilla a partir de una lámina de polietileno para presentaciones de 15 gr a 200 gr dependiendo del producto a empacar.

- Dosificación volumétrica y por peso.
- Sellado por impulso, contando con 2 sellos horizontales y uno vertical.
- Regulación de la frecuencia de trabajo a través de variadores velocidad.
- Regulación automática de temperatura.

3.2.2. Dimensiones de la Funda

Ancho: 125mm

Alto: Entre 170 y 220mm regulables para obtener la variación de peso previamente especificada.

3.2.3. Control

- Accionamiento electro neumático controlado por PLC para el sistema de sellado y corte.
- Variador de frecuencia para el arranque de los motores.
- Control ON-OFF de temperature mediante termocupla tipo J.
- Control de deslizamiento de papel mediante freno mecánico.

3.2.4. Ambiente de trabajo

La empacadora está destinada a operar en la línea de snacks de COFICA EXPORT S. A., localizada al este de la ciudad de Quito, en la parroquia de el Quinche, misma que presenta un ambiente laboral poco perjudicial y adecuado para le preservación de la maquinaria.

3.3. Descripción de la Propuesta

La envasadora volumétrica se compone de una tolva en donde se deposita el producto a envasar, una dosificadora volumétrica de 6 vasos en donde se deposita el producto cuando se acciona el motor y realiza el movimiento del plato giratorio y accionan los procesos de su tablero de control. La máquina de envasado es capaz de terminar todo el proceso de forma automática, esto quiere decir que el envasado del producto se lo realiza sin intervención de operarios más que para su mantenimiento y puesta del producto, la maquina dosifica y sella el producto de forma automática.

La máquina volumétrica cuenta con un motor de $\frac{3}{4}$ de hp en la parte posterior de la estructura de la maquina envasadora que realiza el movimiento de los dispositivos giratorios en este caso son el piñón del plato giratorio de llenado y la sincronización de las mordazas, el plato giratorio cuenta con un sistema de dosificación de 6 vasos los cuales se llenan con el producto. La detección de la posición de apertura y cierre de cada vaso dosificador tiene incorporado topes metálicos, los mismos que son detectados por un sensor inductivo.

Una vez llenado el vaso de dosificación con el producto está listo para empacarse, aquí entra en funcionamiento el control del PLC ya que su función es sincronizar el vaso de dosificación con el corte de la funda empacadora, esta funda tiene una marca negra que señala el momento de corte, las mordazas tanto horizontales como verticales tienen un sensor de temperatura los cuales son controlados por un controlador de temperatura la cual mantiene el calor en un rango de 85 a 120 grados centígrados.

En la construcción de este diseño se identificaron dos etapas para su constitución, a las cuales se las denominó como etapa de mecánica y etapa de control, estas se pueden identificar en la Figura 3.2.

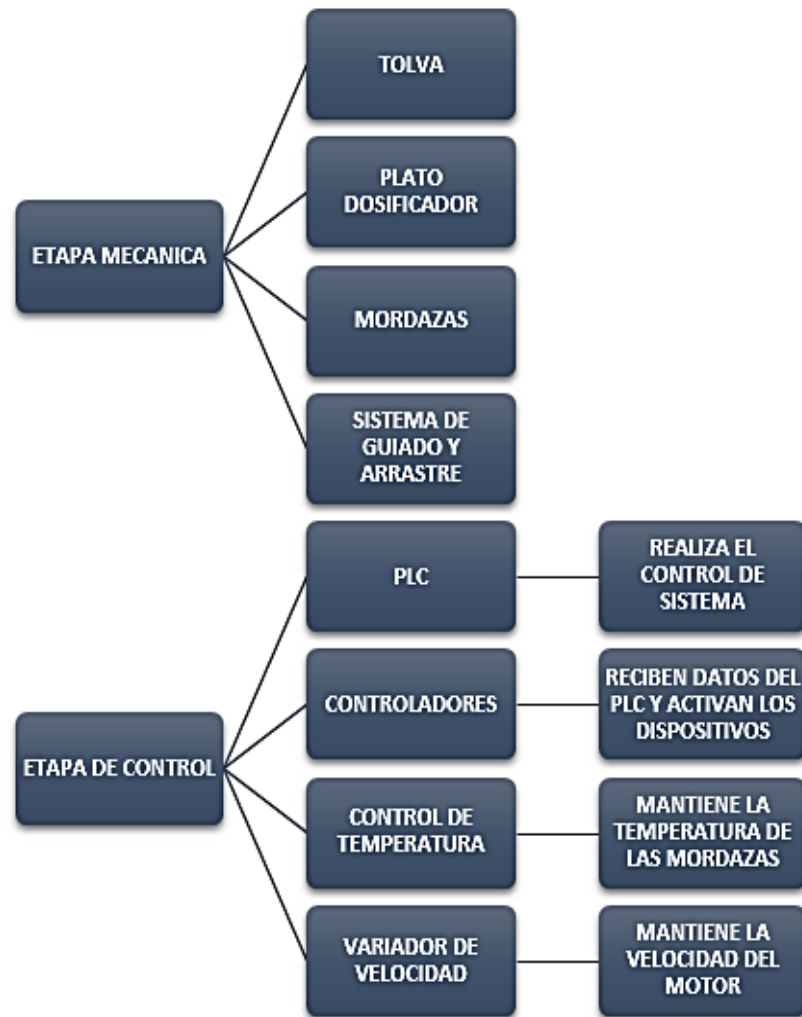


Figura 3.2. Automatización de envasado volumétrico (etapa de mecánica y etapa de control)

Fuente: Elaborado por el autor

3.4. Estructura Mecánica

Referente a la parte mecánica del sistema automatizado de envasado volumétrico se procederá al montaje de las partes del plato dosificador, se dispondrá de una estructura mecánica (conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen un sistema), esta disposición se puede visualizar en la Figura 3.3.

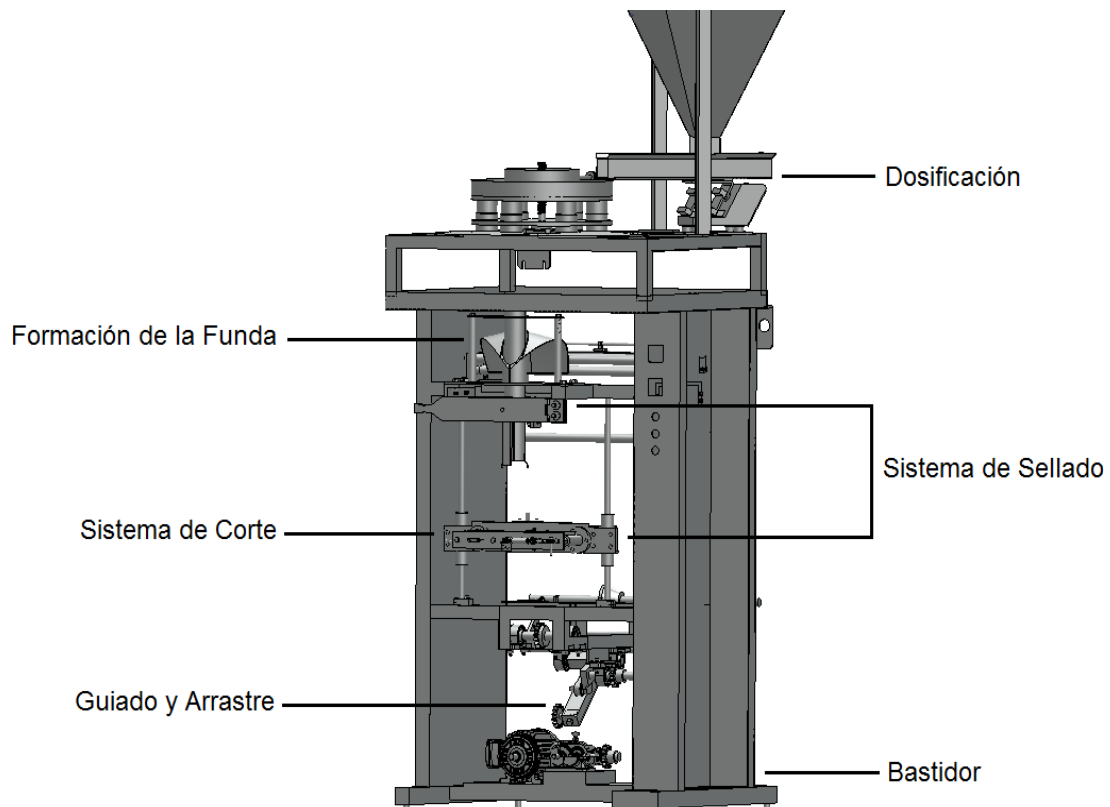


Figura 3.3. Máquina de envasado mecánica

Fuente: (Iza, 2011)

3.4.1. Dosificación

El sistema de dosificación cuenta con una tolva de almacenamiento de 4000g (snacks), que sirve como guía para que el producto llegue al plato de dosificación. La tolva es de acero inoxidable para un mejor almacenamiento del producto. Una vez que el producto llega a los platos de dosificación que poseen 6 vasos volumétricos estos se llenan con una determinada cantidad de producto que posteriormente se traslada al punto de descarga.

En todo momento la tolva debe mantenerse fija mientras que todo el conjunto de vasos de dosificación se mueve.

3.4.2. Formación de la Funda

El material a sellar pasa por el formador de funda y a continuación se envuelve en el tubo de alimentación en el cual obtiene una forma cilíndrica para su posterior sellado.

3.4.3. Sistema de Sellado

El sistema de sellado cuenta con un marco en donde se encuentran dos cilindros neumáticos los cuales se mueven con señales del PLC y son encargados de mover las mordazas y juntarlas para que se realice el sellado, que es regulado por un controlador de temperatura para que la lámina no sufra desperfectos por calor esta temperatura de control oscila de 85 a 120 grados centígrados.

3.4.4. Sistema de Corte

Este sistema de corte está conformado por una cuchilla y dos soportes en los extremos, los cuales actúan en el sistema de sellado horizontal el cual corta la funda para el siguiente empaque. Se debe tener en consideración que las cuchillas no deben tocar a las mordazas en ningún momento, las cuchillas deben encajar en el espacio comprendido entre las mordazas, además en la programación del PLC el tiempo de corte que se le asignado es de 200ms para un corte rápido y fiable.

3.4.5. Sistema de Guiado y Arrastre

El sistema de guiado y arrastre es un conjunto de rodillos guía en el cual recorre una lámina de plástico que desemboca en el formador para su posterior sellado.

Este sistema funciona cuando se realiza el cierre de las mordazas horizontales y el desplazamiento vertical del carrete, en ese momento se realiza el desplazamiento de la lámina de plástico se tensiona hacia arriba.

En el momento que dejan de actuar las bandas que arrastran la lámina el conjunto de tensión baja por su propio peso, este proceso asegura que la lámina quede totalmente tensa.

3.4.6. Constitución de Tablero de Control

El tablero de control mostrado en la Figura 3.4. en el cual se dispondrán los dispositivos electrónicos, se encuentra ensamblado dentro de una caja hecha de tol, que fue proporcionada por la empresa en la que estamos desarrollando nuestro proyecto, tiene una dimensión de: 190 mm*292 mm *416 mm. Además, podemos apreciar la ubicación de los distintos elementos que lo componen con sus respectivos tamaños y distancias necesarias para finalizar se incluye la posición que tiene dentro de la estructura.

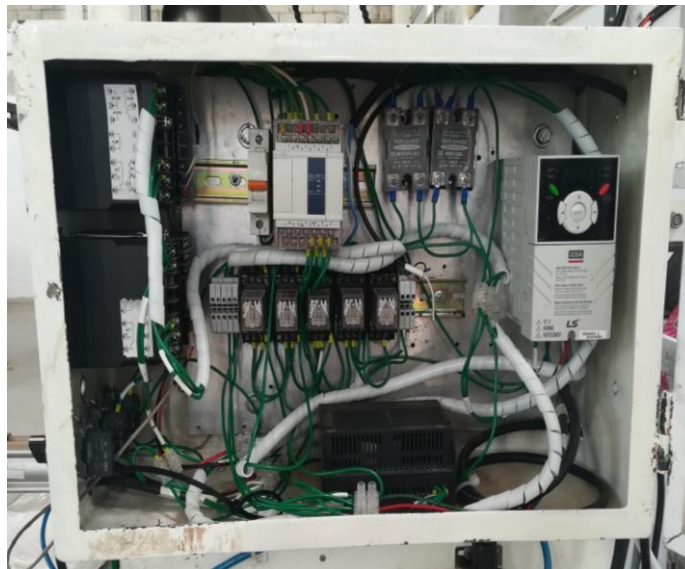


Figura 3.4. Tablero de control

Fuente: Elaborado por el Autor

Para el desarrollo del tablero de control se tomará en cuenta los siguientes elementos en su constitución. A continuación, se detalla su función dentro del sistema.

PLC: Dentro de la elaboración del proyecto se decide hacer uso del PLCXC3-14RT-E modelo XC3-14RT-E, que cuenta con 8 entradas que están conformadas por todos los sensores de la maquina envasadora y 6 salidas que se requieren para la conexión de los relés auxiliares que controlan el sistema automático.

Variador de Velocidad: en este proyecto se utiliza un variador de velocidad robusto para controlar la velocidad del motor del sistema de automatización a través de la variación de su frecuencia de alimentación, este variador es el modelo iG5A, que cuenta con un display y teclado que es de fácil uso para el programador, y además tiene la posibilidad de controlarlo mediante terminal externa RJ45.

Controlador de Temperatura: Este controlador toma las señales recibidas por los sensores de temperatura y regula el calor en las mordazas para que el sellado en la funda sea preciso no se quema la funda, ni quedan aberturas por el hecho que el sellado no se realizó con la temperatura adecuada.

Cables: Dentro el tablero utilizamos diferentes calibre de cables la conexión de los diferentes dispositivos de control los más utilizados son de calibre 12 AWG flexibles para poderlos manipular fácilmente.

Fuente de alimentación: La fuente de alimentación sirve para energizar el sistema de control la cual regula el voltaje a 24 dc para el funcionamiento de los elementos electrónicos.

Grupo de accionamiento: En este caso se agrupan elementos tales como: relés auxiliares, *breakers* y fusibles.

3.5. Software de Diseño

Para el diseño del proyecto es necesario el uso de distintos softwares que permiten solucionar varios requerimientos, estos softwares son: *CADe_SIMU* usado en el diseño de los circuitos eléctricos y electrónicos necesarios, *XC PRO 3.3* el cual permite trabajar con el *PLCXC3-14RT-E*.

3.5.1. CADe_SIMU – Diseño de conexiones

Para el diseño electrónico se utilizará software de programación basado en el conjunto de tareas y rutinas que permiten al sistema realizar determinadas funciones, a continuación, se plantean los programas a utilizarse dentro del proyecto: CADe_SIMU.

En la elaboración del esquema se utilizará el programa CADe_SIMU el cual permite insertar los distintos símbolos eléctricos, organizados en librerías que obtiene una simulación del esquema eléctrico de una forma fácil y rápida.

El programa en modo simulación visualiza el estado de cada componente eléctrico cuando está activado al igual que resalta los conductores eléctricos sometidos al paso de una corriente eléctrica. Por medio de la interfaz CAD el usuario dibuja el esquema de forma fácil y rápida. Una vez realizado el esquema por medio de la simulación se puede verificar el correcto funcionamiento. Una muestra de la interface del software se aprecia en la Figura 3.5.

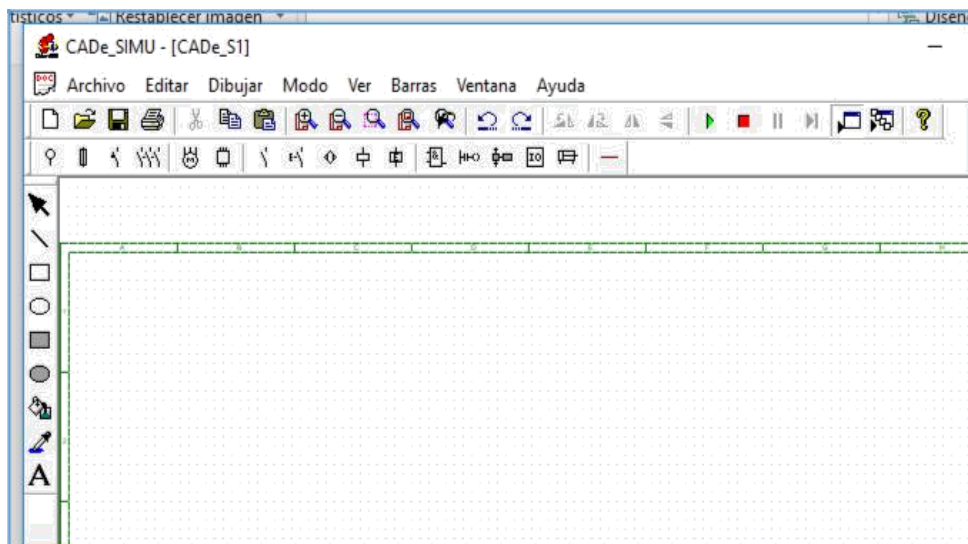


Figura 3.5. Pantalla principal CADe_SIMU

Fuente: Elaborado por el autor

3.5.2. XC PRO 3.3 - Programación PLC

Para diseñar la programación y llevar a cabo el proyecto es necesario hacer uso del aplicativo XC PRO 3.3 el cual permite trabajar con el PLC XC3-14RT-E. El software PLC es un conjunto de reglas programables que permiten al equipo de hardware funcionar, normalmente los archivos se almacenan en un dispositivo de memoria no volátil (memoria flash, ROM, discos duros y cintas magnéticas) compuesto de instrucciones, funciones y elementos utilizados en el monitoreo o control del PLC. La interface de usuario de este software se aprecia en la Figura 3.6.

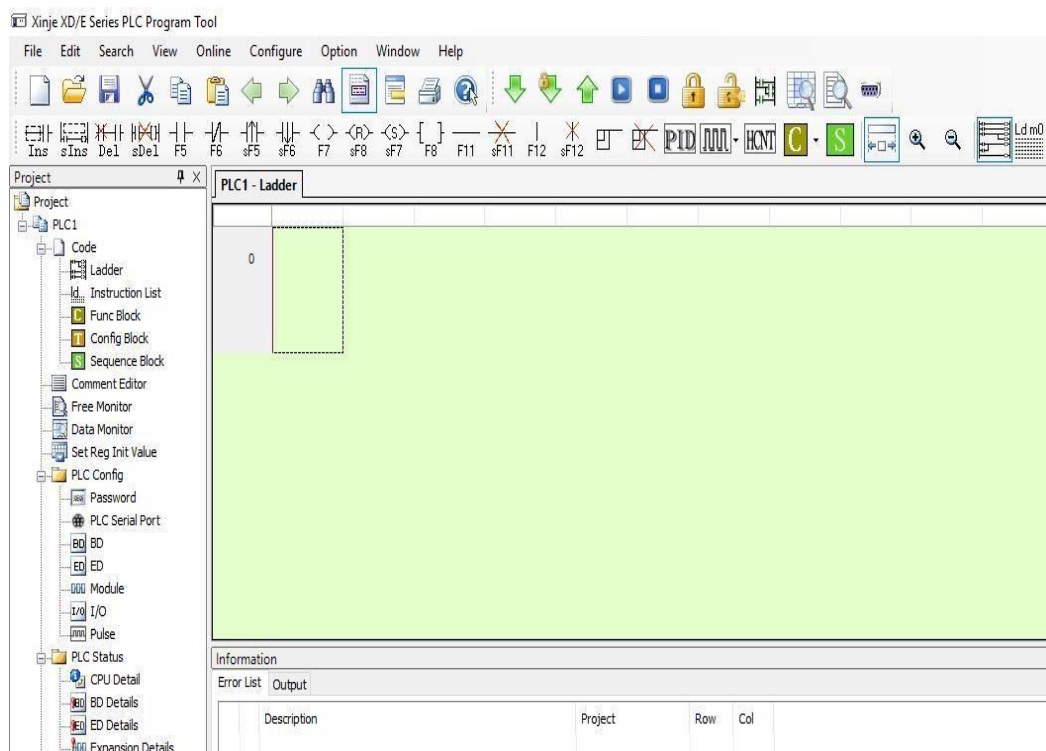


Figura 3.6. Pantalla principal XC PRO 3.3

Fuente: Elaborado por el autor

3.5.3. Programación de Variador de Velocidad

Una vez cableadas las fases de entrada de potencia R, S y T y las de salida U, V, W y hecha la conexión a tierra correspondiente, hay que configurar el convertidor para el motor al que se conecta.

Para cambiar los parámetros hay que utilizar los botones con flechas $\uparrow\downarrow\leftarrow\rightarrow$. Para entrar en el parámetro pulsar una vez el botón ENT y para validar el cambio de valor pulsar dos veces ENT.

Tabla 3.2. programación variador de velocidad

Frecuencia máxima	Menú FU1	Función	F21= 50 Hz
Frecuencia base			F22= 50 Hz
Protección térmica electrónica			F50= 1 Hz
Nº de polos del motor	Menú FU2		H31= 2 (3000RPM) = 4 (1500RPM)
Corriente nominal del motor			H33 = mirar placa de motor

Fuente: Elaborado por el Autor

- Para variar la velocidad del motor
- Mediante potenciómetro externo Menú Principal FRQ = 3
- Mediante la consola del variador FRQ = 0
- Pulsar ENT. Modificar la frecuencia $\uparrow\downarrow$ y pulsar dos veces ENT.
- Para dar las ordenes de Marcha, Paro, cambio de sentido, etc.
- Mediante las teclas del convertidor Menú Principal Drv = 0
- Mediante contacto externo (selector) Drv = 1

3.5.3.1 Otras Funciones

Aquí en la tabla podemos visualizar otras opciones de configuración que posee el variador de velocidad.

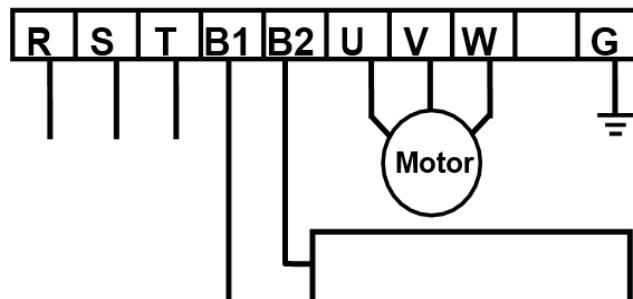
Tabla 3.3. Otras funciones del variador de velocidad

Activar límites de frecuencia	Menú FU1	Función	F24 = 1
Limite de frecuencia Máx. de salida			F25 = 50 Hz
Limite de frecuencia Min. de salida			F26 = 0Hz
Rampa de aceleración	Menú Principal		ACC = 5 seg. (Ajustes de fábrica)
Rampa deceleración			DEC = 10 seg. (Ajustes de fábrica)

Fuente: El Autor

3.5.3.2. Conexión de la alimentación y del motor

Alimentación trifásica de entrada: R, S, T Alimentación monofásica de entrada: R, T

**Figura 3.7.** Conexión de la alimentación y motor

Fuente: El Autor

3.6. Costo

En la Tabla 4, indica el costo de los materiales utilizados en la implementación del presente proyecto que llega a los \$2823.0 USD.

Tabla 3.4. Presupuesto referencial de adquisición de elementos

	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	COSTO UNITARIO	VALOR TOTAL
Costos Primarios (Materiales de Construcción)	PLC XC3-14RT-E	1	350	350
	Variador de velocidad	1	300	300
	Controlador de Temperatura	2	50	100
	Sensor de temperatura	2	10	20
	Sensor inductivo alcance de 20 mm NPN	2	45	90
	Sensor ultrasónico	1	275	275
	Relé y base	2	14	28
	Bobina de 24V y 5 ^a			
	Contactador 25 ^a	1	40	40
	Bobina de 24V y 5 ^a			
	Tablero 600x600x300	1	130	130
	Dimmer 900w	3	18	54
	Multivibradores	1	120	120
	Transformador 18 ^a			
	Fuente SIEMENS 5A-24V	1	550	550
Accesorios (cables, borneras, fusibles, protecciones)		200	200	
(Talento Humano)	Mano de Obra (TESISTA)	1	1000	1000
Otros Gastos	Internet	30	1	30
	Resma de hojas	1	5	5
	CDs	1	2	2
			TOTAL	2823

Fuente: Elaborado por el autor

3.7. Análisis económico

De acuerdo a una investigación de campo, en los procesos de envasado volumétrico existen dos sistemas, el mecánico que es el tradicional y el automatizado con sistema de control con máquinas de alto rendimiento, con alta producción y máxima precisión, por lo que se realizó una comparación entre el costo de los dos sistemas de envasado. Actualmente en el mercado el sistema mecánico ya es de escaso uso, por tanto una máquina de envasado volumétrico en el mercado cuesta aproximadamente 20,000 USD, valor el cual está por encima de las expectativas de los dueños de la empresa en comparación con la automatización que estaba prevista con un presupuesto de 3,000 USD, la alternativa de automatización es la mejor opción para la empresa.

3.8. Tiempo

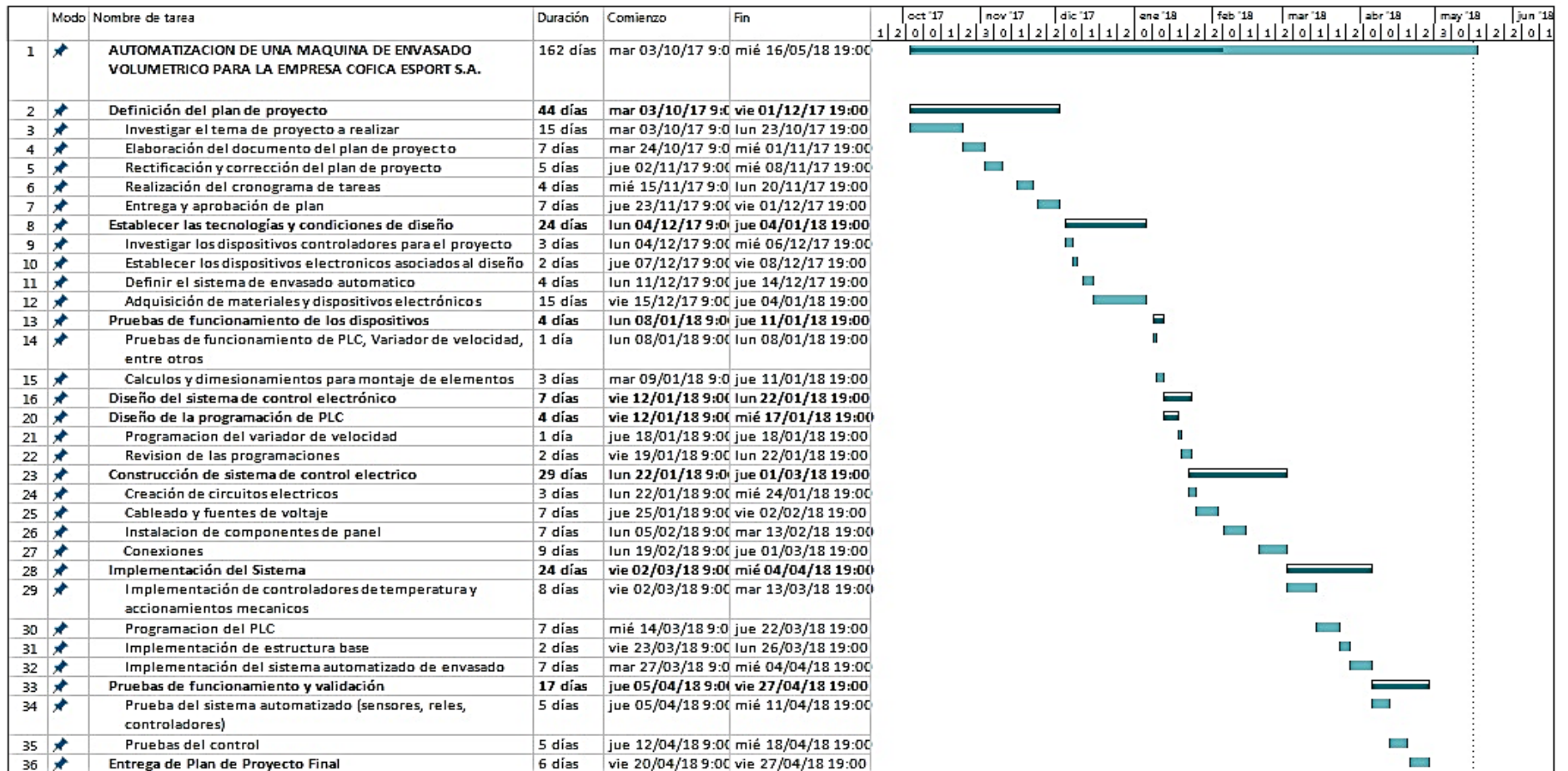


Figura 3.8. Cronograma de actividades
Fuente: Elaborado por el autor

3.9. Análisis de tiempo

Para el diseño de un sistema automatizado de envasado volumétrico para la empresa Cofica Export S.A. se ha determinado que tomara un tiempo de 162 días los cuales se encuentran detallados a continuación:

- Definición del plan de proyecto.- Con respecto a la definición del plan de proyecto se tiene un tiempo determinado de 44 días, en los cuales se hace investigación del tema de proyecto, la elaboración del plan de proyecto, rectificación y corrección del plan de proyecto, realización del cronograma de tareas, entrega y aprobación del plan.
- Establecer las tecnologías y condiciones del diseño.- Para establecer las tecnologías y condiciones del diseño se tomó en cuenta un tiempo determinado de 24 días, en los cuales se investiga los dispositivos controladores para el proyecto, establecer los dispositivos electrónicos asociados al diseño, definir el sistema de envasado automático, la adquisición de materiales y dispositivos eléctricos.
- Pruebas de funcionamiento del dispositivo.- Para realizar las pruebas de funcionamiento se da un tiempo de 4 días, en los cuales se presenta las pruebas de funcionamiento de PLC, programación del variador de velocidad, entre otros, los cálculos y dimensionamiento para montaje de elementos.
- Diseño del sistema de control electrónico.- Este procedimiento tiene un tiempo estimado de 7 en los cuales se diseña la programación del PLC, la programación del variador de velocidad y se revisa las programaciones en el sistema automático de envasado volumétrico.
- Construcción de sistema de control eléctrico.- en este proceso se toma en cuenta un tiempo de 29 días, divididos en la creación de los circuitos eléctricos, cableado y fuentes de voltaje, instalación de componentes de panel y conexiones.

- **Implementación del Sistema.-** para la implementación se tiene un tiempo determinado de 24 días en los cuales se realiza la implementación de controladores de temperatura y accionamientos mecánicos, además de la programación del PLC, la implementación de la estructura base y la implementación del sistema automatizado de envasado.
- **Pruebas de funcionamiento y validación.-** Con respecto al funcionamiento y validación se cuenta con un tiempo de 17, días en los cuales se realiza pruebas de sistema automatizado y pruebas de control.
- **Entrega de plan de proyecto final.-** Para la entrega de proyecto final se toma en cuenta un lapso de 6 días, tiempo que se toma para la entrega final del proyecto de automatización de una máquina de envasado volumétrico.

3.10. Ventajas del producto

Con el desarrollo e implementación de la automatización de la máquina de envasado volumétrico se obtiene un beneficio final que tiene grandes prestaciones a la empresa que dio la apertura para la implementación de este proyecto. La producción del producto se beneficia de esta implementación ya que reduce significativamente el tiempo de realización del proceso de envasado, así como muchas más ventajas que son las siguientes:

- Sistema de pesaje altamente preciso automatizado.
- Aumenta la capacidad productiva de la empresa Cofica Export S.A.
- Reduce el tiempo de producción del producto.
- Amplia la capacidad de producción de la empresa.
- Reducción de mano de obra.
- Menor riesgo de accidentes en el proceso.
- Optimiza los recursos técnicos.
- Realiza menor desperdicio de producto y fundas de envasado.
- De fácil mantenimiento.

CAPITULO 4

IMPLEMENTACIÓN

En este capítulo se detalla el proceso de construcción e implementación del proyecto, se describe el desarrollo del trabajo realizado en la automatización de la máquina de envasado, así como la descripción de las pruebas de funcionamiento y el análisis de los resultados obtenidos del proceso de automatización.

4.1. Diseño de Hardware

A continuación, se expone la descripción de los módulos que se utilizan para la construcción del sistema de automatización de la máquina de envasado que fueron expuestos en el Capítulo 3, se detalla la manera en la que fueron dispuestos los elementos de control, su posicionamiento, su diseño, el principio de funcionamiento y las funciones específicas que realizan cada uno de los componentes que componen el sistema automático de envasado de snacks.

El sistema de automatización comprende de un tablero eléctrico en el cual se ha dispuesto el sistema de control de la máquina de envasado volumétrico y el diseño tanto eléctrico y electrónico que se realizó para el óptimo funcionamiento del sistema.

4.1.1. Tablero de Control

El tablero de control está totalmente deteriorado como se visualiza en la Figura 4.1., necesita una adecuación íntegra en su estructura de control, en esta adecuación se realizara el posicionamiento de cada dispositivo electrónico y eléctrico

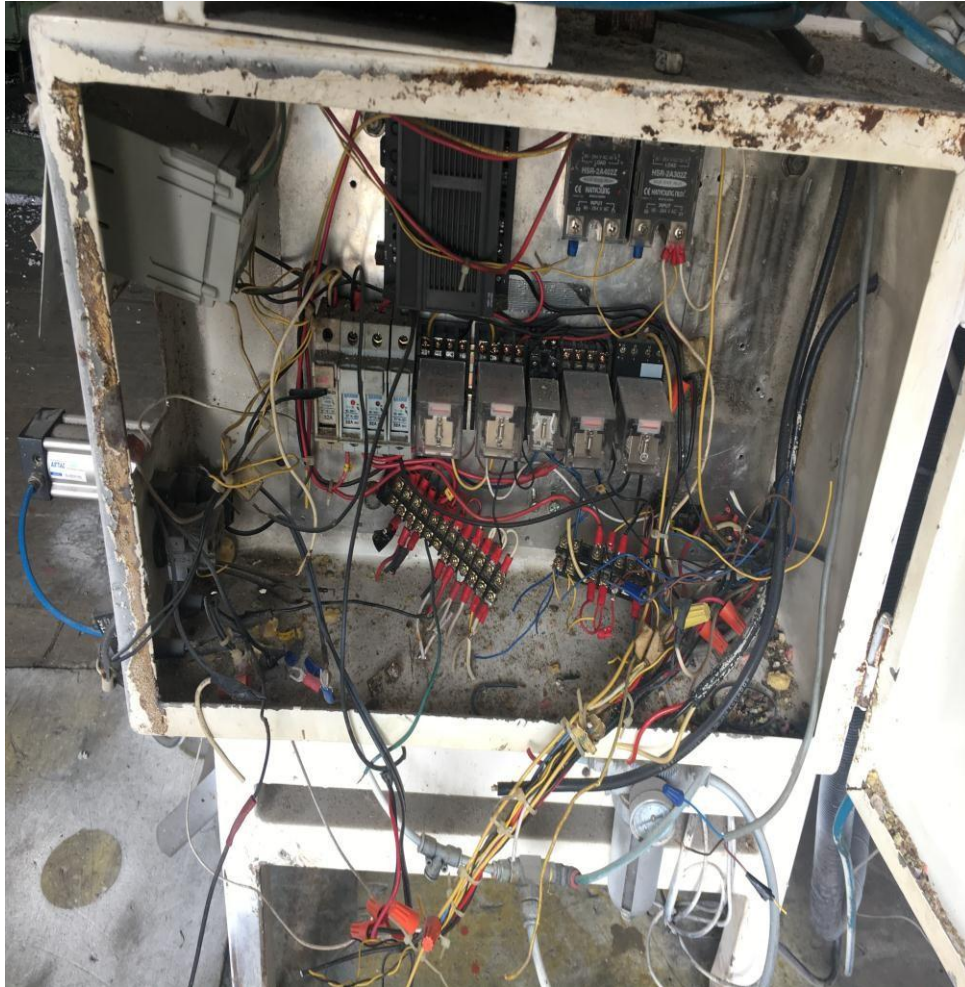


Figura 4.1. Disposición de tablero de control en pésimas condiciones
Fuente: Elaborado por el autor

4.1.1.1 Construcción Tablero de Control

Para la construcción del tablero de control se dispuso de una caja metálica, que contiene los siguientes componentes: un PLC XC3-14RT-E, Variador de Velocidad, Controlador de Temperatura, una fuente de Alimentación de 24V y un grupo de acondicionamiento electrónico que consiste en: relés, *breakers* y selectores, que se muestran en la Figura 4.2.

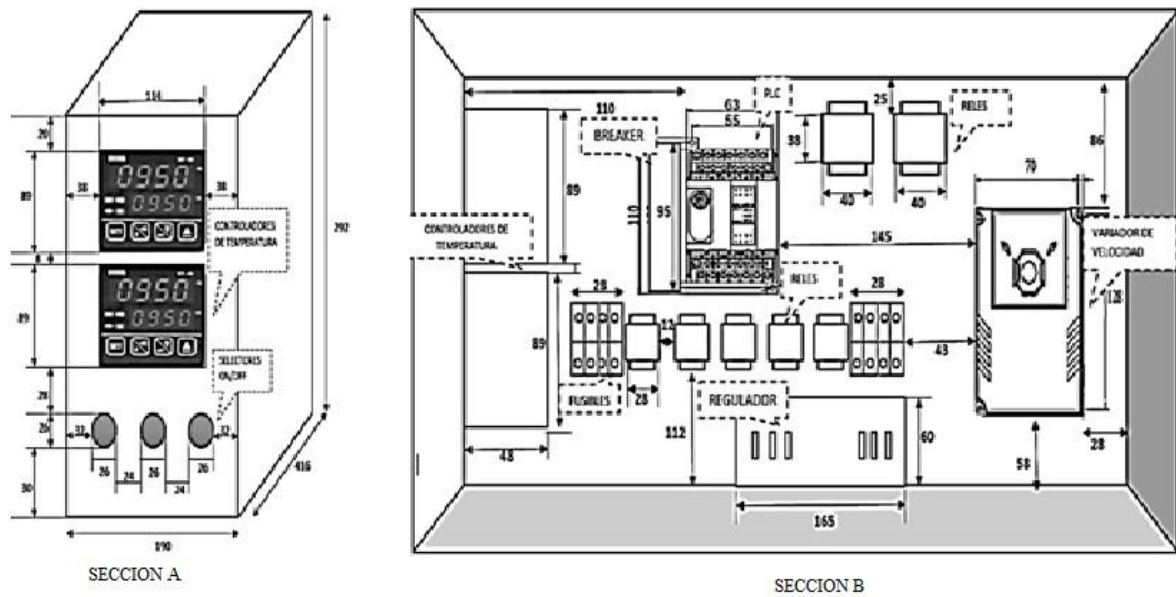


Figura 4.2. Disposición de tablero de control

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.2. Diseño circuito de Control, Relés

Al diseñar el proyecto se considerará todos los elementos y medidas que conforman el tablero de control mostrado en la sección A y B de la Figura 4.2. y una vez que se tenga claro todo el conjunto, se implementaran las conexiones necesarias para la operación de los dispositivos.

En la Figura 4.3. del plano se puede observar las conexiones existentes entre los relés y sensores, las cuales efectúan el control del PLC.

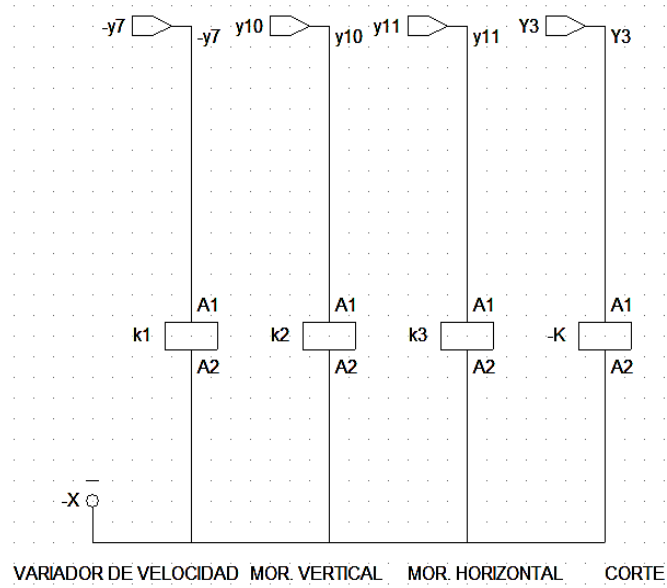
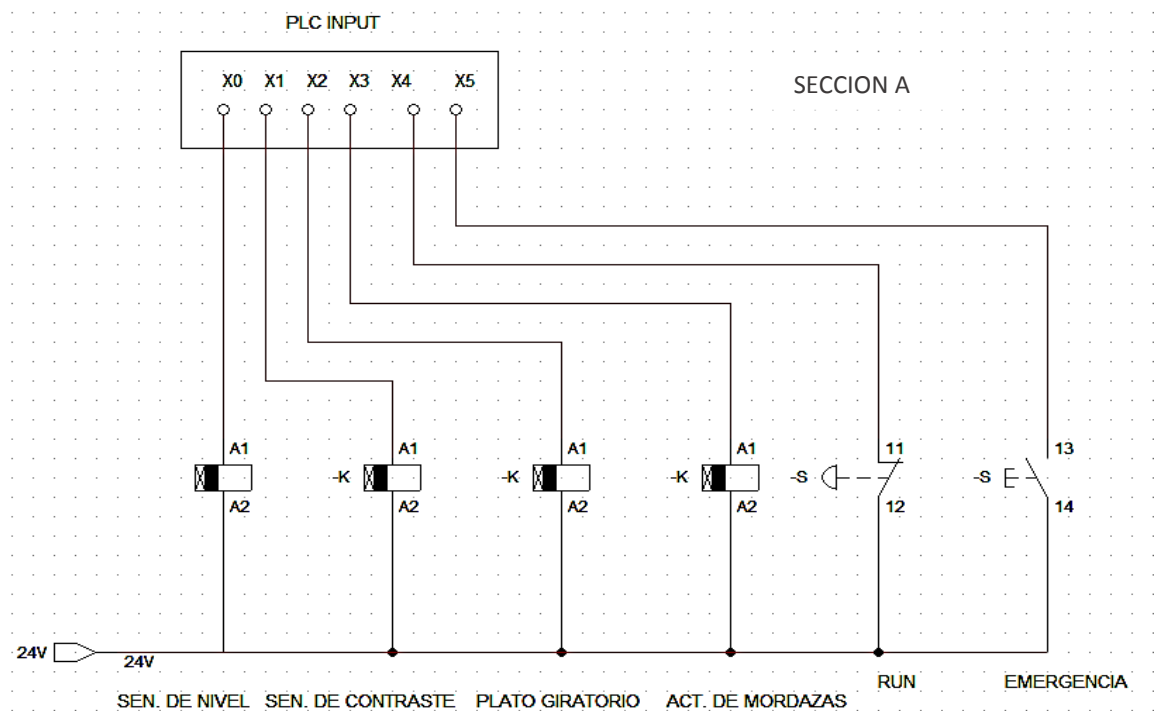


Figura 4.3. Diseño de conexiones entre los relés

Fuente: Elaborado por el autor

A continuación, en la Figura 4.3. sección A y B se identifica todas las conexiones que llegan a las entradas del PLC provenientes de dispositivos como sensores inductivos, botones de control, adicional las conexiones del circuito de control de temperatura de las mordazas.



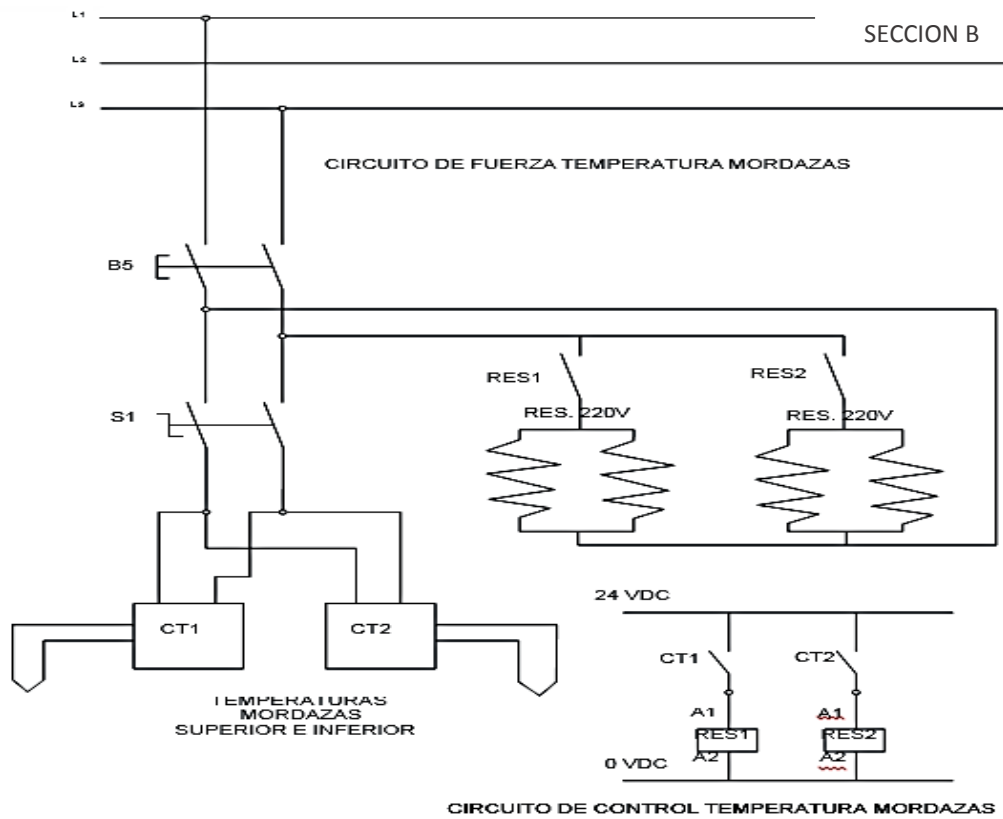


Figura 4.4. Diseño de control de Temperatura de las Mordazas

Fuente: Elaborado por el autor

El ultimo esquema mostrado en la Figura 4.5. hace referencia a las conexiones para las salidas del PLC.

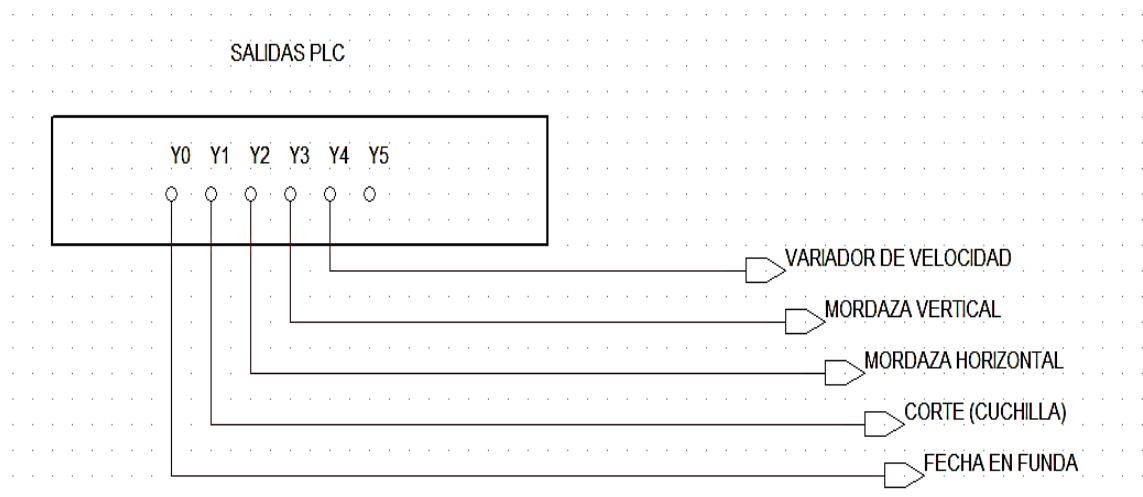


Figura 4.5. Diseño de conexiones de salidas a PLC

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.3. Diseño de Conexión del Variador de Velocidad y el Motor

A continuación se presenta el diagrama de conexiones del variador de velocidad con el motor trifásico indicado en la Figura 4.6. que realiza el movimiento del sistema de envasado volumétrico.

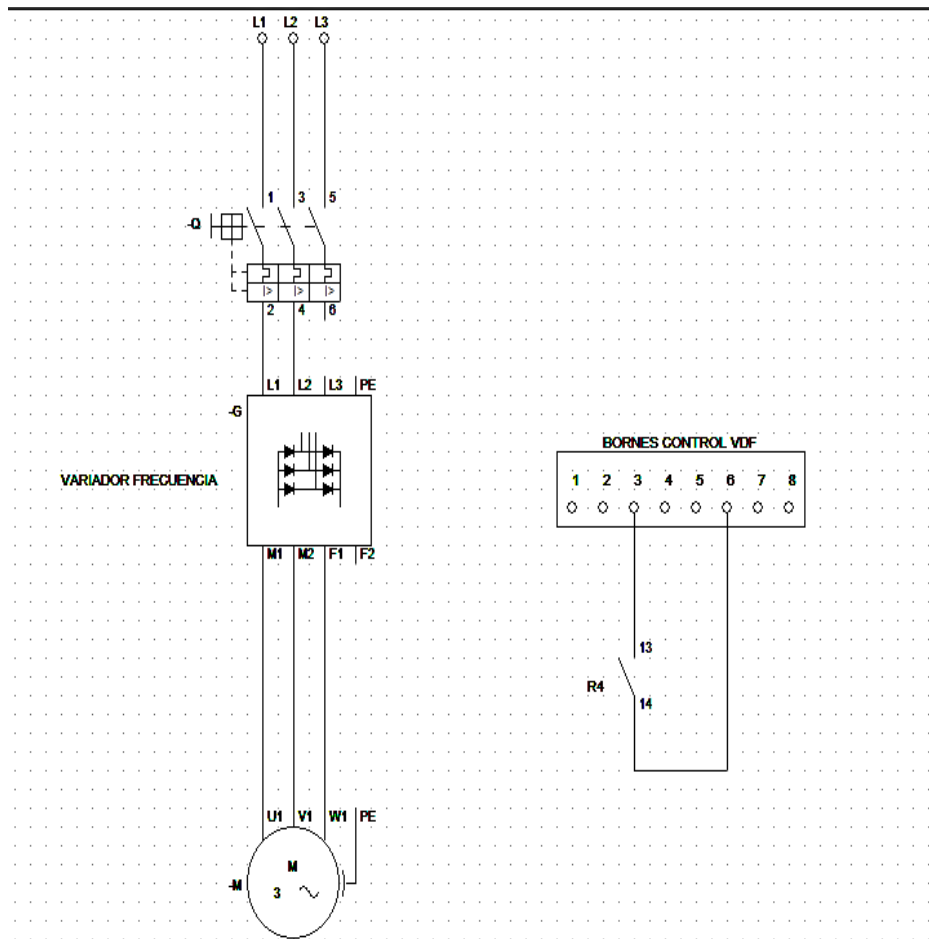


Figura 4.6. Diseño de conexiones del variador de velocidad con el motor

Fuente: Elaborado por el autor

Para finalizar con el diseño de las conexiones eléctricas y electrónicas se muestra a continuación en la Figura un plano completo de estas que tiene como eje principal las borneras del PLC y el módulo de expansión.

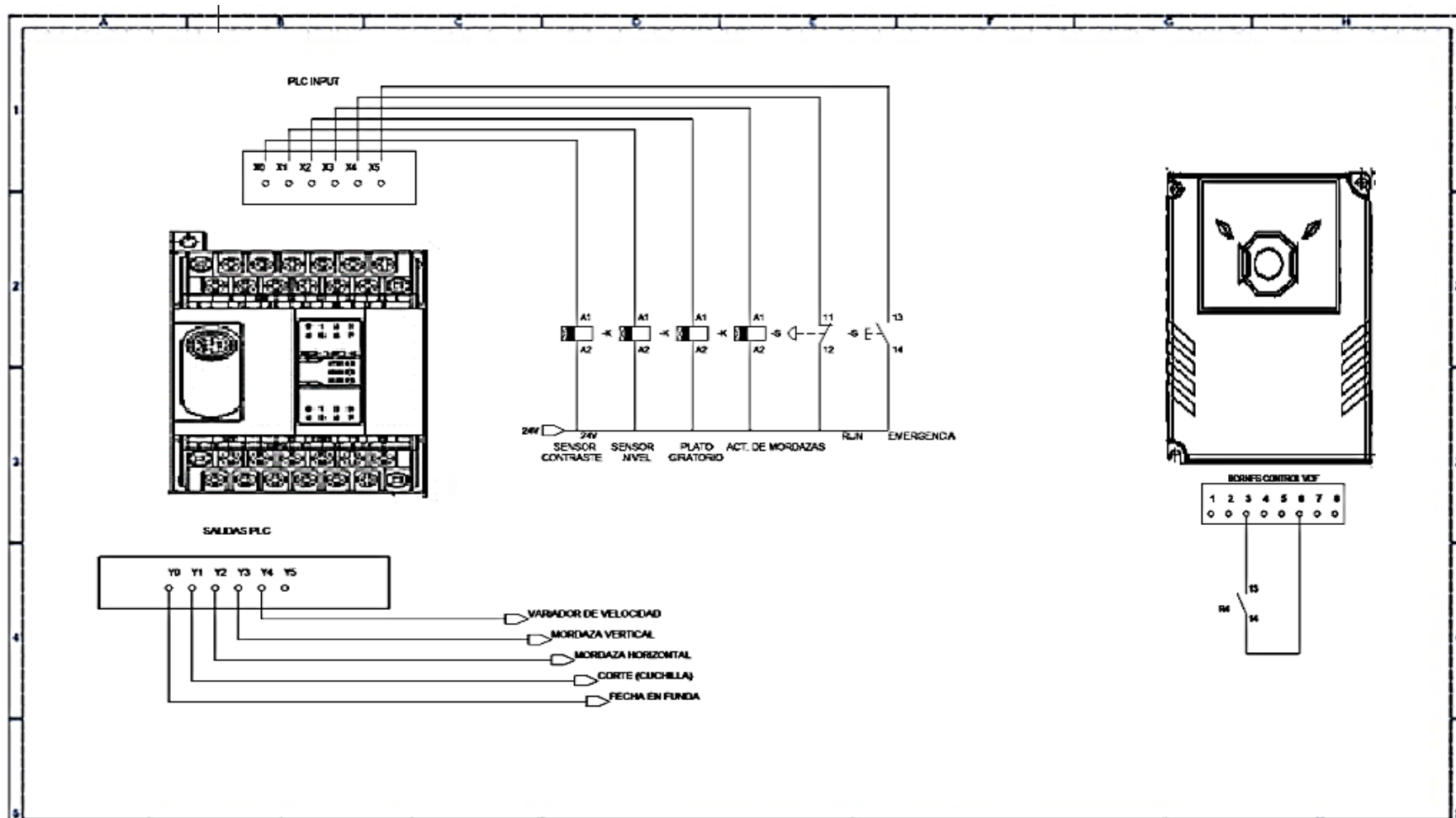


Figura 4.6. Diseño de conexiones de entradas y salidas del plc y variador de frecuencia

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.4. Circuito de Control y Circuito de Potencia

En lo que se refiere al desarrollo del diseño del circuito de control y al circuito de potencia es primordial saber cuál es el consumo total de la máquina a carga nominal, por ende, es indispensable desarrollar el estudio de carga pertinente que dará como resultado el dato preciso en cuanto al calibre del conductor, protecciones magnéticas, protecciones térmicas e incluso para tener en cuenta cual es el consumo de energía de toda la máquina y desarrollar un análisis de resultados, en el siguiente apartado se realiza los cálculos desarrollados dentro del diseño del presente proyecto de titulación.

4.1.4.1. Calculo de *breaker* de protección

Con el fin de seleccionar los *breakers* indicados en la construcción del proyecto se debe calcular la corriente de protección: $IP = 1.25 \times I. \text{ NOMINAL}$ y se selecciona el valor adecuado con respecto a la existencia comercial inmediata superior. En el tablero de control del sistema automático de envasado volumétrico cuenta con un *breaker*. Este *breaker* es el encargado de proteger a todos los dispositivos electrónicos instalados en el tablero de control así como la protección del dispositivo de control PLC, todos estos elementos electrónicos y PLC tienen un consumo de 160W. En la Figura 4.7. se identifica el posicionamiento del *breaker* que está dispuesto cerca del PLC.

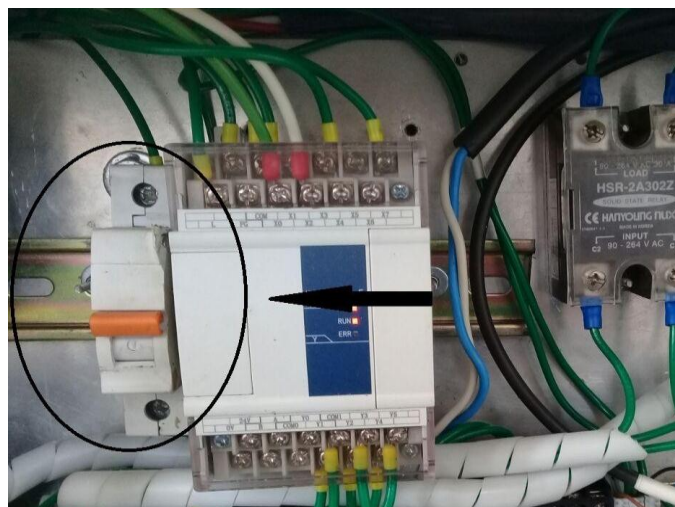


Figura 4.7. Ubicación *Breaker* utilizado

Fuente: Elaborado por el autor

- Cálculo *breaker*

DATOS $IP = 1.25 \times I \text{ NOMINAL}$

$P = 160\text{w}$ $IP = 1.25 \times (160\text{W}/110\text{V})$

$V = 110\text{v}$ $IP = 1.81\text{A}$

De acuerdo con el resultado y la existencia comercial, el *breaker* a elegir debe ser 2amperios.

4.1.5. Implementación del Variador de Frecuencia

Es el encargado de manipular la velocidad del motor a través de la variación de su frecuencia de alimentación.

Para la selección del variador de la Figura 4.8. se considera el tipo de motor, el rango de velocidad a variar y la aplicación a desempeñar, en nuestro caso tenemos un motor trifásico ABB de 1 Hp de potencia con un torque máximo de 2.2 Nm y una frecuencia de alimentación de 60 Hz.

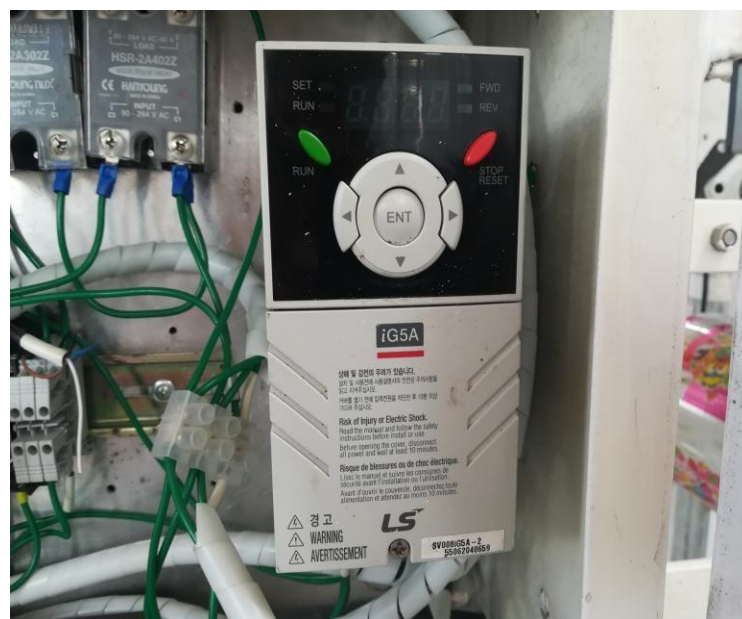


Figura 4.8. Variador de frecuencia en Tablero

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.6. Implementación de los circuitos eléctricos y electrónicos

Con respecto a la implementación de los circuitos eléctricos, se realizó en concordancia con los diseños propuestos de los circuitos eléctricos y electrónicos, el montaje de estos fue en la parte interna y externa del tablero.

En primer lugar, se procede al montaje de varias piezas dentro del tablero de control: la fuente de 24V, el PLC XC3-14RT-E, Variador de Velocidad, controlador de temperatura, relés y *breakers* de protección, se debe verificar que exista un espacio prudencial entre cada uno de estos dispositivos para colocar canaletas que permitan el paso ordenado de los cables de conexión, según lo mostrado en las Figura 4.9.



Figura 4.9. Montaje de componentes electrónicos

Fuente: Elaborado por el autor

Como segundo paso se realiza la inserción de las piezas que van en la parte externa del tablero de control, que permite al operador controlar la máquina, según Figura 4.10.



Figura 4.10. Controladores y pulsadores de la parte externa

Fuente: Elaborado por el autor

Como tercer paso se realiza la instalación de los relés que permiten el control del sistema automático, los cuales están instalados en la parte interna del tablero de control como se muestra en la Figura 4.11.



Figura 4.11. Instalación de relés

Fuente: Elaborado por el autor

El tablero está compuesto por los controladores de temperatura de las mordazas tanto vertical como horizontal y selectores, un buen sellado debe ser lo suficientemente fuerte como para mantener el producto en el empaque, y lo suficientemente hermético como para mantener fresco el producto durante el tiempo que se le ha asignado de vida de anaquel, como se aprecia en la Figura 4.12.



Figura 4.12. Montaje de Panel de Control
Fuente: Elaborado por el autor

En el proceso de ensamblaje se realizan las conexiones de cada uno de los cables y dispositivos según Figura 4.13. en todas las partes de la máquina, además de esta forma se puede realizar mantenimientos o posibles cambios dentro del proyecto y como guía práctica para que el operador pueda distinguir los controles.

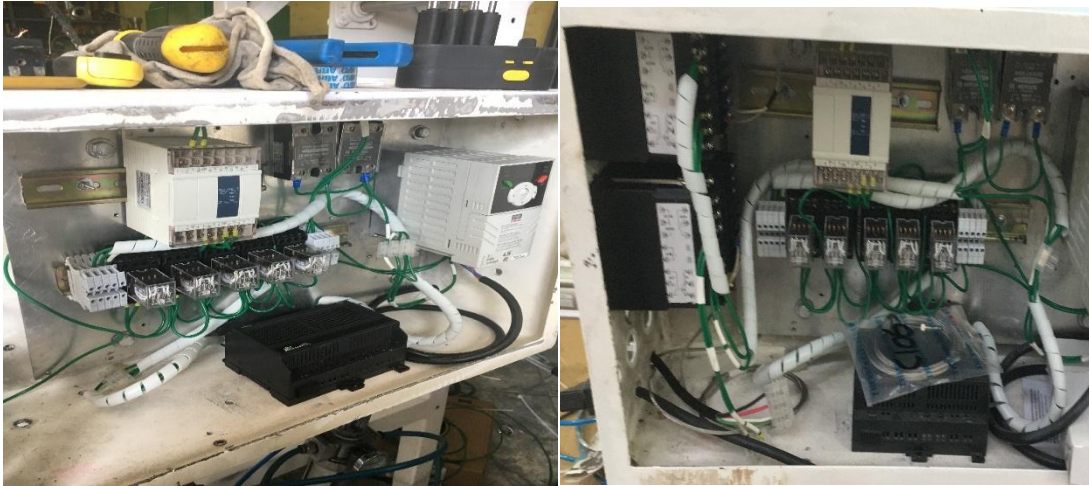


Figura 4.13. Instalación de conexiones eléctricas (cables)

Fuente: Elaborado por el autor

Una vez que la parte mecánica y el tablero de control están armados, se procede a la conexión de los cables correspondientes a los elementos que controlan la parte mecánica, como se observa en la Figura 4.14.



Figura 4.14. Instalación de conexiones eléctricas y electrónicas

Fuente: Elaborado por el autor

En la Figura 4.15. se observa la instalación del panel de control que cuenta con el controlador de temperatura y selectores para su funcionamiento.



Figura 4.15. Instalación panel de control
Fuente: Elaborado por el autor

Para energizar el sistema se instaló una fuente de alimentación de 24v, según lo indicado en Figura 4.16.



Figura 4.16. Fuente de Alimentación
Fuente: Elaborado por el autor

En la implementación del grupo de accionamiento se instaló: 5 relés para auxiliares Fig.4.18. , 2 relés de estado sólido Fig.4.19. y un *breaker* Fig.4.20.



Figura 4.18. Relés
Fuente: Elaborado por el auto



Figura 4.19. Relés de estado solido
Fuente: Elaborado por el autor

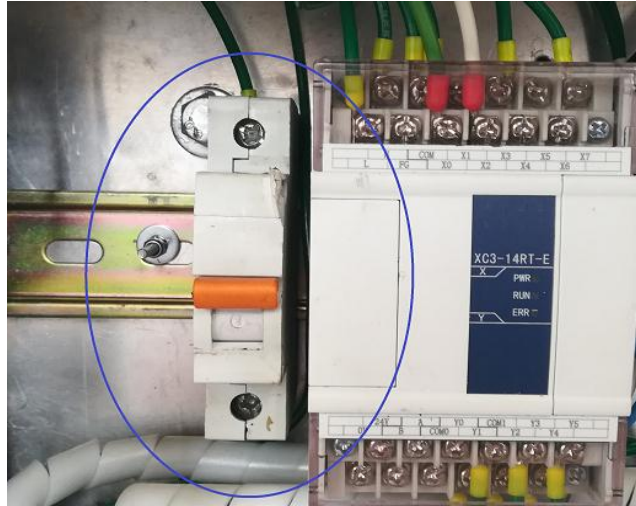


Figura 4.20. Breaker
Fuente: Elaborado por el autor

En la figura se realiza las conexiones del motor con el variador de velocidad, para su control y las conexiones de la cadena de transmisión al plato dosificador.



Figura 4.21. Conexiones del motor y transmisión de movimiento
Fuente: Elaborado por el autor

4.1.7. Implementación del Dispositivo de Control del PLC

Este dispositivo es el encargado de realizar el control de todo el proceso de envasado volumétrico y la Figura 4.22. se observa la conexión del PLC, dispositivo al cual están conectados los demás elementos, y se observa las conexiones de los relés auxiliares para la activación de los componentes mecánicos.

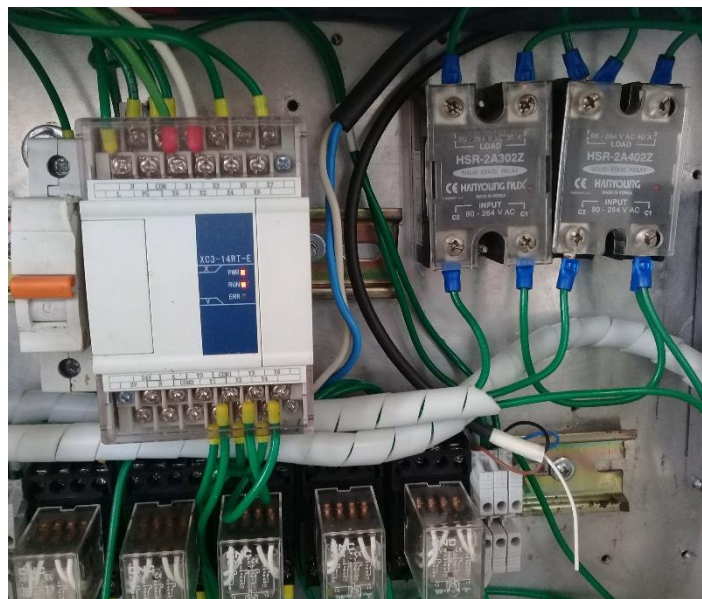


Figura 4.22. PLC
Fuente: Elaborado por el autor

4.2. Diseño del Software

El diseño del software de control se basa en el control del sistema de automatización que contiene rutinas programadas por el operador, así como rutinas de seguridad y paso de emergencia, esto se lo realiza con la unidad de control PLC.

4.2.1. Diseño de programación del PLC

Para desarrollar la programación se toma en cuenta diagramas de flujo con el fin de adquirir un mejor entendimiento de los mecanismos a procesar, adicionalmente los códigos creados con este software se encuentran detallados en el ANEXO A.

4.2.1.1. Funcionamiento

Para el funcionamiento del sistema del automatizado de envasado volumétrico se deben establecer los parámetros respectivos según lo establecido en la Figura 4.23. Debido a que el proceso es automatizado se debe tomar en cuenta aspectos previos a su puesta en marcha.

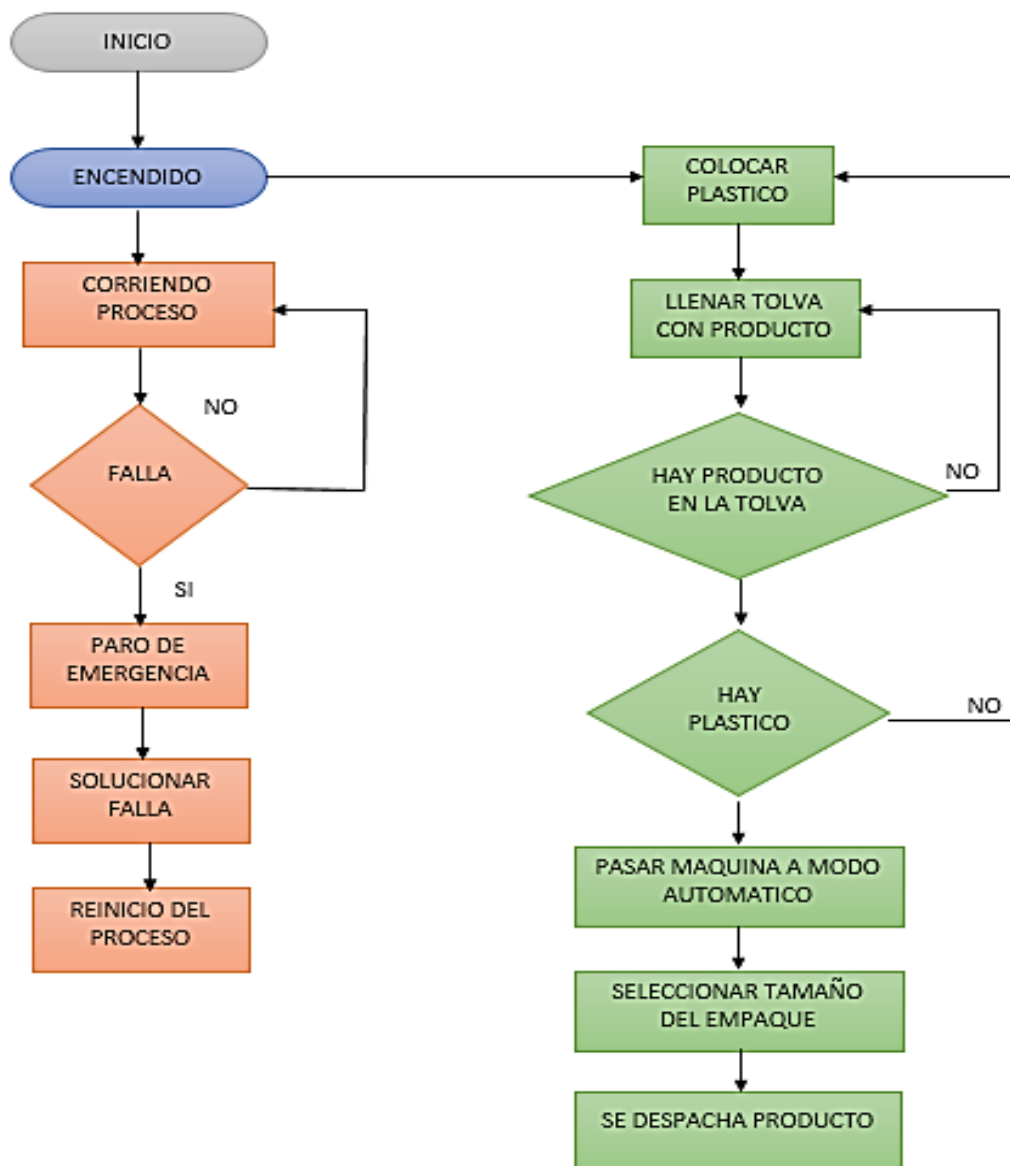


Figura 4.23. Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema automatizado

Fuente: Elaborado por el autor

- **Encendido:** el sistema está conectado al tablero de control donde existe un selector que permite realizar esta tarea.
- **Colocar funda de empaque:** una vez que se haya encendido el sistema en la de arrastre debe verificar si existe la funda de empaque para que el sistema siga un correcto funcionamiento caso contrario el sistema volverá al estado de inicio.
- **Alimentación de la Tolva Principal:** ahora que el sistema está listo para trabajar y que la tolva principal se encuentra llena de producto se verifica que el transporte de este llegue a los vasos dosificadores y siga el proceso automatico.
- **Paro de Emergencia:** si en algún momento del proceso se presenta algún tipo de inconveniente que ponga en riesgo la seguridad de los operadores o vaya en contra del funcionamiento normal de la maquinaria y se necesite detener el proceso se debe Presionar el botón de color rojo ubicado en el tablero de control.

4.3. Pruebas de funcionamiento

Con el fin de comprobar el correcto funcionamiento de los diferentes sistemas, así como también el cumplimiento de los requerimientos y especificaciones planteadas, se ha establecido un conjunto de pruebas a realizar a la máquina empacadora en 2 modalidades: en vacío y con cargas.

4.3.4. Pruebas en Vacío

- Formación del empaque
- Material de empaque centrado.

Satisfactorio: El material de empaque está centrado respecto al formador.

No satisfactorio: El material de empaque no está centrado respecto al formador.

- Empaque formado

Satisfactorio: El material de empaque al pasar por el formador no tiene arrugas ni daños.

No satisfactorio: El material de empaque no pasa por el formador, se generan arrugas o daños

4.3.1.1. Arrastre del Material de Empaque

- Tracción de material de empaque

Satisfactorio: El material de empaque es jalado adecuadamente por las bandas de arrastre sin dañarlo.

No satisfactorio: El material de empaque no es jalado adecuadamente, daña al material de empaque.

- Avance del papel exacto

Satisfactorio: No existe variación de dimensión de una funda a otra.

No satisfactorio: Existe variación de dimensiones de una funda a otra.

4.3.1.2. Sellado y Corte

- Niquelinas

Satisfactorio: Las niquelinas están adecuadamente tensas.

No satisfactorio: Las niquelinas no están tensas y tienden a formarse imperfecciones (ondas)

- Temperatura de sellado

Satisfactorio: La temperatura de sellado programada es suficiente para sellar y unir las caras de polietileno.

No satisfactorio: El material se quema con la temperatura de sellado seleccionada.

4.3.1.3. Corte de las fundas

Satisfactorio: El mecanismo de corte activa la cuchilla dentada y ésta corta el material de empaque sin problema.

No satisfactorio: La cuchilla no corta el material de empaque.

4.3.5. Pruebas con Carga Dosificación

- Mecanismo de dosificación

Satisfactorio: Funcionamiento correcto del mecanismo de dosificación sea volumétrico o por peso.

No satisfactorio: El mecanismo no funciona adecuadamente al acoplarse a la secuencia de la máquina.

- Peso correcto del producto a empaçar

Satisfactorio: Al tomar una muestra de 10 empaques de cada presentación, el peso tiene un error máximo de +/- 5%.

No satisfactorio: No se cumple con la condición anterior.

4.3.6. Sellado

- Apertura y cierre de las mordazas de sellado.

Satisfactorio: El sellado es resistente y no se despegan las caras del material de empaque con el peso del producto.

No satisfactorio: El sellado no resiste el peso del producto.

4.3.7. Pruebas realizadas del sistema de envasado automático de snacks

MÁQUINA EMPACADORA		
FECHA: 18 DE abril 2018	Responsable:	
LUGAR: QUITO (EL QUINCHE)	PABLO ANDRES	
ORDEN: 1	GUAMAN GUAMAN	
PRUEBAS EN VACÍO	ESTADO	
	Satisfactoria	No Satisfactorio
Ensamblaje		
1. Ubicación correcta de los elementos	√	
2. instalación del PLC	√	
4. Instalaciones eléctricas y Electrónicas	√	
Material de Empaque		
1. Material de empaque centrado	√	
2. Empaque formado	√	
Arrastre del material de empaque		
1. Tracción del material de empaque	√	
2. Avance del film exacto	√	
Sellado		
1. Estado de niquelinas	√	
2. Temperatura de sellado	√	
Corte del material de empaque		
1. Mecanismo de corte	√	
PRUEBAS CON CARGA		
Dosificación		
1. Mecanismo dosificador	√	
2. Peso correcto del producto a Empacar	√	
Sellado		
1. Apertura y cierre de mordazas	√	
2. Calidad de sellado	√	
Rendimiento		
1. Para prestaciones de 200 mm	√	
2. Para prestaciones de 80 mm	√	
OBSERVACIONES:		
S/N		FIRMA:

Figura 4.24. Registro de pruebas des sistema de envasado

Fuente: Elaborado por el autor

4.3.8. Rendimiento

- Verificar el rendimiento de la máquina empaadora.

Satisfactorio: La máquina registra un rendimiento mínimo de 23 empaques por minuto en fundas grandes con altura de 220 mm y un rendimiento máximo de 40 empaques por minuto en fundas pequeñas con altura de 80 mm.

No satisfactorio: No se cumple con la cantidad de empaques requerida

A continuación se tabula las pruebas de rendimiento realizadas en la máquina empaadora para garantizar que se cumplan correctamente las especificaciones mencionadas anteriormente.

Prueba	Rendimiento		Observación
	Fundas Grandes	Fundas Pequeñas	
1	18	33	Incorrecto cierre mordazas horizontales
2	22	37	Falla en bocines horizontales
3	20	35	Falla en bocines verticales
4	21	36	Ajuste del eslabón de salida
5	23	38	Rendimiento mínimo, falta lubricación
6	24	39	Correcto funcionamiento
7	24	39	Correcto funcionamiento
8	25	40	Máximo rendimiento

Figura 4.25. Diagrama de Rendimiento

Fuente: Elaborado por el autor

4.4. Análisis de Resultados

Los resultados obtenidos de las pruebas puestas en marcha verifican que cumplen con los procesos a realizar por el sistema automatizado, todos los componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos son funcionales y realizan su trabajo de manera eficiente, en cada proceso de dosificación, corte, guiado y sellado del empaque.

Las pruebas funcionales que se llevaron a cabo culminaron con éxito, verificando que no existe daño de componentes y problemas en el proceso, garantizando su operatividad y rendimiento a lo largo del envasado volumétrico de snacks.

Con la automatización de la maquina de envasado volumétrico además se ven aspectos Positivos para la empresa ya que se verifica el ahorro en material de empaque, en mano de obra y consumos energéticos de la empresa que se detallan a continuación.

4.4.1. Ahorro en Material de Empaque

Si tomamos en consideración el empaquetado antes de la automatización se generaban por minuto 40 fundas de las cuales el 5% existían deformidades por el envasado que luego se abría el envase para extraer el producto y desechar la funda, esto se traduce a desechar material de envasado y por ende desperdicio de material.

Al cambiar el sistema de control de temperatura en las mordazas se obtiene un mayor rendimiento en la maquina al asegurar que la mayoría de las fundas en donde se envasa el producto se sellan por completo y no existen fundas que se quemen por el calor o no se sellen completamente por falta de una temperatura correcta en las mordazas.

4.4.2. Ahorro en Mano de Obra

El ahorro de mano de obra lo podemos evidenciar tomando en cuenta que actualmente se trabaja con 2 operarios y se pasará trabajar con 1. Ya que al tener la maquina de envasado con control automatizado el personal que necesita la empresa para realizar el envasado se optimiza ya que la maquina no genera desperdicios y sigue un proceso que

una persona se puede encargar de verificar, Si consideramos que el sueldo promedio de operador es de 394.00,00 dolares/Mes, esto se resume en un ahorro del 50% en mano de obra.

4.4.3. Ahorro Energético y Aumento en la producción

Desde el punto de vista de los costos operativos de desarrollo de ingeniería y de operación, a medida que las organizaciones piensan en ser más eficientes en su producción y en sus gastos energéticos, la automatización permanece a la vanguardia como un “activador” para lograr los objetivos de aligeramiento, además contribuye en gran medida al medio ambiente ya que al optimizar el proceso de envasado volumétrico con la automatización de la maquina se consume menos recursos energéticos que es una fuente que genera alteraciones en el medio ambiente.

El consumo energético alcanza un 20% de optimización y de ahorro que es en gran medida una mejora en los gastos de la empresa, además el aumento de producción se evidencia ya que al umentar la velocidad del proceso se generan mas fundas envasadas antes de la automatización eran 40 fundas por minuto ahora con la automatización se logran llegar a 50 que es un aumento del 20% en la producción, además se alcanza una reducción en los tiempos de mantenimientoy fallas de operación como se detalla en la Figura 4.28 que es el análisis comparativo del antes de la automatización y el después de la automatización.

Descripción de Objetivos	Antes	Después
Aumento de la producción	40fundas/min	50fundas/min
Nivel de ahorro de energía	24 kW/h	19 kW/h
Calidad del envase	80%	99%
Reducción de tiempos de mantenimiento	55%	90%
Reducción de falla de operación	60%	95%

Figura 4.26. Diagrama comparativo de mejoras

Fuente: Elaborado por el autor

CONCLUSIONES

- Se obtiene un mejor control en todas las etapas de la maquina envasadora volumétrica, colocando sensores para el posicionamiento del cilindro, sellado horizontal y corte, ya que sin estos el PLC no podría ser programada para que exista una sincronización eficiente del proceso, esto evita el desperdicio del producto a envasar (snaks), y no proporciona un mal sellado del producto cumpliendo con las exigencias de la empresa COFICA EXPORT S.A.

- Utilizando un sistema de control de temperatura asegura que las mordazas siempre estén a una temperatura ideal de sellado y evita que se quemen fundas con producto y es programable por lo cual el operador puede ajustar el grado de temperatura a sellar según el polímero que se vaya a utilizar, garantizando y asegurando un correcto empaque de los snacks a envasarse.

- Con la integración de un variador de velocidad en el proceso asegura que el sistema se mantenga a una velocidad constante y todos los procesos se ejecuten de manera correcta a lo largo de las etapas de envasado, ya que sin este el motor tiende a cambiar en instantes de tiempo su velocidad y no sincroniza de manera correcta el sistema de arrastre y corte de funda.

- Con la implementación del dispositivo de control PLC integrado en la automatización se obtiene un mejor control del sistema ya que su conmutación es mucho mejor que la implementación de contactores, por lo que la máquina de envasado ofrece una gran flexibilidad en cuanto al rendimiento del envasado, y además cuenta con rutinas de control y rutinas de seguridad que evitan daños en los procesos automáticos.

- Al realizar las pruebas de funcionamiento del sistema de control automático, se pudo evidenciar que de la máquina de envasado volumétrico puede realizar el proceso de forma mas eficiente que de forma manual y se obtiene notorio ahorro en la consumo de energía eléctrica.

RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis previo del ambiente de trabajo en el que se va a colocar la máquina de envasado volumétrico, y adquirir los sensores de acuerdo a las características ambientales del lugar para alargar su vida útil.
- Se recomienda realizar una investigación de las características físicas del polímero que se va a utilizar en el sellado para no exceder los límites de temperatura y quemar la funda además de colocar correctamente las termocupas en las mordazas tanto vertical como horizontal, para así asegurar una efectiva lectura de temperatura para su óptimo control en el proceso correspondiente.
- Es importante verificar la tensión de la cadena del sistema de transmisión de movimiento del motor a los vasos dosificadores, para que no exista deslizamientos de los dientes de la cadena y que afecte con el desarrollo del sistema de envasado.
- Conforme con las pruebas realizadas al control automático el sistema es ideal para envasado de snacks, si se desea utilizarla para otro tipo de producto como vegetales, frutas, etc. Se debe hacer un nuevo estudio de variables para determinar si la máquina puede trabajar con el nuevo producto y hacer correcciones en la programación del PLC.
- Para una puesta en marcha correcta de la máquina de envasado volumétrico es muy importante que el operador realice una lectura de los manuales técnicos y de usuario, con el fin de realizar una operación adecuada del sistema automático para evitar daños en la máquina y riesgos en la seguridad del operario.

BIBLIOGRAFIA

Berrones, C., & Placencia, A. (2015). *Elaboración e implementación de un módulo con PLC para la simulación de un proceso de clasificación de botellas para el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH*. Chimborazo: U.P.CH. Recuperado el 27 de Enero de 2019

Campaña, C., & Maldonado, D. (2015). *Variador de velocidad*. Obtenido de <http://ciecfie.epn.edu.ec>:
<http://ciecfie.epn.edu.ec/wss/virtualdirectories/80/Automatizaci%C3%B3n-Instrumentacion/Laboratorios/instrumentacionindustrial1/hojasguias/2017B/Practica%209-II.pdf>

Contrinex. (Enero de 2016). <https://www.contrinex.com/es/solution/miniature-photoelectric-sensor-detects-fill-level-secondary-packaging-operations-2/>. Obtenido de <https://www.contrinex.com>:
<https://www.contrinex.com/es/solution/miniature-photoelectric-sensor-detects-fill-level-secondary-packaging-operations-2/>

Ctinmx. (25 de Octubre de 2013). *¿Qué es un PLC?* Obtenido de <http://www.ctinmx.com>:
<http://www.ctinmx.com/que-es-un-plc/>

Farina, L. (2018). *motores electricos*. *Revista Ingenieria Electrica*. Obtenido de <https://www.editores-srl.com.ar>: https://www.editores-srl.com.ar/revistas/ie/330/farina_motores_electricos

Fraile, J. (2008). *máquinas eléctricas*. (M.-G. H. España, Ed.) España. Recuperado el 28 de Enero de 2019

Hanz, M. (08 de Marzo de 2017). *Protección de instalaciones residenciales e industriales de energía*. Obtenido de <https://es.slideshare.net>:
<https://es.slideshare.net/hansaugustoMllerOrdo/proteccion-de-instalaciones-residenciales-e-industriales-de-energa>

Hernandez, J., & Hernandez, R. (11 de Junio de 2011). *Variadores de velocidad y recursos hídricos*. Recuperado el 28 de Enero de 2019, de <https://www.ecured.cu>:
https://www.ecured.cu/Variador_de_velocidad

Iza, M., & Medina, A. (2013). *Diseño y construcción de una máquina dosificadora y empacadora*. Quito: ESPE. Recuperado el 28 de Enero de 2019

Monje, C. (2011). metodología de investigación cualitativa y cuantitativa.

Ogata, K. (1998). Ingeniería de control. En K. Ogata. México.

Omega. (2016). *Controladores de temperatura*. Obtenido de <https://es.omega.com:https://es.omega.com/prodinfo/controladores-de-temperatura.html>

Pilonieta, E. (10 de Septiembre de 2015). <https://es.scribd.com>. Recuperado el 28 de Enero de 2019, de Ensayo motores: <https://es.scribd.com/document/279953925/Ensayo-Motores>

Puig, D. (2012). *Comité de Automatización*. Obtenido de <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/articulos/diciembre-05.pdf>

Quino, J. (2016). *Maquinas Electricas*. Obtenido de <https://es.scribd.com:https://es.scribd.com/doc/105778652/Calculos-de-Un-Relevador-de-Cc>

Sick.com. (2018). *Sensores de contraste*. Obtenido de <https://www.sick.com:https://www.sick.com/cl/es/sensores-de-registro/sensores-de-contraste/c/g141103>

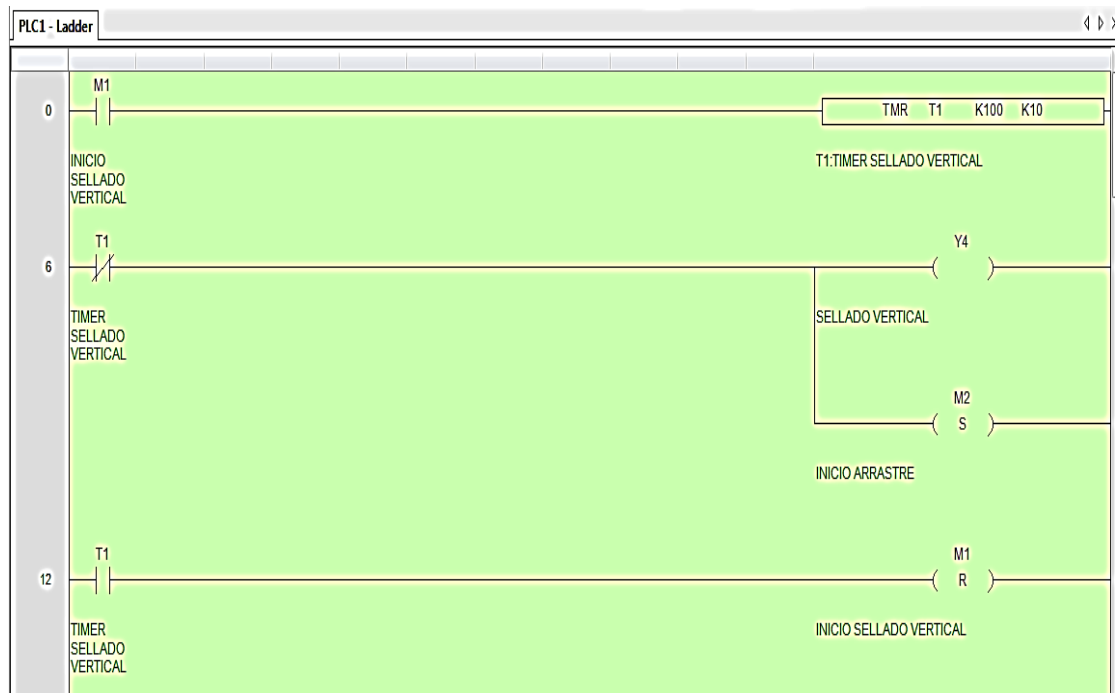
Torres, H. (2017). técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Villajulca, J. (23 de Enero de 2010). *Variadores de Velocidad de Motores DC: Fundamentos*. Recuperado el 26 de Enero de 2019, de <https://instrumentacionycontrol.net:https://instrumentacionycontrol.net/variadores-de-velocidad-de-motores-dc-fundamentos/>

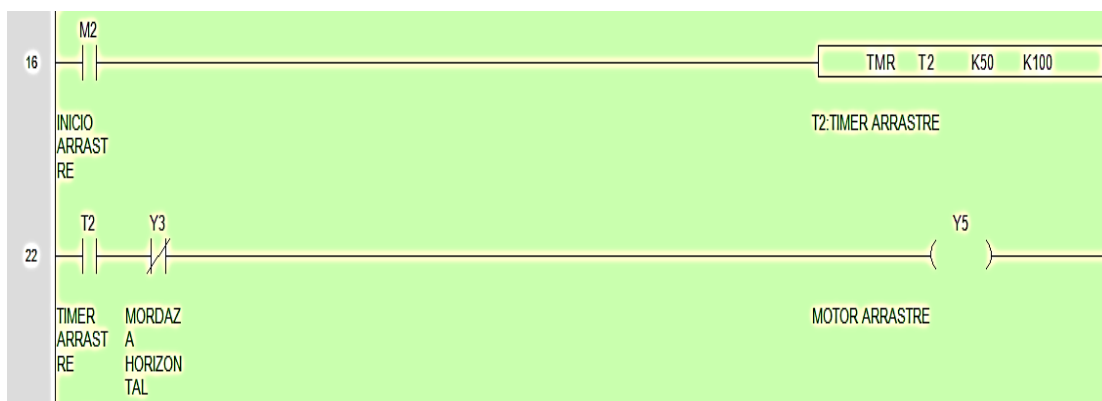
ANEXOS

ANEXO A ETAPAS DE PROGRAMACIÓN DESARROLLADAS EN EL SOFTWARE XC PRO V3.3

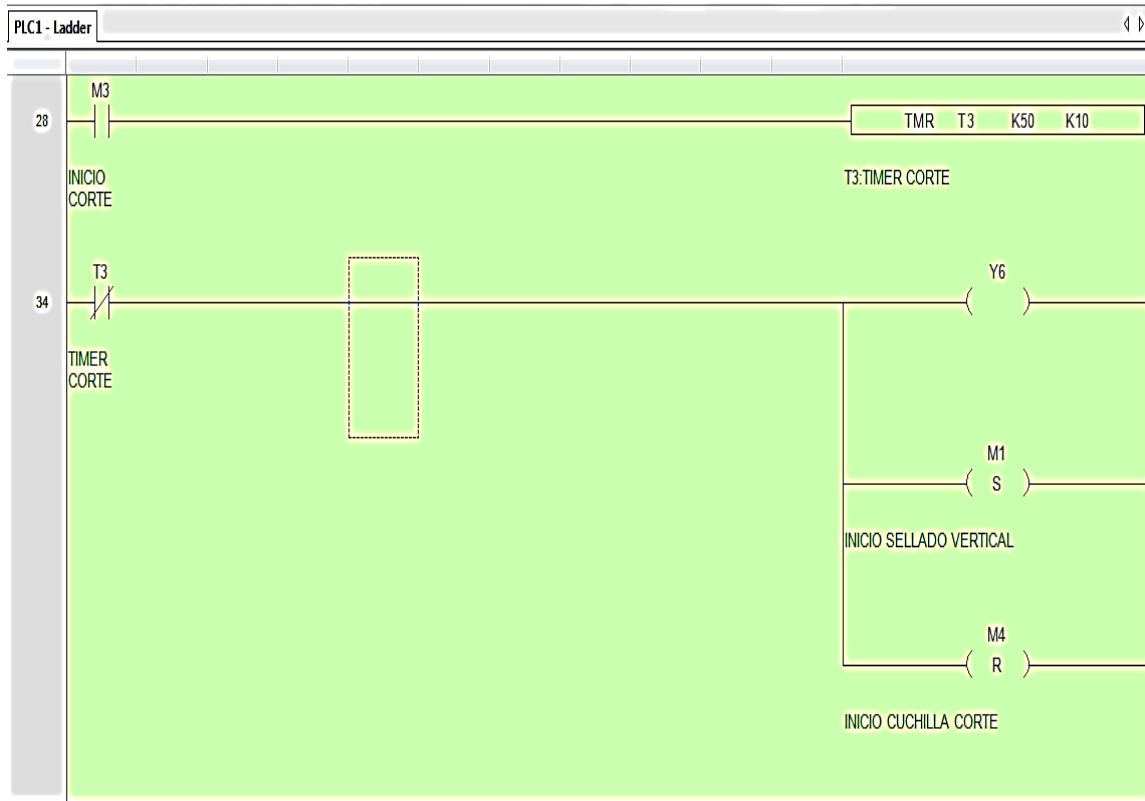
La primera etapa de programación está relacionada con sistema de sellado y timer (programación de tiempo de sellado)



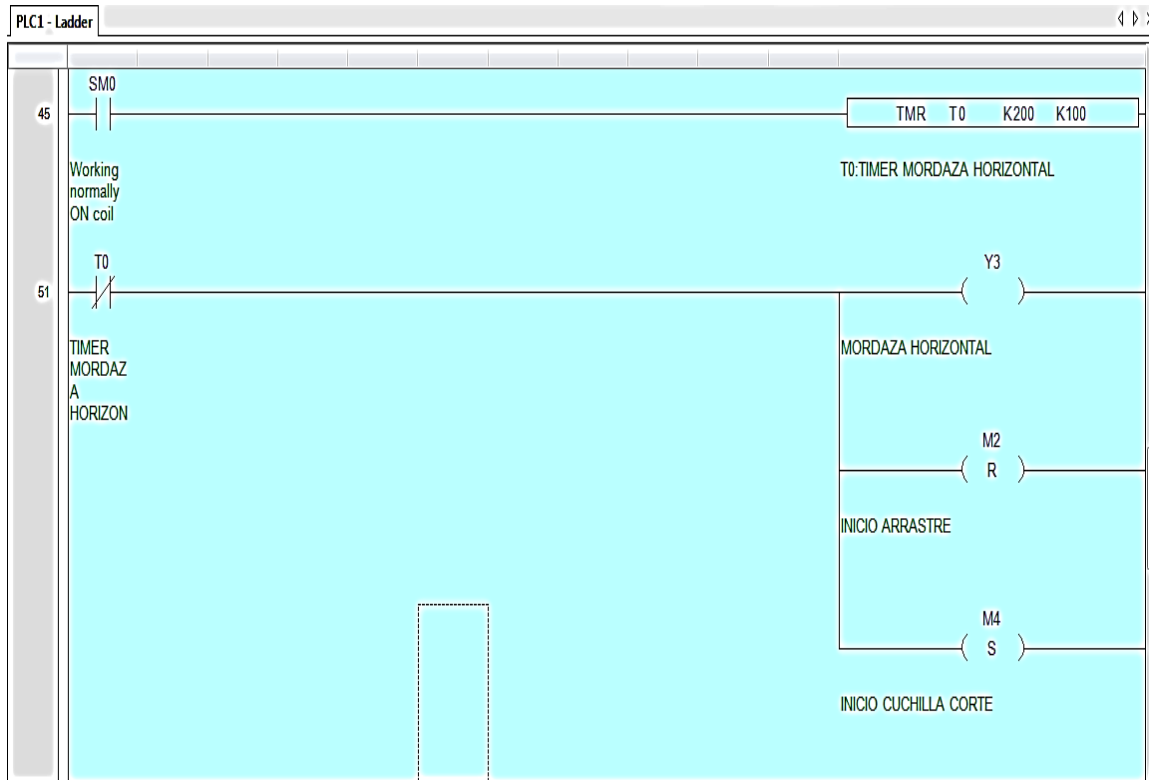
La segunda etapa de programación es la configuración para arrastre de funda



La tercera etapa de programación es la configuración para el sistema de corte



Inicio de a rraastre con mordazas horizontales





ANEXO B COMANDOS Y VARIABLES DE PROGRAMACION

PLC1 - Ladder		PLC1- Reg Comment
Search: <input type="text"/> Undo Redo Used <input type="checkbox"/> All <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> SM <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> ET <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> HM <input type="checkbox"/> HS <input type="checkbox"/> HT <input type="checkbox"/> HC <input type="checkbox"/> HSC <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> SD <input type="checkbox"/> ID <input type="checkbox"/> QD <input type="checkbox"/> HD <input type="checkbox"/> HSD <input type="checkbox"/> FD <input type="checkbox"/> SFD <input type="checkbox"/> FS		
		Comment
Y3	MORDAZA HORIZONTAL	
Y4	SELLADO VERTICAL	
Y5	MOTOR ARRASTRE	
M0	INICIO MORDAZA HORIZONTAL	
M1	INICIO SELLADO VERTICAL	
M2	INICIO ARRASTRE	
M3	INICIO CORTE	
M4	INICIO CUCHILLA CORTE	
T0	TIMER MORDAZA HORIZONTAL	
T1	TIMER SELLADO VERTICAL	
T2	TIMER ARRASTRE	
T3	TIMER CORTE	
SM0	Working normally ON coil	
SM1	Working normally OFF coil	
SM2	Initial positive pulse coil	
SM3	Initial negative pulse coil	
SM11	10ms RTC pulse: 5ms ON 5ms OFF	
SM12	100ms RTC pulse: 50msON 50msOFF	
SM13	1s RTC pulse:0.5s ON0.5sOFF	
SM14	1min RTC pulse: 30sON 30s OFF	
SM20	zero	

PLC1 - Ladder		PLC1- Reg Comment
Search: <input type="text"/> Undo Redo Used <input type="checkbox"/> All <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> SM <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> ET <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> HM <input type="checkbox"/> HS <input type="checkbox"/> HT <input type="checkbox"/> HC <input type="checkbox"/> HSC <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> SD <input type="checkbox"/> ID <input type="checkbox"/> QD <input type="checkbox"/> HD <input type="checkbox"/> HSD <input type="checkbox"/> FD <input type="checkbox"/> FS		
		Comment
SM21	borrow	
SM22	carry	
SM30	PLC initializing	
SM32	clear retentive register	
SM33	clear user program	
SM34	All output disable	
SM40	current process flag	
SM45	RAMP mode	
SM46	RAMP inst stop flag	
SM50	Input interruption 0 disable	
SM51	Input interruption 1 disable	
SM52	Input interruption 2 disable	
SM53	Input interruption 3 disable	
SM54	Input interruption 4 disable	
SM55	Input interruption 5 disable	
SM56	Input interruption 6 disable	
SM57	Input interruption 7 disable	
SM58	Input interruption 8 disable	
SM59	Input interruption 9 disable	
SM60	Input interruption 10 disable	
SM61	Input interruption 11 disable	

MANUAL TECNICO

SISTEMA AUTOMÁTICO DE ENVASADO VOLUMETRICO

FEBRERO 2019

INDICE

INDICE	2
1. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL MANUAL	4
1.1 Objetivos	4
1.2 Alcance	4
2. DESCRIPCION DE BASE DE DATOS	4
2.1 PLCXC3-14RT-E	4
2.1.1 Especificaciones técnicas PLCXC3-14RT-E	4
2.1.2 Especificaciones generales	5
2.1.3 Especificaciones de funciones	5
2.1.4 Dimensión	7
2.2 Variador de Velocidad IG5A LS	7
2.2.1 Especificaciones Variador de Velocidad IG5A LS	7
2.2.2 Especificaciones generales	8
2.2.3 Especificaciones de funciones	8
2.2.4 Dimensiones	9
3. LISTADO DE MATERIALES	10
4. DIAGRAMAS	10
4.1 Diseño de conexiones entre relés y los bornes	10
4.2 Diseño de conexiones entradas aPLC	11
4.3 Diseño de conexiones salidas a PLC	11

5. MONTAJE DEL DISPOSITIVO	12
5.1 Construcción sistema de envasado volumétrico	12
5.2 Construcción tablero de control	14
6. PROGRAMACION PLCXC3-14RT-E	16
7. GUIA DE MANTENIMIENTO	19
8. GUIA DE SOLUCION DE PROBLEMAS	20
8.1 No enciende el sistema	20
8.2 vasos no reciben producto	20
8.3 Sistema de sellado no funciona	20
8.4 Sistema de corte no funciona	20
9. SOPORTE TECNICO	20

1. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL MANUAL

1.1 Objetivos

- Realizar una descripción técnica de los elementos y dispositivos utilizados en el dispositivo.
- Facilitar al técnico el conocimiento necesario para solventar errores y posibles fallas en el dispositivo.
- Proporcionar diagramas esquemáticos y eléctricos para facilitar la localización de fallas.

1.2 Alcance

El presente manual esta realizado con el fin de que el técnico a cargo del dispositivo pueda realizar reparaciones en la parte del hardware del dispositivo.

2. DESCRIPCIÓN DE BASE DE DATOS

2.1 PLCXC3-14RT-E

2.1.1 Especificaciones técnicas PLCXC3-14RT-E

- 8 entradas NPN, 6 salidas de relé (R) o salidas de transistor (T) o salida mixta de relé y transistor (RT)
- Fuente de alimentación AC220V (E) o DC24V (C)
- La CPU puede ampliar diez módulos de expansión y tres tarjetas BD
- Soporte RTC, apagador de apagado
- Soporte de control lógico básico y operación de datos
- La velocidad de procesamiento mayor que la del PLC común.

- Admite recuento de alta velocidad, salida de pulso, interrupción externa, bloque de función de lenguaje C, interruptor libre para puntos de E / S, comunicación de protocolo libre y comunicación MODBUS.

2.1.2 Especificaciones generales

Artículos	Presupuesto
Voltaje de aislamiento	Por encima de DC 500V 2MΩ
Anti-ruido	Voltaje de ruido 1000Vp-p 1us pulso por 1 minuto
Atmósfera	Sin gas corrosivo e inflamable
Temperatura ambiente	0 °C ~ 60 °C
Humedad ambiental	5% ~ 95% (sin condensación)
COM1	RS-232, para conectar la computadora superior, HMI para programar o depurar.
COM2	RS-232 / RS-485, para conectar instrumentos inteligentes o inversores.
Instalación	Use tornillos M3 o DIN para reparar
Toma de tierra	El tercer tipo de conexión a tierra (no a tierra con un sistema de alimentación fuerte)

2.1.3 Especificaciones funcionales

Artículos	Presupuesto
Modo de ejecución del programa	Modo de escaneo en bucle
Modo de programa	Instrucciones y escalera
Velocidad de procesamiento	0.05us
Apagar el retentivo	FlashROM y Li-batería

Capacidad del programa de los usuarios		256 KB		
Puntos de E / S	E / S total	Dieciséis	32	60
	Entrada	8 X0 ~ X7	18 X0 ~ X21	36 X0 ~ X43
	Salida	8 Y0 ~ Y7	14 Y0 ~ Y15	24 Y0 ~ Y27
Bobinas internas (X)		X0 ~ X2027 (1048)		
Bobinas internas (Y)		Y0 ~ Y1037 (1048)		
Bobinas internas (M, HM)		11008	M0 ~ M7999 【HM0 ~ HM959】	
			Para uso especial SM0 ~ SM2047	
Procedimiento (S)		1153	S0 ~ S1023 【HS0 ~ HS128】	
Temporizador (T)	puntos	640	T0 ~ T575 【HT0 ~ HT95】	
	Especulación.	Temporizador de 100mS: establece el tiempo 0.1 ~ 3276.7seg.		
		Temporizador de 10mS: establece un tiempo de 0.01 ~ 327.67seg.		
		Temporizador de 1mS: establece el tiempo 0.001 ~ 32.767seg.		
Contador (C)	puntos	672	C0 ~ C575 【HC0 ~ HC95】	
	Especulación.	Contador de 16 bits: valor establecido K0 ~ 32,767		
		Contador de 32 bits: valor establecido - 2147483648 ~ + 2147483647		
Registro de datos (D)		11048words	D0 ~ D7999 【HD0 ~ HD999】	
			Para uso especial SD0 ~ SD2047	
Registro de FlashROM (FD)		8144 palabras	FD0 ~ FD6143	
			Para uso especial SFD0 ~ SFD1999	

Capacidad de eliminación de alta velocidad	Contador de alta velocidad, salida de pulso, interrupción externa
Protección de contraseña	6 bits ASCII
Función de autodiagnóstico	Encienda la autocomprobación, controle el temporizador, revise la gramática

2.1.4 Dimensión (Unidad: mm)

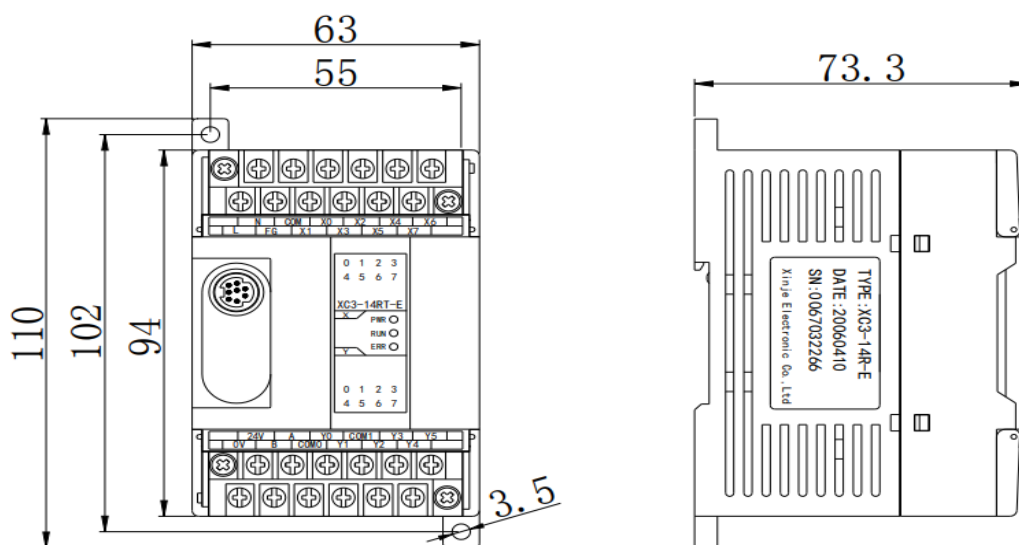


Imagen 1: PLCXC3-14RT-E

2.2 VARIADOR DE VELOCIDAD IG5A LS

2.2.1 Especificaciones técnicas VARIADOR DE VELOCIDAD IG5A LS

- El puerto EtherNet/IP™ incorporado facilita la configuración, el control y la recolección de datos del variador
- mediante la red. (Variadores PowerFlex 525 solamente)
- La tarjeta opcional EtherNet/IP de doble puerto compatible con topologías de anillo a nivel de dispositivos
- (DLR), proporciona conectividad tolerante a fallos para optimizar la disponibilidad del variador.

- Las comunicaciones integrales RS485/DSI permiten usar los variadores en una configuración de red con
- derivaciones múltiples.
- Las tarjetas de comunicación opcionales, tales como DeviceNet™ y PROFIBUS DP™ pueden mejorar el
- rendimiento de la máquina.
- La creación de archivo EDS en línea con RSNetWorx™ facilita la configuración en una red.

2.2.2 Especificaciones generales

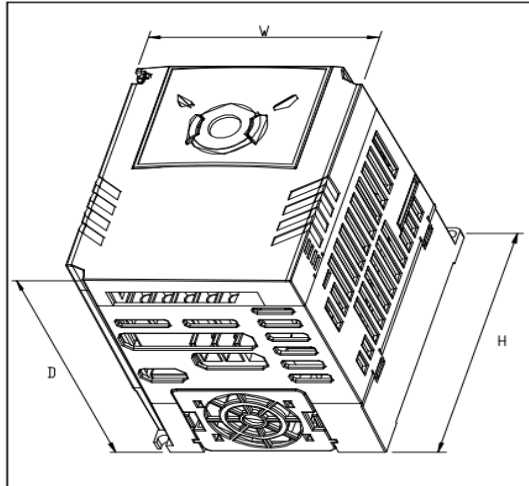
Monitor	Modelo	Kelly LCD
	Usando la vida	Hasta 20000, temperatura ambiente operación 25,24 horas
	Área de visualización	192 * 64
	Brillo	Puede ser ajustado por potenciómetro
	Idioma	Chino simplificado / Inglés
	Personaje	Chino: 16 * 16 32 * 3 Inglés: 8 * 16 16 * 32
	Pulsación de tecla	20
Memoria	Pantalla	64KBFlashROM
	Datos	1KBSRAM
Interfaz	Descargar Puerto	RS232
	Puerto COM	RS485 / RS232

2.2.3 Especificaciones de funciones

T/M	Terminal Descripción	Sección de cables en [mm ²]		Tornillo	Par [Nm]	Especificaciones
		Unifilar	Trenzado			
P1~P8	Entradas multifunción T/M 1-8	1.0	1.5	M2.6	0.4	
CM	Borne Común	1.0	1.5	M2.6	0.4	
VR	Alimentación para potenciómetro externo	1.0	1.5	M2.6	0.4	Tensión de salida: 12V Corriente Máx. salida: 100mA Potenciómetro: 1 ~ 5k ohms
V1	Borne de entrada analógica	1.0	1.5	M2.6	0.4	Máx. tensión de entrada: -12V ~ +12V
I	Borne de entrada por corriente	1.0	1.5	M2.6	0.4	Entrada 0 ~ 20mA Resistencia interna: 500 ohms
AM	Borne de salida de tensión analógica multifunción	1.0	1.5	M2.6	0.4	Tensión Máx. de salida: 11[V] Corriente Max salida: 100mA
MO	Colector abierto multifunción de salida	1.0	1.5	M2.6	0.4	Corriente Max DC 26V, 100mA
MG	Borne común para alimentación externa	1.0	1.5	M2.6	0.4	
24	Alimentación externa 24V	1.0	1.5	M2.6	0.4	Corriente Max : 100mA
3A	Rele multifunción contacto A	1.0	1.5	M2.6	0.4	Max. AC 250V, 1A
3B	Rele multifunción contacto B	1.0	1.5	M2.6	0.4	Max. DC 30V, 1A
3C	Común Rele multifunción	1.0	1.5	M2.6	0.4	

2.2.4 Dimensión (unidad: mm)

SV008IG5A-1
SV015iG5A-2 / SV015iG5A-4



Variador	[kW]	W [mm]	W1 [mm]	H [mm]	H1 [mm]	D [mm]	Φ	A [mm]	B [mm]	[Kg]
SV004IG5A-2	0.4	70	65.5	128	119	130	4.0	4.5	4.0	0.76
SV008IG5A-2	0.75	70	65.5	128	119	130	4.0	4.5	4.0	0.77
SV015iG5A-2	1.5	100	95.5	128	120	130	4.5	4.5	4.5	1.12
SV022iG5A-2	2.2	140	132	128	120.5	155	4.5	4.5	4.5	1.84
SV037iG5A-2	3.7	140	132	128	120.5	155	4.5	4.5	4.5	1.89
SV040iG5A-2	4.0	140	132	128	120.5	155	4.5	4.5	4.5	1.89
SV055iG5A-2	5.5	180	170	220	210	170	4.5	5.0	4.5	3.66
SV075iG5A-2	7.5	180	170	220	210	170	4.5	5.0	4.5	3.66
SV110iG5A-2	11.0	235	219	320	304	189.5	7.0	8.0	7.0	9.00
SV150iG5A-2	15.0	235	219	320	304	189.5	7.0	8.0	7.0	9.00
SV185iG5A-2	18.5	260	240	410	392	208.5	10.0	10.0	10.0	13.3
SV220iG5A-2	22.0	260	240	410	392	208.5	10.0	10.0	10.0	13.3
SV004IG5A-4	0.4	70	65.5	128	119	130	4.0	4.5	4.0	0.76
SV008IG5A-4	0.75	70	65.5	128	119	130	4.0	4.5	4.0	0.77
SV015iG5A-4	1.5	100	95.5	128	120	130	4.5	4.5	4.5	1.12
SV022iG5A-4	2.2	140	132	128	120.5	155	4.5	4.5	4.5	1.84
SV037iG5A-4	3.7	140	132	128	120.5	155	4.5	4.5	4.5	1.89

Imagen 2: Variador de Velocidad IG5A

3. LISTADO DE MATERIALES

- Plc Xinje XD3
- Variador de Velocidad IG5A
- Controlador de Temperatura
- Motor de ¾ hp
- Celda de carga 5Kg
- Sensor inductivo 20mm NPN
- Sensores de temperatura
- Transformador 18A
- Fuente DC 5A – 24V

4. DIAGRAMAS

4.1 Diseño de conexiones entre los relés y los vibradores

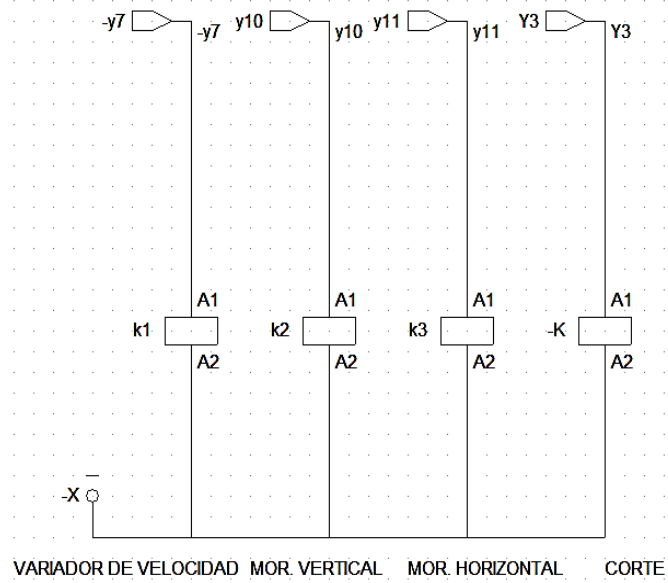


Imagen 3: Diseño de conexiones entre los relés

4.2 Diseño de conexiones entradas PLC

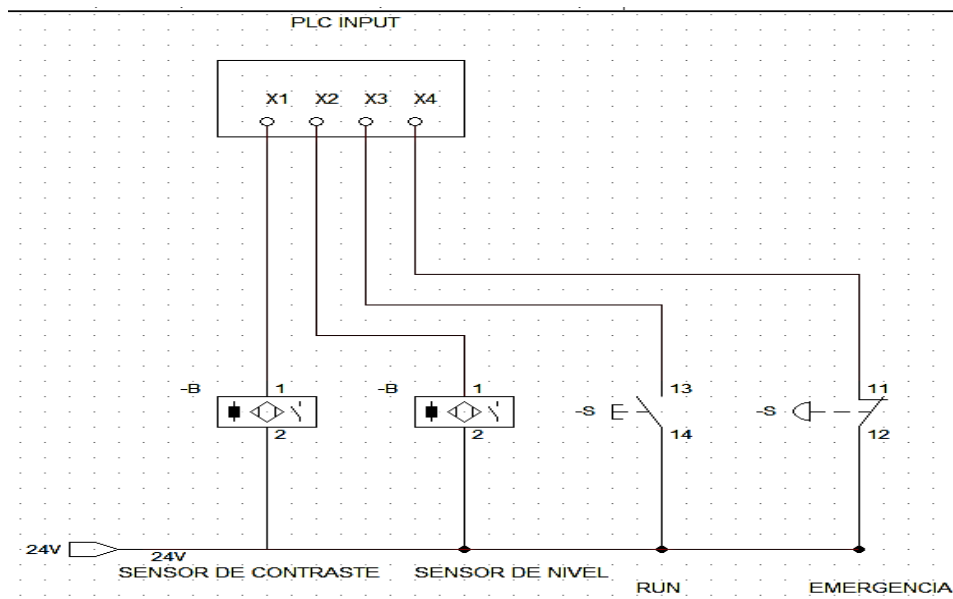


Imagen 4: Diseño de conexiones entradas PLC

4.3 Diseño de conexiones de salidas a PLC

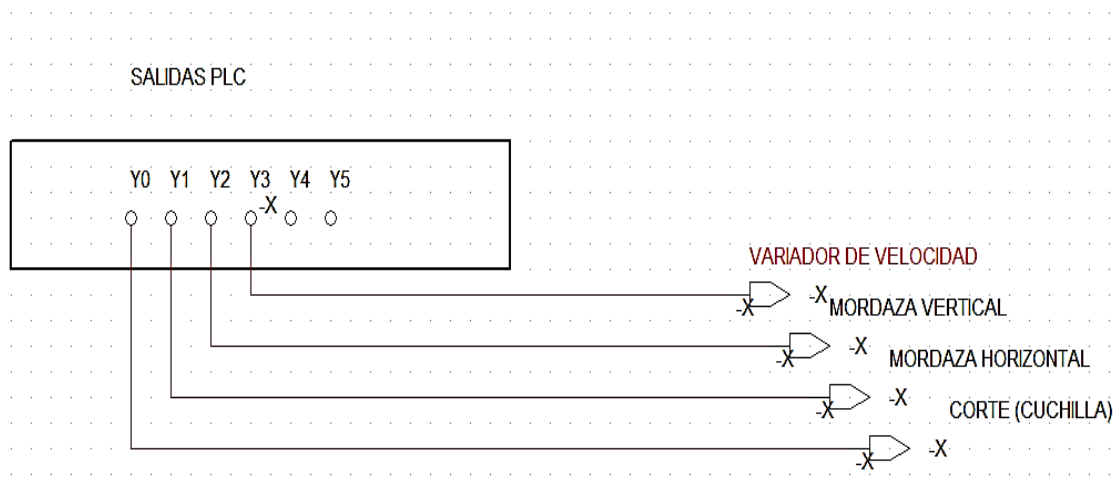


Imagen 5: Diseño de conexiones de salidas a PLC

5. MONTAJE DEL DISPOSITIVO

5.1 Construcción Envasado volumetrico

Para la construcción de la estructura del multicabezal se cuenta con los siguientes componentes:

- 1 tolva principal capacidad 1 quintal.
- 2 Controlador de temperatura.
- 1 variador de velocidad.
- 2 sensores de temperatura.
- 2 sensores inductivos.
- 1 motor de $\frac{3}{4}$ de hp.
- 2 resortes.

La estructura consta de 4 tovas, la tolva principal en la parte superior que cumple con la función de alimentar a las balanzas de pesaje, las siguientes dos

tolvas montadas en cada balanza las cuales reciben el producto destinado a ser pesado y para finalizar una cuarta tolva que recibe el producto después de ser pesado para su posterior empaquetado.



Imagen 6: Conjunto de Tolvas de Alimentacion

Una vez montado las tolvas se procede a colocar los multivibradores en su posición correspondiente. Los Multivibradores magnéticos están ubicados justo por debajo de las primeras tres tolvas para provocar un movimiento vibratorio que afectará al producto con el que se esté trabajando y llevándolo a través del sistema.



Imagen 7: Posición controladores de temperatura

Tomando en cuenta los otros elementos que conforman el Multicabezal de pesaje (sensores y servomotores), lo siguiente es la construcción de la estructura

de las balanzas (cabezales) las cuales están conformada por las tolvas de +/- 200g de capacidad.

Cada uno de los cabezales tiene un sistema de detección de apertura y cierre de una compuerta para despachar el producto una vez pesado, este incorpora topes metálicos los mismos que son detectados por un sensor inductivo el cual debe ser acoplado en la estructura del cabezal.

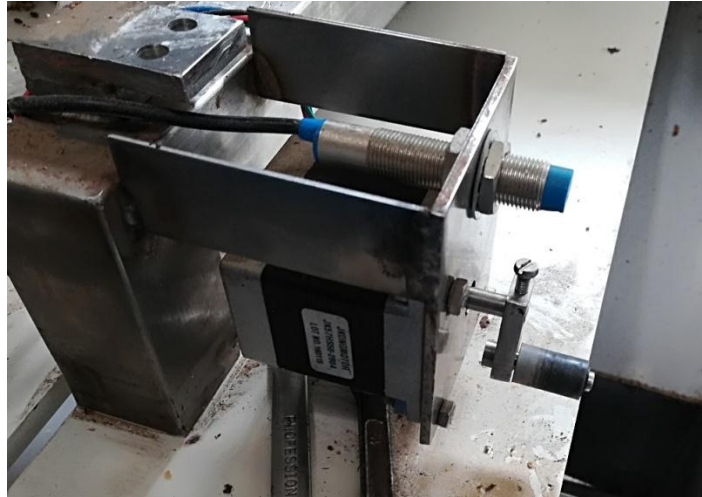


Imagen 8: Sistema de apertura y dosificación de producto

5.2 Construcción Tablero de Control

Para la construcción del tablero de control se dispuso de una caja metálica, donde se consideraron montar los siguientes componentes: un PLCXC3-14RT-E, variador de velocidad, controladores de temperatura para las mordazas horizontal y vertical, un motor de $\frac{3}{4}$ de hp, una fuente de Alimentación de 24v y un grupo de acondicionamiento electrónico que consiste en: relés, breakers y selectores.

A continuación se procede al montaje de varias piezas dentro del tablero de control: la fuente de 24v, el PLCXC3-14RT-E , variador de velocidad, controladores de temperatura, relés y breakers de protección controlando que se deje un espacio prudencial entre cada uno de estos dispositivos, con el fin de permitir se coloquen canaletas para el paso ordenado de los cables de conexión.



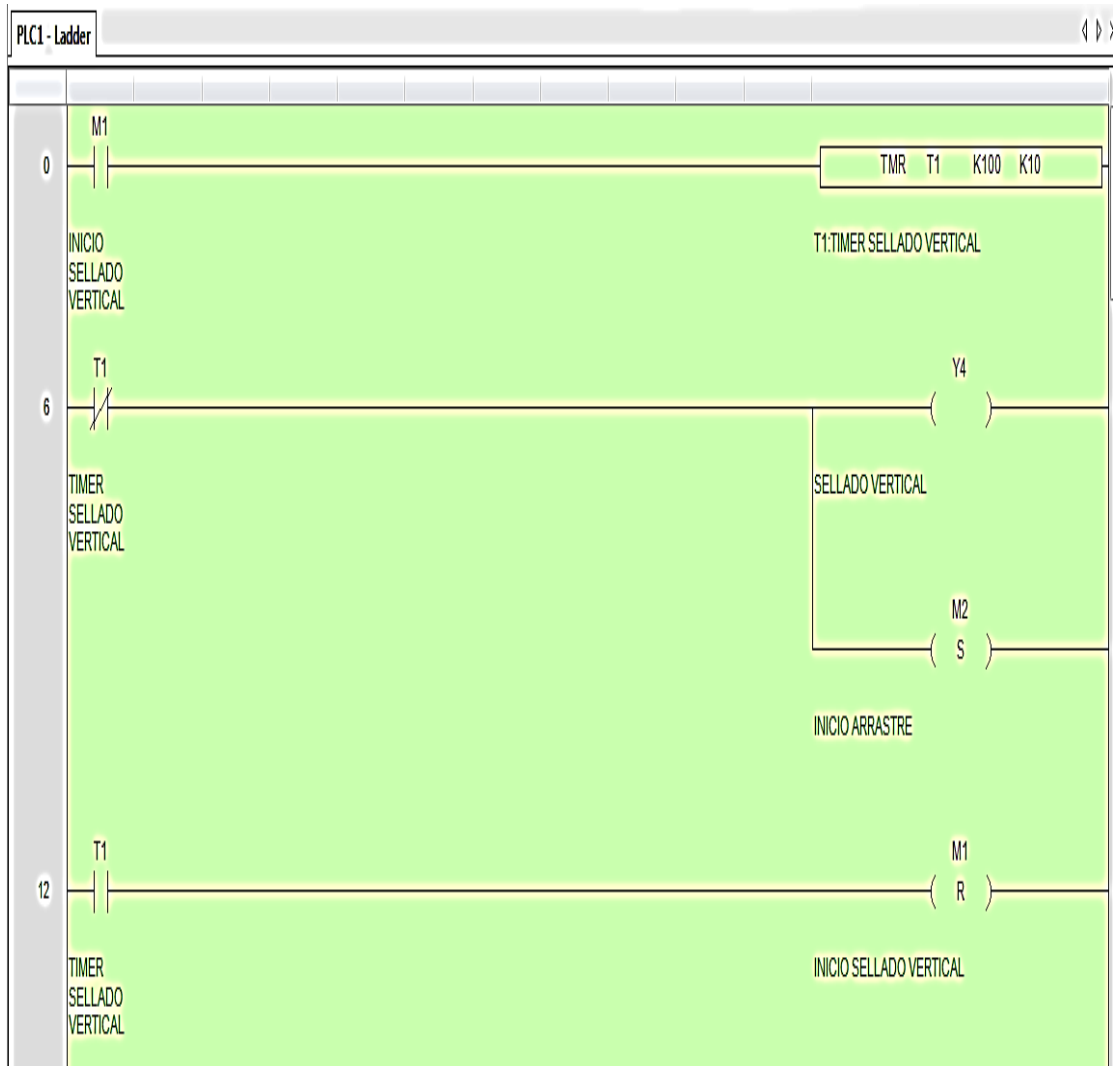
Imagen 9: Parte Exterior del Tablero



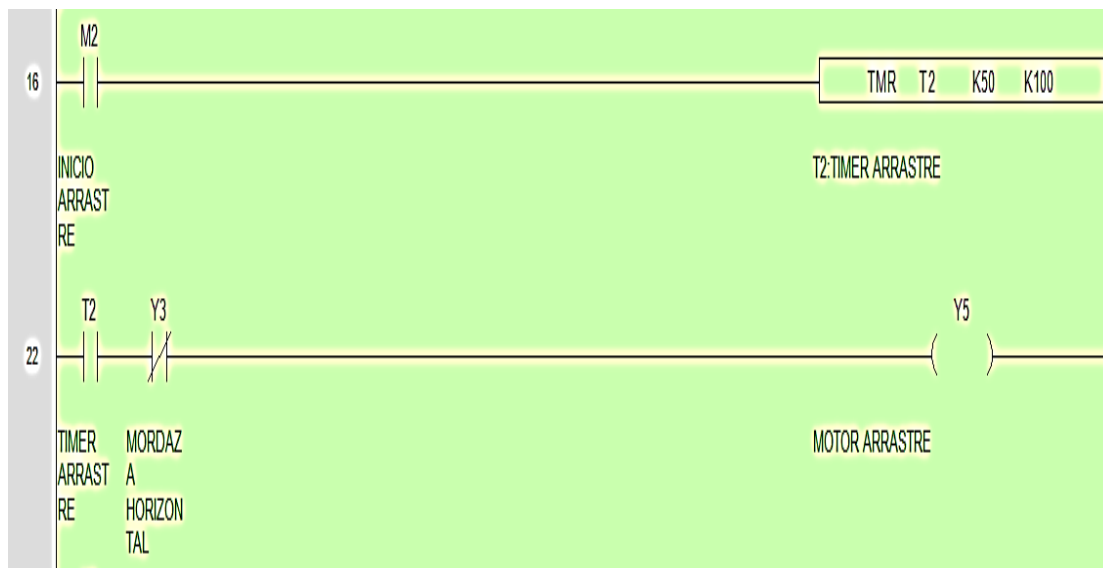
Imagen 10: Parte Interior del Tablero

6. PROGRAMACION PLCXC3-14RT-E

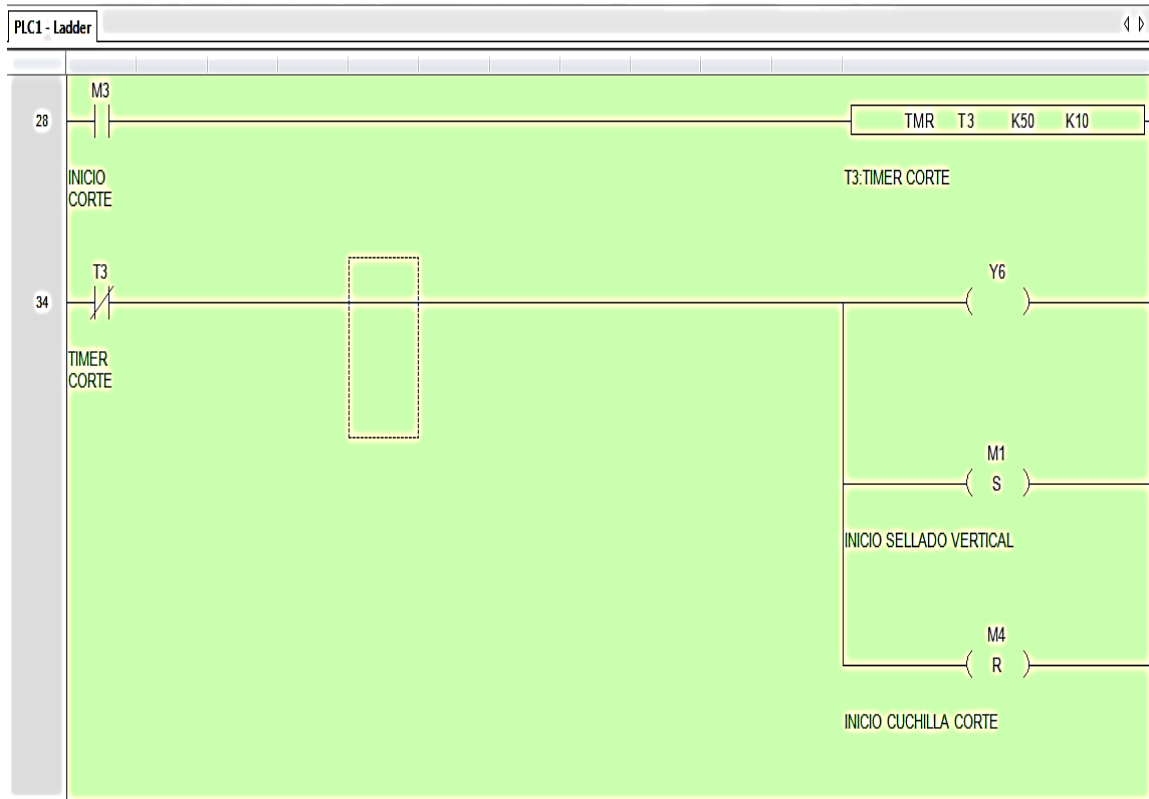
La primera etapa de programación está relacionada con sistema de sellado y timer (programacion de tiempo de sellado)



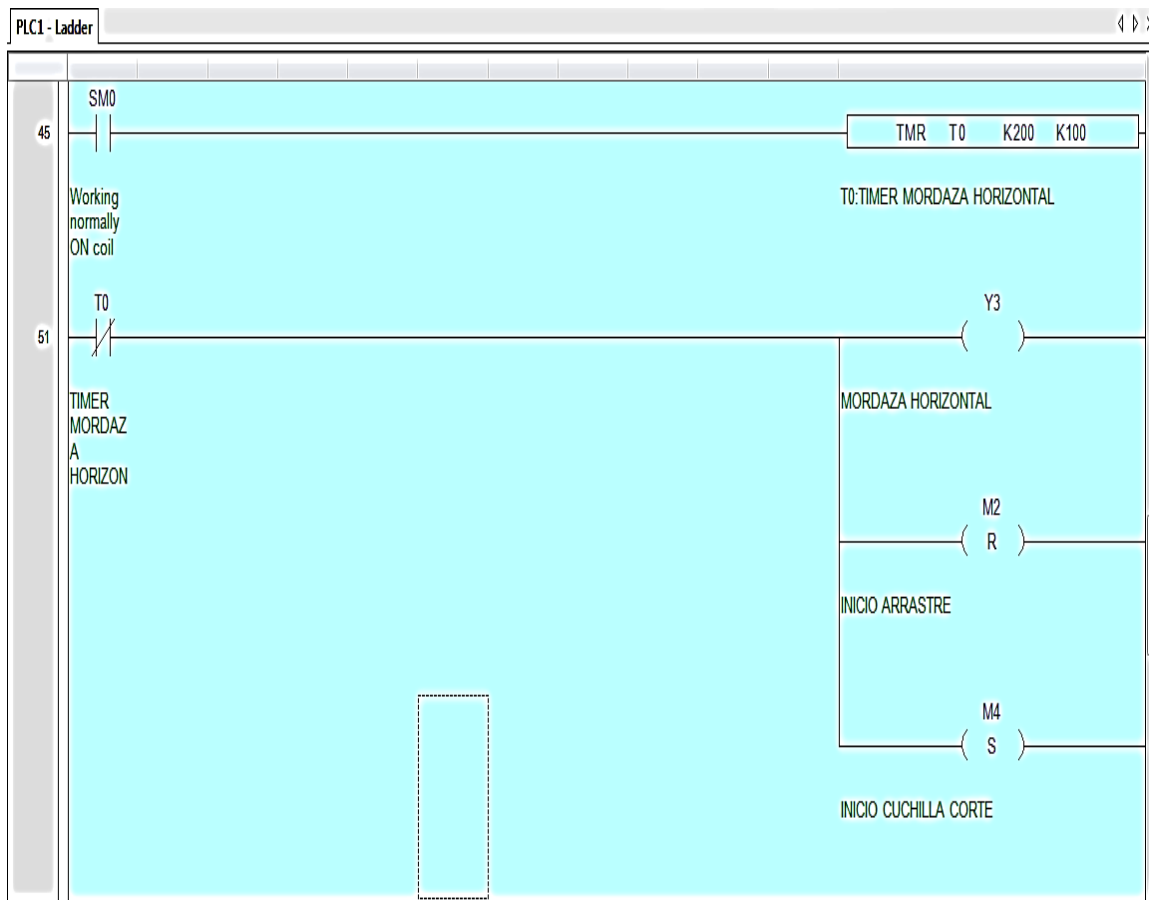
La segunda etapa de programación es la configuración para arrastre de funda

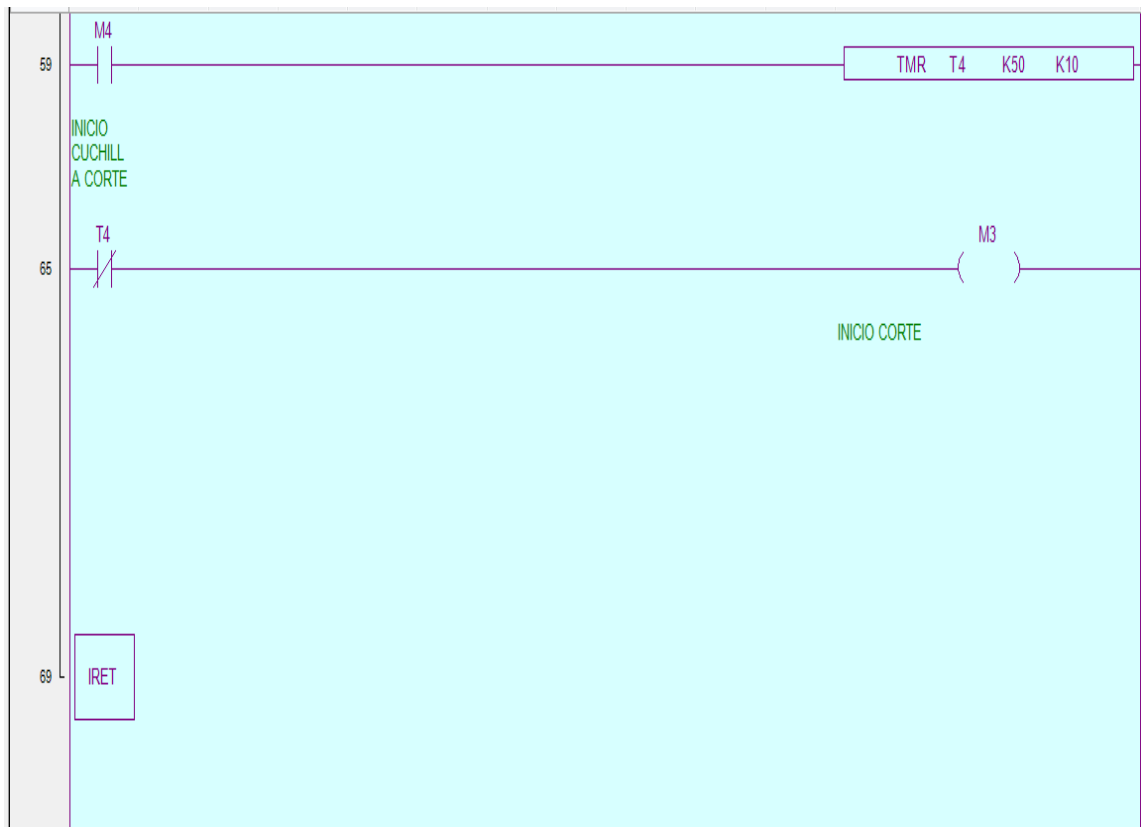


La tercera etapa de programación es la configuración para el sistema de corte



Inicio de a rraastre con mordazas horizontales





7. GUÍA DE MANTENIMIENTO

- a. Inspección de las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo ya sea en funcionamiento o en almacenamiento. Los aspectos que se recomienda evaluar son: Humedad, exposición a vibraciones mecánicas, presencia de polvo, seguridad de la instalación y temperatura.
- b. Limpieza integral externa: Eliminar cualquier vestigio de suciedad, desechos, polvo, moho, hongos, etc., en las partes externas que componen al equipo, mediante los métodos adecuados según corresponda. Esto podría incluir: Limpieza de superficie externa utilizando limpiador de superficies líquido, limpiador de superficies, etc.
- c. Inspección externa del equipo: Revisión del aspecto físico general del equipo y sus componentes, para detectar posibles impactos físicos, maltratos, cualquier otro daño físico.
- d. Limpieza integral interna: Eliminar cualquier vestigio de suciedad, desechos, polvo, moho, hongos, etc., en las partes internas que

componen al equipo, mediante los métodos adecuados según corresponda.

- e. Inspección interna: Examinar atentamente las partes internas del equipo y sus componentes, para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, vibración, sobrecalentamiento, sobrecalentamiento, roturas, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas o a tomar alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo.
- f. Pruebas funcionales completas: Además de las pruebas de funcionamiento realizadas en otras partes de la rutina, es importante poner en funcionamiento el equipo en conjunto con el operador, en todos los modos de funcionamiento que éste posea, lo cual además de detectar posibles fallas en el equipo, promueve una mejor comunicación entre el técnico y el operador.
- g. Revisión de seguridad eléctrica: La realización de esta prueba, dependerá del grado de protección que se espera del equipo en cuestión, según las normas establecidas por cada equipo y las especificadas por sus fabricantes.

8. GUÍA DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

8.1 No enciende el sistema

- Verificar alimentación principal.
- Revisar estado de los fusibles y breakers.
- Verificar estado de botón paro de emergencia.

8.2 Tolvas no reciben producto

- Revisar estado de vasos volumétricos.
- Verificar control de variador de velocidad.

- Observar si existen obstrucciones.

8.3 Sistema de sellado no funciona

- Verificar estado de sensor de temperatura.
- Verificar estado de control e temperatura.
- Observar si existen obstrucciones.

8.4 Sistema de corte no funciona

- Verificar si la cuchilla no se atasca.
- Revisar que el set point sea el deseado.
- Revisar las aberturas de las mordazas no obstruyan a las cuchillas.

9. SOPORTE TÉCNICO

Para mayor información o soporte técnico contáctenos a:

Guamán Guamán Pablo Andrés

Email: pablo628254 @gmail.com

Cel: 0996568375

MANUAL DE USUARIO

SISTEMA AUTOMATICO DE ENVASADO VOLUMETRICO

FEBRERO 2019

INDICE

INDICE	2
10. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD	3
1.1 Encendido de dispositivo	3
1.2 Uso correcto	3
1.2 Personal autorizado	3
1.4 Función	3
11. INTRODUCCION	4
2.1 Descripción del sistema automatizado de la envasadora	4
2.2 Dispositivo	4
2.3 Conexión de la alimentación	4
12. GUIA DE USO	6
3.1 Encendido	7
3.2 Selección del Set Point deseado	7
3.3 Alimentación de la Tolva Principal	7
3.4 Transporte del producto a las vasos dosificadores	7
3.5 vasos volumétricos y llenado del producto	7
3.6 Paro de Emergencia	7
13. SOLUCION DE PROBLEMAS MAS COMUNES	8
14. SOPORTE TECNICO	8

1. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD.

1.1 Encendido del dispositivo

El sistema automático está conectado a la alimentación suministrada por la red eléctrica de 220v, para su encendido inicial es necesario verificar el estado de breakers y contactores propios del lugar donde se encuentra instalada. Una vez garantizada la alimentación principal se debe accionar el selector on/off ubicado en el tablero de control y de esta manera el sistema quedara encendido y listo para el uso del operador.

1.2 Uso correcto

El dispositivo funciona de manera automática simplemente se debe proporcionar el producto con el cual se va a trabajar, configurar parámetros de funcionamiento deseados y poner en marcha el proceso. Se recomienda la supervisión continua de un operador en el caso de que la maquina requiera algún tipo de asistencia o una posible para de emergencia.

1.3 Personal Autorizado

Todas las operaciones descritas en este manual de instrucciones pueden ser realizadas solamente por personal capacitado, autorizados por el operador del equipo. Durante los trabajos en y con el instrumento siempre es necesario el uso del equipo de protección necesario.

1.4 Función

Este manual de instrucciones ofrece la información necesaria para la puesta en marcha y de manera segura del dispositivo, por lo cual es necesario leerlo antes de realizar cualquier tipo de trabajo.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Descripción del sistema automatizado de la envasadora

Esta máquina cumple con la función de realizar el pesaje de diversos tipos de snacks para su posterior empaclado. Para cumplir con su función el dispositivo consta de una tolva principal en la cual se introduce el producto con el que se desea trabajar y este es transportado a diversas balanzas que se llenan hasta el valor de peso deseado, una vez hecho, las balanzas liberan el producto con el peso ideal para dar paso al proceso de empaclado en una siguiente máquina. Para la operación del multicabezal, este cuenta con un tablero de control para la interacción de la maquina con el operador.

2.2 Dispositivo

A continuación, podemos observar al multicabezal y las partes que lo constituyen.



Imagen 1: Multicabezal De Pesaje Automático



Imagen 2: Tablero de Control del Multicabezal

2.3 Conexión de la Alimentación

El multicabezal se conecta a la alimentación suministrada por la red eléctrica de 220v la cual es suministrada por el establecimiento en el que se encuentra. Internamente cuenta con una fuente de alimentación que es utilizada para el encendido de la parte electrónica. Adicionalmente cuenta con dispositivos de protección para evitar daños por descargas eléctricas o fallas en la red de suministro eléctrico.



Imagen 3: Tablero de alimentación 220v



Imagen 4: Conexión

3. GUÍA DE USO

Para el funcionamiento del sistema del Multicabezal de pesaje se deben establecer los parámetros respectivos según lo establecido en la Figura. Debido a que el proceso es automatizado se debe tomar en cuenta aspectos previos a su puesta en marcha.

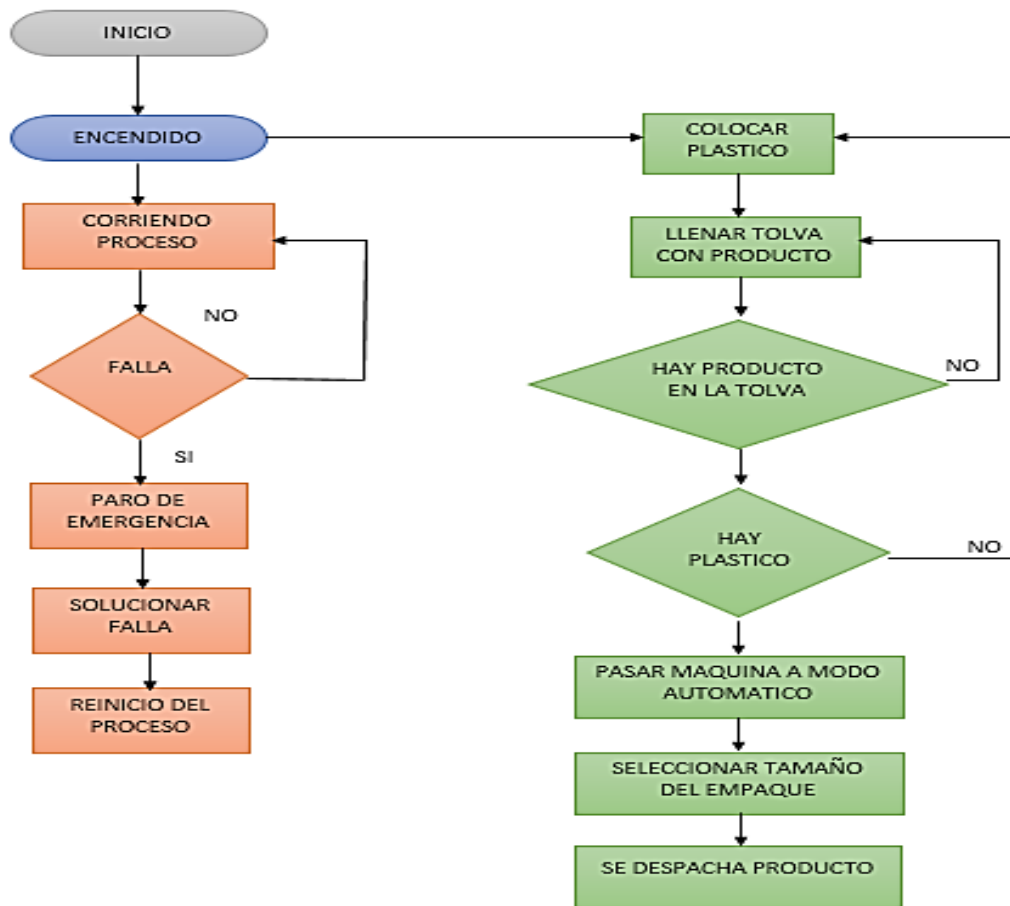


Imagen 4: Diagrama de flujo funcionamiento

3.1 Encendido: El sistema está conectado en su totalidad al tablero de control, es ahí donde llegan las conexiones eléctricas de todas sus etapas haciendo su encendido más sencillo, ya que solo es cuestión de accionar el selector.

3.2 Selección del Set Point Deseado: Una vez que se haya encendido el sistema podremos observar que la interface HMI se enciende para poder seleccionar las distintas instrucciones que la maquina debe seguir.

3.3 Alimentación de la Tolva Principal: Ahora que el sistema está listo para trabajar se procede a la alimentación de la tolva principal la cual se encarga de recibir todo y producto y transportarlo hacia las balanzas ya calibradas.

3.4 Transporte de Producto a los Vasos Volumetricos: El proceso se lo realiza de forma automatizada, después de que la tolva principal esté cargada se presiona la tecla de inicio. Al iniciar el proceso los multivibradores se activan con el fin de

transportar el producto pasando desde la tolva principal a las tolvas de cada uno de las balanzas.

3.5 Dosificación en los Vasos Volumetricos: El proceso de llenado de las balanzas continúa gracias al trabajo de los multivibradores que están surtiendo el producto en estas, una vez que estas alcanzan el peso previamente seteado el cual no debe superar los 200g, se detienen los vibradores para evitar pesos fantasmas que puedan interferir y el sistema procede a activar el mecanismo de apertura y cierre de las compuertas de cada balanza respetando tiempos programados para este fin. Finalmente, el producto es despachado del sistema y pasa a un siguiente proceso gobernado por otra máquina.

3.6 Paro de Emergencia: Si en algún momento del proceso se presenta algún tipo de inconveniente que ponga en riesgo la seguridad de los operadores o vaya en contra del funcionamiento normal de la maquinaria y se necesite detener totalmente su movimiento se debe presionar el botón rojo ubicado en el tablero de control.

4. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS MÁS COMUNES

- 4.1** En caso del mal funcionamiento del sistema revisar si existen residuos de producto en las balanzas o tolvas que impidan el correcto funcionamiento del sistema.
- 4.2** Revisar que el botón de pánico no se encuentre activado ya que este detiene cualquier movimiento de la máquina e impide su operación.
- 4.3** Verificar que los seteos de las balanzas sean los deseados ya que generaría pesos no deseados al final del proceso.

5. SOPORTE TÉCNICO

Para mayor información o soporte técnico contáctenos a:

Guamán Guamán Pablo Andrés

Email: pablo628254@gmail.com

Cel: 0996568375

