

TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO

VIDA NUEVA

SEDE MATRIZ



TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE DOSIFICACIÓN

DE ELEMENTOS CONTROLADO POR UN PLC S7 1200

PRESENTADO POR

ANDRANGO PACHACAMA JOFFRE EFRAIN

CHANGOLUISA MORENO JORDAN FRANCISCO

TUTOR

ING. RUIZ GUANGAJE CARLOS RODRIGO MG.

FECHA

JULIO 2023

QUITO – ECUADOR

Tecnología Superior en Electromecánica

Certificación del Tutor

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Aplicación Práctica con el tema: “Diseño y construcción de un sistema automatizado de dosificación de elementos controlado por un PLC s7 1200”, presentado por los ciudadanos Andrango Pachacama Joffre Efrain y Changoluisa Moreno Jordan Francisco, para optar por el título de Tecnólogo Superior en Electromecánica certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de julio de 2023.

Tutor: Ing. Ruiz Guangaje Carlos Rodrigo Mg.

C.I.: 0604030635

Tecnología Superior en Electromecánica

Aprobación del Tribunal

Los miembros del tribunal aprueban el Proyecto de Aplicación Práctica, con el tema: “Diseño y construcción de un sistema automatizado de dosificación de elementos controlado por un PLC S7 1200”, presentado por los ciudadanos Andrango Pachacama Joffre Efrain y Changoluisa Moreno Jordan Francisco, facultados en la carrera Tecnología Superior en Electromecánica.

Para constancia firman:

Ing.

C.I.:

DOCENTE ISTVN

Tecnología Superior en Electromecánica

Cesión de Derechos de Autor

Yo, Andrango Pachacama Joffre Efrain portador de la cédula de ciudadanía 1727484493, y yo Changoluisa Moreno Jordan Francisco portador de la cédula de ciudadanía 1726820465, facultados en la carrera Tecnología Superior en Electromecánica, autores de esta obra, certifico y proveo al Tecnológico Universitario Vida Nueva usar plenamente el contenido de este Proyecto de Aplicación Práctica con el tema “Diseño y construcción de un sistema automatizado de dosificación de elementos controlado por un PLC S7 1200”, con el objeto de aportar y promover la cultura investigativa, autorizando la publicación de mi proyecto en la colección digital del repositorio institucional, bajo la licencia Creative Commons: Atribución-NoComercial-SinDerivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de julio de 2023.

Andrango Pachacama Joffre Efrain

C.I.: 1726820465

Changoluisa Moreno Jordan Francisco

C.I.: 1726820465

Dedicatoria

Agradezco mis padres por su darme su apoyo perdurable, consejos, que fueron una guía importante para cumplir con mis metas y objetivos, gracias al instituto Tecnológico Vida Nueva por brindarme sus conocimientos y a todas las personas que he conocido que me han brindado todo su apoyo incondicional, con todos sus buenos ánimos, concejos y acciones que me han servido demasiado en mi formación personal y profesional.

Andrango Pachacama Joffre Efrían

Gracias a mis padres que no se dieron por vencidos hasta el momento en que pueda llegar a culminar mis estudios y a las personas que se influyeron dentro de mi vida de forma positiva permite que pueda cumplir con la culminación de mis estudios, compartiendo momentos de apoyo junto a mí que permitieron mi desarrollo personal y académico.

Changoluisa Moreno Jordan Francisco

Agradecimiento

El más sincero agradecimiento mis padres, mis hermanos y a mi familia por brindarme su cariño, tiempo, paciencia y comprensión, que fueron de gran ayuda para poder llegar a ser alguien útil en la vida, a mis compañeros siempre estaban de una forma u otra en un momento difícil de la vida estudiantil. Además, me gustaría agradecer a los docentes del Tecnológico Universitario Vida Nueva que me han brindado el conocimiento importante y los consejos para convertirme en un profesional de mucho éxito.

Andrango Pachacama Joffre Efrain

Un franco de los agradecimientos a mis padres que cada uno de los días de su vida desde que llegue a este mundo han hecho hasta lo imposible para que pueda llegar a ser alguien en la vida con una profesión que me permita defenderme en el mundo, a mi hermano porque en uno de los momentos más difíciles él me supo entender. Dentro de este agradecimiento no puedo olvidar al Tecnológico Universitario Vida Nueva por permitirme capacitarme dentro de la carrera de Tecnología superior en Electromecánica, además de recordar a cada docente que me supo guiar dentro de nuevos conocimientos.

Changoluisa Moreno Jordan Francisco

Tabla de Contenido

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
Antecedentes	13
Justificación	15
Objetivos	17
Objetivo General	17
Objetivos Específicos	17
Marco Teórico	18
Sistemas de Dosificación	18
Clasificación	18
Estructura	19
Aplicación	21
Accesorios	22
Ventajas	23
PLC	24
Definición	24
Modelos	25
Ventajas del PLC	27
Nota. En esta tabla muestra las ventajas que tiene un PLC.	28
Desventajas del PLC	28
Estructura de un PLC	29

	8
Comunicaciones	31
Lenguaje de los PLC`S	32
Modelos PLC´S	32
Aplicaciones	37
Metodología y Desarrollo del Proyecto	39
Construcción de la Estructura	39
Elaboración de la Estructura para la Dosificación	40
Pintado de la Estructura de Dosificación	41
Pintado de la Estructura de Soporte	41
Implementación de los Elementos	42
Construcción del Sistema de Control	43
Estructura interna	44
Conexión interna del tablero	45
Conexión y programación	46
Programación para el S7 1200	46
Simulación de Programación en FluidSIM	47
Propuesta	52
Prueba de Sensores	52
Prueba de Señales de Entrada	53
Prueba de Electroválvulas	54
Prueba de Conexiones	55
Prueba de Funcionamiento del Sistema de Dosificación	58
Prueba de Funcionamiento con Material	59

	9
Evaluación de las variables eléctricas	60
Conclusiones	62
Recomendaciones	63
Bibliografía	65
Anexos	68

Resumen

En el presente trabajo se pretende demostrar el proceso por el cual fue construido el sistema automatizado utilizando un PLC S71200 que sirve para controlar bandas transportadoras, el cual será monitoreado por el programa TIA PORTAL V17 teniendo en cuenta el desarrollo del enlace que se genera entre la teoría que envuelve este proceso industrial y la práctica que permita su ejecución real en un marco de innovación, construcción y desarrollo tecnológico.

Con la meta de desarrollar sistema automatizado de dosificación, el cual servirá para mejorar el sistema de producción y de esa manera no tener pérdidas de materia prima, conjuntamente con pérdidas de tiempo en la producción, dentro de este contexto se desarrolla innovaciones tecnológicas en la industria de la automatización. Una problemática reconocida es el estado del desarrollo tecnológico dentro de las empresas ecuatorianas, que viene cargando con un retraso, porque cuentan con un sistema de automatización atrasado, este problema surge debido a que no se cuenta con el personal capacitado para realizar sistemas de automatización que abarque temas de control prácticos que permitan una rápida familiarización con los equipos que se encuentran dentro de la industria. Con esto se mejorará y se aumentara los beneficios económicos de la producción nacional, por lo cual desean mejorar los procesos de producción, agilizando las técnicas de fabricación, además mejorando las condiciones de trabajo, reducción de tiempo dentro de los procesos de producción, aumentando la seguridad del personal para evitar riesgos laborales, esto implicara un menor riesgo laboral, como lo son situaciones de lesiones o decesos.

Palabras Clave: SISTEMA AUTOMATIZADO DE DOSIFICACIÓN, PLC S7 1200

Abstract

During this project, it is intended to demonstrate the process by which the automatized system using a PLC S71200, the one whose main purpose is to control conveyor belts, was created, which will be monitored by means of the program TIA PORTAL V17 taking into account the development of the link that is generated between the theory that involves this industrial process and the practice that allows its real execution in a framework of innovation, construction and technological development.

With the goal of developing an automated dosing system, which will serve to improve the production system and thus avoid raw material losses, together with time losses in production, technological innovations in the automation system are developed within this context. A well-known problem is the state of technological development within Ecuadorian companies, which is lagging behind, due to the fact that they possess an old-fashioned automation system. This problem arises because there are no trained personnel to create automation systems that cover practical control issues which allow a rapid familiarization with the equipment found within the industry. Therefore, this will improve and increase the economic benefits of national production, which is why it is intended to improve production processes, streamlining manufacturing techniques, as well as improving working conditions, reducing time within the production processes, increasing staff safety to avoid occupational risks and hazards, this will involve less occupational risk, such as situations of injury or death.

Keywords: AUTOMATED DOSING SYSTEM, PLC S71200.

Introducción

En la actualidad Ecuador los sistemas de producción nacional se encuentran en un momento de estancamiento donde muchos de los procesos que pueden ser automatizados por completo se los ha conservado como procesos de control industrial manual o directamente procesos de manufactura a mano, lo cual resta competitividad a una industria que se ha encontrado históricamente rezagada y que no busca alcanzar los múltiples beneficios que ofrece la automatización con controladores lógicos programables, lo cual merma los avances para la industria nacional en ámbitos de producción, competitividad y beneficios económicos.

En búsqueda de generar una introducción dinámica a los procesos de producción automatizados que se encuentran dentro de la industria, se ha desarrollado la construcción de un módulo de dosificación automatizado, con el cual los estudiantes puedan relacionarse con elementos que van a encontrar dentro del ámbito profesional, y que permitan afrontar estos procesos con diferentes conclusiones y permita una mejor manera de relacionarse e introducirse de forma práctica con los procesos automatizados con la programación de un PLC S7 1200.

Gracias a estos precedentes se busca construir un módulo de dosificación que refleje de manera adecuada los procesos que se encuentran dentro de la industria ecuatoriana, con la aplicación de un PLC siemens S7 1200, por lo cual fue necesario construir una estructura de soporte para los elementos, como la banda transportadora para el sistema de transporte, y conjuntamente la estructura para la dosificación, y el soporte para los sensores, así como la elaboración de una programación que permita recibir señales de entrada e interpretarlas para enviar señales de salida que permita el control de los actuadores electromecánicos como lo son motores y electroválvulas, estas últimas permitirán el control de los cilindros neumáticos encargados tanto de detener el embace y de realizar el proceso de dosificación.

Antecedentes

El desarrollo tecnológico se ha encontrado en una constante evolución en búsqueda de hallar mejores métodos de producción y en el mundo entero desde el siglo pasado los sistemáticas se han ido puliendo, agilizando y mostrando beneficios para el mundo, multiplicando el avance de las economías de los países que representan la vanguardia en el área tecnológica, que gracias a su poder económico se permiten el uso de sistemas de automatización que van a la vanguardia dentro del área tecnológica, por lo cual son apreciadas las capacidades que permiten agilizar los procesos de producción dentro de cualquier industria.

Así se ha desarrollado nuevas actividades que permiten perfeccionar a profundidad todas las posibilidades que ofrecen los sistemas automatizados, como lo resalta Anguita (2021):

En industrias como la minería, se ha dado énfasis a la digitalización y automatización de procesos que antes eran complejos de resolver. Aquí es donde los emprendimientos brindan soluciones adaptándose a las distintas necesidades de los mercados, como es el caso de Pignus, startup que utiliza entornos de realidad virtual para la evaluación del personal. (p. 29).

Donde se recalca las nuevas aplicaciones reales que abarcan las tecnologías del área de la automatización, permitiendo generar mejores sistemas de producción industrial, que dará como resultado una mayor competitividad permitiendo no solo a los países ricos avances tecnológicos y económicos, sino a todos los que estén dispuestos a apostar por los procesos de automatización.

Dentro de este marco de constante evolución el Ecuador se encuentra en un momento de establecer los sistemas de automatización que replacen a los procesos de producción manuales donde se aplican controles manuales, dando como consecuencia que aumenten los beneficios de

la industria nacional, en ese contexto se busca aumentar la cantidad de procesos que pueden ser remplazados y actualmente se están desarrollando de manera manual y con las tecnologías actuales pueden ser automatizados. Como señala Coba (2019) que “en el caso de Ecuador el 69% de los trabajos tiene un alto riesgo de ser automatizado en el futuro, según el reporte el futuro del trabajo en América Latina y el Caribe, del Banco Interamericano de Desarrollo” (p. 21).

Gracias a ello se aprecia que el Ecuador se encuentra en una etapa muy incipiente dentro del desarrollo industrial no solo le permita mejorar los procesos de producción, sino que es incapaz de competir con los países vecinos dentro de un mercado global, ya que no puede ofrecer los mismos productos a mejores precios por la incapacidad de generar procesos que reduzcan los precios de la producción.

A partir de ese contexto se busca generar nuevos profesionales que sean capaces de ayudar a la generación de procesos de automatización industrial del país, aumentando el desarrollo económico y tecnológico, por lo cual es de mucha importancia la capacitación de nuevos profesionales dentro del área de automatización, los cuales deben cumplir con las exigencias que se encuentran en el mercado global, para lo cual se necesitan módulos que permitan simular procesos de automatización que se van a encontrar dentro de la vida laboral de los profesionales electromecánicos, permitiendo generar nuevas capacidades y aptitudes para la resolución de problemas de sistematización.

Justificación

En la actualidad la industria busca aumentar los beneficios económicos de la producción nacional, por lo cual desean mejorar los procesos de producción, agilizando las técnicas de fabricación, mejorando la productividad, reducción de tiempo, aumentando la seguridad del personal para evitar riesgos laborales, que implican un mayor coste, como lo son situaciones de lesiones o decesos.

La potenciación de la tecnología en el área de automatización de procesos industriales aumenta la productividad y eficiencia humana haciendo que las acciones manuales sean reemplazadas por un sistema automático, reduciendo el esfuerzo físico de los trabajadores. Mientras que la dependencia de factores externos que representan los trabajos manuales afecta la optimización y el aprovechamiento de recursos dentro de una empresa.

Como consecuencia de la mejora de la industria gracias a la automatización se encuentra el aumento la competitividad empresarial y los beneficios económicos gracias a la optimización de tiempo y recurso, permite la reinversión de capital generado hacia mejorar tanto los dispositivos de control, como las capacidades del personal, lo cual da como resultado el continuo mejoramiento de los sistemas de control automatizados.

Un módulo de dosificación automatizado de elementos dentro del Instituto Universitario Vida Nueva permite generar un avance en el área industrial ya que es un proceso técnico donde se puede aplicar de manera óptima dentro de la matriz de producción del país, para lo cual es necesario un alto nivel de capacitación en el área de controladores lógicos programables, que permitirá explorar nuevos sistemas de automatización que varían de acuerdo a la funcionalidad deseada, comprendiendo que la programación dentro de estos sistemas

cumplen con un análisis completamente subjetivo al momento de plantear y solucionar problemas.

Objetivos

Objetivo General

Construir un módulo automatizado utilizando un PLC S7 1200 para la dosificación de envases plásticos.

Objetivos Específicos

- Investigar los métodos de dosificación de elementos aplicados en sistemas de automatización industrial.
- Aplicar el PLC S7 1200 en la automatización de un sistema de dosificación para envases plásticos.
- Desarrollar las pruebas de funcionamiento del sistema automatizado de dosificación por rúbricas que evalúen el funcionamiento del proceso.

Marco Teórico

Sistemas de Dosificación

Según Ortiz (2019) los sistemas de dosificación son métodos de producción que van a cumplir un proceso de descarga de un material dentro de un envase, dentro de esos parámetros se pueden encontrar sistemas automatizados y sistemas de control manuales, donde los sistemas automatizados van a ser más precisos, ya que ofrecen un sin número de opciones, que permitan construir un sistema automatizado de acuerdo a las necesidades de producción (p. 12)

Clasificación

Los sistemas de dosificación actuales deben de cumplir con la capacidad de acoplarse a los parámetros necesarios dentro de la producción nacional, siendo capaces de ofrecer un alto dinamismo al momento de realizar procesos de automatización, para agilizar los trabajos que comúnmente se realizarían de manera manual.

Sistemas de Dosificación Volumétrico. Según Gutiérrez (2020) estos sistemas como su nombre los describe van a ser los encargados de realizar acciones de descarga en base a la cantidad de volumen que sea el deseado de dosificar (p.10), tomando en cuenta la superficie que requiere ser llenada se encuentra o el material que va a ser depositado se encuentran múltiples subdivisiones para este tipo de dosificación.

Sistemas de Dosificación Volumétrica por Pistón. Según Gutiérrez (2020) los sistemas de dosificación van a contar con un mecanismo de control para el depósito del material, que va a contar con un pistón como regulador del paso del material hacia el envase (p. 11), por tanto, el sistema va a cumplir la función mediante un cilindro el cual dependiendo de su posición va a estar bloqueando el paso del material hacia el depósito, mientras que cuando el cilindro cambie de posición va a permitir la dosificación.

Sistemas de Dosificación Volumétrica de Vasos Telescopicos. Gutiérrez (2020) explica que estos sistemas capaces de controlar el volumen deseado a partir de la utilización de vasos telescópicos, los cuales aprovechan la fuerza de la gravedad para inclinar los materiales a dosificar hasta la base de la tolva, donde se encuentra un orificio para drenar el material (p. 11).

Sistemas de Dosificación de Líquidos. Dentro del sistemas de dosificación Ortiz (2019) explica que se requieren procesos que permitan dosificar múltiples materiales líquidos, lo cuales no contengan una viscosidad elevada que cause problemas al momento del dosificado, y permiten un fácil desplazamiento hacia los envases (p. 12).

Figura 1

Dosificación por caudalímetro



Nota. La figura muestra los sistemas de dosificación por caudalímetro. Tomado de Equipos y soluciones para la dosificación de líquidos, por S. Gimon, 2020.

Estructura

Tolva. Rabre (2020) indica que la tolva es un elemento donde se almacena material, cuenta con diferentes formas de acuerdo las necesidades, pudiendo ser rectangular, piramidal,

circulares o cónicas, permitiendo el control de la deposición de un material y manteniendo su contenido lejos de la contaminación del ambiente (p. 60).

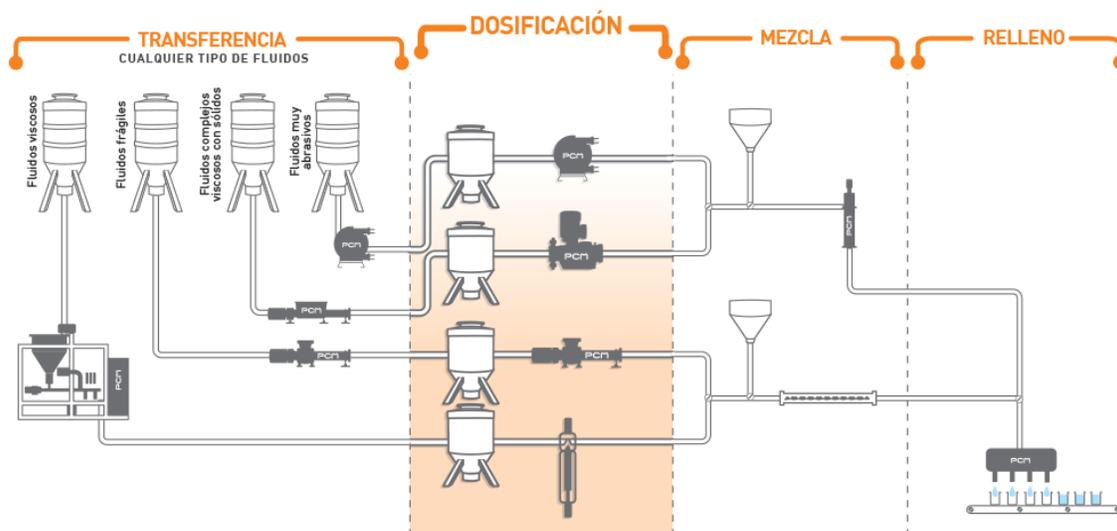
Banda Transportadora. Rabre (2020) explica que “la banda transportadora se encarga, como su nombre lo dice, transportar los sacos de producto terminado hacia donde se encuentra un operario encargado de estibar el producto para su almacenaje” (p. 65).

Envase. Es el elemento encargado de atrapar el material dosificado, que va a encontrarse en movimiento hacia la posición de dosificado, yendo a cada uno de los puntos de acuerdo a la programación establecida, en el cual deberá ser detenido a la espera que el sistema de control, envíe las señales para dosificar el producto.

Motor. Es una maquina eléctrica encargada de generar energía mecánica a partir del aprovechamiento de la energía eléctrica, va controlar el desplazamiento dentro el sistema de control, para mover el envase por toda la longitud de la banda transportadora, llevándola desde el punto de inicio hasta el final donde ya se encuentra dosificado.

Figura 2

Sistemas de dosificación



Nota. Sistemas de dosificación de líquidos por PCM, 2017.

Aplicación

Dentro del área industrial se encuentran un sinnúmero de aplicaciones de los sistemas automatizados de dosificación que buscan cumplir con los estándares de la producción y gracias a su versatilidad en su composición, el aprovechamiento de los sistemas de dosificación va a ser muy amplio, yendo desde la agroindustria, hasta la industria farmacológica.

Figura 3

Sistema de dosificación de alimento para mascotas



Nota. La imagen se aprecia un sistema de dosificación de alimento para mascotas. Tomado de Protección de ingredientes para elaboración de alimento, por ADM, 2020.

Como lo resaltan Quispe & Midward (2018) los sistemas pueden ser de utilidad en sistemas de control para el consumo doméstico del agua, mediante la automatización de la potabilización del agua (p. 18). permitiendo lograr una mejor distribución para las áreas de consumo, aprovechando de mejor manera los recursos hídricos.

A demás de múltiples funciones de producción de elementos sanitizantes como lo son jabones en polvo, como resaltan Ortiz y Zambrano (2017) dentro de la dosificación volumétrica

para jabón en polvo, permitiendo cambiar procesos de dosificación que previamente se realizaban de forma manual, a sistemas automatizados (p. 15).

Los sistemas de dosificación más comúnmente empleados los se encuentran en sistemas automatizados de alimentos, como el que presenta Aguirre (2018) donde explica el proceso de dosificación para una maquina empacadora de snacks, que permita reducir los tiempos de producción (p. 23).

Accesorios

Sensores. Son elementos que van tener la función de captar una alteración dentro de un entorno, y enviar una señal.

Sensores capacitivos. Como resalta Cabrera y Loza (2019) los sensores capacitivos tienen la capacidad de percibir elementos cerca del rango de alcance de lectura del sensor, gracias a los cambios dentro de un campo electroestático, los cuales pueden ser metales, líquidos, no metales (p. 56).

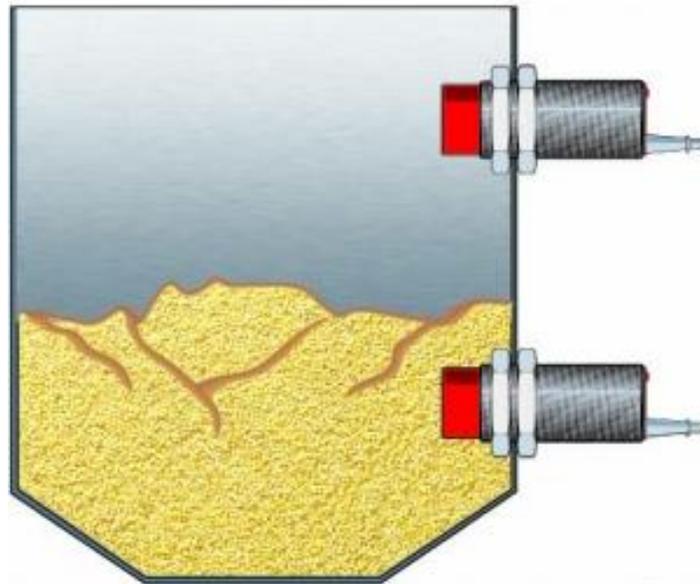
Sensores inductivos. Para Cabrera y Loza (2019) son sensores que utilizan la inducción eléctrica para percibir alteraciones dentro de un campo magnético que se encuentre dentro del rango de trabajo establecido, siendo su cualidad más importante que solo puede distinguir elementos metálicos (p. 57).

Relés. Como resaltan Escaño, García y Nuevo (2019) los relés son elementos de control electromecánicos que cuentan con una bobina y funciona como un electroimán, el cual va a contar de contactos abiertos y cerrados, que pueden cambiar de posición de acuerdo a la energización de la bobina, los cuales pueden ser normalmente abiertos y normalmente cerrados (p. 20).

Electroválvulas. Según Escaño, García y Nuevo (2019) es un dispositivo electromecánico, que consta de una bobina que funciona como un electroimán el cual, al momento de ser energizado por una fuente de energía eléctrica, va a cambiar de posición entre abierto y cerrado, de esta manera permite el paso de un fluido por una posición de la válvula a otra (p. 121).

Figura 4

Sensores de proximidad capacitivos



Nota. La figura se ven sensores de proximidad capacitivos dentro de una tolva de dosificación.

Tomado de Sensores y controles capacitivos e inductivos, por FIAMA, 2015.

Ventajas

Capacidad. Las ventajas de sistemas de los sistemas de dosificación es que permiten realizar múltiples deposiciones de elementos, valiéndose de la carga que guarda dentro de la tolva, ya que va a tener una cantidad muy superior de volumen almacenado dentro, y dependiendo de la tolva puede ser material muy grande o muy pequeño.

Practicidad. Permiten almacenar una gran cantidad de material de despisto dentro de su interior, lo cual permite la optimización del espacio que se encuentre dentro de una empresa y ayuda a mantener todo el espacio adecuadamente ordenado, y evitando que el personal se encuentre constantemente llenando una y otra vez las tolvas.

Eficiencia. Son sistemas que evitan las pérdidas innecesarias dentro de la cadena de producción, ya se encuentran diseñadas para ser eficientes y precisas al momento de realizar la dosificación, ya que esta al ser controlada puede implementar sistemas de medición de peso para evitar cualquier tipo de pérdida por falta de precisión.

Versatilidad. Los sistemas de dosificación permiten realizar trabajos en múltiples áreas de la producción, como lo son en la industria alimenticia, agrícola, farmacéutica, siendo en cada una de ellas una herramienta que permita mejorar el margen de producción, y permita en una misma empresa aplicar estos sistemas para diferentes productos.

PLC

Definición

El PLC es un ordenador industrial que automatiza procesos mediante un ordenador con el objetivo de desarrollar de forma eficiente de todos los sistemas que lo componen. Debido a estos beneficios, el PLC se ha convertido en una herramienta más importantes en el desarrollo industrial. Es por eso que Gaibor & Quijia (2019) menciona lo siguiente:

Un controlador lógico programable o PLC es un dispositivo digital electrónico que puede almacenar instrucciones para implementar funciones, lógica secuencial, temporización, operaciones aritméticas y lógica booleana para control de máquinas y procesos de carácter industrial. Cuando se carga el programa a la CPU, ésta posee la capacidad

necesaria para la supervisión y el control de los dispositivos que configuran el sistema.

(p.7)

Básicamente, la función de un PLC es detectar diversos tipos de señales, preparar y enviar acciones de acuerdo con un cronograma de trabajo. Además, recibe la configuración de los operadores y acepta e informa los cambios de programación según sea necesario.

Modelos

PLC Tipo Nano. Según Villareal (2021) manifiesta que “El PLC tipo nano (fuente, CPU, entradas y salidas integradas). Este puede manejar un número reducido de entradas y salidas, generalmente en un número inferior a 100. Permite manejar entradas y salidas digitales y algunos módulos especiales” (p.32), Por lo tanto, el PLC nano se caracteriza por tamaños pequeños y de gran utilidad para el mundo laboral.

Figura 5

PLC Nano



Nota. El grafico representa un PLC Nano. Tomado de Blog Autómatas, por R. Cazorla, 2019.

PLC Tipo Compacto. Un PLC compacto es un dispositivo con funciones esto permite a los usuarios elegir la mejor combinación de módulos especiales. lo cual permite configurar el

sistema en el momento adecuado para adaptarse a cualquier aplicación. Es por eso que Villareal (2021) afirma lo siguiente:

Estos PLC tienen incorporado la fuente de alimentaciones, la CPU y módulos de entradas y salidas en un solo módulo principal y permite manejar desde algunas entradas y salidas hasta varios de cientos (alrededor de 500 entradas y salidas), su tamaño es más grande que los PLC nano y estos soportan gran variedad de módulos especiales, como entradas y salidas analógicas, módulos contactores rápidos, módulos de comunicación e interfaces de operador, expansión de entradas y salidas. (p. 32)

Por lo cual el PLC compacto consta de elementos agrupados lo cual es ideal para un uso más amplio y completo. Sus módulos constituyentes pueden ser por: placa base, procesador central, memoria, módulo de entrada, módulo de salida (o híbrido).

Figura 6

PLC Compacto



Nota. En esta imagen se puede visualizar el PLC Compacto. Tomado de Blog Autómatas, por R. Cazorla, 2019.

PLC Tipo Modular. Según Villareal (2021) menciona que. “Estos PLC están conformados por un conjunto de elementos que forman el controlador final, estos son: Rack,

fuente de alimentación, CPU y módulos de entrada y salida” (p. 32), por lo tanto, el PLC modular consta de una sola unidad que no requiere módulos adicionales de entrada, salida o fuente consiste en un conjunto de elementos independientes, además monitorean sistemas de automatización máquinas y dispositivos.

Figura 7

PLC Modular



Nota. En esta imagen se ve a un PLC Modular. Tomado de PLC Modular, por L. Cucat, 2020.

Ventajas del PLC

Las ventajas del PLC dentro del campo de la automatización es el control de procesos esto permite la simulación, la formación y la educación lo cual proporciona una mayor confianza y seguridad para el ahorro de tiempo y la seguridad personal de casa trabajador. Básicamente se destaca se destaca por ser por ser un instrumento de trabajo preciso y de alta fidelidad.

Aprovechando sus múltiples funciones se reconoce que son sistemas compactos que a diferencia de los componentes electromecánicos con los cuales se desarrollan sistemas de control, los PLC ofrecen tamaños compactos que se adecuan a diferentes tamaños de colocación, ayudando a tener una mejor optimización del espacio de trabajo, conjuntamente vienen otras

ventajas que se detallan en la tabla 1, sin embargo, se deben considerar también las desventajas las cuales se encuentran propuestas en la tabla 2.

Tabla 1

Ventajas que se encuentran en la aplicación de PLC

No.	Ventajas de la aplicación de los PLC en los procesos industriales
1	Reducción del cableado
2	Minimización de espacio
3	Costo bajo de las instalaciones, operaciones y mantenimientos
4	Excelente manejo de las distintas configuraciones y programaciones
5	Menor costos
6	Respuesta Inmediata y Rápida
7	Brinda seguridad en el proceso

Nota. En esta tabla muestra las ventajas que tiene un PLC.

Desventajas del PLC

Tabla 2

Desventajas que se encuentran en la aplicación de PLC

No.	Desventajas de la aplicación de los PLC en los procesos industriales
1	Personal Capacitado para establecer conexiones y programaciones
2	Tiene que mantenerse a condiciones ambientales especiales
3	Mayor costo, enfocada a la mediana y gran industria
4	Personal capacitado con mano de obra calificada

Nota. En esta tabla se puede visualizar las desventajas del PLC.

Estructura de un PLC

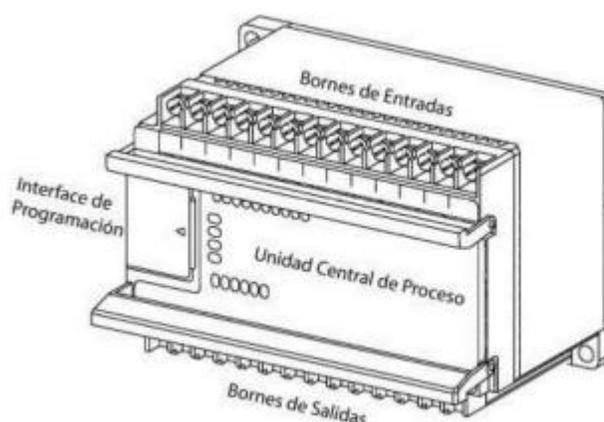
La estructura de un PLC consta de varios módulos y entradas y salidas las cuales permiten la vinculación y la conexión exacta con otros dispositivos, básicamente es una micro computadora que puede dar y recibir órdenes. Es así que Villareal (2021) afirma lo siguiente:

Un PLC tiene una estructura muy similar a una computadora que se utilizan en la vida diaria, debido a que tienen los mismos fines; como es la de adquirir información, procesarla y entregar resultados al usuario o usuarios que lo requieran. Por lo tanto, la arquitectura del PLC es el diseño que integran al PLC y estas son las partes principales que conforman al equipo y a la función que realizan. (p. 32)

El PLC puede programar un sin fin de tareas, la estructura externa de un PLC consta de muchos módulos, así como de entradas y salidas que le permiten conectarse a otros dispositivos, la mayoría de los PLC requieren más de una fuente de alimentación para su correcto funcionamiento.

Figura 8

Estructura de un PLC



Nota. En esta imagen se puede interpretar la estructura de un PLC. Tomado de Elementos esenciales de un autómata programable, por A. Villareal, 2021.

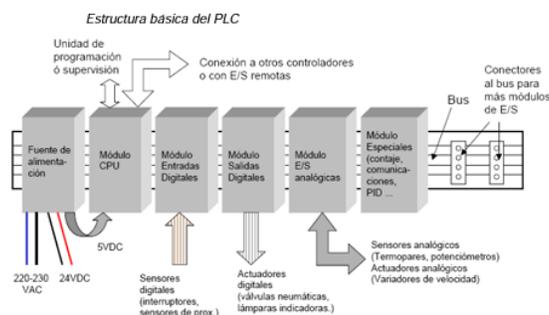
Una tarjeta de interface de entradas/salidas. Con la investigación de Mamani (2021) menciona lo siguiente “para la transformación y adaptación de señales eléctricas de captor a autómatas (cambio de tensión, aislamiento, filtrado, etc.) y, a la inversa, de señales de autómatas a actuadores” (p.14) por lo tanto las entradas digitales son las que pueden alternar entre dos estados, un estado lógico activado y un estado desactivo.

Una tarjeta procesadora. Según la investigación de Mamani (2021) manifiesta que “Que es el “cerebro” de la máquina, ya que lee e interpreta las instrucciones que hacen que almacene el programa y deduce las operaciones” (p. 14) consiguiendo una tarjeta procesadora se encarga de leer las señales y ejecutar las instrucciones almacenadas en la memoria del PLC del programador.

Una tarjeta de memoria. Para Mamani (2021) informa lo siguiente “Se contiene electrónicos componentes que permiten el programa para ser memorizada, como, así como los datos (entrada secuencias) y actuadores. (señales de salida)” (p. 14) consecuentemente las tarjetas de memoria son dispositivos de gran importancia que se encargan de almacenar datos importantes.

Figura 9

Estructura de un ordenador programable (PLC)



Nota. La figura muestra la distribución de un ordenador lógico programable. Tomado de Estructura básica del PLC, por K. Reascos, 2020.

Comunicaciones

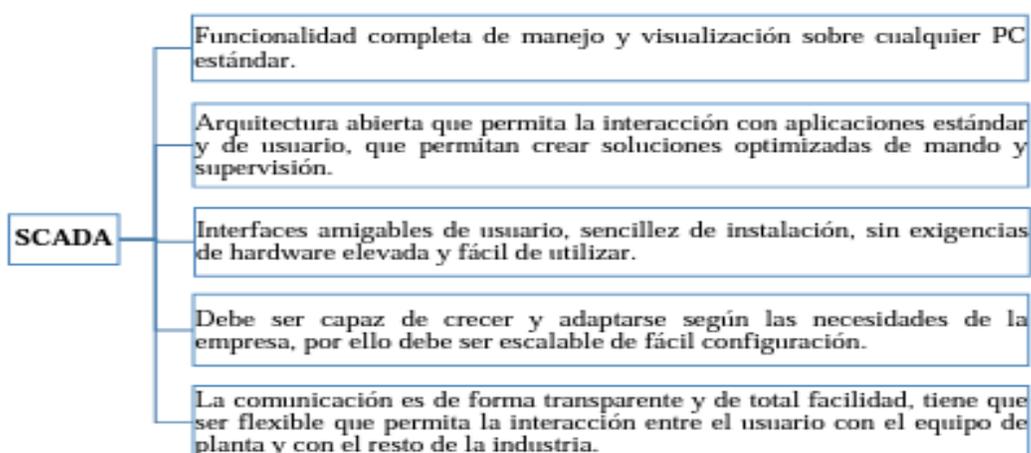
Sistema SCADA. El sistema SCADA es un instrumento importante de la automatización y control industrial básicamente se utiliza en todos los procesos productivos de las industrias los cuales puede controlar, supervisar, y también analizar datos los cuales generar informes a distancia con una aplicación informática. Es así que, Tipán (2020) menciona lo siguiente.

La palabra SCADA por sus siglas en inglés significa Supervisor y Control and Data Acquisition y en español significa Control con Supervisión y Adquisición de Datos. Un SCADA es un software diseñado para la supervisión de un proceso industrial a través de una estación central o la pantalla de un ordenador. (p.53)

Los sistemas SCADA se han convertido en una parte integral e importantes de las empresas industriales de hoy en día, cuya base es la optimización de procesos de producción, estas procesan datos para tomar decisiones de forma ágil y precisas e informan problemas dentro del sistema, que permite reconocer de manera inmediata los inconvenientes formados.

Figura 10

Sistema SCADA



Nota. En esta figura detalla con claridad la funcionabilidad del sistema SCADA. Tomado de Consideraciones en Sistemas SCADAS, por A. Tipán, 2020.

Lenguaje de los PLC'S

Las expresiones de programación de los PLC forman sistemas de comunicación o un lenguaje informático comúnmente utilizado por los en conjunto de instrucciones generadas por computadora. Así que Huiracocha (2020) menciona lo siguiente.

El lenguaje de autómatas apunta a un dialecto formal importante para lograr la comunicación entre el sistema operativo y el usuario. El objetivo clave de la programación de dialectos es expresar los diversos procedimientos que pueden realizar las máquinas y el controlador. Debido a la gran cantidad de dialectos que crearon los fabricantes de PLC, la institucionalización fue importante y no fue hasta agosto de 1992 que se llegó a la norma universal en el curso de IEC 1131-3 (IEC 65). (p. 20)

Por lo que se puede decir que, gracias a los lenguajes de programación de PLC, es posible desarrollar programas más complejos, además son ordenes identificables por el PLC el cual permite proceder a una secuencia y así controlar el comportamiento lógico de las salidas de sus componentes para el control de la máquina.

Lenguaje de Programación. Interpretados estos resultados, Vicente (2019) sugiere que “Para poder comunicar las necesidades de los usuarios con la máquina se debe establecer un lenguaje de programación que consiste en símbolos, caracteres y reglas de uso. En la actualidad se conoce varios tipos de lenguaje de programación para los PLC” (p.10), por lo tanto, el lenguaje de programación es muy importante porque ayuda a comunicarse con una máquina y controlar su proceso, es decir cuenta con distintas series de instrucciones, comandos.

Modelos PLC'S

PLC S7-1200. Es controlador fijo y compacto el cual puede manejar fácilmente las tareas de fabricación simples, pero de alta precisión, además está diseñado para escalabilidad y

flexibilidad entre 5 CPU y puede reducir la necesidad de espacio en los paneles de control.

Reascos (2020) menciona lo siguiente:

Es un controlador compacto que ayuda al procedimiento de tareas productivas con alta precisión tiene un diseño escalable y flexible en los cinco CPU que posee y minimiza los requisitos de espacio en el cuadro de control. Su software es sencillo de aprender y de usar con una navegación comprensible debido a sus símbolos y menú estandarizado en todas las vistas. (p. 29)

El S7-1200 PLC (controlador lógico programable) proporciona flexibilidad y la capacidad, el diseño compacto, también la configuración flexible y el amplio conjunto de comandos controlan numerosos dispositivos para una variedad de tareas de automatización, el S7-1200 es un parte importante para controlar sistemas automatizados.

Figura 11

PLC S71200



Nota. En esta figura se puede visualizar el controlador lógico programable S7-1200 y sus distintas características. Tomado de PLC Siemens S7-1200, por K, Reascos, 2020.

PLC Logo. Es un controlador lógico programable de pequeño tamaño, pero de gran capacidad. Sobresale en su capacidad de integración con los autobuses estándar de la industria.

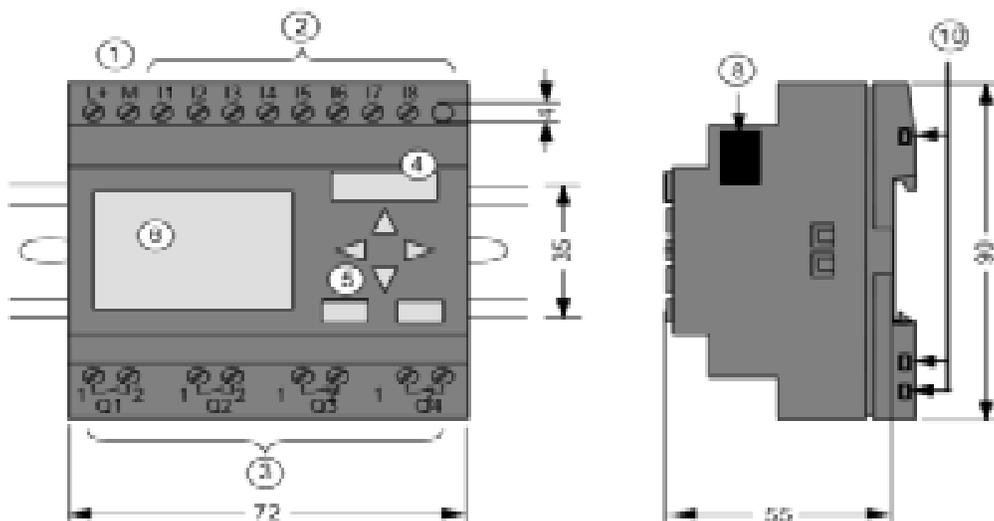
Su pequeño tamaño no lo limita, puede acomodar una variedad de tareas de automatización. Estrada (2019) afirma lo siguiente.

El PLC que se va utilizar es el Logo de la serie “LOGO 12/24V 6ED1 052-1MD00-0BA6” (Bereich Automation and Drives, 2003), que se caracteriza por ser un módulo digital compacto y fabricado por Siemens, este modelo en especial es el autómatas más pequeño que fabrica dicha compañía y su principal uso es en procesos de automatización en hogares y en sectores industriales pequeños. (p. 1)

Por lo tanto, el PLC logo es un dispositivo electrónico que se programa para realizar acciones de control automáticamente, el PLC Logo está diseñado para tener el control de sistemas. Básicamente tiene tareas de automatización muy comunes de programar mediante un software llamado (¡LOGO! Soft Comfort) el cual es de fácil manejo.

Figura 12

PLC SIEMENS LOGO 8

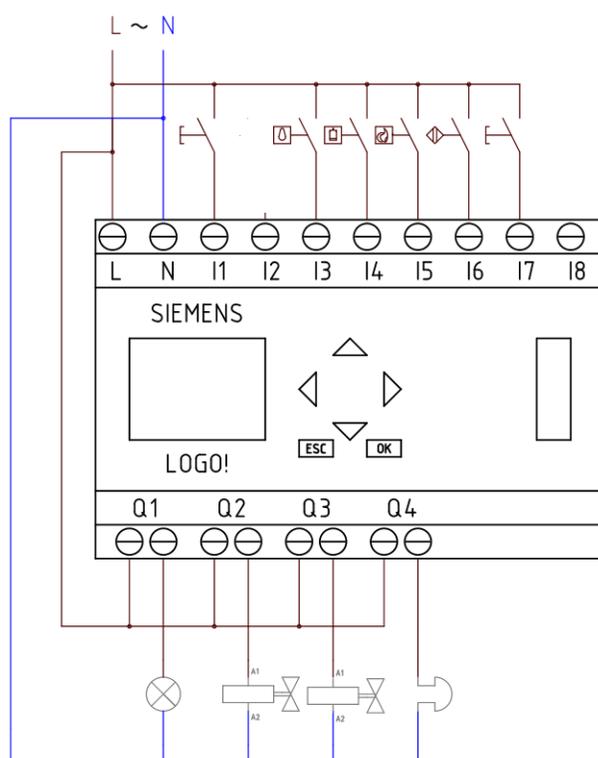


Nota. El grafico representa las principales características de un PLC logo. Tomado de Estructura del PLC, por G, Estrada, 2019.

Conexiones de entrada. Según Estrada (2019), “Para poder conectar sensores al PLC LOGO12/24V 6ED1 052-1MD00-0BA6, se debe de seguir la siguiente conexión, esto es para la protección del equipo, el uso correcto de las entradas. Las condiciones son las siguientes”. (p. 27) Estas entradas de acuerdo al modelo del PLC van a variar, ya que existen multitud de elementos que componen alimentaciones para corriente alterna y corriente directa.

Figura 13

Conexión de PLC Logo



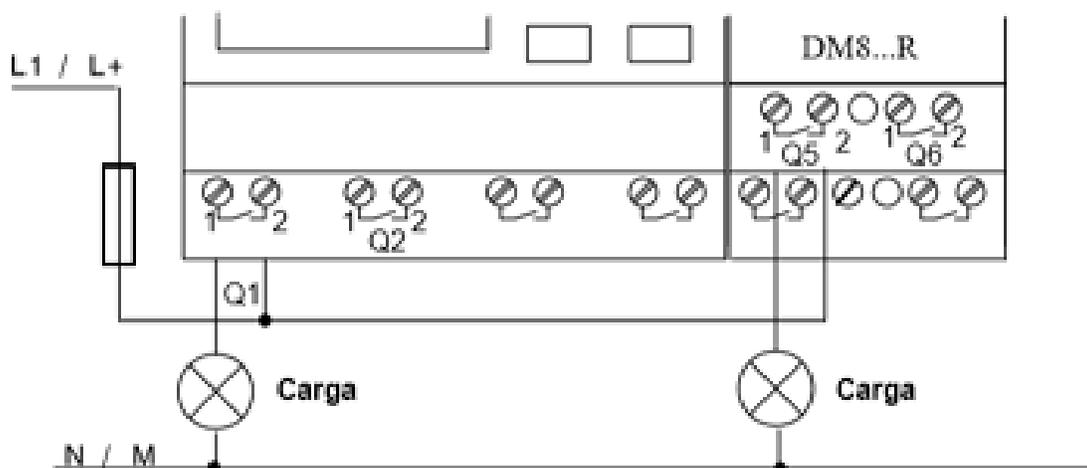
Nota. En esta figura se visualiza las diferentes conexiones que tiene un PLC Logo, Tomado de Datos del PLC LOGO, por O, Estrada,2019.

Conexiones de Salida. Según Estrada (2019), “Las salidas del PLC LOGO 12/24V 6ED1 052-1MD00-0BA6, son relevadores. Los contactos de los relevadores están libres de potencial con respecto a la tensión de alimentación y a las entradas”. (p. 28) esto indica que existen salidas

por relé dentro del PLC LOGO, los cuales se encuentran adecuados a niveles de voltaje y corriente diferentes, ya que pueden ser energizados por medio de fuentes de voltaje alterno o directo con valores iguales a 24 en caso de ser de corriente directa o en cambio quien construye se puede encontrar con entradas de mayor voltaje en corriente alterna.

Figura 14

Conexión de salida de un PLC Logo



Nota. La imagen muestra las salidas del Logo. Tomado de Condiciones para la salida de relevador, por O, Estrada, 2019.

PLC Zelio. Se trata de una serie de relés autónomos que incluye entradas digitales o analógicas que sirven para conectar sensores, interruptores, pulsadores, interruptores, o cualquier tipo de señal digital que maneje el mismo tipo de voltaje y frecuencia del dispositivo. Según Guayta, (2021) menciona lo siguiente.

Zelio logic es un relé programable fabricado por Schneider Electric ideado para el mando de sistemas de automatización simples. Dispone de 2 gamas de productos la compacta y la modular con dos bases de 10 y 26 entradas/salidas, con módulos de extensión de 6, 10 y 14 entradas/salida (p. 27)

Por lo tanto, Zelio PLC tiene series de salidas para la conexión de contactores, lámparas, variadores de velocidad, etc. Tiene una pantalla la cual sirve para poder visualizar textos, esto ayuda al usuario a verificar procesos en tiempo exacto, también tienen otras funciones internas que pueden controlar procesos de automatización simples.

Figura 15

PLC ZELIO.



Nota. Esta imagen muestra el aspecto físico del relé lógico programable Zelio. Tomado de Zelio SR3BU101FU, por, Guayta et al., 2021.

Aplicaciones

Los PLC se utilizan principalmente en instalaciones normalmente en industrias o infraestructuras donde se requieren procesos como manipulación, control, señalización, entre otros. Por lo tanto, sus aplicaciones van desde procesos de fabricación hasta conversión industrial. Según Reascos (2020) determina los siguiente:

La utilización del PLC se da en instalaciones en donde es fundamental un proceso de maniobra, control, señalización por lo tanto se basa en procesos de fabricación industriales de cualquier tipo de transformación industrial y control de instalaciones. Sus dimensiones reducidas, facilidad de montaje, rápida utilización, modificación o alteración hace que su eficacia sea óptima en procesos que producen necesidades como: espacio reducido, procesos secuenciales, maquinaria de procesos variables, chequeo de programación centralizada de las partes del proceso. (p. 25)

Debido a las características especiales de diseño, este PLC tiene una gran gama de aplicaciones. El perfeccionamiento continuo de hardware y software de PLC continúa expandiendo el campo, esto sirve para satisfacer las necesidades descubiertas dentro de sus capacidades prácticas.

Metodología y Desarrollo del Proyecto

Construcción de la Estructura

Dentro del desarrollo del proceso de construcción se estableció un proceso investigativo para entender de mejor manera los procesos necesarios para cumplir con el desarrollo práctico, se establecieron ciertos parámetros para la construcción como definir los materiales precisos para la construcción de la estructura para el soporte de los elementos que van montados, y los elementos de control, maniobra, actuadores y sensores.

Figura 16

Proceso de construcción



Nota. En la imagen se aprecia el corte de acero estructural cuadrado con la utilización de la cortadora de metal.

A continuación, la construcción se inició con la base para el módulo, se utilizó tubos de hierro cuadrado $\frac{3}{4}$ y soldadura MIG, con medidas de construcción de 122 cm, 82 cm y una altura

de 86,5 cm, la cual quedó con la medida necesaria para observar todos los componentes y dentro del cuadrante todos los sistemas de dosificación y movimiento para la banda transportadora.

Elaboración de la Estructura para la Dosificación

Para esta estructura se utilizaron dos tubos cuadrados de 16 cm x 2 cm x 2 cm, y además se utilizó tubos más pequeños para agrandar la mesa para la dosificación, también se utilizó una plancha de tol tipo L para implementar el sensor inductivo por donde pasara el tipo de material el cual se va dosificar. El material utilizado fue una plancha de tol de 1.5 mm de espesor, el cual fue recortado mediante una tijera especial para cortar, de acuerdo a las medidas esperadas. A continuación, se cumplió con el proceso de soldar las placas mediante soldadura MIG, y mediante la misma se acopló a la banda transportadora en su parte final.

Figura 17

Proceso de suelda MIG para la estructura de dosificación



Nota. Dentro de la imagen se aprecia el proceso de unión de materiales con el uso de la soldadura MIG.

Pintado de la Estructura de Dosificación

Una vez ya colocado todos los elementos para el sistema de dosificación se procedió a pintar la plancha con ayuda de una pistola neumática o soplete, también con una lata de pintura gris cromada mezclada, se corrigió las imperfecciones causadas al pintar con la pistola neumática al ser más difícil de controlar genero algunas sobrecargas de pintura. Al colocar la pintura en spray de color plata se halló muchas imperfecciones que al momento de que la estructura se secó, por tanto, se repasaron áreas donde la pintura no había sido aplicado de forma adecuada.

Figura 18

Matizado de la estructura de dosificación



Nota. A continuación, se observa el proceso de matizado para la tolva y los demás elementos de la estructura de dosificación.

Pintado de la Estructura de Soporte

Una vez lijada toda la estructura dejándola esta liza y sin impurezas se procedió a pintar la estructura se utilizó brochas y una lata de pintura negra, este proceso de pintar no fue tan

complicado ya que solo se utilizó la brocha por los tubos de la estructura y para pintar fallas que no fueron visibles. Al momento de pintar la base de la estructura primero se aplicó un spray de color negro sobre las vigas cuadradas de soporte, con múltiples repasadas y al momento de que la pintura se secó, se procedió a pintar el tol que se encuentra en la parte superior, la cual fue pintada con un aerosol de color plateado mate.

Figura 19

Pintado de la mesa



Nota. En esta figura se aprecia el proceso de matizado de la estructura de soporte del módulo de dosificación con la ampliación de pintura en spray.

Implementación de los Elementos

Una vez que la estructura principal fuera colocada y dimensionada con todos los elementos que irían encima y debajo de la plancha con ayuda de un lápiz se procedió a señalar los lugares donde irán adecuados los orificios para poder colocar los elementos principales y aberturas extras los cuales servirían de entradas para poder conectar las mangueras neumáticas.

A demás de colocar todo el sistema de dosificación mediante la perforación de la plancha y sujetar la banda transportadora al tool por medio de pernos, arandelas y tuercas, que mantendrán fija al sistema de transporte. Conjuntamente se colocó el motor de que va a dotar de movimiento a toda la banda con 50 rpm, el cual se encuentra en el extremo del inicio.

Figura 20

Perforación para colocar la banda transportadora



Nota. Dentro de la imagen se observa el proceso de perforación para los orificios de los soportes de la banda transportadora y los elementos de dosificación.

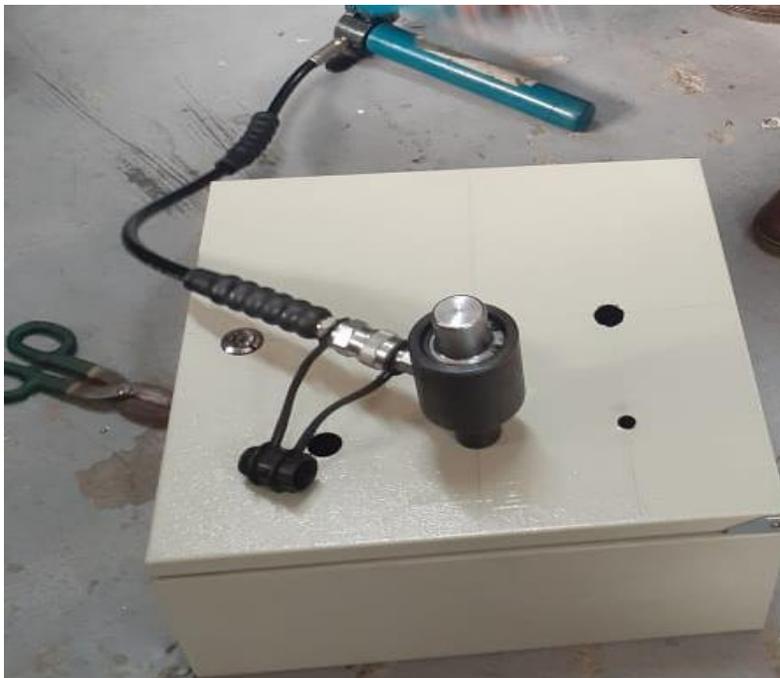
Construcción del Sistema de Control

Para el siguiente paso se procedió a colocar un tablero electro en donde se realizó 6 perforaciones para colocar los distintos elementos de control que ayudará a reconocer si el sistema se encuentra encendido o apagado adecuados al proceso de dosificación. Para el cual se procedió a la adquisición del gabinete de control, el cual consta de unas dimensiones de 40 centímetros de alto, 40 centímetros de ancho y 40 centímetros de profundo, y en el cual realizo

las perforaciones pertinentes para elementos como lo son luces piloto, y pulsadores de accionamiento que van a permitir enviar señales digitales de entrada al PLC y texto de señalización.

Figura 21

Perforación del tablero de control



Nota. Se aprecia el proceso de perforación para la tapa del gabinete.

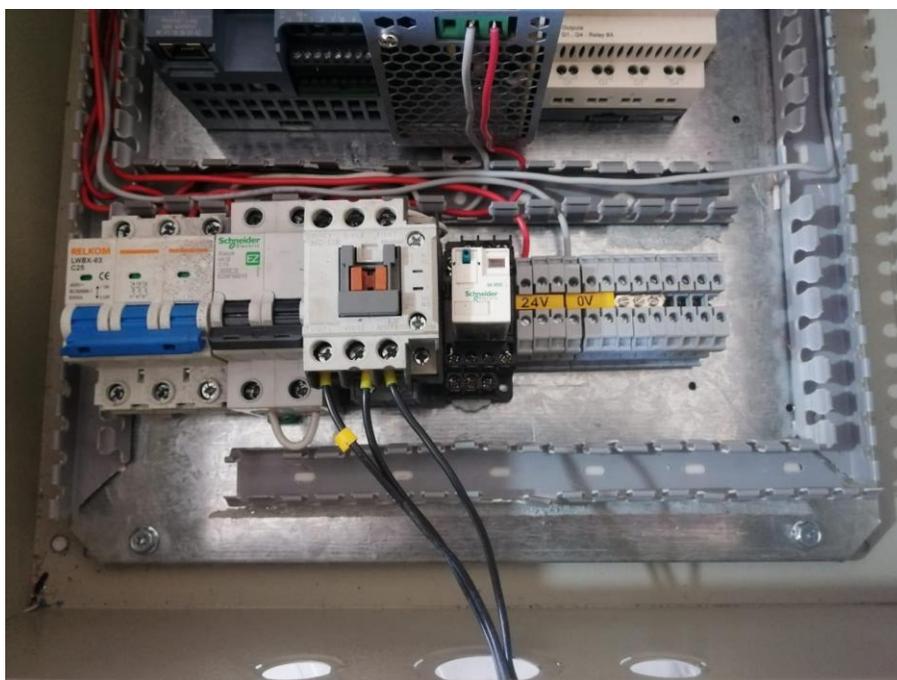
Una vez listo el tablero de control con sus diferentes perforaciones se procedió a realizar la conexión de los elementos de control para el motor y el sistema de dosificación, dentro de los cuales se encuentran elementos como: contactor, relés de 24 VCC, alimentación para 24 VCC, PLC Siemens S7 1200, y borneras de alimentación y distribución, se doto de una alimentación de 220 voltios, asegurándonos que el sistema se encuentre protegido con una protección magnetotérmica, para corriente alterna de hasta 220 voltios.

Estructura interna

Se colocaron canaletas de 25 mm de alto 25 mm de ancho y 25 mm de fondo para el paso del cableado dentro de la distribución de las conexiones internas, para las alimentaciones se colocaron borneras con puestos comunes para alimentar los elementos de 24 VCC, y de 0 VCC para elementos como lo son sensores y electroválvulas. Se añadieron los rieles din, que van a servir como soporte para los elementos que van dentro del gabinete.

Figura 22

Colocación de elementos sujetos al riel din



Nota. Se colocó cada uno de los elementos de protección y control eléctrico dentro del gabinete de automatización.

Conexión interna del tablero

Ya una vez que se haya desarrollo dentro del software CADE-SIMU, en Fluid Sim y en TIA portal V17 el cual se encuentra en el apartado de anexos, se inició la conexión S7 1200, primero se alimenta al PLC con 240VAC, sacando dos cables del breaker trifásico y llevándolos hasta el PLC S7 1200 y conectándolos en L y N. Al final se conecta una alimentación de 24 VCC

a las salida, siendo la primera al puerto común de alimentación y el resto de salidas como lo son 0.0, 0.1 y las demás dependiendo del el número de salidas que van a ser necesarias conectar para el sistema de dosificación.

Figura 23

Conexión del sistema de control



Nota. Conexiones eléctricas internas del gabinete de control.

Conexión y Programación

Para lo que es la parte de conexión y programación se utilizaron softwares como CADE-SIMU para hacer los planos eléctricos de la conexión del PLC S71200, ya que permite configurar de forma realista todas las entradas y salidas que se van a utilizar dentro del sistema automatizado, y para la parte de programación que se usó dentro del software de TIA Portal V17.

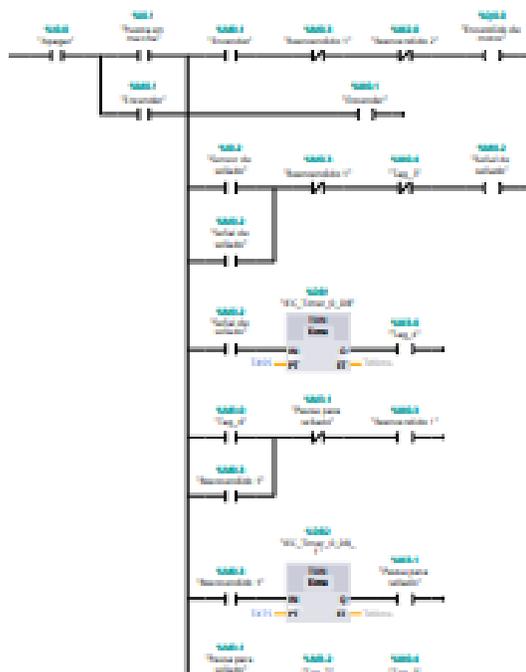
Programación para el S7 1200

Primero se realizó la programación en el software TIA Portal, colocando primero I0.1 como un contacto abierto que simula el pulsador normalmente cerrado, un pulsador normalmente

abierto para un contacto abierto y los demás sensores van a cumplir el rol de contactos abiertos, como se aprecia a continuación.

Figura 24

Programación dentro del software de TIA Portal



Nota. Programación dentro del software de TIA Portal para el sistema automatizado de dosificación.

Simulación de Programación en FluidSIM

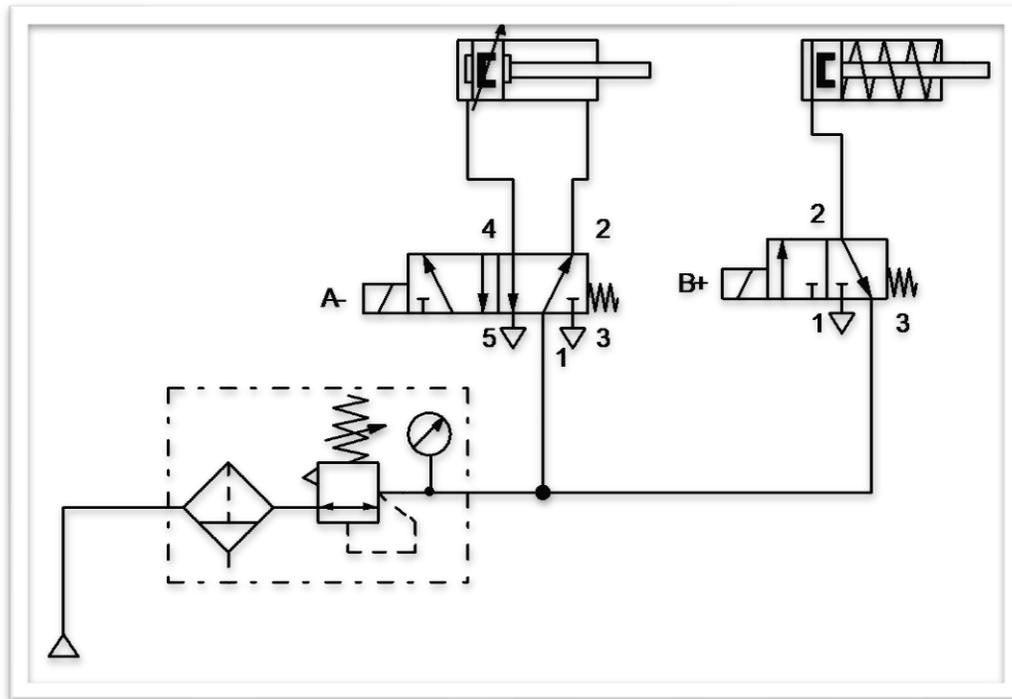
Mediante del planteamiento del funcionamiento del circuito de automatización dentro del sistema de dosificación, se va a tener en cuenta los elementos con los que se cuenta, para construir el circuito de funcionamiento, se tienen los siguientes elementos:

- 1 cilindro doble efecto
- 1 cilindro simple efecto
- 2 válvulas estranguladoras
- 1 sistema de generación de aire comprimido

- Válvulas de control de caudal 5/2 con retorno por muelle
- Válvulas de control de caudal 3/2 con retorno por muelle
- Mangueras neumáticas para la distribución de aire comprimido

Figura 25

Componentes neumáticos



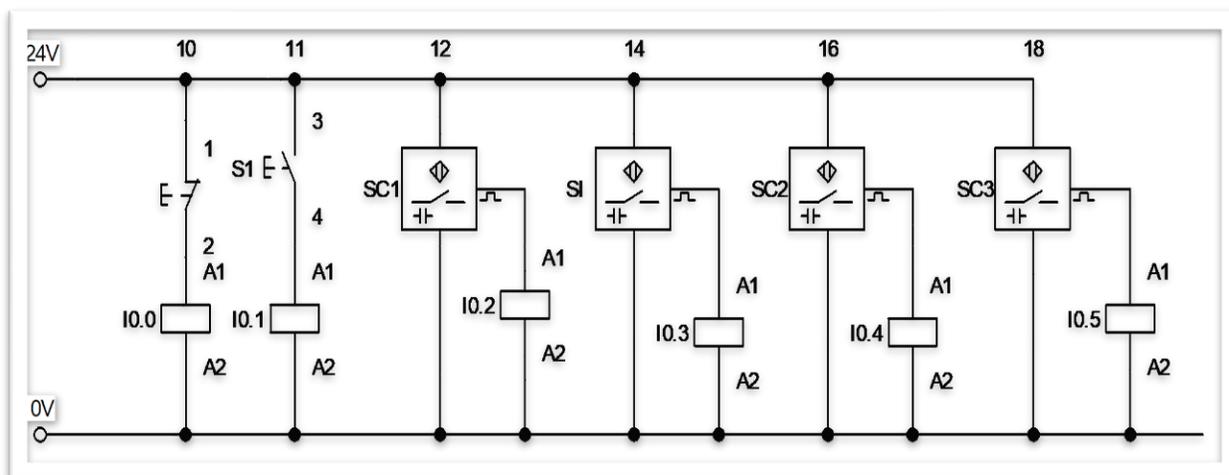
Nota. Se aprecian los elementos necesarios para el control del sistema neumático.

En la Figura 15 se aprecian los elementos neumáticos interconectados que permiten controlar el sistema automatizado de dosificación, en este caso se encuentra 1 cilindro neumático de doble efecto que se será el encargado de detener el envase justo en la posición para la dosificación de material y un 1 cilindros neumáticos simple efecto encargado de liberar el material que se encuentra retenido en el interior de la tolva, el cual en su posición normal debe encontrarse afuera, evitando que el material descienda sobre la banda transportadora y 2 electroválvulas, una es 5/2 monoestable con retorno por muelle el cual va a ser la encargada de

controlar al cilindro de doble, y la otra es una 3/2 monoestable con retorno por muelle va a permitir el retorno del cilindro de dosificación que es el de simple efecto. A demás se aprecia el sistema de generación de aire comprimido con su respectivo regulador de presión.

Figura 26

Elementos de entrada



Nota. Ilustración de los elementos de control encargados de enviar las señales digitales de entrada.

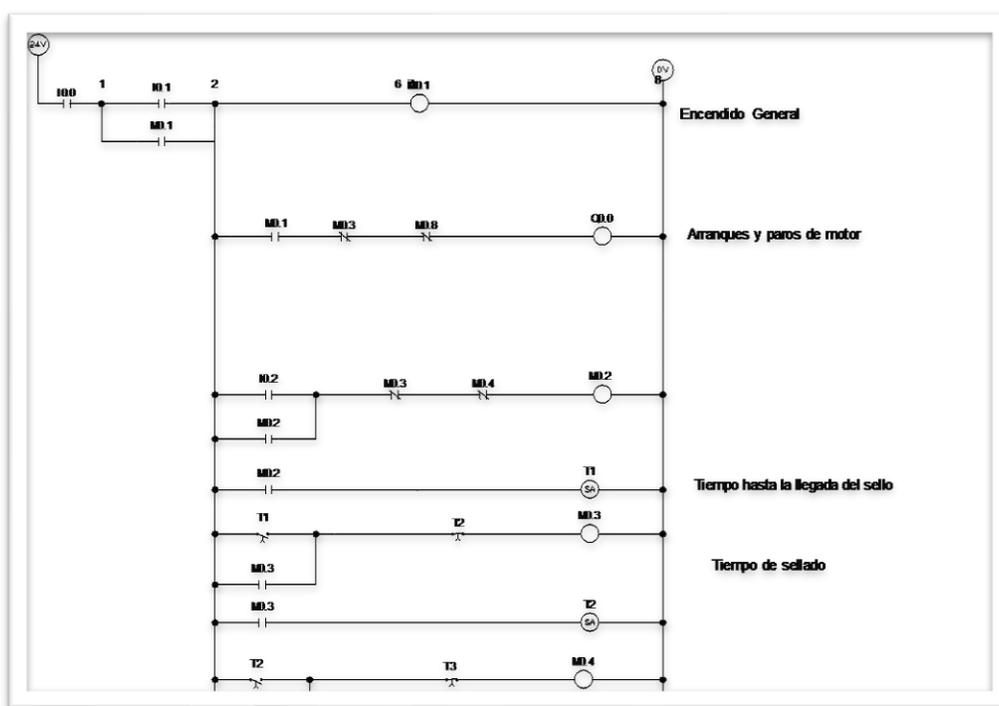
En la figura se observan los elementos de entrada para el PLC S7 1200, el cual va a contar con un paro general que es el pulsador normalmente cerrado, de color rojo, y un encendido general siendo este un pulsador normalmente abierto, siendo este comúnmente de color verde, a continuación, se encuentran los sensores capacitivos e inductivos, los cuales van a ser los contactos del bloque de relés.

En total siendo 6 entradas digitales que van enviar la señal de 24 VCC al PLC, 2 siendo contactos de pulsadores NC y NA, y el resto siendo contactos de relés, los cuales sus bobinas van a ser accionadas por sensores, que van a permitir el paro y marcha del motor, como consecuentemente el proceso de dosificación por material.

Después, se procedió al diseño del control automatizado siguiendo el lenguaje de programación Ladder, el cual viene siendo por escalera, un lenguaje al cual se ha utilizado de manera continua, y que se relacionan al sistema de lógica cableada dentro del control industrial, teniendo en cuenta factores que cambian dentro de este sistema como la implementación de marcas y temporizados.

Figura 27

Programación en lenguaje Ladder



Nota. Construcción de la programación Ladder para realizar el proceso automatizado de dosificación.

En el programa de fluidSIM gracias a amplia gama de aplicaciones prácticas que se obtienen, se puede diseñar la programación del mando automatizado, y simular los procesos que van relacionados con él, por tanto, es una forma ideal para poner en marcha el proceso de automatización necesario dentro del proyecto.

Terminado el proceso de simulación se definió todos los elementos que se van a utilizar y que van a ir dentro de gabinete de control, como lo son: rieles din, canaletas para el cableado, contactor para el motor, borneras para riel din, protección con para sistemas bifásicos y trifásicos, Alimentación con una fuente de 24 VCC, PLC Siemens s7 1200, y relés de 24 VCC. Se terminó de colocar todos los elementos internos dentro del gabinete y del módulo externo, como lo son sensores capacitivos e inductivos, electroválvulas, válvulas estranguladoras, y actuadores como lo son cilindros neumáticos.

Propuesta

Prueba de Sensores

Para realizar esta prueba se realizó la conexión de cada sensor a las bobinas de los relés de 24 VCC, donde se espere que energicen las bobinas de acuerdo a la función que se espera conseguir, es decir que el sensor inductivo detecte metales, mientras que el sensor capacitivo detecte todo tipo de material, permitiendo que el contacto común se cambie de posición su contacto, de un normalmente cerrado a un normalmente abierto.

Figura 28

Pruebas de señal para sensores capacitivos



Nota. Se colocaron los sensores dentro de las posiciones preliminares para poner a prueba su funcionamiento.

Al comprobar las conexiones se encuentra 1 sensor NPN y 3 sensores PNP, uno de ellos siendo inductivo y el resto siendo capacitivos, y de esa manera se los conecto a los relés para permitir energizar y tener una correcta manipulación de las bobinas, además permitir cambiar las

posiciones de los contactos de cada relé, para terminar con el funcionamiento óptimo de cada sensor y cada relé.

Al terminar todas las pruebas de funcionamiento para cada sensor, se apreció que su funcionamiento era óptimo, para la puesta en marcha y la comunicación con el controlador lógico programable S7 1200, ya que al probar su funcionamiento los sensores de proximidad capacitivos permitían el paso de una señal digital por medio de su cable de conexión color negro, hacia la bobina de los relés.

Prueba de Señales de Entrada

Dentro del sistema de dosificación al momento de cerrar los contactos de los relés se espera la llegada de señal a las entradas digitales del PLC S7 1200, por lo cual al activarlos se comprueba que reciban cada una de las señales para los 3 sensores capacitivos y el único sensor inductivo. Al conectar la señal de 24+ VCC a el contacto común del relé en estado sólido, y el contacto normalmente abierto a entrada digital de PLC S7 1200, 0.0, donde se espera que el sensor mande la señal de control digital por medio del relé, y esta sea recibida.

Dentro de las pruebas se estableció que cada una de las entradas de señal digital sean recibidas por el PLC lo cual se logró de forma óptima. Ya que, al conectar los sensores a los relés, y que cada uno mande la señal adecuada a cada bobina del relé, solo fue necesario conectar el puerto común del relé a la alimentación de 24 VCC que ofrece el PLC S7 1200, y se conectó la salida normalmente abierta mediante un cable a la entrada digital de dicho sistema, por tanto, al comprobar que cada sensor entra en funcionamiento, la señal se aprecia como un led de iluminación.

Dentro de este proceso se pudo comprobar mediante la iluminación de la señal led que todas las entradas digitales recibían la señal desde los relés de maniobra, y entraban al PLC de

forma óptima, ya que solo era necesario comprobar la distancia con la que estaba configurado el sensor capacitivo para adecuarlo a la banda transportadora.

Figura 29

Pruebas de señal para las entradas digitales del PLC S7 1200



Nota. Se realizaron pruebas de señal con los sensores capacitivos que permitan la llegada a de señal a PLC S7 1200.

Con esta prueba de funcionamiento se analizó que cada una de las entradas digitales se encontraban activas y recibiendo la señal desde los pulsadores, tanto una señal constantemente encendida como la es la señal I.0 del pulsador normalmente cerrado, a diferencia del resto de señales, ya que la señal .1 es la referente del pulsador normalmente abierto, de la misma manera para los sensores y sus contactos abiertos.

Prueba de Electroválvulas

Dentro del sistema de dosificación las electroválvulas van a ser los elementos de salida encargados de proporcionar control externo sobre los cilindros neumáticos, por tanto, su

funcionamiento debe de ser el adecuado, dentro de las pruebas se establece que, al ser energizadas con un voltaje de 24 VCC, se espera que cambien la posición del paso de aire comprimido, y permitan el retorno y la salida de cada embolo.

Figura 30

Pruebas de funcionamiento para cada electroválvula



Nota. Las electroválvulas colocadas en la estructura de dosificación, fueron energizadas para comprobar su funcionamiento.

El funcionamiento de cada una de las electroválvulas fue el adecuado, permitiendo el control de los cilindros, ya que el resultado fue el planteado dentro de la programación establecida dentro de la programación de fluidSIM, ya que se espera que a un cilindro simple efecto con retorno por muelle se expanda, y que un cilindro doble efecto se contraiga y expanda.

Prueba de Conexiones

Dentro del gabinete de control se comenzó con el análisis de cada una de sus conexiones, para asegurar que no existan uniones inadecuadas de las alimentaciones de voltaje de corriente alterna a 220 voltios de corriente alterna, no se vea comunicada con alguna bornera o elemento

alimentado con 24 voltios de corriente continua y viceversa, o ni ningún cruce de señal dentro de los relés, esto se realizó por medio de un multímetro digital, con la función de continuidad que envía una señal y en caso de haber contacto da una alarma sonora.

Figura 31

Pruebas de conexiones del cableado interno



Nota. En la figura se aprecian las pruebas realizadas con un multímetro digital para verificar el estado de las conexiones.

Culminadas las pruebas de continuidad, se dio como resultado que todos los enlaces se encontraban correctamente conectados, por tanto, las señales de 220 VCA se encontraban adecuadamente conectadas a las protecciones eléctricas, y de estas daban alimentación a los demás elementos que requieren esa alimentación, como la fuente de 24 VCC, el PLC S7 1200, el PLC Zelio, el contactor y el motor de 220 VCA, y ninguna de estas conexiones se veían cruzadas con la señal de 24 VCC, ya que solo dota exclusivamente de alimentación a los relés, las electroválvulas y los sensores.

Prueba de Funcionamiento de la Programación del Sistema de Dosificación

Al haber terminado de probar cada elemento; entradas, salidas, alimentación, control, y actuadores, se procedió a comprobar el funcionamiento de la programación realizada dentro del software de TIA portal V17, para lo cual fue necesario cargar la programación desde un ordenador portátil, a través de un cable de datos ethernet, a el PLC S7 1200.

Figura 32

Cargando el programa desde el computador portátil



Nota. Dentro de la imagen se puede observar el proceso de subida de la programación desde TIA portal al PLC S7 1200.

Cargado el programa dentro del PLC, se proceden a realizar varios procesos de evaluación de funcionamiento, como lo son las salidas, ya que estas van a ser iluminadas al momento de cumplir cada función de salida esperada, dando como resultado de tener las salidas digitales Q.0, encargada del arranque y paro del motor, Q.1 será la salida para la electroválvula monoestable A+, Q.3 es la encargada de enviar la señal a la electroválvula monoestable B-. Al terminar el proceso de revisión todas las salidas del PLC se encuentran enviando señales

correspondientes a cada señal de entrada de acuerdo a la programación generada en el simulador de fluidSIM, donde si bien la programación funciona de acuerdo a los procesos predefinidos, aun se espera modificar parámetros dentro de las variables físicas tangibles que se encuentra en el módulo.

Prueba de Funcionamiento del Sistema de Dosificación

Los procesos de funcionamiento dentro del módulo requieren calibrar ciertas variables, como lo son sensibilidad de los sensores, que para este caso se los colocaron a su máxima distancia de lectura, lo cual equivale a 10 mm para cada sensor, mientras que la fuerza de salida de los cilindros neumáticos va a ser proporcionada por válvulas estranguladoras que van a ser ajustadas para marcar una posición donde la salida y entrada de los émbolos no sea brusca ni afecte a los cilindros.

Figura 33

Prueba de funcionamiento



Nota. Dentro de la figura se distingue la prueba del sistema automatizado.

Para terminar con la calibración se ajustó la programación de los temporizados, los cuales se espera adaptar al tiempo que consume cada proceso dentro del circuito neumático, y la banda transportadora, por tanto, se espera que cada variable como la velocidad del motor, la transmisión de la banda y los demás elementos para calibrar los timers, y para los cilindros, es necesario calibrar que tiempo de llenado es suficiente para cada embace. Cuando se calibró cada uno de estos parámetros al fin se procedió a la dosificación de material con el ciclo completo.

Prueba de Funcionamiento con Material

Para culminar se colocó el material para la dosificación, el cual es un alimento conocido como arrocillo, dentro del cual ya se estableció un tiempo de dosificación de 3 segundos donde llevo a llenar hasta un aproximado de $\frac{3}{4}$ partes de todo el envase, y de forma general, el funcionamiento va a comenzar con:

El encendido del sistema, y por tanto la banda comienza desplazarse gracias al movimiento circular del motor, llega hasta la posición del sellado, donde se detiene por 10 segundos hasta terminar dicho proceso, para continuar con el reencendido del motor, para continuar con la dosificación correspondiente.

Terminado este proceso y el censado por los sensores capacitivos, para primero activar el cilindro de posición A+, y detener nuevamente el motor 2 segundos después, y continuar con el dosificado gracias a la función B-, terminado este proceso durante 3 segundos, al finar los dos cilindros regresan a su posición inicial y el motor iniciará la marcha luego de 2 segundos después de haber terminado el proceso.

Al final todo el proceso conjunto se cumplió, los parámetros de las variables como lo son los sensores, y la presión de salida a los émbolos fueron corregidas para poder construir un sistema

de dosificación automatizado, donde se procuró la funcionabilidad y la eficiencia al momento de desarrollar la parte estructural, como la programación del control interno.

Figura 34

Colocación del arrocillo para el proceso completo de dosificación



Nota. Colocación del material a dosificar para poder cumplir con el ciclo completo de dosificación.

Evaluación de las variables eléctricas

El PLC S7 1200 de Siemens se alimentó con un voltaje de 220 VCA y su consumo de corriente eléctrica fue de 240 mA. El motor que se utilizó fue un Hitachi 100W, de alimentación trifásica, NF 21926, de 220 VCA de alimentación, con la frecuencia de 60 Hz, cuyo amperaje resultó ser 0.68 Amperios, con estos valores ofrece una velocidad constante de 60 R.P.M.

Fuente conmutada de alimentación de 24VCC de la marca MEAN WELL fue alimentada con un voltaje de 220 VCA y entregaba un voltaje de 24 VCC, con una capacidad de

alimentación de hasta 2.8 Amperios. Sensores capacitivos e inductivos de 6 a 36 V los cuales dieron un consumo de 278 mA Electroválvulas 24 V fueron 2 en total.

Conclusiones

Dentro del sistema del PLC S7 1200 la conexión a los sensores no puede ser conectada de forma directa, ya que al estar conectado por sensores PNP, NPN la señal debe pasar primero por relés la cual tiene que permitir distinguir cada una de las señales las cuales funcionan de forma independiente, así las entradas digitales van acondicionarse de acuerdo a estos sensores.

La señal de un sensor capacitivo puede ser utilizada como una señal doble para dos dispositivos PLC en caso de ser necesario para que cumplan múltiples funciones, ya que al conectar su cable de señal a la bobina de entrada que se puede usar sus contactos para dividir la señal, así poder enviar la señal de forma paralela a un controlador lógico programable que requiera una señal digital importante de 120 VCA, 220 VCA o 24 VCC.

Dentro del sistema es mejor tener a un sistema de 220 VVCA ya que al comprobar la alimentación de cada uno del componente de control y alimentación eran adaptables para los sistemas eléctricos de potencia, sin embargo, si se manipulaba un sistema de alimentación de 110 VCA los demás elementos de control no funcionaban porque no tienen un voltaje necesario para para trabajar de manera conjunta el sistema de control y el motor.

Las vías de las electroválvulas se adaptaron para cumplir con la función de controlar un cilindro simple efecto de retorno por muelle, que controla la dosificación a partir de la configuración donde la entrada de aire comprimido al cilindro sea la compuerta normalmente cerrada, y al momento de energizar la bobina de la electroválvula este pase a encontrarse a la posición abierta, la presión del aire comprimido fue regulada con unas válvulas estranguladoras dando un mejor control, esto pudo permitir disminuir la fuerza de aire que va ingresar al pistón lo cual está permitiendo una salida suave y controlada en el sistema, sin que la fuerza del aire dañe los sistemas neumáticos de control.

Recomendaciones

Dentro del sistema de dosificación se recomienda la aplicación de un sistema de detección de material dentro de la tolva, el cual puede indicar si existe material para dosificar dentro de ella con el objetivo de realizar un proceso automatizado, donde en caso de no existir material para el proceso de dosificación el sistema de dosificado no se pueda poner en marcha, y solo sea posible cuando ya se haya llenado el material dentro de la tolva, esto se puede lograr con la utilización de un sensor capacitivo dentro de la tolva, el cual indicará si el material sigue dentro o se ha terminado.

Se puede incorporar un sistema de alimentación de cajas para enviarlas al sistema de dosificación, lo que permita que cuente con un sistema automatizado que cumpla un ciclo de llenado para cada caja, que, al terminar un ciclo de dosificado, pueda continuar con uno nuevo al empujar una caja a la banda transportadora, y así permitir múltiples procesos de dosificación, una a continuación de otra.

Para complementar el sistema de dosificación se pueden añadir sensores capacitivos en el inicio y el final de la banda transportadora. Logrando que el sensor del inicio envíe una señal digital informando que existe una caja a la espera del ser dosificada, esperando que la caja que ya se encuentra en el proceso de dosificado llegue al final, mientras que el sensor que se encuentra al final sea el encargado de enviar una señal, informando que el ciclo de dosificado y permitiendo que otra caja ya pueda empezar el ciclo desde el inicio.

Se sugiere la aplicación de una pantalla HMI que indique la información que se está llevando a cabo dentro de cada proceso y cuente con contadores, los cuales permitan conocer a simple vista el número de cajas que ya han sido dosificadas, permitiendo conocer otra

información, como el tiempo que se está tomando para realizar el proceso de depósito de material, la cantidad en gramos que se está depositando, e incluso un control desde el HMI.

Para mejorar el control de la dosificación se puede incorporar dos tolvas, una tolva superior de almacenamiento que permita contener altas cantidades de material para dosificar en su parte interna, la cual va a dosificar de forma precisa dentro de la tolva inferior la cantidad precisa de material que va a llevar el envase, este material va a ser regulado por medio de un sensor capacitivo, permitiendo realizar las cargas de material de una manera precisa y sin pérdidas innecesarias de material.

Bibliografía

- Aguirre Acosta, G. (2018). *Sistema de dosificación para una máquina empacadora de Snacks*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Autycom. (7 de Junio de 2019). *AUTYCOM Inovacion Inteligente*. Obtenido de <https://www.autycom.com/cual-es-la-estructura-de-un-plc/#:~:text=La%20estructura%20externa%20del%20PLC,programar%20un%20sinf%C3%ADn%20de%20tarear>.
- Cabrera Vallejo, M., & Loza Zambrano, D. (2019). *Automatización del secador de bandejas del laboratorio de operaciones unitarias para controlar el proceso de secado*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo.
- Cazorla, R. (3 de 10 de 2019). *Blog Automatas*. Obtenido de <https://www.infopl.net/blogs-automatizacion/item/106985-potencial-desconocido-de-nano-plcs>
- Cucat, Y. (2020). *Implementación de una plataforma de capacitación en control industrial para los alumnos de ingeniería electrónica - UNPRG*. [Tesis de grado. Universidad Privada de Tacna].
- Estrada, G. (2019). *Prácticaa Electroneumaticas con PLC LOGO 12/24V 6ED1 052-1MD00-0BA6*. [Tesis de grado. Universidad Veracruzana].
- Gaibor, G. H. (2019). *Implementación de un módulo educativo utilizando un controlador lógico programable (PLC) para un sistema de control biestable de presión*. [Tesis de grado. Escuela Politecnica Nacional].
- Guayta, J. C. (2021). *Implementación de un módulo didáctico para prácticas de control industrial mediante un Zelio*. [Tesis Tecnólogo Superior en Automatización e Instrumentación. Universidad de las fuerzas Armadas].

- Huiracocha, N. (2020). *Diseño y simulación de un proceso automatizado de transporte y mezclado de polietileno de rotomoldeo en industrias del sector plástico de guayaquil - ecuador*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Illera, C. (2020). *Apoyo al desarrollo de sistemas de supervisión automatización y control en la empresa c.p.i. s.a.s de la ciudad de cali*. Calí: Corporación Universitaria Autónoma del Cauca.
- Mamani, G. (2021). *Diseño e implementación de un prototipo paautomatizar el proceso de embotellado de yogurt en la planta lechera tacna*. Tacna: Universidad Privada De Tacna.
- Mendez, V. K. (2020). *Implementacion de modulos de aprendizaje orientados a la instrumentacion fisica y virtual en el sector industrial, mediante PLC`S Arduino*. [Tesis para obtencion de titulo.Universidad politecnica salesiana sede guayaquil.
- Ortiz Ayala, Y. (2019). *Desarrollo de un Sistema de Dosificación de ingredientes en la elaboración del Pan. Parcialmente Automatizado en la Compañía alimenticia tu pan Gourmet S.A.S*. Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander.
- Ortiz Martinez, D. O., & Zambrano Galeano, C. D. (2017). *Diseño de un sistema de dosificación volumétrica para jabón en polvo*. Bogotá: Fundación Universidad de América.
- Quispe , H., & Midward , F. (2018). *Evaluación y planteamiento de diseño del sistema de dosificación de cloro en el tratamiento de agua potable del Centro Poblado de Cayacaya - Putina*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Rabre, N. (2020). *Análisis del mejoramiento del proceso productivo de planta mezcladora de agente explosivo ANFO, mediante una propuesta de tolvas de alimentación*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Reascos, K. (2020). *Implementación de una comunicación Profibus DP entre el PLC S7-1200 y una periferia descentralizada para la adquisición de entradas digitales*. [Tesis de grado. Universidad de las fuerzas Armadas].

Tipan, A. (2020). “*Desarrollo de un SCADA de un entorno virtual de flujo y monitoreo remoto en tiempo real basado en una arquitectura IOT*”. [Tesis de grado. Universidad Tecnica de Cotopaxi]: Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi: UTC.

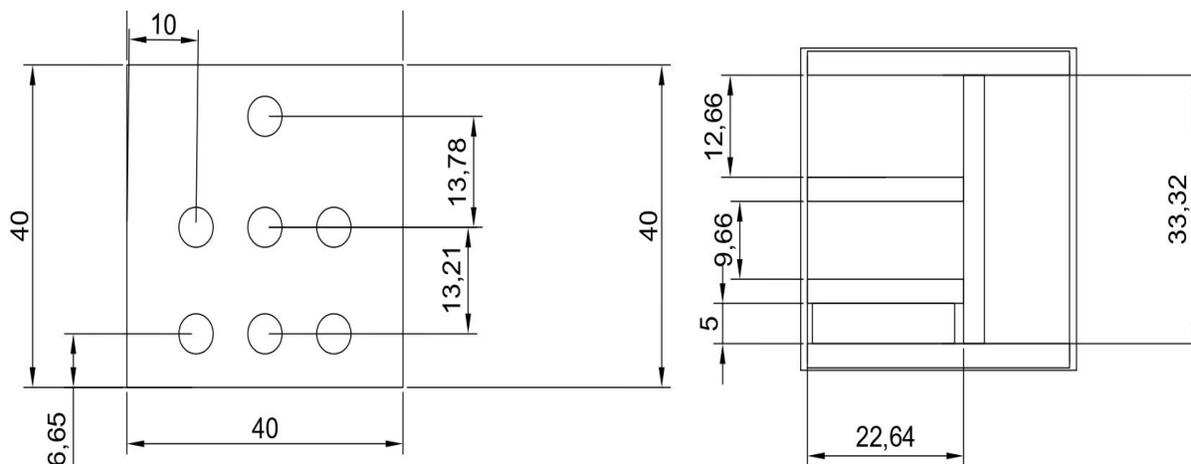
Vicente, D. (2019). *Automatización de la encartonadora (Marchessini # 1) en la farmacéutica grupo grunethal ecuador planta tecnandina*. [Tesis de grado. Universidad Tecnológica de Israel].

Villareal Ba, A. A. (2021). *Desarrollo y diseño de una interfaz para una red de PLC´s basada en internet de las cosas*. [Tesis de grado. Universidad Autonoma del estado de Quintana Roo].

Anexos

Anexo 1

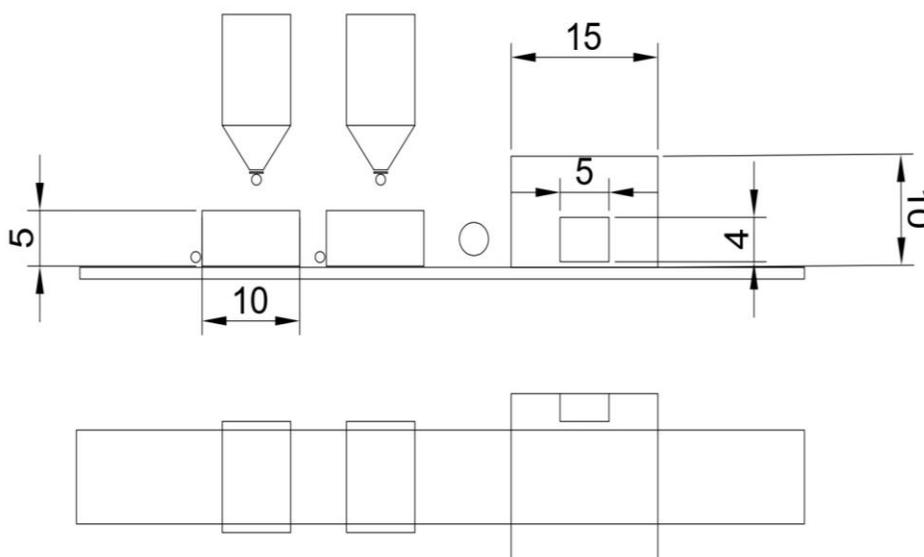
Plano del Gabinete



Nota. En la presente imagen se puede detallar las medidas y planos del gabinete.

Anexo 2

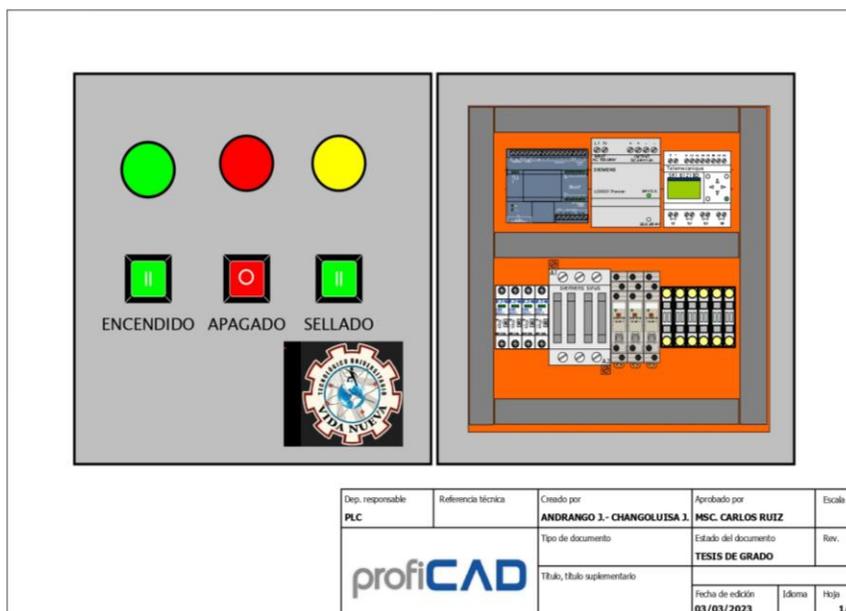
Plano de la banda transportadora



Nota. En esta figura se detalla los planos de la banda transportadora.

Anexo 3

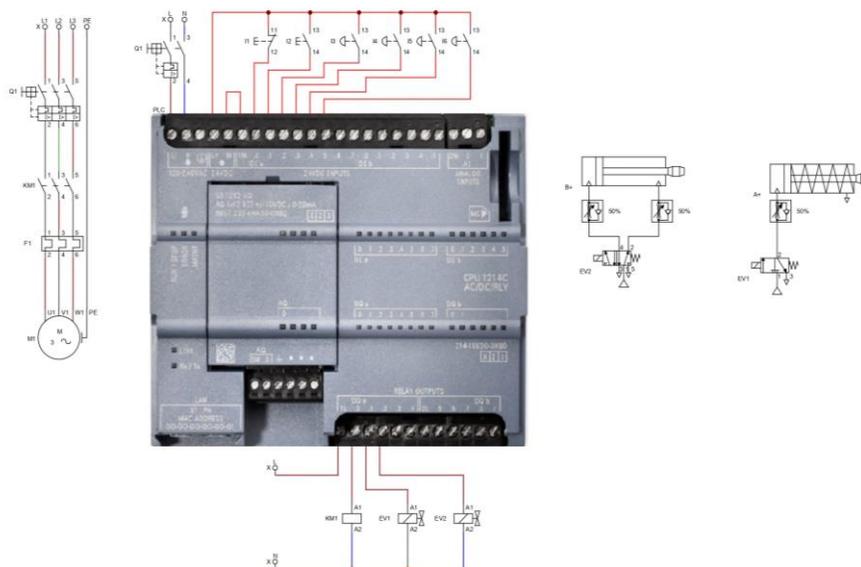
Diseño del tablero de control en el software ProfiCAD



Nota. Planos del tablero del sistema del sistema de dosificación.

Anexo 4

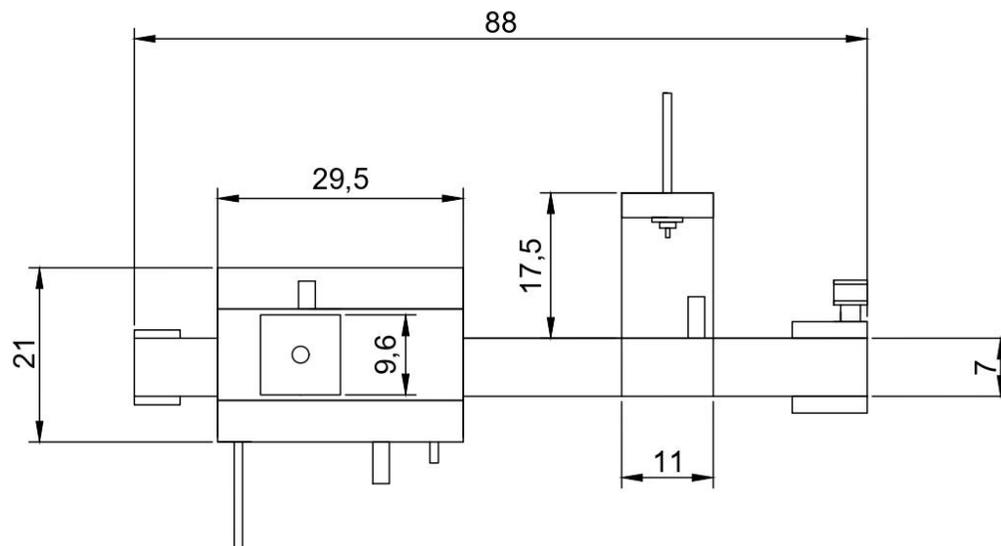
Programación en el software Cade Simu



Nota. En esta figura podemos detallar la programación y el accionamiento del sistema de control.

Anexo 5

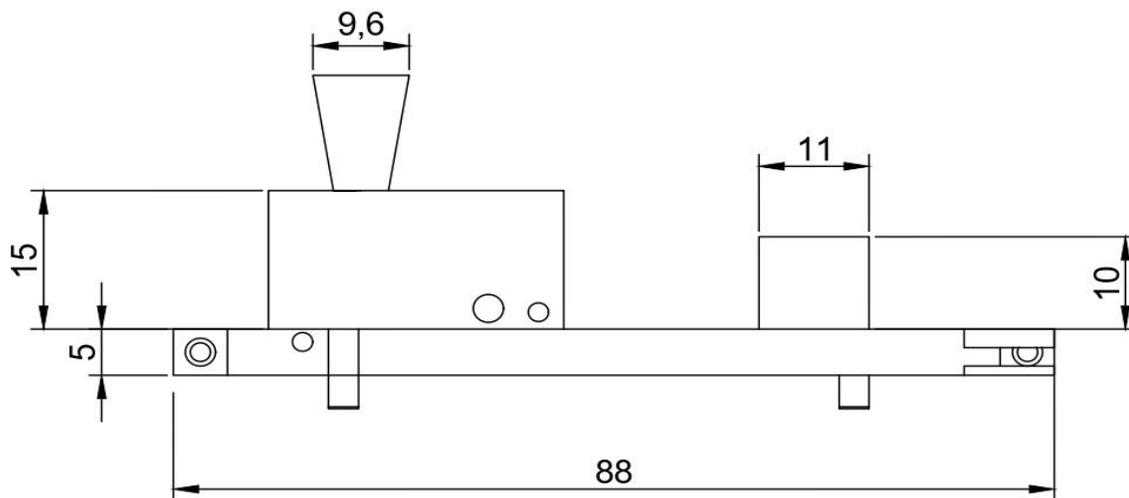
Plano de la banda transportadora, vista superior



Nota. Planos de la banda transportadora desde una vista superior.

Anexo 6

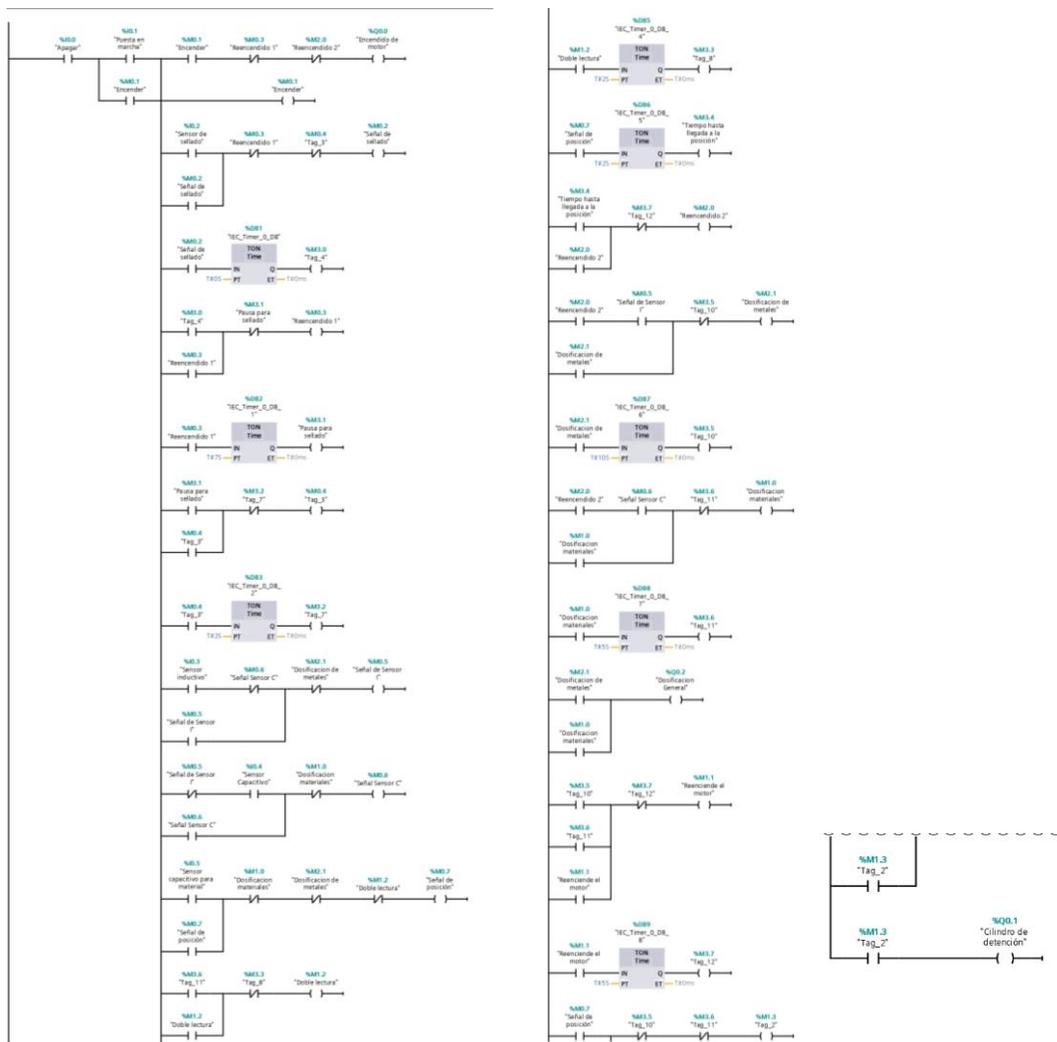
Plano de la banda vista frontal



Nota. En esta figura de muestra los planos de la vista frontal con sus distintas medidas.

Anexo 7

Programación dentro de TIA Portal



Nota. Se aprecia por completo la programación utilizada dentro del PLC.