

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

REINGENIERIA DE MAQUINA ENVASADORA DE CHOCOLATES

Informe técnico de residencias profesionales

Para obtener el título de
Ingeniero en Mecatrónica

Con la especialidad: Automatización de
procesos

Presenta:

Israel Piste Ortiz

Matricula:

201820918

Asesor:

Dr. León Loa Pelcastre

Coacalco de Berriozábal, Mayo/ 2024

RESUMEN

En ese documento se abarcará el proyecto de reingeniería de una máquina envasadora de chocolates para la empresa Nutresa SA de CV fábrica chocolatera ubicada en el estado de México Tlalnepantla de baz. En este proyecto entré como practicante en el área de mantenimiento.

El proyecto se centra en mejorar el proceso de envasado de chocolates de forma de balón el cual se realiza prestando otras máquinas destinadas otro tipo de chocolate y de forma manual por los empleados, esta máquina se destinará a tener una mayor producción y facilitar el trabajo del trabajador.

Por lo cual se tomó una máquina envasadora fuera de funcionamiento y se ha adaptado todos sus componentes eléctricos, hidráulicos y mecánicos. Por lo cual este proyecto necesitó la colaboración de mecánicos, eléctricos y metodólogos dentro de la empresa. Armando el cableado eléctrico, colocando riel DIN, canaleta eléctrica y conectando las entradas y salidas de control i diseñando sus respectivos dibujos de los diagramas eléctricos de las conexiones en la máquina.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ÍNDICE.....	2
Capítulo I. Generalidades del proyecto	3
INTRODUCCIÓN.....	4
Descripción de la empresa	5
Descripción del área de trabajo	5
Planteamiento del problema	5
OBJETIVOS.....	7
JUSTIFICACIÓN.....	8
Capítulo II. Marco Teórico	9
Antecedentes de la investigación	10
Bases teóricas	10
Bases conceptuales.....	14
Capítulo III. Desarrolló.....	23
Reingeniería de la máquina de envasado de chocolates.....	24
Desarrollo del armado del tablero eléctrico.....	39
Capítulo IV. Resultados.....	53
CONCLUSIONES	60
Competencias desarrolladas	61
Bibliografía	62
Carta autorización	63



Capítulo I. Generalidades del proyecto

INTRODUCCIÓN

Dentro de "Nutresa S.A de C.V", se llevó a cabo un proyecto de reingeniería de una máquina envasadora de chocolates, en el cual se participó en el área de mantenimiento como eléctrico. El objetivo fue mejorar el proceso de envasado de chocolate en presentación de monedas y balones de chocolates, que actualmente se realiza de forma manual en la línea de producción, aprovechando los conocimientos adquiridos en materias como electricidad, control y automatización dentro de la carrera de ingeniería mecatrónica permitió abordar la problemática del envasado manual de chocolates y buscar mejoras en la consistencia, velocidad y calidad del proceso para delegar el trabajo repetitivo del envase a una máquina.

En colaboración con grupo de especialistas del área de mantenimiento eléctricos, mecánicos y metrólogos, se propuso implementar una reingeniería a una maquina envasadora automática para embolsar los chocolates de moneda y balón. Esta solución busca reducir la variabilidad de pesos en el envasado, mejorar la velocidad del proceso del producto final y obtener mayor volumen de producción del producto.

En cuanto al método empleado en el trabajo, se enfocó principalmente en la parte eléctrica y de control de la máquina. Se realizaron tareas como el cableado de fuerza y control, instalación y adecuación de la caja eléctrica, instalación de relés, sensores, servicio al motor y conexión al PLC. Estas acciones se llevaron a cabo con el objetivo de lograr un nuevo funcionamiento de la maquina acondicionándola la nueva tarea de la envasadora automática.

La distribución de tareas se realizó de manera efectiva durante el periodo de dos meses en que se desarrolló este proyecto. Armandó el gabinete eléctrico, así como instalar los relés, bornas, sensores y actuadores como motores. Durante todo el proceso, contó con la asistencia constante de compañeros de trabajo, así como de un compañero metrólogo, quien se enfocó en la programación del control de la maquina administrando el PLC y HMI de la máquina.

Descripción de la empresa

Nutresa Sa de CV localizada en el estado de México centro industrial Tlanepantla, fabrica chocolatera de bizcochos confitados, de giro Industrial del Sector privado. Se dedica a la producción y distribución de chocolates, cremas de sabor chocolate y barquillos de galleta.

Descripción del área de trabajo

Se realizaron la realización de las residencias en el área de mantenimiento, donde se trabajó en el catálogo de del almacén de pinturas, refrigerantes, grasas y aceite para poder realizar sus tarjetas de emergencia y tener control de estas sustancias. El segundo mes se entró al taller de mantenimiento apoyando a los eléctricos y metrólogos del departamento en sus tareas para aprender el desarrollo de estas.

Planteamiento del problema

Ubicación del contexto.

En la situación actual se lleva a cabo el envasado en botes tipo vitrolero (ver figura 1) de chocolates de moneda y balón en presentaciones de 1Kg y 789gr, los empleados realizan la tarea repetitiva del llenado de 1 por 1 de estos envases, este método presenta algunas limitaciones y desafíos principalmente la consistencia, el pesaje del producto y en cuestiones de seguridad el ingreso de agentes externos al envase, así como la dependencia a la velocidad y el trabajo repetitivo que debe de realizar el trabajador el cual a veces genera atascos ineficiencias en el proceso.



Figura 1 Envase tipo vitrolero de producto balón de chocolate

Propuesta y necesidad de implantación.

Con el objetivo de superar los desafíos mencionados, se propuso la idea de implementar una maquina especializada para el envase de la presentación de estos dulces, donde se presentaron las propuestas de solicitar un equipo ensamblado por contratistas externos y una reingeniería a una envasadora automática de chocolates que la compañía tenía en des uso, se decidió por restaurar y adaptar la máquina para embolar monedas y balones de chocolate. La incorporación de esta máquina automatizada reducirá la variabilidad en el envasado, mejorará la velocidad del proceso y consistencia del producto. La envasadora se equipará de equipo nuevo con un sistema de control, el cual permitirá controlar y regular de manera precisa los parámetros del envasado, como la cantidad de chocolate y la velocidad de embolsado.

Consecuencias de no aplicarse la propuesta.

Mantener la dependencia de la habilidad manual de los empleados en el envasado. Tener que desplazar personal de otras áreas productivas para llevar a cabo la tarea del envasado a la creciente demanda de este producto, contratar nuevas plazas para esta única tarea desaprovechando áreas de oportunidad

Ingreso de materiales ajenos a el producto de fuentes externas, que el tema de seguridad es algo importante dentro de la industria de alimentos, mas estos productos que por sus figuras son dirigidos a los niños.

Esto podría resultar en una variabilidad en la consistencia y calidad del producto final, así como en una posible disminución en la eficiencia del proceso.

OBJETIVOS

Objetivo general

Rediseñar una máquina de embolsado para chocolates usando nuevas tecnologías, diseñando, comunicando los elementos eléctricos de la máquina dentro de su cuadro eléctrico.

Objetivos específicos

- Identificar los puntos de mejora de un proceso industrial.
- Conocer las etapas y procesos para la aplicación de una reingeniería.
- Optimizar la automatización y control, instalando medios como PLC para llevar un control de los sistemas.
- Agilizar el proceso de mantenimiento, dibujando esquemas eléctricos que detallen cada conexión de sensores y actuadores

JUSTIFICACIÓN

Utilizar las competencias de electrónica y el control son áreas fundamentales de la ingeniería mecatrónica. La oportunidad de trabajar en la parte del armado eléctrico de esta máquina envasadora me ha permitido aplicar los conocimientos adquiridos las materias y aprender aún más mi comprensión sobre estos temas. Además, me ha brindado la oportunidad de desarrollar habilidades prácticas al trabajar con componentes y sistemas en un entorno industrial.

Implementar del diseño de la comunicación eléctrica radica en garantizar el funcionamiento adecuado de cada componente conectado dentro del sistema de la máquina. Esto implica diseñar los esquemas y seleccionar los componentes eléctricos necesarios, como motores, relés, sensores y actuadores, para asegurar un rendimiento óptimo.

La reingeniería también representa un escenario idóneo para aprender a trabajar en equipo, ya que el practicante se involucra con otros especialistas como métrólogos y posiblemente ingenieros electrónicos o eléctricos. Colaborar con profesionales de distintas áreas potencia la capacidad de resolver problemas de manera multidisciplinaria. Además, el proyecto brinda la oportunidad de familiarizarse con normativas industriales, estándares de calidad y procedimientos de seguridad aplicables en la industria, aspectos que son fundamentales para asegurar un diseño y funcionamiento adecuados de la máquina envasadora.



Capítulo II. Marco Teórico

Antecedentes de la investigación

Dentro de Nutresa ya existen máquinas designadas para el envasado de chocolates las cuales se utilizan para empaquetar barras De chocolate, pero se ha visto en la línea reproducción de monedas y balones de chocolate una oportunidad para mejorar el proceso anterior que se tenía de llenado de envases a mano para acondicionar una máquina que realice el proceso.

Por lo tanto, este proyecto de reingeniería se propone abordar esta brecha y desarrollar mejoras específicas en una máquina envasadora de chocolates. Se buscará optimizar el proceso de envasado, Trabajando en su cableado y armado eléctrico para reacondicionar su funcionamiento asegurando una mejor producción. Además, se le implementaran nuevas tecnologías para su control para mejorar el rendimiento, como lo es un PLC y HMI

Bases teóricas

Mecatrónica

Es la disciplina que combina los conocimientos y principios de la ingeniería mecánica, electrónica e informática Para diseñar y desarrollar sistemas mecatrónicos, Combina conocimientos teóricos y prácticos en el ámbito de desarrollo tecnológico en los sectores industriales, en aptitudes de diseño, simulación de procesos y equipos mecatrónicos.

Sistemas Mecatrónicos

Es la unión de los sistemas electrónicos y mecánico, integra ambas disciplinas enfocándose al diseño de máquinas complejas, ofreciendo soluciones rápidas, confiables baratas y flexibles, analizando el comportamiento de sistemas y sistemas de control.

Electrónica

Aplica los comportamientos de diversos sistemas físicos basados en la conducción y el flujo de electrones, para utilizar dispositivos electrónicos en sistemas de control, electrónica de potencia, telecomunicaciones, procesamiento de información y distribución de energía eléctrica, es el estudio básico para el estudio y desarrollo de la tecnología que tenga como uso la manipulación de un flujo eléctrico para una tarea específica

Automatización

La automatización dentro del campo de la ingeniería mecatrónica es la competencia para la implementación de sistemas y dispositivos tecnológicos que permitan realizar una tarea de manera autónoma, sin la necesidad de la intervención humana dentro de un proceso de manufactura, pero esta no sólo busca desplazar el factor humano, dentro de las competencias del Tecnológico debe de ser más la creación de una herramienta que facilite la realización de tareas repetitivas o de un alto riesgo. Mejorando velocidades de producción y creando mayor seguridad a la hora de reducir el estrés, fatiga y accidentes que puedan ocurrir

“Es usar tecnología que integre un proceso de control a través de dispositivos capaces de tomar decisiones e interactuar con otros, basándose en un programa establecido por el integrador para el manejo de algunas variables” (*“Metodología para realizar una automatización utilizando PLC - ITSON”*) José Guadalupe Castro Lugo

Reingeniería

Rediseño de los procesos dentro de una máquina para obtener una mejora mayor ante el rendimiento anterior que se tenía en la línea de proceso que ofrecía la máquina anteriormente.

Controladores

Sensores y actuadores

Son los medios para que un sistema reciba una señal de control, esta señal es son recibidas en información de variables físicas que en su mayoría no son eléctricas, siendo temperatura, presión, nivel, fuerza, posición, velocidad etc. “Son todo dispositivo que tiene algún parámetro que es función del valor de una determinada variable física en el medio que está situado” *Introducción a la automatización industrial Capítulo 2* (Alberto Brunete, 2020)

La información proporcionada por los sensores es esencial para la toma de decisiones y la regulación del sistema. Permite monitorear y evaluar constantemente el estado de los componentes y procesos. Los actuadores son nuestros medios para manipular o modificar lo que ocurre dentro de un sistema de control, se encargan de convertir las señales eléctricas en otros tipos de señales o señales eléctricas de mayor potencia. Los actuadores también constituyen la interfaz entre las señales de control del dispositivo se distinguen en 3 tipos eléctricos, neumáticos y hidráulicos. (ver la Figura 2 de actuadores eléctricos, neumáticos e hidráulicos)



Figura 2 Ejemplos de actuadores eléctricos, neumáticos y hidráulicos.

Control de procesos

“El control de procesos implica el monitoreo y la regulación de variables y parámetros relevantes para asegurar que el proceso se desarrolle de acuerdo con los objetivos establecidos”. Se utilizarán técnicas de control de procesos para asegurar un envasado adecuado de los chocolates, controlando variables como la velocidad de actuación de las mordazas, cuchillas y la cantidad de chocolates por envase por uso de una tolva

En el caso se usará un control en “Lazo cerrado” (*ver figura 3 ejemplo de un diagrama de lazo cerrado*) siendo un proceso de poca intervención donde una serie de mordazas cortan las bolsas llenas de producto, siendo el operario el que puede controlar la velocidad, temperatura de operación de la maquina



Figura 3 Diagrama de lazo cerrado

NOM 186 SSAI/SCFI-2013

“Establece las especificaciones sanitarias y comerciales que debe cumplir el cacao, el chocolate, los productos similares y los derivados del cacao”. *SEGOB* 17/02/2014 [*DOF - Diario Oficial de la Federación*](#)

Los productos objeto de esta Norma se deben envasar en recipientes elaborados con materiales inocuos y resistentes por lo que el material adecuado y estandarizado. Para el envase del chocolate en la maquina se utiliza el PEBD polietileno de baja densidad, el cual permite ser termoformado a la hora de ser cortada por las mordazas calentadas por las resistencias haciendo un sello hermético.

Bases conceptuales

Programador Lógico Programable (PLC)

PLC es un dispositivo o sistema utilizado en automatización industrial para controlar y supervisar procesos. Funciona mediante la programación de lógica de control basada en entradas y salidas digitales en lenguaje de escalera, un programa que a sido estandarizado dentro de la industria, para este proyecto se implementó un PLC Siemens 1215c visto en la *figura 4*.



Figura 4 PLC Siemens 1215c

Interfaz Humano Maquina (HMI)

Es el proceso de conectar a las personas con equipos industriales a través de programas que ofrezcan un medio visual sobre esta, el cual es programado a la medida y necesidades para actuar como un panel de control de la máquina, desplegando a los operarios o supervisores gráficas visuales que aporten información del proceso o estado de la máquina, botones digitales que puedan dar control de las acciones de la máquina como lo haría un botón físico (ver figura 5 de ejemplos de pantallas HMI SIMATIC).



Figura 5 Pantallas HMI Siemens

Alarmas

Son una función que notifica al operador o supervisor sobre eventos que se susciten en el proceso de funcionamiento de una máquina dentro del HMI, estas alarmas se configuran cuando se cumple una cierta condición en este caso un nivel de temperatura alto, presión de aire fuera de los límites, una apertura en un sensor, o una falla dentro de la programación de la misma máquina que resulte en un mal funcionamiento, por eso estas alarmas se configuran para ofrecer una solución fácil y se puede tomar una medida rápida para evitar más pérdidas de tiempos o daños.

Sensor inductivo

Detectan la presencia de cualquier objeto de un material conductor sin necesidad de un contacto físico, este sensor posee una bobina que genera un campo magnético sobre conductores o semiconductores, dependiendo de la inductancia midiéndose por su longitud número de espiras y la permeabilidad su amplitud de oscilación generando un pulso el eléctrico leíble por nuestro controlador. (Ver figura 6 Diagrama de un sensor inductiva donde se observa el campo magnético que produce la bobina, oscilador y amplificador de señal)

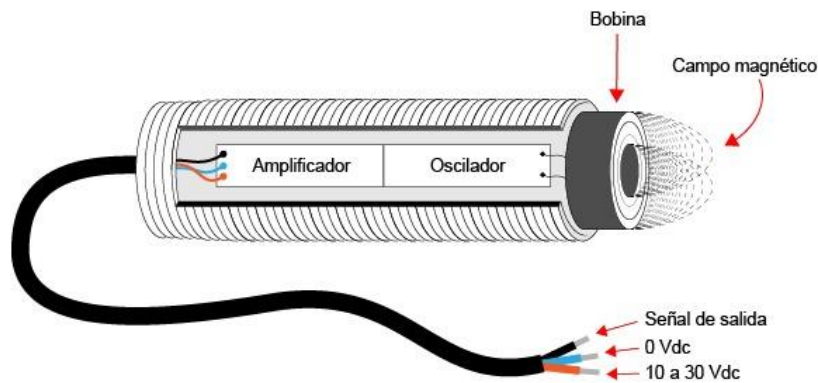


Figura 6 Diagrama de sensor inductivo

Termocuplas

Son un sensor aplicado para la medición de temperatura, consiste en un circuito de 2 cables de aleación metálica unidos a un extremo haciendo contacto con la sustancia o el material de la cual se quiere obtener una medición, cuando la temperatura cambia de frío caliente o viceversa se crea un cambio en el voltaje por lo cual nos genera una señal que puede ser leída. (ver figura 7 esquema de termocupla)

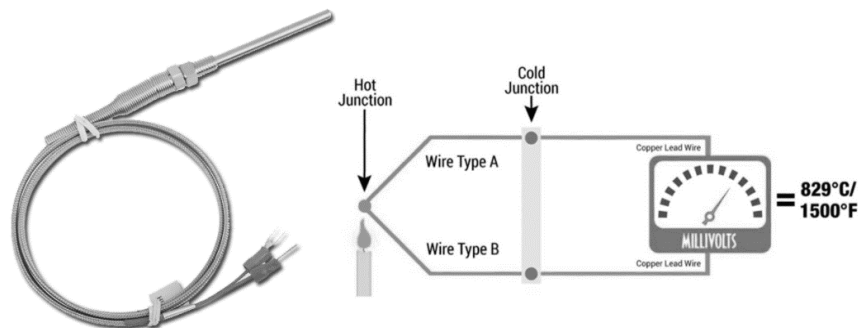


Figura 7 Termocupla / Termopar

Módulo de termopares Siemens SM1231 TC.

Módulo de control de termocuplas, con entradas lógicas que se conecta al PLC que permite leer la señal de voltaje producida por una termocupla, así como proveer de alimentación, teniendo como unidades de medición grados centígrados, grados fahrenheit, leyendo temperaturas de -20° a 70° sin margen de error. (ver figura 8 esquema de conexión de un TC al modulo Siemens SM1231)

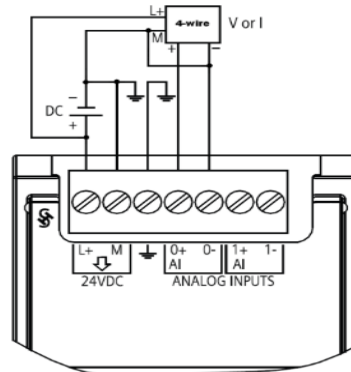


Figura 8 Diagrama SM1231

TiaPortal (Portal de automatización totalmente integrado)

Es una plataforma de programación de PLC y HMI de la marca siemens (ver figura 9 de interfaz de TiaPortal) ofrece una gama amplia de aplicaciones de automatización digitalizada integrando diferentes lenguajes de programación como el de escalera, este programa integra en su software los controladores lógicos programables, motores, periféricos, centralizados o descentralizados y control de movimiento utilizando la misma familia de controladores y actuadores de siemens.

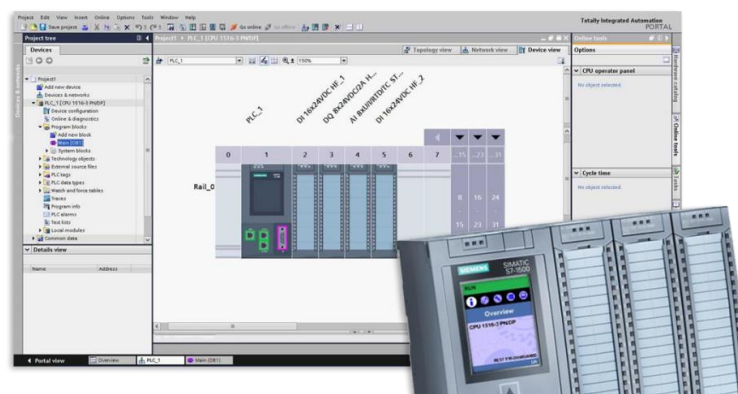


Figura 9 Programa TiaPortal

Relevador

Un relevador es un dispositivo electromecánico que permite controlar el flujo de corriente en un circuito eléctrico. Consiste en una bobina y un conjunto de contactos que se abren o cierran cuando se aplica una corriente a la bobina. Cuando la bobina se energiza, genera un campo magnético que atrae o repela los contactos, permitiendo o interrumpiendo el flujo de corriente en el circuito (Ver figura 10 de un relevador para instalación en riel DIN)

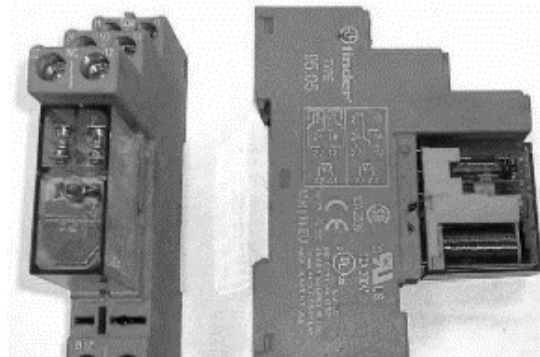


Figura 10 Relevador con base para riel din

Relevador de estado sólido (SSR)

“Conocido como SSR (Solid State Relay), es un dispositivo electrónico que realiza la misma función que un relevador electromecánico”. (Caparoman, 2017 ver figura 11 esquema de un SSR) A comparación de un relevador común no posee partes móviles. Utiliza componentes semiconductores, como tiristores o transistores, para controlar el flujo de corriente. Al no tener partes móviles, los SSR ofrecen ventajas como una mayor velocidad de conmutación, una vida útil más larga y una mayor resistencia a vibraciones y golpes una función indicada para máquinas de este tipo que estarán sometidas a vibraciones constantes por el movimiento que producen los golpes de los pistones.

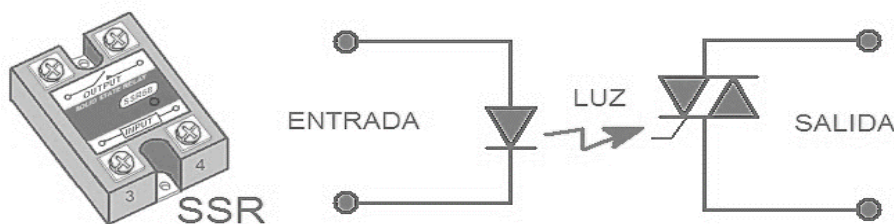


Figura 11 Relevador SSR (Caparoman, 2017)

Guardamotor

Se encarga de proteger equipos electrónicos de sobretensiones o sobre intensidades, usados como intermediado entre la alimentación y el motor, cuál consta de un interruptor magnetotérmico el cual otorga un disparo qué abre la entrada cuando entra una sobrecarga.

La otra parte está constituida por una lámina bimetálica representada en rojo (Ver figura 12 esquema eléctrico de guarda motor) que, al calentarse por encima de un determinado límite (sobre corriente de sobrecarga, pero inferior al cortocircuito), sufre una deformación y pasa a la posición señalada en línea de trazos lo que, mediante el correspondiente dispositivo mecánico, provoca la apertura del contacto.

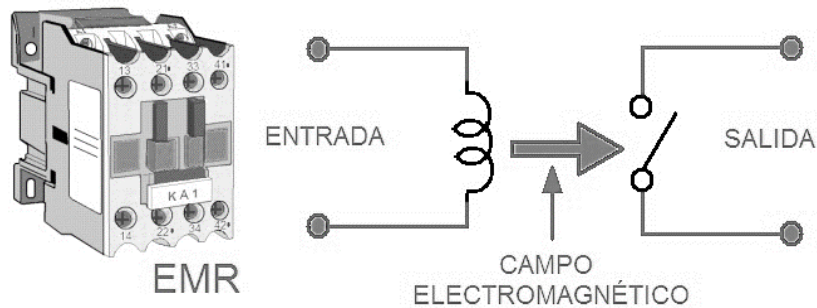


Figura 12 conexión guardamotor

Armarios y Cuadros de mando



Figura 13 Tablero eléctrico

Son los elementos de protección que alojan instalaciones eléctricas, elementos de maniobra, componentes que formen de un sistema electrónico, neumático o hidráulico, protegiéndolos de las condiciones ambientales del área de trabajo, así como proveer un espacio designado a los elementos de control que puede hacer de fácil acceso al personal designado a llevar sus operaciones y mantenimiento (*figura 13 tablero de control de alimentador de polvos con HMI integrado*).

Cable eléctrico

Dentro de una instalación eléctrica se coloca cable eléctrico el cual está diseñado para transportar energía eléctrica de un punto a otro, tienen diferentes configuraciones según sus aplicaciones, cambiando sus materiales de creación siendo desde transmisiones de alta tensión o baja tensión, comunicaciones.

Están compuestos por un conductor eléctrico que canaliza el flujo de energía, un aislante que protege el conductor, una capa de relleno que puede ser una malla y una cubierta que protege el conjunto cada uno de estos elementos varía dependiendo la especificación del cable (*Figura 14 tipos de cables, dúplex, trenzados unipolares, ETC*).

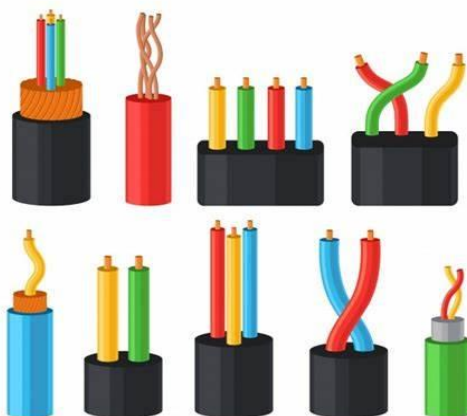


Figura 14 Tipos de cableados

Bornas

Es un conector que se coloca sobre rieles para asegurar la conexión entre cables eléctricos a otros componentes, se compone en una parte metálica permite la conexión del cable, un aislante que protege la conexión o falsos contactos y en ciertos casos una lámina que conecta a Tierra (*ver figura 15 de tipos de Bornas*). Su principal función es la de permitir una organización y desconexión de los componentes más fácilmente.



Figura 15 Bornas / Clemas

Resistencia cerámica

Estas resistencias están compuestas de cerámica que actúa como aislante térmico y eléctrico, se utilizan en sistemas de calefacción, equipos de soldadura, sistemas de iluminación entre otros. Sus características más importantes son que son resistentes a altas temperaturas y su recubrimiento cerámico le otorga una gran disipación de energía calorífica y eléctrica (*figura 16 Resistencias cerámicas de 2 polos*).



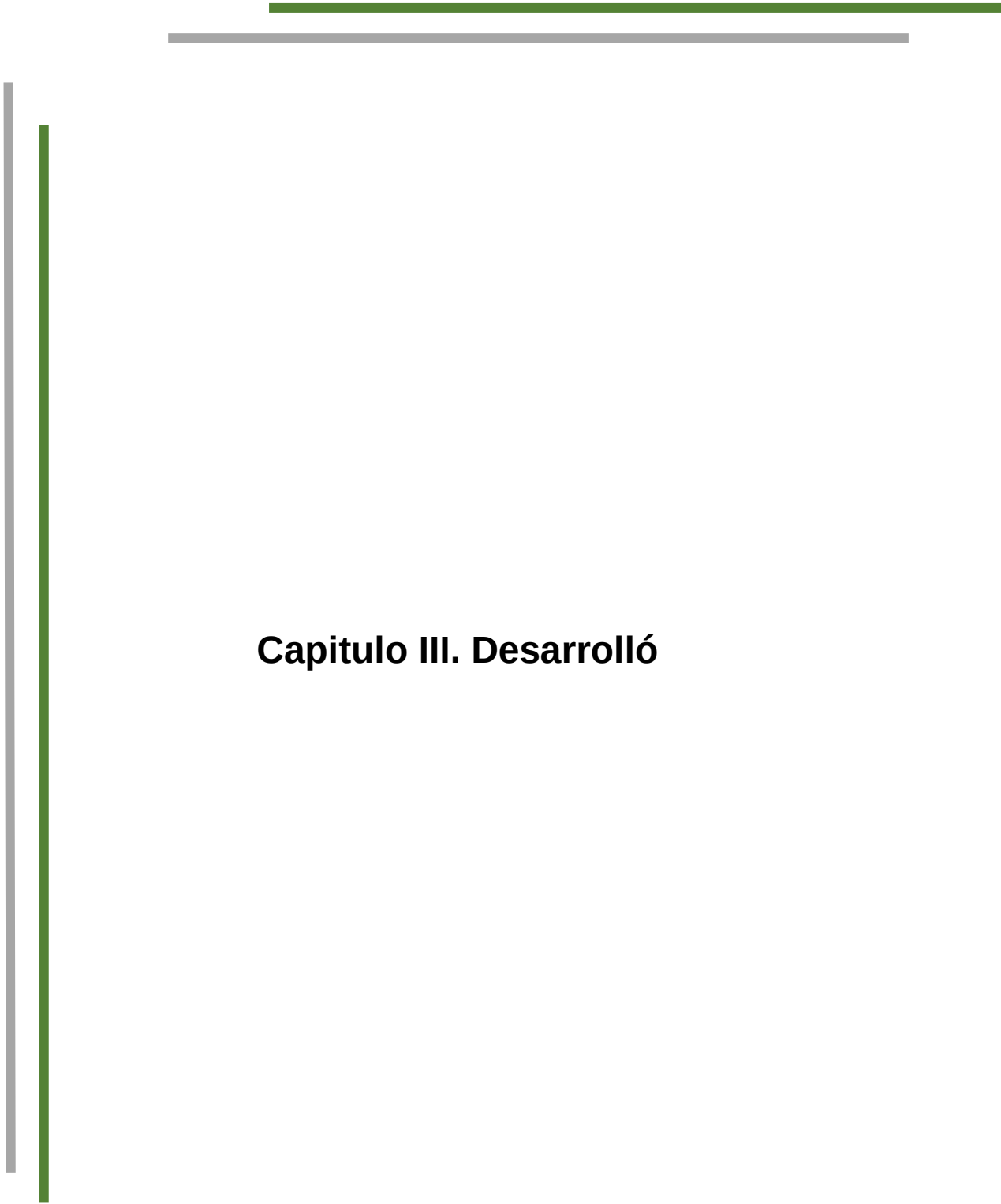
Figura 16 Resistencias cerámicas

Interruptores

Son los elementos que envían una señal de entrada al controlador lógico, son pulsadores que pueden ser normalmente abiertos o cerrados, en el mercado existen distintos tipos de pulsadores e interruptores siendo los más comunes el de tipo rasante, apagadores de emergencia y selectores *(en la figura 17 se pueden ver distintos tipos de botones para instalación en un tablero).*



Figura 17 Botoneras de Control



Capítulo III. Desarrollo

Reingeniería de la máquina de envasado de chocolates.

Para poder llevar a cabo la reingeniería de la máquina envasadora de chocolates es necesario abordar y estructurar todo el proceso que esta lleva para poder llegar a nuestro objetivo y conclusión que es en mejorar el proceso de producción dentro de la empresa NUTRESA, creando una herramienta más para los empleados de la línea de producción de chocolate de balón, cómo crear esquemas que permitan una lectura mejor de esta máquina.

Actualización tecnológica

A medida que la industria de los automatización y control avanza es necesario mantenerse actualizado y bajo el estándar que demandan las nuevas tendencias de mercado, tomar diseños ya funcionales aplicando una reingeniería vamos a aprovechar todas las ventajas que proporcionan los nuevos equipos de la fecha para estandarizar esta maquinaria a las necesidades del mercado de hoy.

La máquina llegó en un estado con gran deterioro en un estado dónde se tendrían que cambiar todos sus componentes que tenía en un principio, dando la oportunidad de ser adaptada a nuevos equipos a nuevos equipos de control eléctrico. La actualización tecnológica en el proyecto de reingeniería de la máquina envasadora de chocolates brinda mejoras significativas en eficiencia, calidad, seguridad y flexibilidad en el proceso de envasado. *(véase la figura 18 del estado inicial de la máquina-página 25)*

Los puntos de mejora que se aplicaron en el desarrollo de esta máquina son:

Mejora de la eficiencia: La actualización tecnológica permite implementar sistemas más avanzados de control y automatización, lo que optimiza los tiempos de ciclo, reduce el desperdicio y aumenta la productividad en el proceso de envasado de chocolates.

Mayor precisión y consistencia: La utilización de tecnología más avanzada, como sensores y controladores de última generación, permite un control más

preciso de los movimientos de los pistones y el motor, lo que se traduce en un envasado más consistente.

Flexibilidad y adaptabilidad: La actualización tecnológica proporciona una mayor flexibilidad en la programación y configuración de la máquina, permitiendo adaptarse de manera rápida y sencilla a diferentes tipos de chocolates o tamaños de envases, lo que amplía la versatilidad de la máquina.

Mayor seguridad: La incorporación de tecnologías de seguridad avanzadas, como sistemas de detección de aperturas de las puertas de seguridad o paradas de emergencia, mejora la seguridad tanto para los operadores como para la propia máquina, reduciendo el riesgo de accidentes laborales.

Monitoreo y análisis en tiempo real: La actualización tecnológica permite el monitoreo en tiempo real de todos los parámetros del proceso de envasado, lo que facilita el análisis de datos y la detección temprana de problemas o desviaciones en el funcionamiento de la máquina.



Figura 18 Estado inicial de la maquina

Búsqueda de mejoras en producción

La problemática y objetivos principales es poder aumentar las capacidades de producción Con los chocolates de balón y moneda, ofertando mayor volumen de estos productos en una presentación de envase. Las presentaciones que existen de estos productos son en empaques termo formados y se piensa ofertar un empaque de bolsa para diversificar el producto.

Formación del equipo de trabajo

El trabajo en nuevos proyectos que involucran la línea de operación requiere de distintas disciplinas para crear un dispositivo funcional, se formó un equipo que incluía trabajadores Dentro del área de mantenimiento como lo son de servicios, mecánicos, eléctricos y meteorólogos, tomando parte en sus áreas de dominio.

Diseño del sistema

Automatización del proceso de envasado

el método utilizado para el envase de chocolates de balón y moneda ser realizado por trabajadores y otras máquinas que se han prestado y adaptado para esa tarea. Para incrementar la producción se ha tomado la iniciativa de poner en funcionamiento otra línea para estos chocolates anteriormente mencionados.

La automatización se llevará a cabo de una programación por PLC sincronizando los movimientos de la máquina para poder trabajar a las órdenes que envíe el operador, a través de un dispositivo HMI pudiendo inspeccionar tareas como lo es la temperatura de una serie de mordazas, estas sellan el recipiente plástico donde es almacenado el producto, temperatura variable respecto al material con el que se trabaje, la velocidad de corte, dónde el operador ajusta la velocidad a la que trabaja la máquina y la cantidad de bolsas por minuto que puede generar.

Sistema de lazo cerrado

Para llevar a cabo la automatización dada una investigación del funcionamiento de la máquina tenemos 5 movimientos dentro del área de trabajo (ver figura 19 esquema de mordazas). Aquí buscaremos tener una retroalimentación para ajustar los movimientos de la máquina para que sigan la secuencia determinada evitando errores de salida como lo son, posicionamientos las mordazas, la temperatura, presión del aire y perturbaciones dentro de las variables

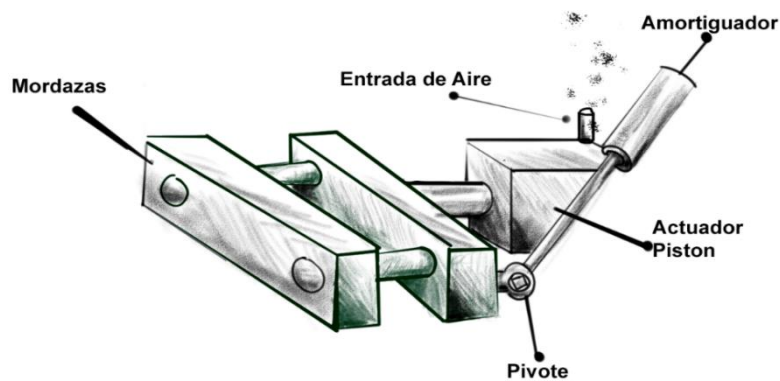


Figura 19 Esquema Accionamiento Mordazas

En la figura 20 podemos ver cómo el sistema actúa con una serie simple de movimientos, movimientos que nos generan una señal controlable. La mordaza siendo empujada por nuestro pistón el cual está regulado por una electroválvula la cual le permite el ingreso de aire, así como la expulsión de este, La transmisión de este movimiento se transforma en el movimiento que cortará las bolsas del producto, este corte nos da una medición sobre el rendimiento de la máquina para poder ser modificado a favor de lo que la situación necesite.

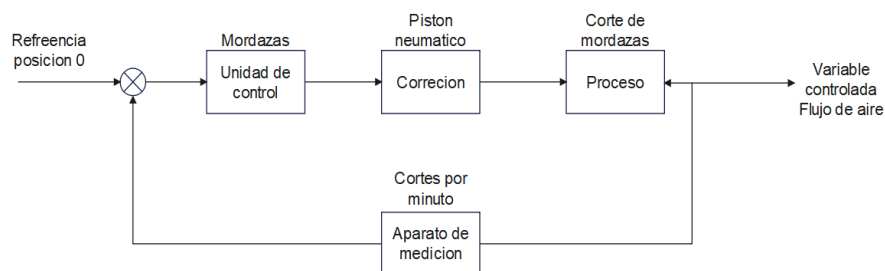


Figura 20 Sistema de control cerrado

Selección de componentes.

Dentro de todo proyecto se debe de realizar una selección exhaustiva sobre los elementos que se utilizarán durante el desarrollo de una máquina, en este caso esta selección la llevó a cabo el meteorólogo encargado del proyecto.

Los primeros requisitos que se deben de cumplir son identificar qué componentes se utilizarán de acuerdo con el control eléctrico que se desea de la máquina, rendimiento cantidad, número total de entradas y salidas requeridas entre otros sistemas más de control, véase el siguiente *inventario 1* de componentes para la elaboración del proyecto.

Componente	Cantidad
PLC Siemens 1215c	1pz
Modulo Siemens SM1232	1pz
HMI Simatic	1pz
Fuente de alimentación siemens 220v in 25v out	1Pz
Cable eléctrico CAL 12	10m
Cable eléctrico CAL 14	15m
Cable eléctrico CAL 18	15m
Interruptores termomagnéticos 220v	3pz
Interruptores termomagnéticos de 3 polos 220v	1pz
Selector de encendido y apagado	2pz
Botonera de paro de emergencia	1pz
Sensores inductivos	2pz

Swich magnético	1
Termocuplas 25v	3pz
Resistencias cerámicas 220v	3pz
Relevadores SSR	3pz
Relevador tipo clema	6pz
Variador de frecuencia WEG	1pz
Motor Siemens	1pz

Inventario 1 de piezas

Es fundamental mantener normalmente una estandarización entre los componentes utilizados, en el caso utilizando la familia de componentes siemens, no solo en el PLC y sus módulos, también integrando guardamotores, interruptores.

Implementación de sistemas de seguridad

Utilizando herramientas como lo son protecciones ante manipulaciones eléctricas, que se activen al instante como lo son interruptores termomagnéticos con una realimentación de una señal analógica hacia el PLC, en el HMI podemos visualizar alertas que indiquen al operador que hubo una falla en dicho componente, haciendo que el funcionamiento de la máquina sea más rápido cambiando dicho componente o cable que se nos indicó.

De las nuevas adiciones se encuentra un sistema de **puertas de seguridad** con switchs magnéticos que activan un **paro de emergencia** en la máquina cuando sus puertas se encuentran abiertas para evitar accidentes en la manipulación, limpieza o un descuido mientras se tiene contacto con la máquina (*figura 21 ejemplo de alarmas dentro del HMI*).

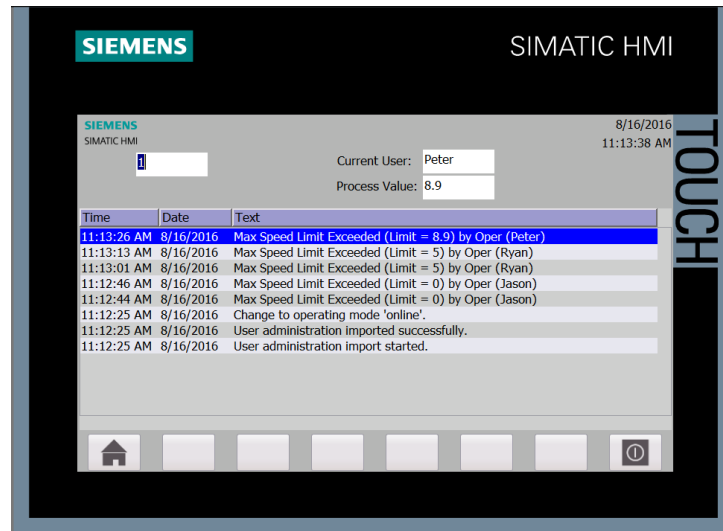


Figura 21 Alarmas HMI SIMATIC

Indicadores visuales como lo es una torreta que indica si la máquina se encuentra en paro o en funcionamiento, este elemento es funcional ya que la máquina se encontrará en una zona con mucho ruido y con la torreta se puede distinguir a la distancia si es que ésta se encuentra en funcionamiento (vea la figura 22 torreta de seguridad, indicando que la maquina está en paro / luz roja).



Figura 22 Torreta en funcionamiento - paro

Sistemas simples como **guardas** que alejen el contacto directo del personal con elementos expuestos que supongan un riesgo a su salud (vea la figura 23 protección de relés SSR), componentes en movimiento como cigüeñales, juegos de engranes y componentes de un riesgo eléctrico.

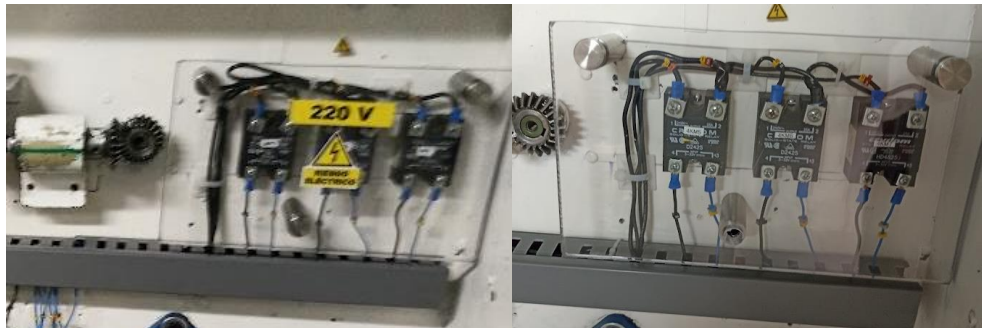


Figura 23 Guarda de Relés SSR

Señales de riesgo, normalmente son etiquetas colocadas en zonas donde la máquina realiza movimientos que pueden inferir a un aplastamiento, corte, atrapamiento, golpeado como en la figura 24 entre otras señales más que transmitan la idea al operador que se encuentra bajo un riesgo inminente.

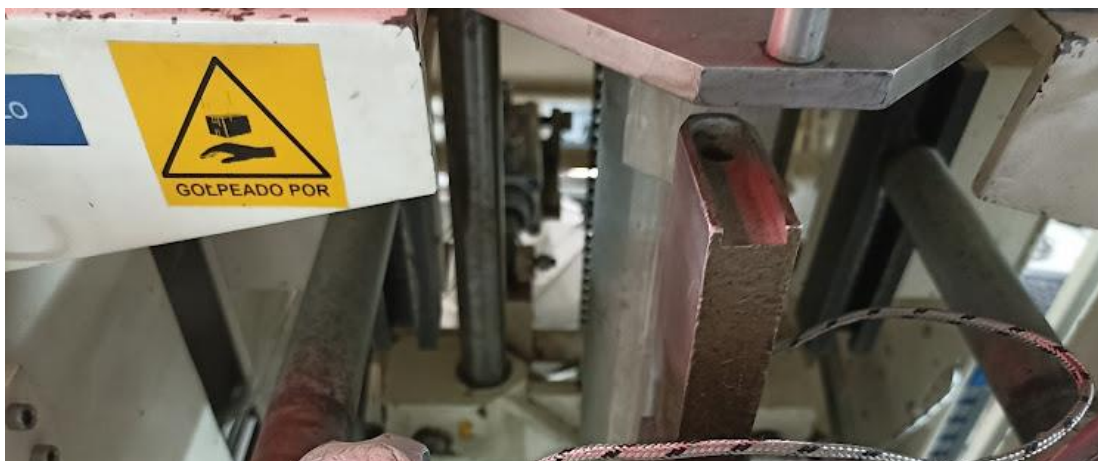


Figura 24 Zona de Mordaza Transversal

Control y automatización.

El control y automatización del proceso de envasado de chocolates se llevó a cabo o con el uso de un PLC siemens 1215c con las entradas necesarias para todos los elementos de control utilizando 9 de sus 10 entradas, 7 de sus 8 salidas. Teniendo un uso casi total y dejando espacio para futuras adiciones al dispositivo, por lo que se me instalaron también 2 módulos extras (véase el esquema de entradas del PLC 1215 en la figura 25 Pagina_32 y módulos instalados en el sistema en la figura 28 Pagina_33).

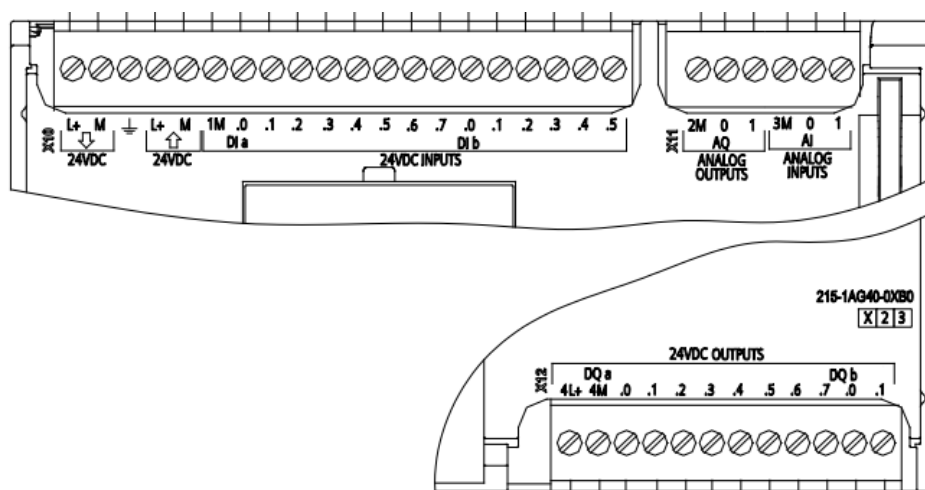


Figura 25 Esquema PLC 1215c

El módulo SM 1231 TC o Modulo de Señales de Termocuplas, se usó exclusivamente para el monitoreo de las señales de las termocuplas, ya que este modelo que proporciona siemens está especializado para el monitoreo de estos dispositivos, mire la figura 26 de su esquema, tomando rangos de escala entre el valor si es un decimal, pudiendo darnos así reporte de temperatura en grados sin necesidad de otros componentes externos. Este reporte de temperatura no lo arroja al HMI para que el operador tenga un mayor entendimiento sobre los valores que lee la máquina a la hora del trabajo.

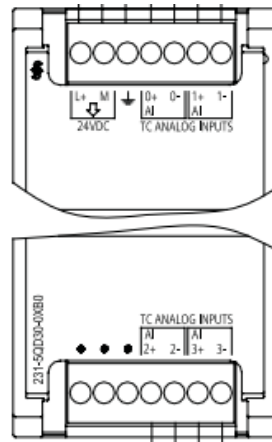


Figura 26 Esquema modulo 1231 TC

Modulo 1232 AQ vea la figura 27. Este módulo expande las entradas analógicas del PLC y permite seguir añadiendo elementos de control, en el caso su uso para conectar el variador de frecuencia y variar su señal para tener un control sobre el motor

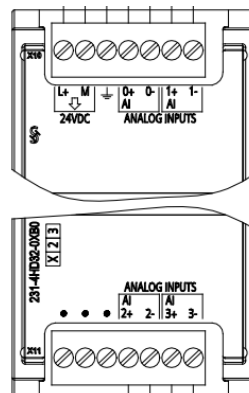


Figura 27 Esquema modulo 1231 AQ



Figura 28 PLC 1215c Y módulos SM

Parámetros de conexión de control

Para la programación al utilizar componentes de la familia siemens se utilizó dentro de la empresa el programa de TiaPortal, programa para programar las funciones del PLC con las cuales se controlan las acciones de la máquina a la necesidad que se tenga,

el programa del PLC para esta máquina fue provisto por la empresa Nutresa, al cual se le realizaron modificaciones por el encargado del proyecto y miembro del departamento de meteorología, dentro de la programación del proyecto de la máquina de envasado ayude a realizar las conexiones del HMI, botones, contadores (visibles en la figura 29) de piezas y la adición de alarmas para la protección de la máquina entre estas alarmas están las visibles en las figuras 30-31 en las TAGS del PLC

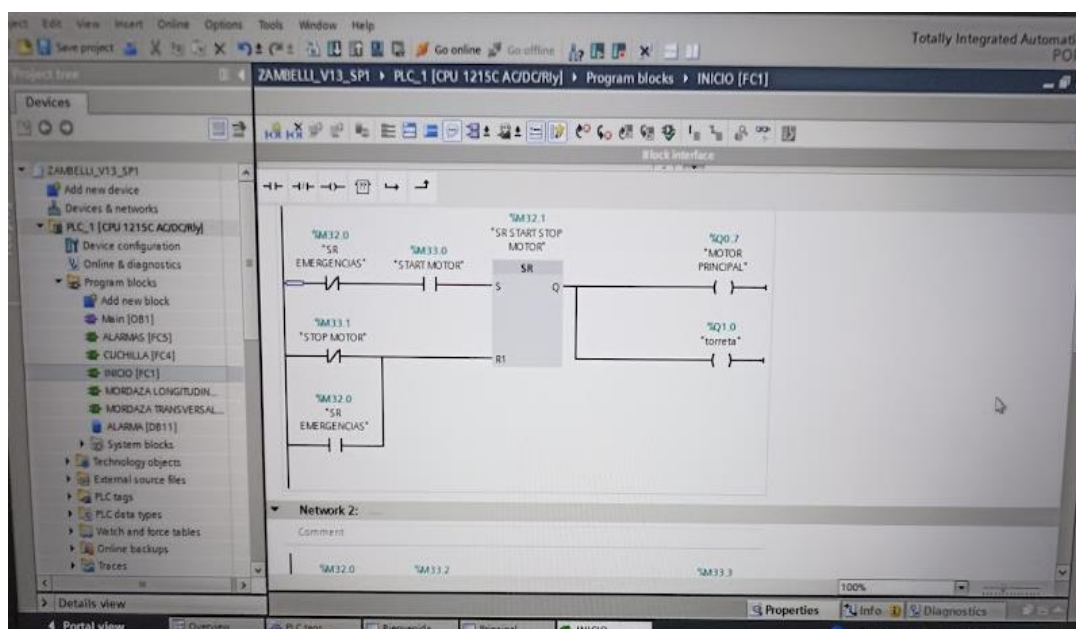


Figura 29 programación en escalera TiaPortal

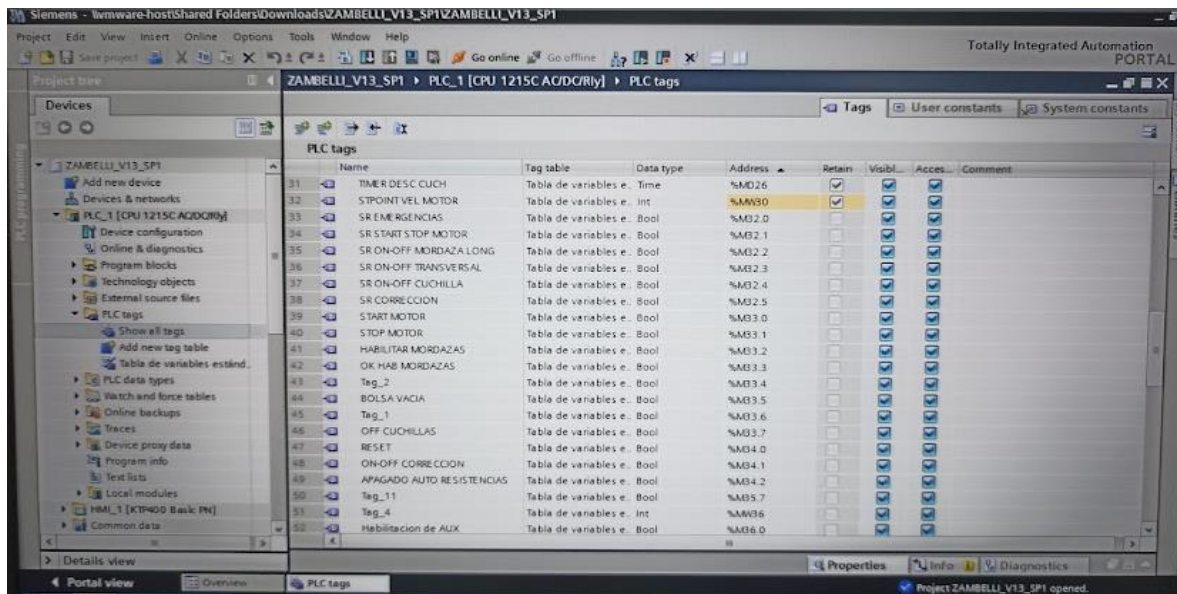


Figura 30 Marcas de alarmas

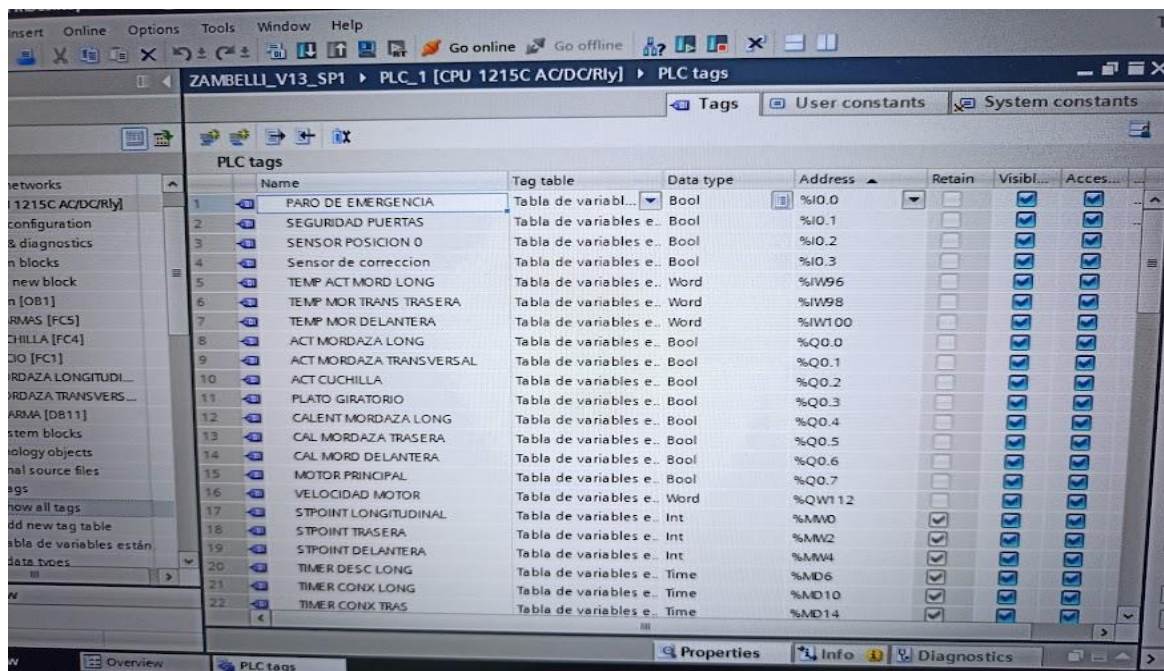


Figura 31 Entradas y salidas

Gracias a la indicación de cada entrada y salida en el programa fue que se pudo realizar el siguiente esquema de identificación para cada componente que se muestra en la *tabla 1*.

Tabla 1 Entradas del PLC

Entradas		Marca en el esquema
Paro de emergencia	I0.0	P
Seguridad puertas	I0.2	CABLE ROJO
Sensor posición 0	I0.3	S
Sensor de corrección	I0.4	S2
Mordaza trasera	I0.5	S6
Mordaza delantera	I0.6	S7
Mordaza vertical	I0.7	S8
Guarda motor	I1.0	5
Activación relé del variador	I1.1	S9
Termocupla mordaza horizontal derecha	I1.2	66
Termocupla mordaza horizontal transversal	I1.3	6
Termocupla mordaza vertical	I1.4	7

En la *figura 32* se pueden ver a más detalle cómo cada entrada de señal fue conectada a cada puerto designado por el programa en TiaPortal, en el PLC 1215c y el módulo SM 1232 TC de termocuplas, Para administrar cada una de estas señales y llevar su respectiva conexión eléctrica dentro del tablero (*vea la tabla 2*).

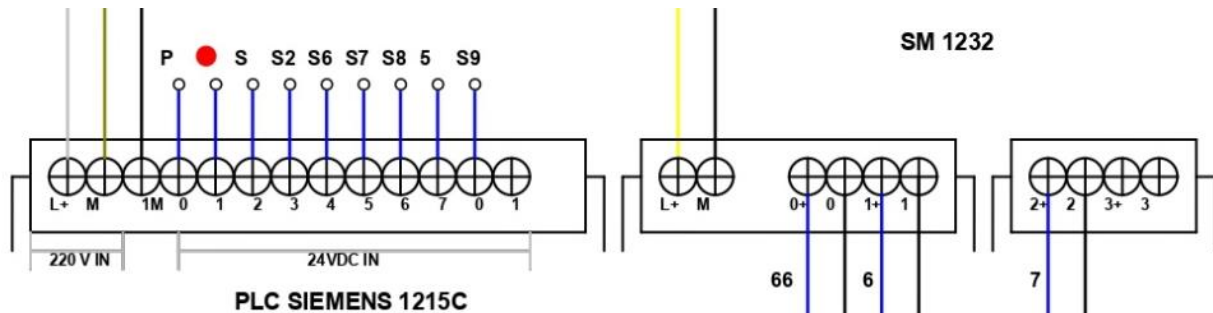


Figura 32 Entradas de señal del PLC

Salidas		Marca en el esquema
Activación mordaza longitudinal	Q0.0	2S
Activación mordaza transversal	Q0.1	3S
Activación cuchilla	Q0.2	6S
Plato giratorio	Q0.3	7S
Calefacción mordaza longitudinal	Q0.4	6U
Calefacción mordaza trasera	Q0.5	7U
Calefacción mordaza delantera	Q0.6	8U
Motor principal	Q.7	SP
Variador motor	AL 6	9
Torreta	Q1.0	SU

Tabla 2 Salidas del PLC

En la *figura 33-34* se puede visualizar las salidas del PLC y al puerto que corresponde cada conexión entre el PLC 1215c y el módulo de salidas analógicas SM 1232, módulo el cual se utilizó para controlar el variador de frecuencia del motor.

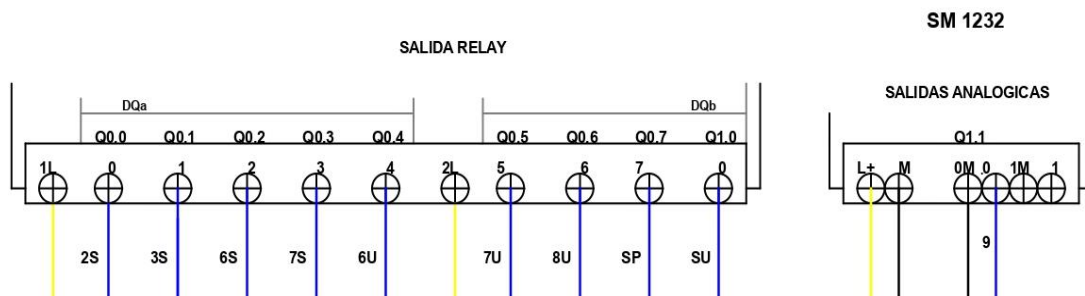


Figura 33 Salidas de PLC



Figura 34 Imagen Salidas del PLC

Desarrollo del armado del tablero eléctrico

En la primera etapa se comenzó evaluando el estado de la máquina, considerando los componentes que se necesitan para el desarrollo de la reingeniería, pistones, motores, actuadores y sensores. Con ayuda del personal del área de mantenimiento involucrado dentro de este proyecto, eléctricos, mecánicos, meteorólogos y servicios, para así comenzar al dividir los grupos de trabajo para el proyecto.

Con la evaluación ya hecha se comenzó un proceso de limpieza retirando los componentes y secciones mecánicas para otorgarles un servicio o respectivamente ser cambiadas por unas nuevas como lo fueron, correas, mangueras neumáticas, baleros, cadenas y piezas de la estructura de la máquina en el área mecánica de la máquina.

Se comenzó por retirar el antiguo riel Din, canaletas eléctricas rotas, se retiró todo el cableado viejo, regletas eléctricas, resistencias térmicas, termopares inservibles y se desmontó el motor eléctrico para brindarle un servicio (*véase la figura 35 del estado de la maquina*).



Figura 35 Estado Original y Estado una vez desmantelados los componentes inservibles

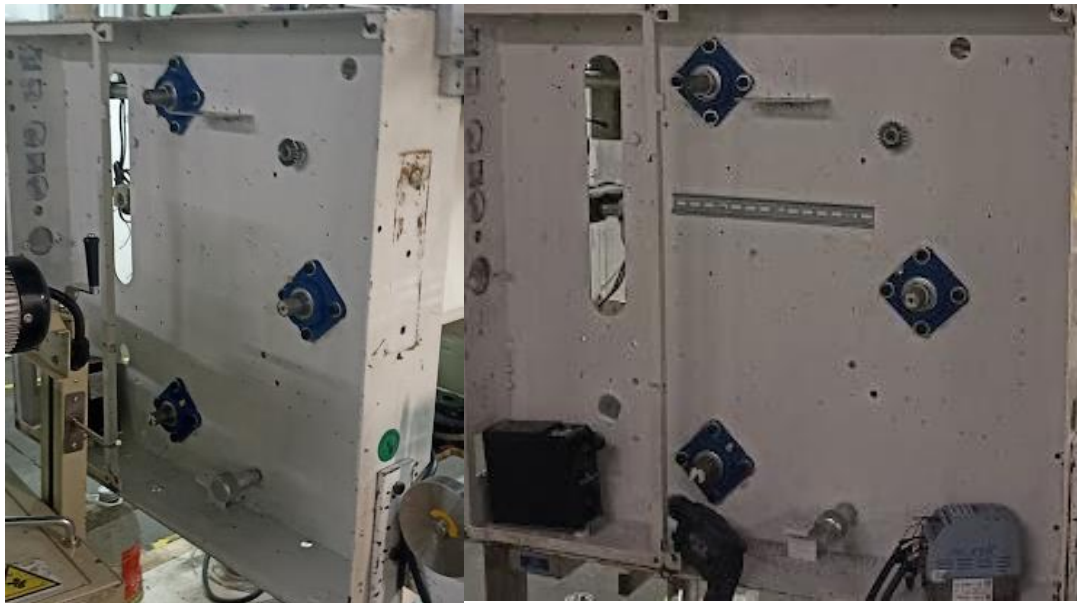


Figura 36 Tablero Limpio y renovado

Una vez con el espacio de trabajo limpio se pudo comenzar con la instalación eléctrica, comenzando a colocar el riel din y canaleta eléctrica para colocar el PLC, módulos SM, guarda motores, disyuntores, relés, clemas y fusibles. Para revisar la interconexión de los dispositivos (véanse las figuras 36-37).



Figura 37 Proceso de colocación de riel DIN y Canaleta eléctrica

Cableado fuerza

Con la instalación del riel y las canaletas se comenzó por conectar los elementos de fuerza de la máquina, instalando los elementos de la alimentación de la máquina, disyuntor de 3 polos a 220 voltios, un botón de paro de emergencia y un selector de arranque de la máquina (véase la figura 38 de la instalación de interruptores).



Figura 38 instalación de interruptores

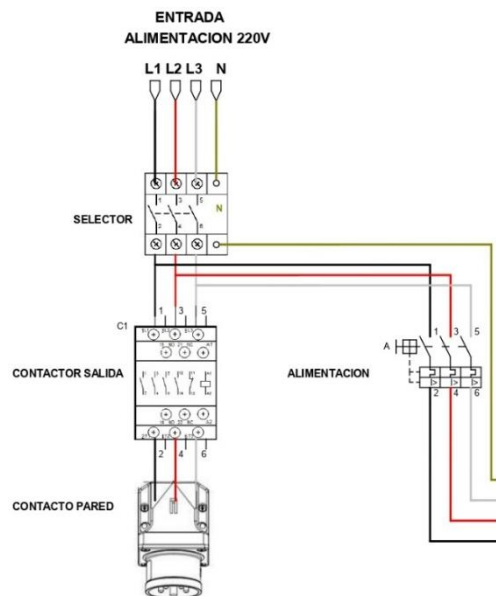


Figura 39 Esquema eléctrico de entrada de alimentación

En la *figura 39* se puede visualizar el cómo se encuentran conectados los dispositivos de entrada de voltaje, teniendo la entrada de alimentación de 220 v por nuestro selector que es el de interruptor principal de la máquina, esta alimentación posteriormente entra a un contactor que alimenta una salida de alimentación para conectar una banda transportadora a la máquina, otros elementos que consuman la misma corriente, el selector posteriormente se conecta a un disyuntor de 3 polos el cual da el paso de voltaje a toda la máquina.

La *figura 40* nos muestra el diagrama de conexión del cableado, pasando desde nuestro interruptor principal que alimenta la maquina que divide a un contacto que alimentara una banda transportadora externa, dentro de la maquina la línea principal de 3 fases pasa a un disyuntor de 3 polos que da entrada al sistema completo.

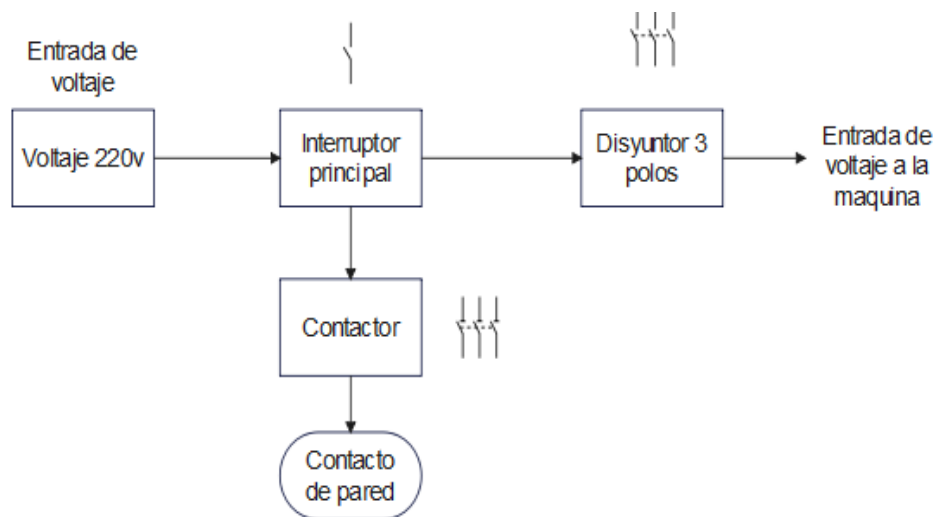


Figura 40 Diagrama de conexión

En la tabla 3 podemos ver los dispositivos usados en la instalación

Nombre	Imagen
interruptor principal	
disyuntor 3 polos	
Guardamotor 4A	
contacto de pared 3 polos	

Tabla 3 Dispositivos de instalación fuerza 1

conexión mordazas



Figura 41 Disyuntores mordazas y clemas de conexión

Los siguientes elementos que sigue la línea de 220v son la calefacción de las mordazas, la cual se compone de un juego de 3 disyuntores (vea la figura 41) con una realimentación de una señal de control al PLC, y con un relevador SSR para cada uno de estos (vea la figura 42), conectan con resistencias cerámicas de 220v las cuales están insertadas en las mordazas de la máquina, y la función de estas es calentar las cuchillas que tienen para calentar las bolsas plásticas y sellarlas.



Figura 42 Relevadores SSR

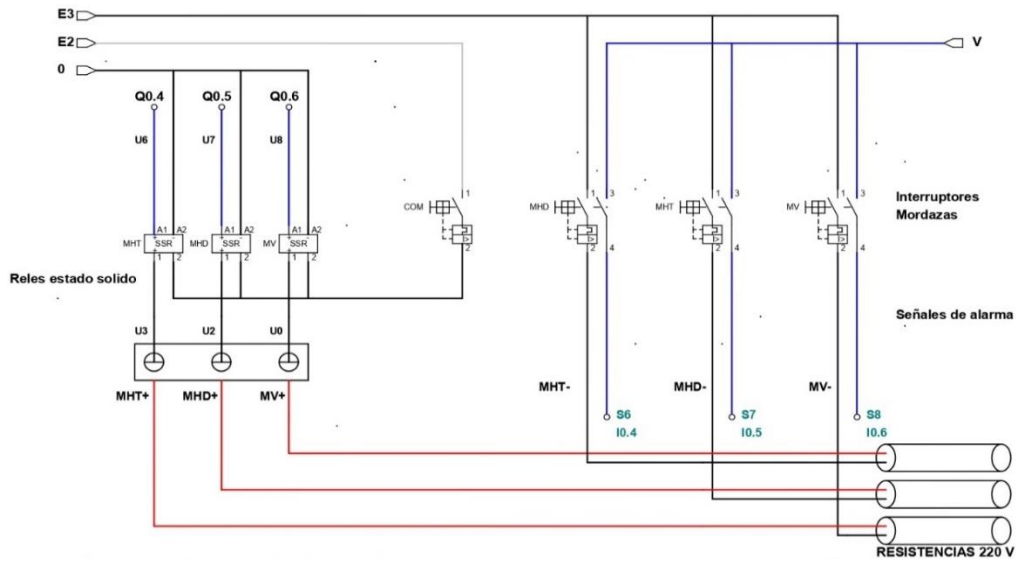


Figura 43 Esquema de mordazas

La figura 43-44 muestra el diagrama de conexión de las mordazas, donde las líneas se dividen en 2 alimentando los relés SSR, disyuntores todos controlados por la señal del PLC que accionaran la secuencia de acuerdo al cigüeñal que los sensores deben leer

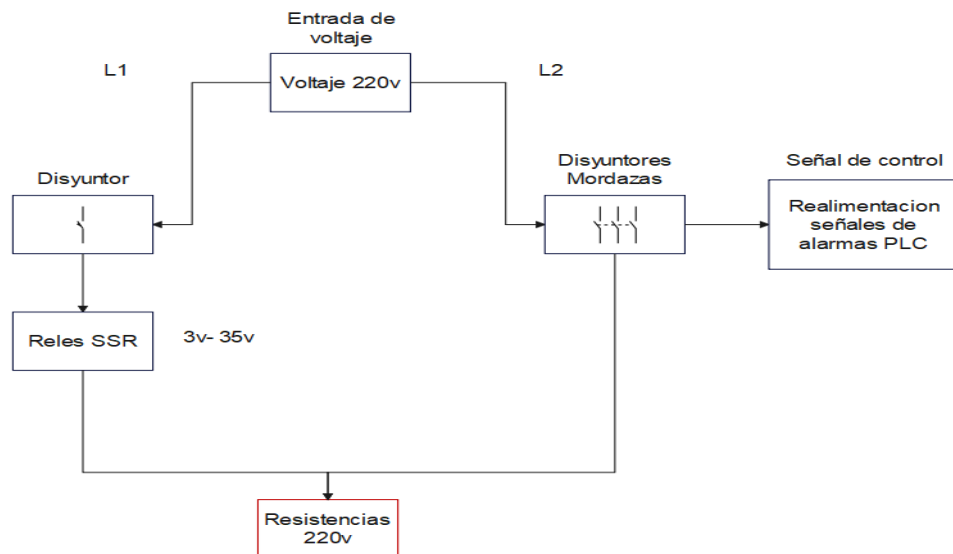


Figura 44 Diagrama Mordazas

La tabla 4 muestra los dispositivos utilizados en la instalación para esta etapa.

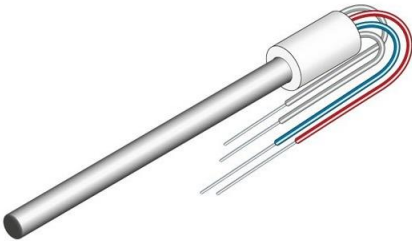
Nombre	Imagen
Disyuntor Siemens	
Relevador SSR	
Switch auxiliar Siemens	
Resistencias 220v	

Tabla 4 Dispositivos usados en la instalación de Mordazas

Conexión Motor

posteriormente se realizaron las conexiones de la alimentación del variador de frecuencia, guarda motor, contactor y el motor (*Ver figura 45-46*). El cuál tiene la función de mover la parte mecánica de la máquina moviendo las levas y una serie de piñones que efectúan un movimiento de arriba abajo de las mordazas.



Figura 45 Variador de frecuencia y guarda motor

El variador de frecuencia está conectado al PLC y el cual le manda señales de control que cambian la velocidad de trabajo a la que efectúa el movimiento la máquina, también el PLC obtiene una señal de retroalimentación del variador gracias a un pin que este contiene el cual ayuda al pc saber si se encuentra activo o no.



Figura 46 Guarda motor y contactor del motor

En las *figuras 47-48* se muestran los diagramas de conexión del variador de frecuencia y el motor. La entrada de voltaje se encuentra protegido por un contactor que manda una señal al PLC, posteriormente pasa por el VFD que activa un relevador dentro de su esquema así activando el motor y controlando su velocidad.

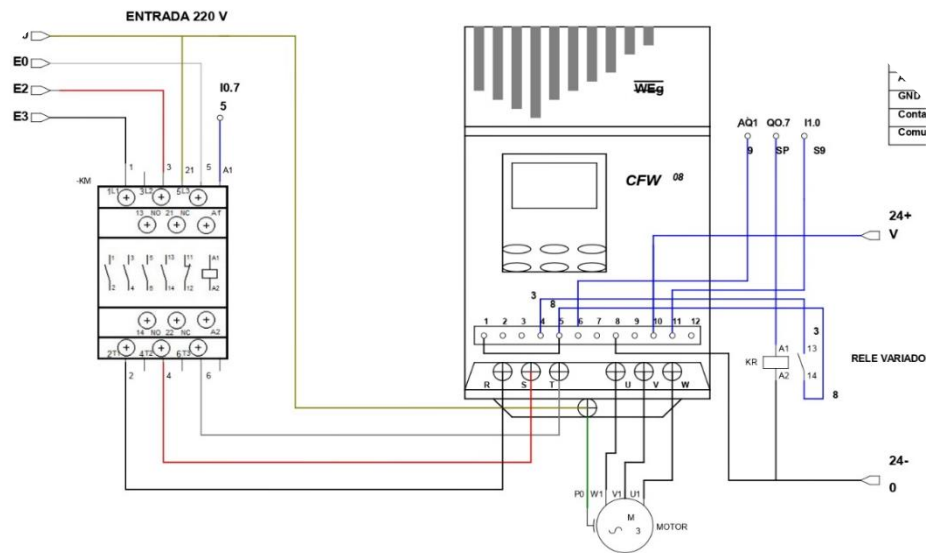


Figura 47 Esquema de las conexiones del Motor

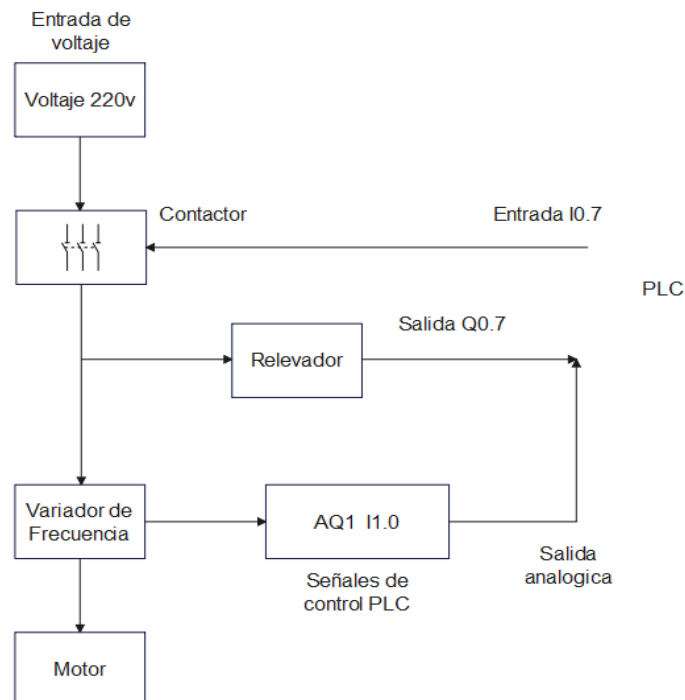


Figura 48 Diagrama Conexiones Motor

En la *tabla 5* se enlista los dispositivos utilizados en la instalación del control del motor, cigüeñal y en conjunto válvulas que veremos a continuación.

Nombre	Imagen
contactor	
relevador tipo clema	
variador de frecuencia weg CFW 08	
motor siemens	

Tabla 5 Dispositivos del motor

Conexión válvulas Y control de Salidas Y entradas PLC

La parte que controla toda la máquina es el PLC el cual distribuye todas las señales del programa a los actuadores y sensores de la máquina, el programa proporcionado por la empresa realizado dentro del software de TIA Portal de la maquina identificando sus entradas y salidas para conectarlos a sensores de realimentación del movimiento censado por un cigüeñal del movimiento producido por el movimiento mecánico de la máquina, botón de paro de emergencia, micros de seguridad magnéticos en la puerta que para la maquina al ser abierta pare y no ponga en peligro al trabajador.

La sección de las válvulas consta de una conexión a unos relés a 220 V con una actuación de 24 V, los relés significan la parte de control del PLC para accionar las válvulas que trabajan a 220v, también en esta sección del diagrama se incluye una torreta que sirve como indicador visual al trabajador de la máquina (*vea la figura 49 del diagrama de válvulas*).

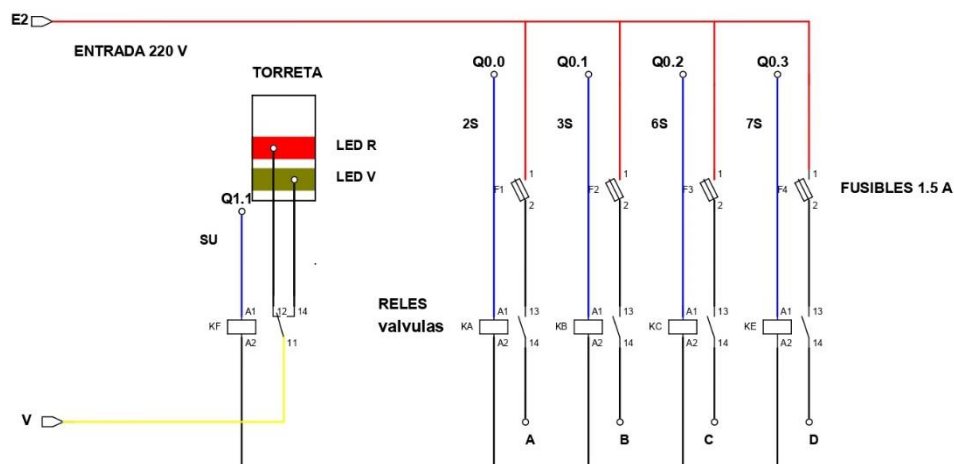


Figura 49 Diagrama válvulas y Torreta

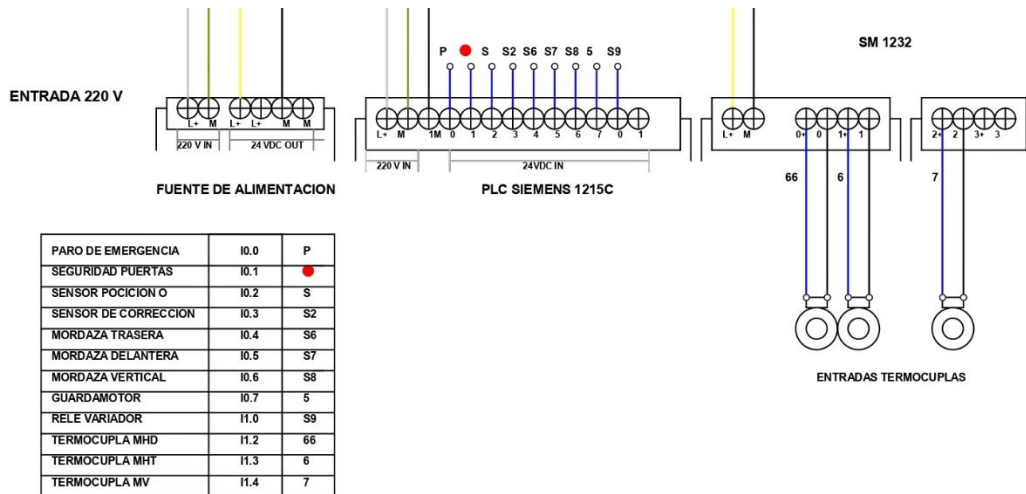


Figura 50 Entradas del PLC

En la figura 50 se puede observar lo que son todas las entradas que posee el PLC, en la tabla podemos ver entradas que ya se habían mencionado anteriormente en este documento que son todas señales a un voltaje menor de 32 V como las termocuplas, estas gracias a su módulo el PLC puede leer los valores de voltaje a grados. Los sensores de corrección también aparte de proporcionarles una alimentación estos mandan la señal al pc por los puertos de entrada para hacer leído.

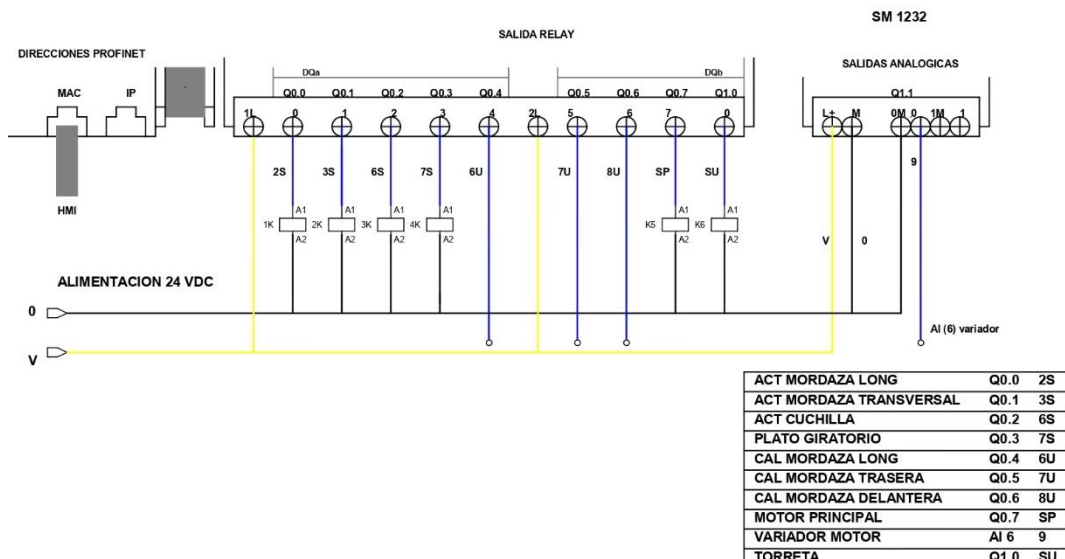


Figura 51 Salidas PLC

En *figura 52* podemos observar todas las salidas del plc que son nuestro control respecto a la máquina, vamos a observar principalmente conexiones a relés, los primeros cuatro relés del lado izquierdo son nuestro control sobre la activación de nuestras mordazas y los relés del lado derecho son nuestro control sobre el motor, estas 2 señales se dirigen hacia el guarda motor y nuestra torreta.

La última señal del módulo SM está dedicada el control sobre el variador de frecuencia de nuestro motor dándonos la seguridad de que éste trabajará independiente a una señal que pueda filtrar otra

HMI

Las funciones del HMI son proporcionar una interfaz al usuario para manipular los controles de la máquina, controles básicos y simples, control sobre la temperatura, control sobre la velocidad de trabajo y un menú de alarmas

En la *figura 52* se observan las pantallas de la maquina envasadora, la cual cuenta con su menú de presentación, menú de usuario donde controla el inicio del motor, activación de las mordazas, PZ por minuto (velocidad del motor)

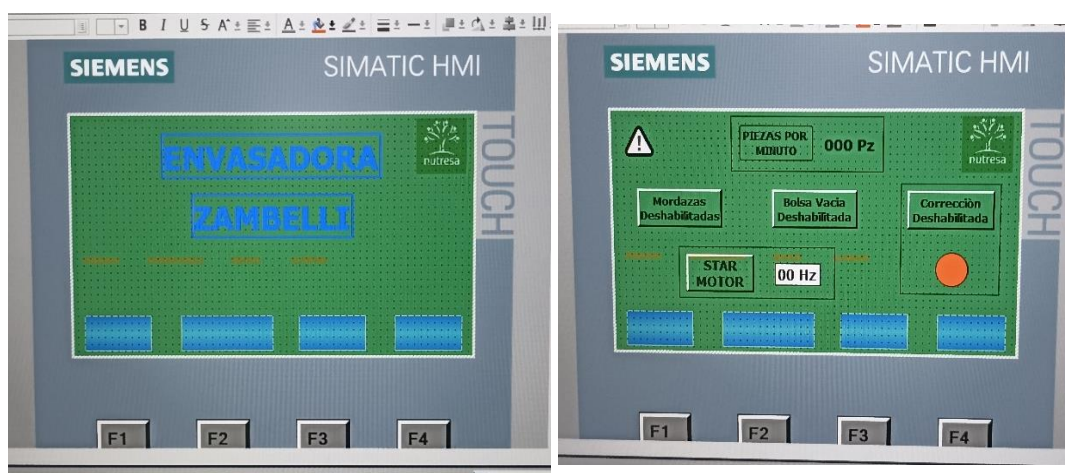


Figura 52 HIM Pantalla principal

Capítulo IV. Resultados

Resultados

(figura 53 Ensamblaje de tablero eléctrico final)

Como resultados finales volando el rendimiento de la máquina se completó el armado eléctrico y mecánico, la parte mecánica construida por parte de los compañeros del área de mantenimiento mecánico y de servicios, las pruebas que se realizaron fueron en cuanto a su funcionamiento del movimiento, si los componentes respondían debidamente, existía algún corto o fallo que pudiera ser arreglado, probando la interfaz del HMI y que respondiera a los comandos aplicados por el operador.

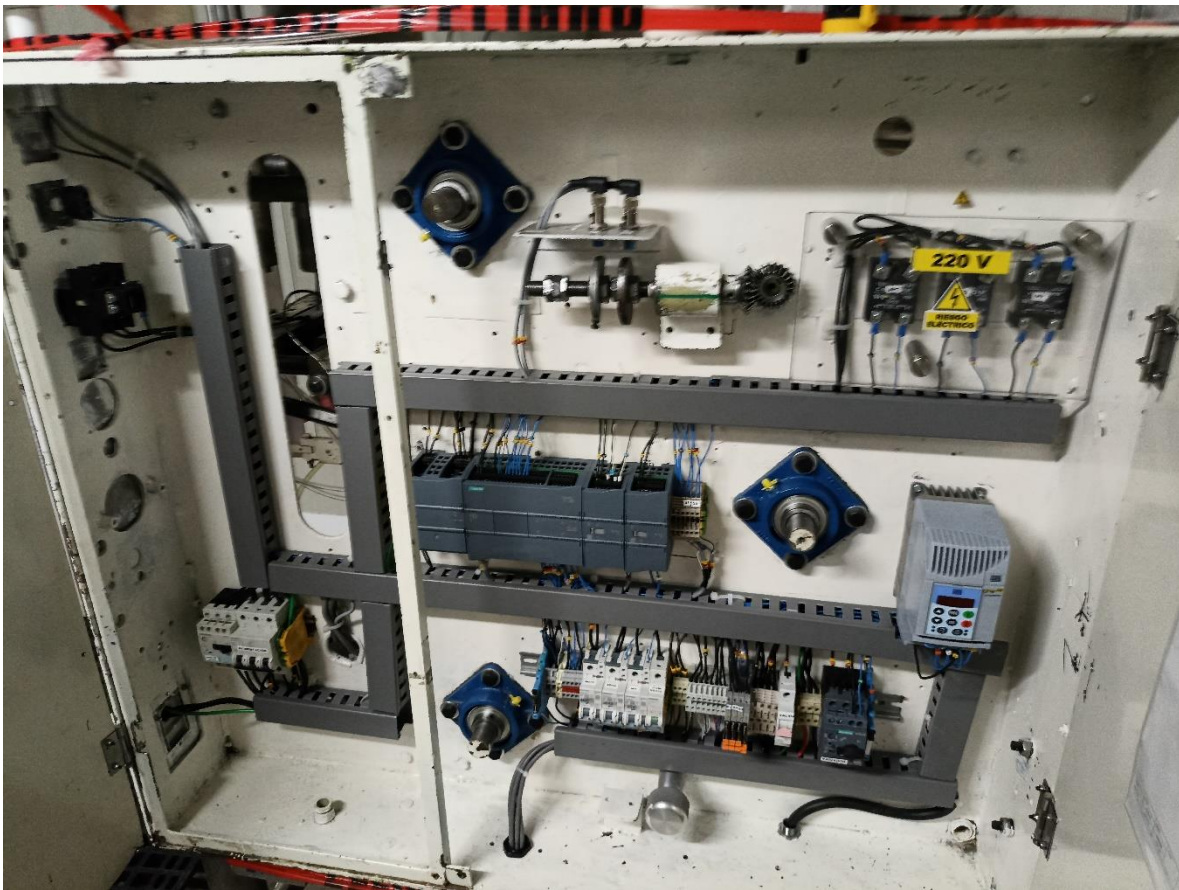
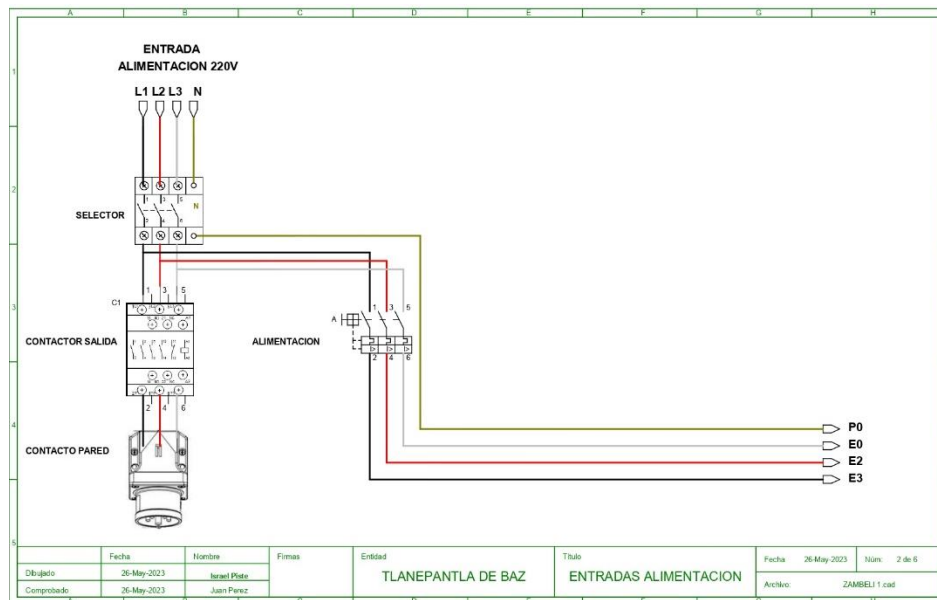


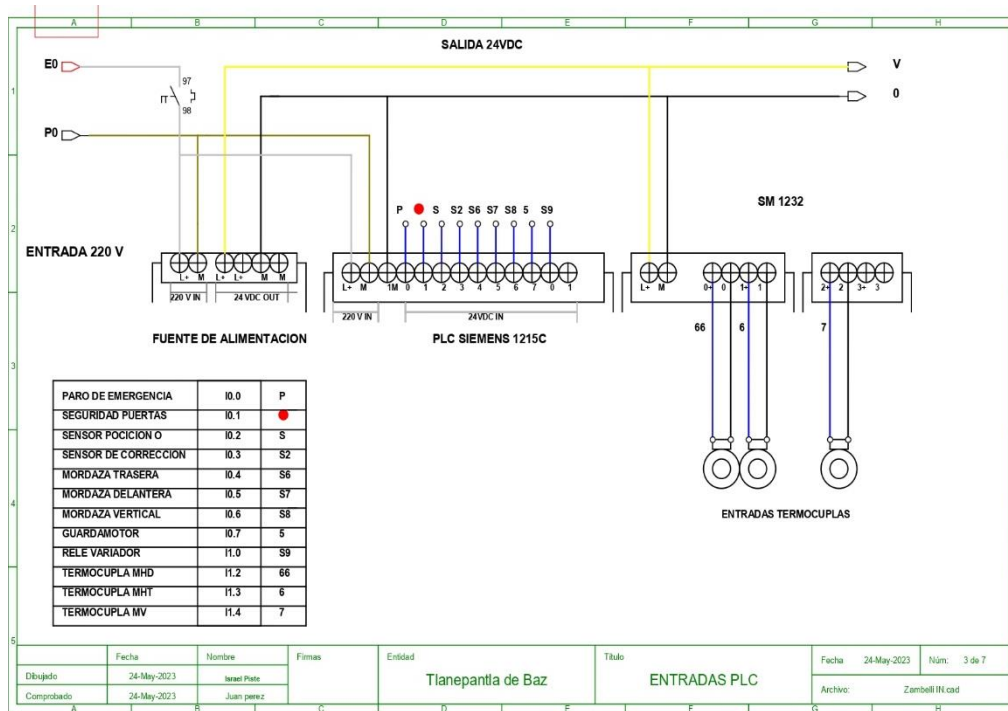
Figura 53 Armado final del tablero eléctrico

Diagramas eléctricos

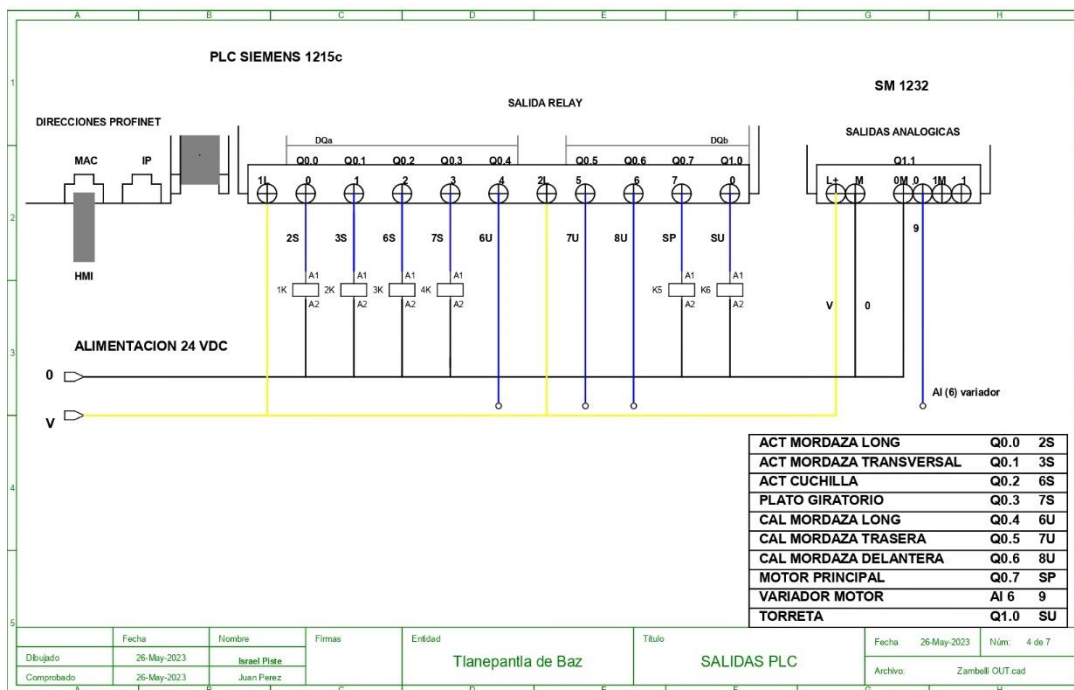
Se realizaron en conjunto a la instalación eléctrica esquemas de las conexiones eléctricas de la máquina para poder tener un mayor control sobre el mantenimiento a la máquina, dichos dibujos se colocaron dentro del tablero para que cuando el personal acceda a intervenir eléctricamente tengan una guía sobre las conexiones en la máquina (*vea la figura 54 pagina 59*). En un futuro pueden recibir cambios, pero su función principal es la de que el operario pueda identificar cada componente en la instalación eléctrica, en las siguientes *paginas 1-6* se encuentran los diagramas eléctricos de la maquina envasadora zambeli.



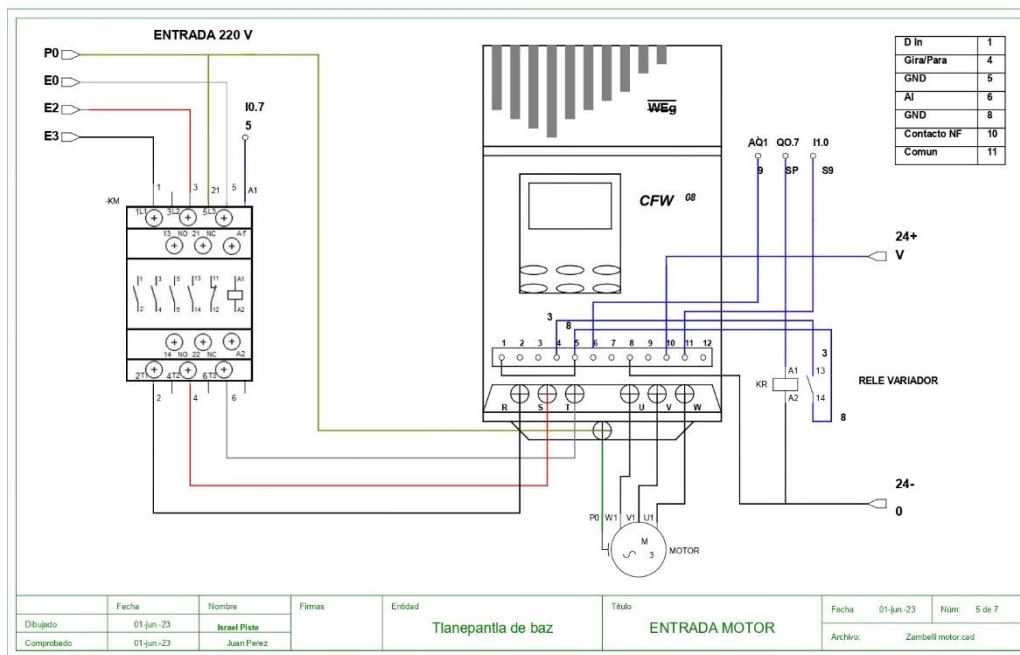
Pagina 1 Entrada de voltaje



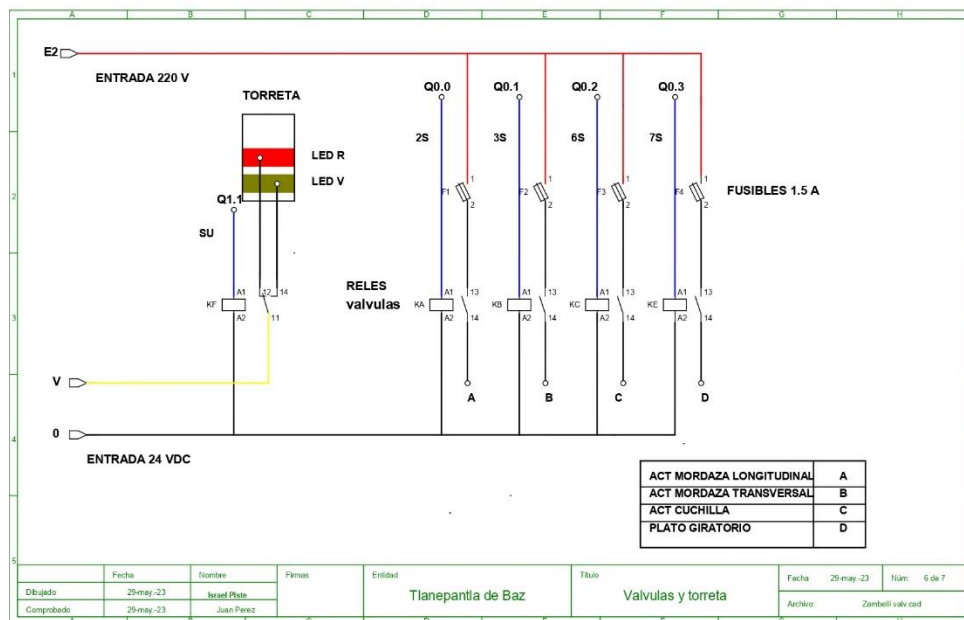
Página 2 Entradas PLC



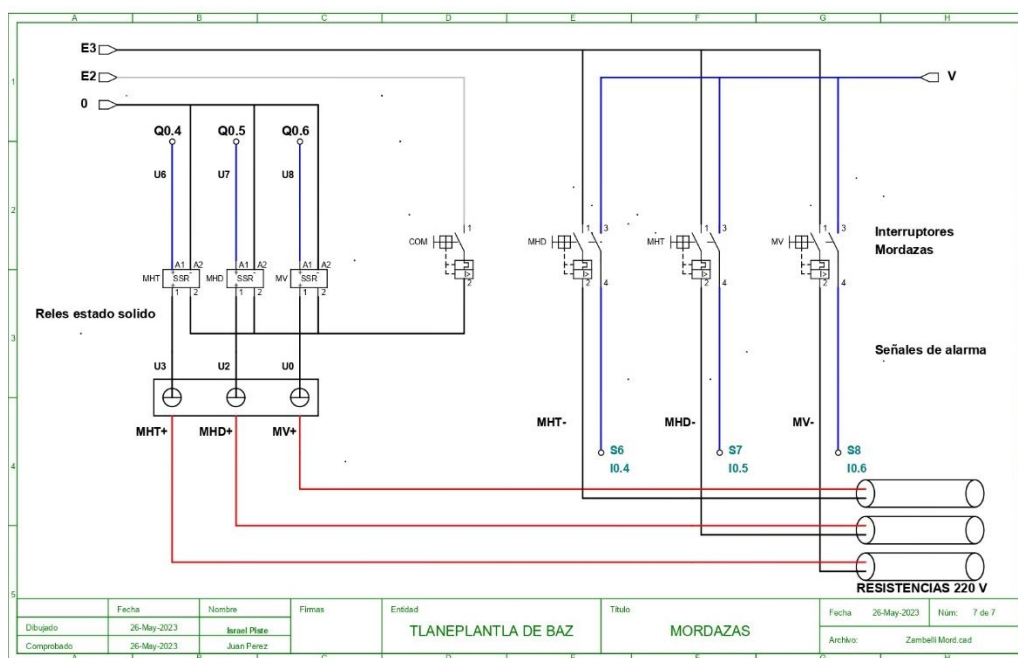
Página 3 Salidas PLC



Pagina 4 Motor



Página 5 válvulas



1 Pagina 6 Mordazas

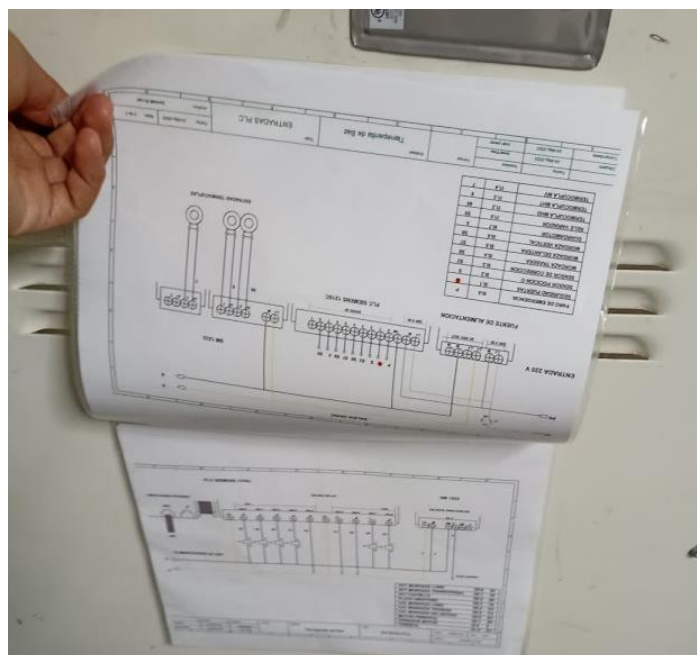


Figura 54 Localización final de los esquemas

Funcionamiento.

Aquí se realizaron pruebas finales sobre el rendimiento de la máquina y si se encontraba funcionando apropiadamente en el siguiente enlace se puede observar mejor una evidencia en vídeo <https://photos.app.goo.gl/HcfcdMCFBwFsgYH16>,

La secuencia de funcionamiento de la maquina comienza desde el arranque de la máquina (vea la figura 55),



Figura 55 Esquema de funcionamiento

CONCLUSIONES

La ingeniería mecatrónica permite a egresados y egresadas obtener conocimientos de las competencias de manufactura o sistemas de control y automatización industrial que permiten crear e involucrarse en proyectos multidisciplinarios dentro de competencias afines al desarrollo tecnológico, con este proyecto se ha podido aplicar estas competencias participando en el desarrollo de una máquina envasadora de chocolates.

Teniendo contacto en el área de automatización y pudiendo comprender cómo se dirige un grupo de trabajo, el ambiente de trabajo dentro del área de mantenimiento, trabajando al lado de ingenieros mecatrónicos y eléctricos he podido visualizar estas aptitudes y competencias laborales, así como desarrollar mis futuras habilidades dentro del campo trabajando en equipo y aprendiendo de sus conocimientos especializados de manejo de equipo industrial, programación, dibujo y conocimientos básicos de la electrónica industrial llevados a la práctica. El propósito de este proyecto era mejorar significativamente el proceso de envasado de chocolates, optimizando la velocidad, precisión y eficiencia del sistema para crear una herramienta más dentro de la compañía de Nutresa sa de cv.

Competencias desarrolladas

En las materias de electrónica se aprendió a analizar el funcionamiento, principios de funcionamiento de los componentes adquiriendo las habilidades prácticas en la manipulación de estos y sus respectivos efectos y usos, lo cual es una competencia esencial dentro del campo de la materia de ingeniería mecatrónica.

Control automático: pude aprender sobre el uso de sistemas de control programación y simulación para analizar el comportamiento eléctrico de las señales de una máquina, conocimientos que sirven para implementar sistemas autónomos que creen una interfaz con el usuario como lo son los HMI para facilitar la operación de una máquina.

Y pude aprender más sobre el uso de competencias como lo es el diseño de circuitos hidráulicos, así como el dibujo asistido por computadora gracias al apoyo de los compañeros de trabajo quienes aportaron estas competencias en la elaboración de la reingeniería de la envasadora de chocolates, donde se pudo tener un acercamiento a desglose y adaptación de formatos a la industria, normalizando diseños para que sean de fácil acceso al público que opere el dispositivo.

Con estas competencias desarrolladas como ingeniero mecatrónico se puede desarrollar para proyectos de industria que desenvuelvan una gran variedad de aptitudes, diseño, cálculos, esbozos, armado, instalación y pruebas.

Bibliografía

- Alberto Brunete, P. S. (2020). Sensores y actuadores. En *Introducción a la Automatización Industrial* (págs. 20-21). Madrid: Universidad politecnica de Madrid.
- Autycom. (28 de 09 de 2022). *Que es un HMI*. Obtenido de <https://www.autycom.com/que-es-un-sistema-hmi/>
- Caparoman. (21 de 09 de 2017). *Relevadores de control*. Obtenido de <https://coparoman.blogspot.com/2017/10/relevadores-de-control-de-estado-solido.html>
- Cembranos, N. F. (2014). Concepto de automatizacion. En N. F. Cembranos, *Planificacion de la gestion y organizacion de los procesos de sistemas de automatizacion industrial* (págs. 11-12). Madrid: Paraninfo.
- Cembranos, N. F. (2014). Detectores, Actuadroses, Reles. En N. F. Cembranos, *planificacion de la gestion y organizacion de los procesos de sistemas de automatizacion industrial* (págs. 23-40). Madrid: Paraninfo.
- Ramirez, L. G. (2014). Acondicionadores de señal. En *Sensores y actuadores, Aplicaciones con arduino* (págs. 17-20). Azcapotzalco Mexico DF: Grupo editorial patria.
- SDIndustrial. (2022). *Relevadores*. Obtenido de <https://sdindustrial.com.mx/blog/relevadores/>
- Siemens. (20 de 06 de 2023). *Siemens*. Obtenido de <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/mx/Catalog/Product/6ES7231-5QD32-0XB0>
- Suarez, M. (20 de 12 de 2019). *Mastersi*. Obtenido de <https://www.mastersi.com.pe/mastersi/blog/69-que-es-una-termocupla>
- TecNM. (2022). *Ingenieria Mecatronica*. Obtenido de <http://pabellon.tecnm.mx/mecatronica.php>

Carta autorización

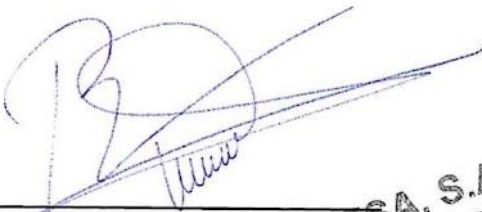


Tlanepantla Edo. De México 20 de julio del 2023

Para Mtro. Ing. Francisco Javier Sánchez Rico. Docente. Asesor interno
Asunto: Carta autorización

Por en medio de la presente se consta que el practicante **Israel Piste Ortiz** laboró en esta empresa del 18 de enero de 2023 al 15 de junio del 2023, Cumpliendo las 500 horas estipuladas por su institución, participando en el proyecto de reingeniería de máquina envasadora de chocolates.

Se autoriza que el alumnado Israel Piste Ortiz haga uso de la información del proyecto **Reingeniería de Envasadora de Chocolates**, ingeniería a detalle y fotografías de desarrollo de este, para fines únicos y exclusivos al entorno escolar correspondientes con la entrega de su informe técnico de sus prácticas dentro de la empresa.


Reyna Cadena Hernández
Gerente de DHO

NUTRESA, S.A DE C.V.
HENRY FORD No. 14
FRACC. INDUSTRIAL SAN NICOLAS
TLALNEPANTLA, EDO. DE MÉXICO
C.P.54030
TEL.: 55 5310 4911
REG. FED. CONT. NUT810508V54

Nutresa, S.A de C.V
C. Henry Ford No. 14
Fracc. Industrial Sn Nicolás