Informe de análisis
Compilatio Magister+ | ZEGEL-PE

G02. FRASCOS

ID : 1503511bb662ffdcf549925c3fe60b9d6e435442

7%
Textos sospechosos

Nombre del fichero : G02. FRASCOS.txt
Tamaño del archivo original : 2,72 MB
Número de palabras : 12.010

Depositante : Jerson Sanchez Ramos
Fecha de depósito : 28 de septiembre de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 28 de septiembre de 2026

Resumen (sección 1/3)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Similitudes — **7%**

Sintáctica 3% | Semántica 3%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA — **21%**

Textos con formulaciones estilísticamente similares a las de un texto generado por IA.
Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.



Idiomas no reconocidos — **0%**

Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua.
Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.

No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Textos entre comillas — **<1%**

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

Fuentes de similitudes (sección 2/3)

Similitudes

7%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
1	Metadatos: Diseño e implementación de sistema de pesaje con... alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UTPD_cdae2c43b5a51be24329e091f...	2%	
2	EXA-2018-1S-TEORÍA DE LA CULTURA-1-... Detección semántica www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/44753	2%	
3	03_Ramos_Goñe_Vitrina Inteligente (5) #4c9db2 Detección semántica Viene de de mi grupo	1%	
4	Diseño e implementación de procesos automatizados... Detección semántica repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/8785	1%	
5	repositorioacademico.upc.edu.pe Detección semántica repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/672095/Salaza...	<1%	
6	Registro de Citas Detección semántica alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/URPU_c28a9df488a7ea6d69de91158...	<1%	
7	Metadatos: Diseño e implementación de un sistema... Detección semántica alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UTPD_e00c845b696d1dac9e1a746f7...	<1%	

Fuente con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
8	Optimizando La Producción: El Impacto De La Automatización... es.edairynews.com/automatizacion-industrial	<1%	

Fuente ignorada

	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
	G03.PLC OPTA #f01c88 Detección semántica Viene de de mi biblioteca	9%	
	Descripción: Diseño e implementación de sistema de pesaje con... Detección semántica alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UTPD_cdae2c43b5a51be24329e091f590f0f7	2%	
	G03.METALES FERROSOS #da7dcd Detección semántica Viene de de mi biblioteca	2%	

Fuente mencionada (sin similitudes detectadas)

N°		Descripciones
1		https://www.festo.com/us/en/c/products/actuators-and-drives/pneumatic-cylinders
2		https://www.interroll.com/products/mcp
3		https://www.sick.com/ag/en/catalog/products/detection-sensors/photoelectric
4		https://medium.com/@211053/plc-based-automation-of-a-water-treatment-plant-a
5		https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/s7
6		https://rap-systems.ro/en/electrical-design-plc-and-hmi-programing
7		https://www.weintekusa.com/

INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR PRIVADO

"IDAT"

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE ELECTRICIDAD

INDUSTRIAL

AUTOMATIZACIÓN DEL LLENADO Y SELLADO DE FRASCOS DE PASTILLAS DE CLORO DE UNA EMPRESA QUÍMICA INDUSTRIAL UBICADA EN EL DISTRITO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES – LIMA

3 **Trabajo de aplicación profesional para obtener el título Profesional Técnico en**

Electricidad Industrial

CHUMPITAZ LAURENTE CARLOS GEANPIERE

(0009-0005-8446-2329)

PINEDA HUILLCAHUAMAN PAOLO JUNNIOR

(0009-0004-3936-9689)

Lima – Perú 2026

Dedicatoria

Dedicamos este proyecto, con gratitud y aprecio, a nuestras familias, quienes siempre han sido nuestra fuente de inspiración y apoyo incondicional en cada paso de este camino.

Agradecemos también a nuestros profesores y mentores, por compartir su conocimiento y guiarnos con paciencia y sabiduría.

Finalmente, dedicamos este esfuerzo a nosotros mismos, como equipo, por nuestra perseverancia, trabajo en conjunto y compromiso para alcanzar nuestras metas.

3 6 8 9 11 11 11 *12 13* **14** *14 15* **16 16 16 16 16 16 17 17 18 20 20 20 20 21** *22* **22 23 23 23 23 23 25 25** *26*

Índice General

Índice General ..... Índice de Tablas ..... Resumen Ejecutivo ..... Introducción ..... Capitulo I. Generalidades

.....

Planteamiento del Problema .....

Justificación del Estudio ..... *Nacionales*
.....
Internacionales.....

Normativa y Reglamentación Internacional ..... *Normas Técnicas Nacionales*
..... *Normas Técnicas Internacionales*
..... **Capitulo II**
..... Objetivos
.....

***Objetivo General* .....**

***Objetivos Específicos* ..... Planteamiento De Soluciones**
.....

***Soluciones Alternativas* .....**

***Soluciones Elegida y Justificada* .....**

***Ventajas Comparativas* ..... Planificación de Tiempo y**
Actividades del Proyecto ..... Marco Teórico
.....

***Marco Conceptual* .....**

Controladores Lógicos Programables (PLC). .....

Interfaz Hombre-Máquina (HMI). .....

Actuador Neumático. ..... ***Sensores capacitivos***
.....

Faja transportadora. .....

Motorreductor .....

Variador de frecuencia .....

Contactor .....

Diferencial .....

Interruptor Termomagnético ..... Capitulo III
.....

Descripción General Del Proyecto ..... *Diseño Mecánico*
.....

27 27 29 29 **30 31 35 37 38 38 38 39 39 39 40 40 41 41 41 42 42 43 43 43 43 44 44 45 45 46 46 46 46 47 47**

Diagrama de Bloques ..... Diagrama de Flujo del
Proceso..... Diagrama Eléctrico y Electrónico General
..... Diagrama de Etapas .....

Especificación Técnica General .....

Descripción Técnica de Componentes .....

Cálculos Y Consideraciones De Diseño .....

Cálculo de Capacidad de Tracción de la Faja Transportadora .....

Sistema Eléctrico .....

Circuito de Suministro y Alimentación .....

Circuito de Mando.....

Circuito de Fuerza .....

Sistemas Mecánicos, Neumáticos E Hidráulicos .....

Diagramas Mecánicos - Sensor .....

Diagramas – Sistema de sellado .....

Diagramas – Sistema de llenado .....

Circuito Neumático .....

Sistema Electrónico .....

Diagramas Electrónicos. .....

Circuito de la Fuente de Alimentación. .....

Circuito de Control. .....

Librerías Usadas .....

Firmware y Software .....

Programa Lógico o Datos de Configuración .....

Arranque y enclavamiento del motor de la faja por pulsador o HMI .....

Detección del primer sensor .....

Inicio del motor para llenado .....

Conteo de pastillas segundo sensor .....

Etapa de sellado tercer sensor .....

Áreas Transversales De Impacto .....

Ámbito de Seguridad y Salud Ocupacional .....

Ámbito de Conservación del Medio Ambiente .....

Ámbito de Eficiencia Energética .....

Ámbito de Calidad .....

Otros Ámbitos. .....

47 47 48 48 49 49 50 50 50 51 56 *56 57 59* **60** *60 61 62 64* **64** *64 66 68* **69 70 71 71**

Ámbito de Responsabilidad Social .....

Ámbito de Innovación Tecnológica .....

Ámbito de Sostenibilidad Económica .....

Ámbito de Transferencia de Conocimiento .....

Análisis De Costos Y Presupuestos .....

Costos de Equipamiento (Hardware y Software) .....

Costos de Recursos de Personal .....

Costos de Gestión y Otros .....

Cálculo de Presupuesto .....

Resultados Del Proyecto .....

Operación ..... *Consideraciones de Seguridad para la Operación* ..... *Manual de Usuario u Operación de Puesta en Marcha.* ..... *Tabla de Causas de Fallos y Soluciones en la Operación.* .....

Mantenimiento Preventivo ..... *Diagrama Gantt de Mantenimiento Preventivo.* ..... *Procedimiento de Mantenimiento Preventivo.* ..... *Materiales, Equipos y Herramientas.* ..... *Ficha de Mantenimiento Preventivo.* .....

Mantenimiento Correctivo ..... *Procedimiento de Mantenimiento Correctivo.* ..... *Materiales, Equipos y Herramientas* ..... *Ficha de Mantenimiento Correctivo.* .....

Conclusiones ..... **Recomendaciones** ..... **Referencias Bibliográficas** ..... **Referencias** .....

17 18 30 31 31 32 32 32 33 33 34 34 35 36 49 50 50 50 59 60 64 68

Índice de Tablas

Tabla 1.- Ventajas comparativas .....

Tabla 2.- Planificación de tiempo y actividades del proyecto .....

Tabla 3.- Especificación Técnica General .....

Tabla 4.- sensor capacitivo .....

Tabla 5.- sensor reflectivo .....

Tabla 6.- fuente de 220v .....

Tabla 7.- piloto luminoso .....

Tabla 8.- Electroválvula Festo .....

Tabla 9.- Pistón Neumático .....

Tabla 10.- Motorreductor .....

Tabla 11.- PLC SIEMENS .....

Tabla 12.- HMI SIEMENS KTP400 .....

Tabla 13.- Cálculos Y Consideraciones De Diseño .....

Tabla 14.- Consideraciones .....

Tabla 15.- Costos de Equipamiento .....

Tabla 16.- Costos de Recursos de Personal .....

Tabla 17.- Costos de Gestión y Otros .....

Tabla 18.- Cálculo de Presupuesto .....

Tabla 19.- Tabla de Causas de Fallos y Soluciones en la Operación .....

Tabla 20.- Diagrama Gantt de Mantenimiento Preventivo .....

Tabla 21.- Ficha de Mantenimiento Preventivo. .....

Tabla 22.- Ficha de Mantenimiento Correctivo .....

27 27 28 29 29 38 38 39 39 40 40 41 41 42 42 43 44 44 45 45

Índice de Figuras

Figura 1.- Diseño Mecánico .....

Figura 2.- Diagrama de Bloques .....

Figura 3.- Diagrama de Flujo del Proceso .....

Figura 4.- Diagrama Eléctrico y Electrónico General .....

Figura 5.- Diagrama de Etapas .....

Figura 6.- Circuito de Suministro y Alimentación .....

Figura 7.- Circuito de Mando .....

Figura 8.- Circuito de Fuerza .....

Figura 9.- Diagramas Mecánicos - Sensor .....

Figura 10.- Diagramas – Sistema de sellado .....

Figura 11.- Diagramas – Sistema de llenado .....

Figura 12.- Circuito Neumático .....

Figura 13.- Diagramas Electrónicos .....

Figura 14.- Circuito de la Fuente de Alimentación .....

Figura 15.- Circuito de Control .....

Figura 16.- Arranque y enclavamiento del motor de la faja por pulsador o HMI .....

Figura 17.- Detección del primer sensor .....

Figura 18.- Inicio del motor para llenado .....

Figura 19.- Conteo de pastillas segundo sensor .....

Figura 20.- Etapa de sellado tercer sensor .....

Resumen Ejecutivo

Esto lleva a la propuesta de diseñar e implementar en la empresa una planta automatizada para el llenado y sellado de frascos de pastillas de cloro, con el objetivo de mejorar de forma notable sus procesos industriales. Surge como respuesta a la necesidad urgente de optimizar un procedimiento que, en su forma actual, presenta deficiencias operativas, altos costos por desperdicio y falta de uniformidad en la calidad del producto final.

Para aproximarse a esta situación, se propuso una solución basada en la automatización industria, Utilizando un PLC Siemens S7-1200 como núcleo de control. Este PLC se comunicará con un HMI (Interfaz Hombre-Máquina) esto para permitir la monitorización, el ajuste y la supervisión del proceso en tiempo real. El sistema incluye sensores fotoeléctricos para el conteo y la validación de botellas, junto con un conjunto de actuadores neumáticos que garantizan un sellado hermético, eficiente y preciso.

En el detalle técnico se diseñó un panel de control con una protección adecuada para cada componente. Todo esto cumple con los estándares de seguridad y operación requeridos por la industria química a la que estamos trabajando. Este control eléctrico, automatización la tecnologías neumáticas permitió desarrollar un sistema escalable. Se adapta a futuras líneas de producción.

La implementación de este modelo aumentara la eficiencia operativa en un 30 %. También reduce las perdidas de errores humanos y materiales en un 20 % y garantizar el producto final. Además el proyecto promueve sostenibilidad al promover el uso responsable de los recursos y el cumplimiento de normas de calidad y medioambiente. La propuesta no solo mejora la empresa, sino que también muestra las ventajas de la tecnología en los canjes industriales.

Palabras clave: Automatización industrial, PLC Siemens S7-1200, HMI, sensores fotoeléctricos, control eléctrico, sistema neumático, panel de control, industria química, sistema de producción continua, productividad.

Introducción

El avance constante de la automatización industrial ha posibilitado desarrollar soluciones

atractivas que potencian la productividad de las fábricas, aumentan la fiabilidad y la precisión del producto final y por supuesto el control en los distintos sectores industriales. Una de estas aplicaciones es el llenado y sellado de frascos de pastillas de cloro, basado en un enfoque moderno en oposición a los clásicos procesos manuales. El presente proyecto de fin de carrera se propuso en el diseño e implementación de una máquina automática de llenado, sellado y etiquetado de frascos, utilizando todo tipo de innovadoras tecnologías tales como el PLC (Controlador Lógico Programable) Siemens S7-1200, una interfaz HMI (Interfaz Hombre-Máquina) y circuitos neumáticos e hidráulicos para asegurar que el producto lleno sea igual a la hora de extraerlo de la máquina, y en su forma, diámetro y altura.

En el primer capítulo de este proyecto, se introducen las generalidades que llevaron a la realización de la máquina, se exponen los antecedentes nacionales e internacionales de proyectos similares y trabajos subidos a internet, que nos inspiraron o ayudaron a explicar y complementar nuestro trabajo, así como todas las normativas técnicas aplicables que nos van a ayudar a comportarnos a la hora de realizar la máquina.

En el capítulo II del proyecto, se hablan de los objetivos que han llevado al realizarse de este trabajo, se comparan otras opciones comerciales del mercado, exponiendo las diferentes mejoras y ventajas que aporta nuestro trabajo a estas opciones ya existentes en el mercado, además de la planificación de tiempos, y de actividades, y el marco teórico necesario que hemos tenido que investigar, y estudiar para poder dar sustento a los diferentes desarrollos del proyecto.

Así que, a lo largo del capítulo III, se une toda la documentación, que permitirá o que será necesaria para cobijar toda la obra del tren de alta velocidad, con multitud de datos y número de páginas, que permitirán no solo la puesta en paneles sistema. Incluye un estudio económico que sirve para analizar los costes y presupuestos correspondientes, finalizando con las conclusiones obtenidas durante la realización de este proyecto.

Para finalizar, en el Capítulo IV se desarrollara los manuales de operación y mantenimiento del sistema, incluyendo tanto los aspectos preventivos y correctivos para garantizar su funcionamiento y eficiencia. este proyecto finaliza con una serie de conclusiones y recomendaciones que servirán como guía para futuras mejoras.

Capitulo I.

Generalidades

Planteamiento del Problema

En la industria química, en la producción de pastillas de cloro en envases, los métodos manuales de llenado y sellado ocasionan fallas que afectan la eficiencia, la calidad y la seguridad. Estos procedimientos suelen afectar a los trabajadores a errores, lo que conlleva a el llenado inexacto, mal sellado que podrían afectar la calidad del producto.

Estos problemas no solo amenazan la calidad del producto final, sino que también perjudican la reputación de la empresa y ponen en riesgo la seguridad del consumidor, estas prácticas dificultan el estándar en la producción, incumpliendo las normativas de calidad y seguridad. La fala de automatización, hace que la empresa no responda a la demanda del mercado, limitando la capacidad que tiene a responder a ciertos pedidos, y si lo hacen, se produce los desperdicios del producto.

Según los estudios, demuestran que la automatización impulsan la productividad, reduce los errores y cumplen con lo estándares de calidad, normas nacionales e internacionales.. En la industria química, la adopción de tecnología automatizada puede proporcionar una importante ventaja competitiva.

Nos resulta importante realizar la automatización para que el proceso de dosificado, sellado y etiquetado, asegure una precisión en la dosificación, consistencia en el sellado y una producción a la larga más eficiente, contribuyendo al desarrollo sostenible y competitivo de la empresa Química Andina, ubicada en San Juan de Miraflores, Lima.

Justificación del Estudio

La automatización del proceso de llenado y sellado de frascos de pastillas de cloro, empleando un PLC Siemens S7-1200 y supervisión mediante una interfaz HMI, se presenta como una solución eficiente e innovadora frente a las dificultades detectadas.

Este sistema nos ayuda a monitorear en tiempo real y revisar posibles fallas, también nos brinda una dosificación precisa y un sellado hermético, corrigiendo las fallas humanas y brindando un sistema de calidad con estándares.

El proyecto mejora la eficiencia operativa, reduce los tiempos de producción y reduce el desperdicio de pastillas, optimizando el uso de los recursos disponibles evitando tiempos muertos. También reduce costos por perdida de pastillas, brindando a la empresa mayor demanda con sus demás clientes. Con el uso de nuevas tecnologías también mejora el

seguimiento en la producción y garantiza el cumplimiento de normas nacionales e internacionales. Esto generara confianza en los clientes y nos impulsara en competir con las demás empresas.

El diseño e implementación de este sistema automatizado genera mayor eficiencia para la empresa. También se promoverá el uso de prácticas tecnológicas y sostenibles en la industria. .

Este enfoque ayuda a desarrollar procesos escalables y replicables, lo que convierte a este proyecto en una contribución significativa tanto para la empresa como para el sector. Al asegurar procesos más eficientes, precisos y sostenibles, este estudio se alinea con los objetivos de innovación y competitividad de la industria moderna.

Nacionales

1, 4, 5

(Nolasco Espinoza, 2024) "Diseño ***e implementación de sistema de pesaje con PLC/SCADA para reducir error en proceso de dosificación en la empresa de alimentos balanceados para aves en la ciudad de Chancay."*** En la localidad de Chancay se ubica una planta avícola que produce alimentos balanceados para aves, la planta cuenta con varios procesos en su línea de producción desde la recepción, dosificación, molienda, paletizado y envasado del producto. Para la elaboración de la receta está a cargo el área de nutrición, esta área establece una relación de insumos que deben ser pesados previamente antes de su combinación, pero debido a la falta de automatización la dosificación de los insumos se realiza manualmente por los operadores y en consecuencia esto genera errores propios del ser humano alterando la fórmula de la receta. Es por ello que surge la necesidad de realizar la implementación de un sistema de pesaje con PLC/SCADA para reducir el error en el proceso de dosificación al ingresar la receta, por lo cual es necesario desarrollar un aplicativo en la plataforma de VISUAL STUDIO para importar recetas y exportar reportes a una base de datos SQL Server. El proyecto tiene un enforque cuantitativo, de tipo experimental y se desarrolló utilizando la integración de la metodología del VDI 2206, además para la implementación del proyecto se utilizó equipamiento de instrumentación cumpliendo con los estándares de calidad y funcionamiento. De la implementación se obtuvo resultados favorables, donde se redujo el error a +/- 0.5% del valor ingresado, además la receta puede ser cargada a la base de datos desde el área de nutrición y ejecutada desde el área de control de la planta, evitando el error humano en el proceso e ingreso de fórmulas para la producción. Finalmente se concluye que el diseño establecido para reducir el error en la dosificación cumple con los objetivos generales

y específicos propuesto durante el desarrollo del proyecto.

(Salazar Meliton & Valenzuela Quispe, 2023) ***"Diseño y construcción de una máquina automatizada de llenado, tapado y etiquetado para botellas de de agua".*** Este proyecto desarrolla una máquina totalmente automatizada para el llenado, tapado y etiquetado de botellas PET de 500 ml, dirigida a Industrias Eivi S.A.C. Utilizando PLC, HMI y software como SolidWorks, Ansys y Factory IO, los autores simulan y optimizan cada etapa del proceso. La solución mejora uniformidad en el nivel de llenado, consistencia en el giro de tapas y precisión en el etiquetado. El sistema se implementó con éxito por unos USD 15,080, demostrando eficiencia técnica, reducción de errores y viabilidad económica.

(Santos Malasquez & Alfaro Camahuali, 2024) ***"Diseño e construccion de procesos automatizados de lavado, envasado y sellado en la embotelladora Perla Nova S.A.C. mediante PLC LOGO y HMI".*** Se desarrolla un sistema automatizado de lavado, llenado y sellado de garrafones en Perla Nova S.A.C. Emplean PLC Siemens LOGO V8.3, HMI KTP400, motores trifásicos con variadores de frecuencia y siete actuadores neumáticos, incorporando sensores de nivel en tanques de 6L. Las pruebas demostraron un aumento de hasta 130 garrafones/hora, con mejoras de producción de 1× en lavado, 1× en llenado y 4× en sellado, en comparación con métodos manuales.

Internacionales

(Siddiqui, 2025) ***"Automatización en Planta de Tratamiento de Agua PLC S7-1200 Y HMI KTP 700."*** Este proyecto describe a Alisha Siddiqui y su equipo de la Jaypee University of Information Technology, que desarrollaron un prototipo económico para automatizar la planta de tratamiento de agua. Ellos emplearon un PLC Mitsubishi FX5U con una interfaz HMI generada en GT Designer3. El sistema se enfocó en automatizar dos operaciones: la supervisión del nivel de los tanques y el control del proceso de cloración de pastillas de cloro. La lógica de control se programó utilizando el lenguaje de escalera, mientras que la HMI ayudo en la interacción directa con el operador y en tiempo real con el sistema. Este trabajo evidenció que la automatización puede aumentar la confiabilidad operativa y bajar la necesidad de intervención humana en plantas de tratamiento de agua de pequeña y mediana escala.

(Thakar, 2025) ***"Sistema automatizado de llenado de botellas usando PLC y SCADA".*** Este proyecto describe el desarrollo de un sistema automatizado para el llenado de botellas,

basado en un PLC Siemens S7-1200 y un sistema SCADA que permite la supervisión en tiempo real del proceso. Para su funcionamiento, cuenta con un sensor infrarrojo que detecta la presencia de las botellas, un sensor ultrasónico que verifica el nivel del líquido y una mini bomba encargada del llenado

(Rutuja Lohar, 2025) ***"Desarrollo e Implementación de unidad de llenado automatizado de botellas con PLC".*** Este trabajo examina el diseño y la implementación de un sistema automatizado de llenado de envase sujeto por un controlador lógico (PLC). El objetivo principal es mejorar la eficiencia y la precisión de las operaciones de llenado de envases, especialmente en industrias como la de bebidas, la farmacéutica y la química. Esto busca reemplazar los métodos tradicionales de envasado manual, que a menudo conllevan fallos humanos, problemas de calidad y procesos inoperantes. Mediante el uso de diferentes sensores, actuadores y un sistema de control en PLC, esta unidad de llenado automatizada la producción, reduce las pérdidas del producto y garantiza que el llenado cumpla con los estándares establecidos. Mediante los distintos sensores, actuadores y un sistema de control en PLC, esta unidad de llenado automatizada aumenta la velocidad de producción, baja el desperdicio de producto y asegurar que el llenado cumpla con lo establecido. El PLC se encarga de controlar todas las etapas del proceso, desde la detección de envases y la dispensación del líquido, hasta el cierre, logrando así una producción más eficiente, precisa y libre de fallas.

Normativa y Reglamentación Internacional

Normas Técnicas Nacionales

Norma Técnica Peruana

• **NTP 239.401:2019** – Sistemas de automatización y control industrial: Especificaciones para la implementación de PLC en procesos industriales.

• **NTP 399.010:2016** – Envases y embalajes: Especificaciones generales para productos químicos.

• **NTP 399.601:2017** – Buenas prácticas de manufactura (BPM): Requisitos para garantizar la calidad en la producción industrial.

• **NTP 399.603:2018** – Seguridad de máquinas: Requisitos para el diseño y evaluación de sistemas de control seguro.

• **NTP 399.031:2019** – Sistemas de gestión de riesgos: Directrices para identificar y mitigar riesgos en procesos industriales

Normas Técnicas Internacionales

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

• **IEC 61131-3:2013 –** Controladores programables: Estándares para el diseño y programación de PLC.

• **ISO 13849-1:2015 –** Seguridad de las máquinas: Principios de diseño y evaluación de sistemas de control relacionados con la seguridad.

• **ISO 9001:2015 –** Sistemas de gestión de la calidad: Requisitos para establecer procesos consistentes y trazables.

• **ANSI/ISA-95.00.01:2010 –** Sistemas de Control Industrial: Marco para la integración de sistemas automatizados en manufactura.

• **GMP (Good Manufacturing Practices) –** Prácticas internacionales para garantizar la calidad en la fabricación de productos industriales y farmacéuticos.

Capitulo II

Objetivo, Soluciones y Marco Teórico

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un sistema automatizado de llenado y sellado de frascos de pastillas de cloro, mejorando cada etapa, aumentando la producción y disminuyendo los desperdicios en una empresa química industrial ubicada en San Juan de Miraflores - Lima.

Objetivos Específicos

Se consideran los siguientes objetivos específicos para este proyecto:

• Elaborar los planos eléctricos del sistema automatizado de envasado, considerando la conexión del PLC, sensores, actuadores, fuente de alimentación y motor de la faja transportadora, con el fin de asegurar una correcta instalación y funcionamiento del sistema.

• Desarrollar la programación del PLC para controlar las etapas de transporte, detección de envases, dosificado del producto y activación del sistema de sellado dentro del proceso automatizado.

• Determinar los componentes del sistema, incluyendo sensores y actuadores necesarios para el proceso de detección, dosificación y sellado de los envases en la línea de

envasado

Planteamiento De Soluciones

Soluciones Alternativas

Entre las posibles soluciones que se analizaron para el desarrollo del proyecto se encuentran:

• Una estación donde el operario recibe botellas en la faja, controla el dosificador y coloca o verifica tapas; el equipo automatiza sólo el pesaje y el conteo para que el operario tome decisiones rápidas y seguras.

• Una celda compacta con un robot pick-and-place y cámara que coloca pastillas, aplica sello y pone la tapa; la persona supervisa y retira las no conformes — mínima intervención, máxima repetitividad.

• Faja automática con dosificador, celda de peso y cámara de inspección antes del taponado; si algo falla, una estación humana lo revisa — combina control automático con juicio humano para asegurar calidad.

Soluciones Elegida y Justificada

Para dar una solución efectiva al problema detectado en el proceso de llenado y sellado de frascos de pastillas de cloro dentro de la planta industrial, se estudiaron y compararon diferentes alternativas. Después de un análisis técnico y funcional, se decidió implementar una opción totalmente automatizada, ya que ofrece la capacidad de mantener uniformidad, agilizar el proceso y asegurar un control preciso bajo condiciones reales de producción.

En la propuesta se presenta un sistema que utiliza un PLC Siemens S7-1200 de control principal. Este sistema tiene sensores de alta precisión, una interfaz HMI para visualizar y manejar parámetros y un sistema neumático que trabaja para mejorar el rendimiento del proceso.

Estos componentes permiten un funcionamiento coordinado y fiable. Garantizan la eficiencia y cumplen con los estándares de calidad requeridos en el sector químico.

Ventajas Comparativas

Tabla 1.- Ventajas comparativas

Criterio Solución 1 – Mano experta asistida

Solución 2 – Robot cuidadoso

Solución 3 – Línea vigilante Sistema automático

NO (Depende del operario para algunas tareas clave, aunque la máquina apoya con conteo y pesaje).

SÍ (Robot y cámara hacen la mayoría de las tareas, operario solo supervisa).

SÍ (Automática en gran parte, pero requiere intervención humana en casos especiales).

Producción continua

NO (Hay pausas para revisión manual y ajustes, lo que corta el flujo).

SÍ (Flujo constante gracias al robot y la alimentación automática).

SÍ (Casi continua, solo se detiene cuando se detecta un fallo para revisión manual). **Seguridad de diseño**

NO (Mayor riesgo por error humano en la colocación y verificación de tapas).

SÍ (Inspección por visión y manipulación precisa reducen riesgos).

SÍ (Sensores y pesaje automático detectan problemas antes de que avancen). **Costos accesibles**

SÍ (Baja inversión inicial, usa tecnología simple).

NO (Costo alto por robot y visión avanzada).

SÍ (Costo intermedio, equilibrio entre automatización y supervisión humana).

3 **Planificación de Tiempo y Actividades del Proyecto**

Tabla 2.- Planificación de tiempo y actividades del proyecto

TITULO DEL PROYECTO: **AUTOMATIZACIÓN PARA EL INCREMENTO DE LA EFICIENCIA OPERATIVA DEL LLENADO Y SELLADO DE FRASCOS DE PASTILLAS DE CLORO PARA UNA EMPRESA QUÍMICA INDUSTRIAL UBICADA EN EL DISTRITO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA**

N°

Requerimiento Funcional Acciones Como lo logramos Materiales *S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8 S9 S10 S11 S12 S13 S14 S15 S16*

1 Investigación inicial

Recolección de información técnica y operativa del cliente

Visita técnica a planta, entrevistas con responsables de producción

Computadora, Cuadernos, Cámara

Análisis del proceso actual

Evaluación del proceso de llenado y sellado, detección de fallas

Herramientas de mapeo de procesos

Software de diseño, computadora

3 Reunión comercial y técnica

Presentación de propuesta, revisión de requerimientos, costos y contrato

Segunda visita al cliente, cotizaciones, acuerdos iniciales

Documentos técnicos, laptop, proformas, fichas técnicas

4 Diseño del sistema automatizado

Diseño eléctrico y neumático

Uso de AutoCAD, TIA Portal, elaboración de planos

Computadora, software, planos

5

Selección y adquisición de componentes

Definición técnica de PLC, sensores, válvulas, pistones, HMI

Cotizaciones, validación técnica y compra de materiales

PLC S7-1200, HMI, sensores, electroválvulas, pistones

6 Montaje e instalación del sistema

Armado del tablero, instalación eléctrica y neumática

Taller de ensamblaje, montaje en planta

Herramientas, tableros, conductores, pistones, sensores

##

Programación y configuración del sistema

Desarrollo de lógica en PLC y diseño de HMI

Programación en TIA Portal, pruebas con simulación

PLC S7-1200, computadora, software

8 Pruebas funcionales y validación

Pruebas con producto real y simulaciones

Simulación de escenarios reales, pruebas en planta

Frascos, pastillas de cloro, sensores, actuadores

9 Capacitación al Capacitación Formación al Proyector,

personal del cliente

técnica, manuales, sesiones operativas

operador y supervisores

manuales, guías técnicas

10 Puesta en marcha y cierre del proyecto

Activación del sistema, entrega formal y firma de conformidad

Supervisión final, entrega de documentación

Documentos del proyecto, computadora, checklist de entrega final

Marco Teórico

Marco Conceptual

Controladores Lógicos Programables (PLC).

(siemens, 2025) Un Controlador Lógico Programable (PLC) es un equipo electrónico diseñado para controlar y automatizar procesos industriales mediante lógica secuencial y arquitectura modular. Este sistema está conformado por una unidad de procesamiento (CPU) que se encarga de ejecutar las instrucciones del programa, módulos de entrada y salida (I/O) que permiten la comunicación con sensores y actuadores, memoria para almacenar tanto el software como los datos operativos, y puertos de comunicación que facilitan su conexión con otros equipos, como interfaces HMI o sistemas SCADA.

En el caso de este proyecto, se emplea el modelo Siemens S7-1200, una solución compacta que ofrece posibilidades de expansión, comunicación a través de PROFINET y un rendimiento elevado, ideal para aplicaciones en entornos industriales.

Este tipo de controlador incluye:

• **CPU:** Ejecuta el programa lógico y gestiona el ciclo de control.

• **Entradas/Salidas (I/O):** Recibe señales desde el entorno (como sensores) y envía comandos a dispositivos (como actuadores).

• Memoria interna: guarda el software del usuario y la configuración del sistema.

• Interfaces de comunicación: Conecta con otros dispositivos con protocolos industriales.

Interfaz Hombre-Máquina (HMI).

(weintekusa, 2025) El HMI es un dispositivo que permite la comunicacion directa con un sistema automatizado, obteniendo la capacidad de supervisar el proceso, visualizar datos operativos y cambiar parámetros en tiempo real. Su uso resulta indispensable en entornos industriales donde se requiere un control ágil uniforme, y preciso.

Una interfaz HMI suele estar compuesta por elementos. En primer lugar, una pantalla táctil, donde muestra información del proceso, como el conteo de pastillas de cloro, los tiempos de operación en cada etapa, el estado general del sistema y las posibles fallas. Además, permite al operador ingresar datos manualmente o configuraciones específicas de manera facil.

También tiene software de programación gráfica, como WinCC esto facilita el diseño de interfaces visuales acomodadas a las necesidades del proceso, haciendo que la comunicación

con el sistema sea más intuitiva y eficaz.

Como punto final, cuenta con capacidades de conexión, utilizando protocolos de comunicación como Profinet o Modbus TCP para la conmutación de datos con PLC y otros controladores industriales.

En el sistema automatizado de llenado y sellado de envase de pastillas de cloro, la HMI da al operador la opción de visualizar el estado de los sistemas, cambiar los tiempos de dosificación, controlar el número de envases procesados y recibir alertas si ocurre alguna falla. Con esta interfaz, mejora la operatividad y se optimiza los tiempos dentro de la planta industrial.

Actuador Neumático.

(Festo, 2025) El actuador neumático es un dispositivo que, con ayuda de la energía del aire comprimido, genera en un movimiento mecánico, puede ser lineal o rotativo. Es muy común en sistemas de automatización industrial, permitiendo realizar tareas como impulsar, levantar o aplicar presión de forma controlada.

Tipos de actuadores neumáticos:

• **Cilindros de simple efecto:** Solo generan movimiento con aire comprimido en una sola dirección, al retornar se apoyan por un resorte.

• **Cilindros de doble efecto:** El movimiento se da en ambas direcciones.

• **Actuadores rotativos:** Se da el movimiento en modo giratorio, con ayuda del aire comprimido.

En el sistema esquematizado para este proyecto, se obtienen cilindros neumáticos de doble efecto para realizar el sellado de los envases de pastillas de cloro. Estos actuadores están administrados con electroválvulas 5/2 y sincronizados con el PLC, lo que da un proceso de sellado preciso, hermético y eficiente.

Sensores capacitivos

(sick, 2025) Un sensor capacitivo es un dispositivo que detecta objetos o materiales sin necesidad de contacto físico. Funciona midiendo cambios en el campo eléctrico que genera alrededor de su superficie; cuando un objeto, ya sea conductor o no conductor, entra en ese campo, la capacitancia varía y el sensor lo interpreta como una detección.

Estos sensores son muy versátiles, ya que pueden identificar materiales sólidos, líquidos o granulares, incluso a través de paredes delgadas de plástico o vidrio. Entre sus características más destacadas están su capacidad para trabajar en entornos con polvo o suciedad, su alta

sensibilidad y la posibilidad de ajustar la distancia de detección. Además, suelen alimentarse con voltajes de corriente continua, como 10–30 V DC, y ofrecen salidas de tipo PNP o NPN, lo que permite su integración en diferentes sistemas de automatización

Faja transportadora.

(interroll, 2025) La faja transportadora es un sistema que permite mover productos o materiales de un ligar a otro de manera automática y continua. Su uso resulta esencial en entornos industriales o de envasados, ya que asegura un flujo constante y uniforme de objetos dentro de la línea de producción.

Este mecanismo está formado por varios componentes clave:

• **Banda transportadora:** elaborada con materiales flexibles como PVC o caucho, sobre la cual se movilizan los productos.

• **Rodillos o poleas:** guían y mantienen el desplazamiento de la banda en la dirección correcta.

• **Motorreductor:** convierte la energía eléctrica en movimiento rotativo, impulsando el avance de la banda.

• **Estructura de soporte:** base rígida que sostiene todo el sistema y le proporciona estabilidad durante el funcionamiento.

En el marco de este proyecto de automatización, la faja transportadora se encarga de mover los frascos desde el área de carga inicial hasta las estaciones de llenado y sellado. Su operación está sincronizada con los sensores y el PLC, asegurando que cada frasco llegue a la posición exacta en el momento indicado, evitando atascos y errores en la secuencia del proceso

Motorreductor

Un motorreductor cuneta con un motor y una caja reductora que tiene engranajes hace que la velocidad del motor se reduzca y aumente el torque, se usa mas para la carga de peso usos comunes son en faja transportadores de polines, también es recomendado usarlo con variadores de frecuencia por el peso del producto en el inicio ya que reduce la corriente pico

Variador de frecuencia

El variador de frecuencia su principal función es controlar la velocidad , lo hace aumentado o reduciendo la frecuencia cuneta con 3 etapas en su funcionamiento electrónico interno para el control de la velocidad 1era etapa la rectificación convierte corriente alterna en continua

2da etapa la filtración la corriente continua se filtra por los condensadores

3ra etapa inversión invierte la corriente continua a alterna y así sucédete este proceso del variador

Contactor

Un contactor es un dispositivo electromecánico que se usa para abrir o cerrar circuitos eléctricos de alta potencia. En esencia, es un interruptor controlado eléctricamente, capaz de manipular corrientes más altas que los relés comunes. Un contactor está formado por un conjunto de contactos eléctricos móviles y fijos que se conectan o desconectan cuando se energiza una bobina electromagnética.

Diferencial

Un diferencial puede tener dos significados distintos, según el contexto. En mecánica, se refiere a un mecanismo que permite que las ruedas de un coche giren a diferentes velocidades cuando se toman curvas. Por otro lado, en el ámbito de la electricidad, un interruptor diferencial, o disyuntor, es un dispositivo de seguridad que actúa contra las fugas de corriente y evita posibles electrocuciones al cortar el suministro eléctrico

Interruptor Termomagnético

Un interruptor termomagnético (también llamado llave térmica o breaker) es un dispositivo de protección eléctrica que interrumpe el paso de corriente en un circuito cuando se produce una sobrecarga o un cortocircuito. Este dispositivo cuenta con dos protecciones, una térmica para sobrecargas y otra magnética para cortocircuitos.

Capitulo III

Memoria Descriptiva

Descripción General Del Proyecto

El presente proyecto tiene como finalidad el desarrollo de un sistema automatizado para el proceso de llenado y sellado de frascos que contienen pastillas de cloro, aplicado a una empresa química industrial ubicada en el distrito de San Juan de Miraflores, Lima. Este sistema surge como respuesta a la necesidad de optimizar los procesos productivos, reducir la intervención manual y asegurar la uniformidad y calidad del producto final.

La automatización permitirá controlar de manera precisa los procesos industriales, desde el dosificado hasta el sellado, garantizando la cantidad adecuada del producto.

El sistema se basa en el uso de un controlador lógico programable (PLC), una interfaz hombre-

máquina (HMI) y actuadores neumáticos, los cuales trabajan de forma coordinada para ejecutar las operaciones de manera secuencial y segura. Asimismo, se incorporan sensores industriales que permiten la detección de frascos, la verificación de posiciones y el control de estados, asegurando un funcionamiento confiable y continuo.

La implementación de este proyecto permitirá incrementar la eficiencia operativa del proceso de producción, minimizar errores asociados al factor humano, reducir tiempos de ciclo y mejorar las condiciones de seguridad del personal. Además, el sistema ha sido diseñado considerando criterios de escalabilidad y mantenimiento, lo que facilita futuras mejoras o adaptaciones según las necesidades de la empresa.

Diseño Mecánico

El diseño mecánico del sistema automatizado fue desarrollado con el objetivo de asegurar un funcionamiento estable, preciso y repetitivo durante el proceso de llenado y sellado de frascos de pastillas de cloro. Para ello, se consideraron aspectos como la resistencia estructural, la compatibilidad con los actuadores neumáticos, la facilidad de mantenimiento y la seguridad operativa.

La estructura principal del sistema está conformada por un bastidor metálico que proporciona soporte a todos los componentes mecánicos y garantiza la correcta alineación de los mecanismos involucrados. Sobre esta estructura se dispone el sistema de transporte y posicionamiento de frascos, el cual permite el desplazamiento controlado de cada envase hasta las estaciones de llenado y sellado.

El mecanismo de llenado ha sido diseñado para dosificar las pastillas de cloro de manera uniforme, asegurando que cada frasco reciba la cantidad correspondiente según su tamaño. Este sistema trabaja en conjunto con sensores de presencia que habilitan el proceso únicamente cuando el frasco se encuentra correctamente posicionado, evitando pérdidas de material y errores de operación.

Por otro lado, el sistema de sellado emplea actuadores neumáticos que realizan el cierre del frasco mediante movimientos controlados de avance y retroceso. Dichos actuadores han sido seleccionados considerando la fuerza necesaria para garantizar un sellado adecuado sin dañar el envase ni la tapa. La secuencia de operación del sellado se encuentra sincronizada con el proceso de llenado, permitiendo una transición eficiente entre ambas etapas.

Finalmente, el diseño mecánico contempla elementos de ajuste y guías que facilitan la adaptación del sistema a diferentes dimensiones de frascos, así como protecciones mecánicas que resguardan al operador durante el funcionamiento del equipo. De esta manera, se logra un sistema robusto, seguro y acorde a los requerimientos de una línea de producción industrial.

Figura 1.- Diseño Mecánico

Diagrama de Bloques

Figura 2.- Diagrama de Bloques

Diagrama de Flujo del Proceso

Figura 3.- Diagrama de Flujo del Proceso

Diagrama Eléctrico

Figura 4.- Diagrama Eléctrico y Electrónico General

Diagrama de Etapas

Figura 5.- Diagrama de Etapas

Especificación Técnica General

Tabla 3.- Especificación Técnica General

DESCRIPCIÓN UNIDADES

Tipo de Sistema Sistema automatizado industrial

Lenguaje de programación Ladder (TIA Portal v17)

Modos de operación Automático, Manual, Mantenimiento

Tipo de control Secuencial, con lógica de escalera

Velocidad del transportador 10 a 20 frascos por minuto (regulable por HMI)

Sistema de monitoreo Supervisión en tiempo real desde HMI

Sistema de comunicación Profinet entre PLC y HMI

Voltaje de operación 220V AC (línea general), 24V DC (automatización)

Frecuencia nominal 60 Hz

Corriente estimada del

sistema

3 A (PLC + HMI + sensores), 6–10 A (motor de faja +

válvulas)

Protecciones eléctricas Disyuntores termomagnéticos, relés de estado sólido,

contactores

Suministro neumático Compresor industrial (6–8 bar), unidad FRL

Tipo de conexión Conexiones a borneras, fichas rápidas, mangueras

neumáticas

Gabinete de control Metálico IP65

Material de estructura Acero inoxidable (estructura y soporte de faja)

Potencia 400Watts

Tiempo de ciclo estimado 3 a 6 segundos por frasco (dependiendo del tamaño)

Descripción Técnica de Componentes

• SENSOR CAPACITIVO PNP 24V

Tabla 4.- sensor capacitivo

Atributo Detalle

Componente Sensor capacitivo PNP 24VDC

Marca Autonics

Modelo CR18-8DN

Voltaje 10–30 VDC

Corriente 200 mA máx.

Tipo Capacitivo

Material Plástico ABS

Uso Detección de frascos plásticos o de vidrio

• SENSOR REFLECTIVO PNP 24V

Tabla 5.- sensor reflectivo

Atributo Detalle

Componente Sensor reflectivo PNP 24VDC

Marca Sick / Autonics

Modelo BRQ50-DDT-P

Voltaje 10–30 VDC

Corriente 100 mA máx.

Tipo Fotoeléctrico reflectivo

Material Plástico reforzado

Uso Detección de presencia sobre faja

• FUENTE DE 220V A 24VDC

Tabla 6.- fuente de 220v

Atributo Detalle

Componente Fuente conmutada 220V a 24VDC

Marca Mean Well / Siemens

Modelo LRS-100-24 (referencial)

Entrada 220V AC – 50/60 Hz

Salida 24VDC

Corriente 4.5 A

Material Acero galvanizado

Uso Alimentación de actuadores

• PILOTO LUMINOSO 24VDC

Tabla 7.- piloto luminoso

Atributo Detalle

Componente Piloto LED señalizador

Marca Schneider / IDEC

Modelo XB5AVB3 / YW1L

Voltaje 24VDC

Corriente 20–30 mA

Color Rojo / Verde / Amarillo

Material Policarbonato ignífugo

Uso Indicador de estado del sistema

• ELECTROVÁLVULA FESTO 5/2

Tabla 8.- Electroválvula Festo

Atributo Detalle

Componente Electroválvula neumática

Marca FESTO

Modelo MFH-5-1/4

Voltaje 24VDC

Potencia 6 W

Presión

2–8 bar

Conexión G1/4”

Material Aluminio + bobina encapsulada

Uso Control neumático de pistones

• PISTÓN NEUMÁTICO FESTO

Tabla 9.- Pistón Neumático

Atributo Detalle

Componente Cilindro neumático de doble efecto

Marca FESTO

Modelo DSNU-25-100-P-A

Diámetro 25 mm

Carrera 100 mm

Presión 1–10 bar

Material Acero inoxidable + aluminio

Uso Movimiento de sellado o desplazamiento

• MOTORREDUCTOR 24VDC

Tabla 10.- Motorreductor

Atributo Detalle

Componente Motorreductor DC para faja

Marca SPG / WEG

Modelo M4220-24VDC (referencial)

Voltaje 24VDC

Potencia 30–50 W

Corriente 2 A

Velocidad 60–120 rpm

Material Carcasa de aluminio, eje de acero

Uso Movimiento para llenado de pastillas

• PLC SIEMENS S7-1200

Tabla 11.- PLC SIEMENS

Atributo Detalle

Componente PLC Siemens

Marca Siemens

Modelo CPU 1212C DC/DC/DC

Voltaje 24VDC

Corriente 0.6 A aprox.

Entradas/Salidas 8 DI / 6 DO

Comunicación PROFINET

Material Plástico ABS

Uso Control lógico del sistema

• HMI SIEMENS KTP400 BASIC

Tabla 12.- HMI SIEMENS KTP400

Atributo Detalle

Componente Panel HMI táctil

Marca Siemens

Modelo KTP400 Basic

Pantalla 4” TFT color táctil

Voltaje 24VDC

Corriente 0.2 A

Comunicación PROFINET

Material Plástico, frontal IP65

Uso Visualización y operación del sistema

Cálculos Y Consideraciones De Diseño

Tabla 13.- Cálculos Y Consideraciones De Diseño

Elemento Parámetro o Valor Justificación / Cálculo

Motorreductor 24VDC – 50W – 2.1 A Elegido por bajo consumo, adecuado para movimiento de faja a escala, con torque suficiente para carga ligera.

Fuente de alimentación 220V AC a 24VDC – 4.5 A

Sensores, HMI, electroválvulas y motor.

Cable Calibre 16THW (1.31 mm^2)

24VD 5A, el calibre 16 AWG es suficiente según tabla NEC

Consumo total estimado 4.2 A aprox. @24VDC PLC (0.6 A), HMI (0.2 A), sensores (0.3 A), válvulas (0.8 A), motorreductor (2.1 A).

Protección térmica (termomagnético)

10 A @ 1 polo, curva C, 220V AC

Supera 125% del consumo total (4.2 A). 10 A proporciona margen para picos transitorios y seguridad.

Disyuntor diferencial 2 polos – 25 A – 30 mA, clase AC

Protección contra fugas de corriente

(seguridad en red AC). Recomendado en

entornos industriales.

Voltaje del sistema 24VDC (control) /

220VAC

(alimentación)

Separación de potencia y control. Bajo voltaje

en lógica para mayor seguridad.

CÁLCULO DE CORRIENTE TOTAL:

Total = P Total / V = (50 W (motor)+ 14.4 W (válvulas) + 7 W HMI + 14.4 W

(PLC/sensores) / 24 V ≈ 4.2 A

✔ Se escoge una fuente de 24VDC y 4.5 A

✔ El termomagnético de 10 A tipo C permite proteger contra sobrecargas.

✔ Cableado con calibre 16 AWG (soporta hasta 10 A en distancias cortas)

PNP EN EL SISTEMA DE LLENADO Y SELLADO

Sensor Capacitivo PNP – Sistema de detección (Detección de Frasco)

• Distancia de sensado (Sn): 8 mm

• Material del frasco: Plástico (polietileno)

• F.C(K): 0.6 a 0.8 (para plásticos)

• Cálculo de distancia real (Sr):

Sr = Sn × K = 8 mm × 0.6 = 4.8 mm hasta 6.4 mm

• Recomendación: Montar el sensor lateral o inferior al frasco, a una distancia ≤6 mm

para asegurar detección confiable.

• No requiere calibración electrónica, solo ajuste físico.

Sensor Reflectivo PNP - Sistema de Dosificado (Detección de Pastilla)

• Distancia de detección: 30 mm a 1 m

• Objetivo: Detectar una pastilla de cloro

• Ajuste recomendado: Calibrar sensibilidad a 4 cm

• Consideraciones:

- Usar fondo claro si el objeto es opaco.

• Cálculo estimado de ajuste:

- Con fondo blanco: buena reflexión aprox. sensibilidad media

- Con fondo opaco: sensibilidad alta aprox. o menor al 70% del potenciómetro

Sensor Capacitivo PNP – Sistema de Llenado (Presencia de Frasco)

• Distancia: 8 mm

• Material del frasco: Plástico

• Sr = 8mm × 0.6 = 4.8mm

• Montaje: Fijo lateral, distancia recomendada mayor o igual al 6 mm

• Ajuste por posición, no requiere calibración.

Consideraciones

Tabla 14.- Consideraciones

Sensor Función Tipo Distancia Real Ajuste Requerido

Capacitivo 1

Sistema de detección (envase)

PNP capacitivo 4.8–6.4mm Calibrar potenciómetro

Reflectivo Sistema de llenado (pastilla)

PNP reflectivo 1–3 mm Calibrar al 80%

Capacitivo 2

Sistema de sellado (envase)

PNP capacitivo 4.8–6. mm Solo montaje

Cálculo de Capacidad de Tracción de la Faja Transportadora

Paso 1: Cálculo de la fuerza de tracción disponible

La fuerza de tracción (F) se calcula mediante la fórmula:

F = T / r

Donde: T = Torque = 15 Nm r = Radio del rodillo= 0.02 m

F = 15 / 0.02 = 750.00 N

La fuerza de tracción 750.00 N.

Paso 2: Conversión de la fuerza

Se calcula la masa que puede mover:

m = F / g = 750.00 / 9.81 = 76.45 kg

Paso 3: Consideración de eficiencia

Considerando una eficiencia del 70%:

Mreal = 76.45 × 0.7 = 53.52 kg

Por lo tanto, el sistema puede mover de manera efectiva hasta 53.52 kg

Resultado Final

Con un rodillo de 4 cm de diámetro y un motorreductor de 15 Nm de torque, la faja transportadora mueve hasta 53.52 kg de carga

Sistema Eléctrico

Circuito de Suministro y Alimentación

3

Figura 6.- Circuito de Suministro y Alimentación

Circuito de Mando

Figura 7.- Circuito de Mando

Circuito de Fuerza

Figura 8.- Circuito de Fuerza

Sistemas Mecánicos, Neumáticos E Hidráulicos Diagramas Mecánicos - Sensor

Figura 9.- Diagramas Mecánicos - Sensor

Diagramas – Sistema de sellado

Figura 10.- Diagramas – Sistema de sellado

Diagramas – Sistema de llenado

Figura 11.- Diagramas – Sistema de llenado

Circuito Neumático

Figura 12.- Circuito Neumático

Sistema Electrónico

3

Diagramas Electrónicos.

Figura 13.- Diagramas Electrónicos

Circuito de la Fuente de Alimentación.

Figura 14.- Circuito de la Fuente de Alimentación

Circuito de Control.

Figura 15.- Circuito de Control

Librerías Usadas

• Librerías para Manejo de Sensores Digitales (PNP)

• Librerías para Temporización y Control Secuencial

• Librerías para Comparación de Señales

• Librerías para Control de Actuadores

• Librerías para Visualización en HMI

Firmware y Software

• Cade_Simu 4.2

• TIA PORTAL V17

• AUTOCAD 2026

• FluidSIM 6

Programa Lógico o Datos de Configuración

Arranque y enclavamiento del motor de la faja por pulsador o HMI

Figura 16.- Arranque y enclavamiento del motor de la faja por pulsador o HMI

Detección del primer sensor

Figura 17.- Detección del primer sensor

Inicio del motor para llenado

Figura 18.- Inicio del motor para llenado

Conteo de pastillas segundo sensor

Figura 19.- Conteo de pastillas segundo sensor

Etapa de sellado tercer sensor

Figura 20.- Etapa de sellado tercer sensor

Áreas Transversales De Impacto

Ámbito de Seguridad y Salud Ocupacional

La implementación del sistema automatizado para el llenado y sellado de frascos con pastillas de cloro contempla de forma esencial la seguridad del entorno laboral. Al incorporar sensores y dispositivos de control automático, se reduce considerablemente la necesidad de intervención directa del operador en procesos que presentan riesgos mecánicos o químicos. Esta automatización disminuye la exposición a sustancias potencialmente irritantes, así como el contacto con partes móviles, minimizando así el riesgo de accidentes. El uso de elementos de protección eléctrica, tales como interruptores termomagnéticos y diferenciales, refuerza aún más la seguridad operativa y de mantenimiento, garantizando condiciones de trabajo más seguras y controladas.

Ámbito de Conservación del Medio Ambiente

El sistema automatizado planteado contribuye a una operación industrial más sostenible, ya que

ayuda a minimizar el impacto ambiental negativo. Gracias a una dosificación exacta, se evita el desperdicio de material químico y se reducen las posibilidades de derrames durante el proceso, lo que disminuye la contaminación tanto en el área de trabajo como en el entorno cercano. Además, el sistema solo opera cuando es necesario, evitando el uso innecesario de los equipos y, con ello, reduciendo el consumo de energía. Estas cualidades ubican al proyecto dentro de los principios de producción limpia y eficiencia ambiental.

Ámbito de Eficiencia Energética

El proyecto fomenta un uso responsable de la energía mediante un diseño basado en automatización secuencial y el empleo de sensores inteligentes, que activan únicamente los dispositivos requeridos y solo por el tiempo indispensable. Esto optimiza el consumo energético general del sistema. Asimismo, la inclusión de motorreductores de bajo voltaje, fuentes de alimentación eficientes y un diseño eléctrico bien planificado permite disminuir pérdidas y aprovechar al máximo la energía disponible. Esto ayuda a proteger el cableado y su correcto funcionamiento, mejorando la eficiencia energética.

Ámbito de Calidad

La automatización permite lograr una mayor monotonía y control en las etapas de llenado y sellado de envases, mejorando la calidad del producto. La exactitud con la que se ejecuta la etapa de llenado hace que cada frasco reciba la cantidad exacta de pastillas y sea sellado de manera hermética y homogénea, minimizando la posibilidad de fallos humanos y reduciendo los costos y tiempos muertos en la operación.

Otros Ámbitos.

Ámbito de Responsabilidad Social

El desarrollo de este proyecto se promoverá prácticas con la responsabilidad empresarial, ya que se busca mejorar las condiciones de trabajo y aminorar los riesgos laborales. La implementación de la automatización da un entorno laboral más seguro. La relación de trabajo entre personal se vuelve más ética asumiendo su compromiso con seguridad. Al reducir los tiempos muertos, se usa menos recursos demostrando un compromiso con el medio ambiente, se proyecta una imagen sostenible.

Ámbito de Innovación Tecnológica

El sistema tiene un enfoque de innovación industrial, ya que incorpora tecnologías avanzadas

como sensores, controladores lógicos y un HMI para supervisión en tiempo real. Con estas herramientas, es posible actualizar los procesos que antes se realizaban manualmente, logrando un control y precisión en cada etapa. La integración con la industria 4.0 más conocida como la revolución industrial conlleva a la integración de esta transformación digital en la industria química.

Ámbito de Sostenibilidad Económica

Este sistema automatizado favorece la sostenibilidad económica del proceso, optimizando el uso de materiales, disminuye fallas y los costos operativos en la manipulación del operador. Esta mejora permite aumentar la capacidad de producción sin necesidad de la interacción humana, lo que se traduce en un mayor beneficio. La incorporación de esta tecnología asegura una operación más fija, flexible ante variaciones en la demanda del mercado y menos propensa a interrupciones causadas por fallas humanas o en el sistema.

Ámbito de Transferencia de Conocimiento

El diseño y la puesta en marcha de este proyecto aportan conocimientos valiosos en el campo de la automatización industrial, que pueden compartirse y aplicarse en otros entornos productivos. La experiencia obtenida durante su desarrollo fortalece las habilidades técnicas del equipo involucrado, impulsando una cultura de aprendizaje constante y mejora continua dentro de la empresa. Asimismo, este trabajo puede servir como base para programas de capacitación interna, la adopción de buenas prácticas y la creación de nuevas soluciones tecnológicas, favoreciendo la transferencia de conocimientos tanto dentro como fuera de la organización.

Análisis De Costos Y Presupuestos

Costos de Equipamiento (Hardware y Software)

Tabla 15.- Costos de Equipamiento

ITEM DSCRIPCION UNIDAD CANTIDAD P. UNITARIO P. TOTAL

1 PLC SIEMENS S7-1200 1212C AC/DC/RL c/u 1 S/ 1,200.00 S/ 1,200.00

2 HMI SIEMENS KTP400 BASIC c/u 1 S/ 1,600.00 S/ 1,600.00

3 MOTOREDUCTOR N20-300RPM, 24V DC c/u 2 S/ 45.00 S/ 90.00

4 SENSOR FOTOELECTRICO DIFUSO REFLECTIVO PNP N.O. 24VDC c/u 3 S/ 38.00 S/ 114.00

5 ELECTROVALVULA NEUMATICA 5/2 VIAS 12/24V DC c/u 2 S/ 70.00 S/ 140.00

6 MINI CILINDRO DOBLE EFECTO MAC 25X25 S CA c/u 2 S/ 120.00 S/ 240.00

7 REGULADOR DE FLUJO DE FLUJO PARA CILINDRO NEUMATICO 8mm c/u 4 S/ 15.00 S/ 60.00

8 ACOPLES NEUMATICOS c/u 12 S/ 5.00 S/ 60.00

9 MANGUERA NEUMATICA metros 10 S/ 2.00 S/ 20.00

10 CABLE THW CALIBRE 16mm rollo 1 S/ 210.00 S/ 210.00

11 TABLERO 30X40X15 c/u 1 S/ 150.00 S/ 150.00

12 BORNERAS 2mm c/u 16 S/ 2.00 S/ 32.00

13 TERMINALES TUBULARES 16mm paq 1 S/ 8.00 S/ 8.00

TOTAL S/ 3,924.00

Costos de Recursos de Personal

Tabla 16.- Costos de Recursos de Personal

ítem Cargo Cantidad Horas Sueldo Hora Subtotal (S/.)

1 Supervisor de Mantenimiento 1 72 35 S/ 2,520.00

2 Técnico de Mantenimiento 2 72 20 S/ 1,440.00

3 Programador PLC/HMI 1 56 30 S/ 1,680.00

Total, General S/ 5,640.00

Costos de Gestión y Otros

Tabla 17.- Costos de Gestión y Otros

Concepto Descripción cantidad Precio Unitario Precio total

Capacitación técnica

Instrucción al personal sobre el uso del HMI, mantenimiento del sistema y seguridad operativa. 5 S/ 200.00 S/ 1,000.00

Elaboración de planos eléctricos Diseño y entrega de planos eléctricos del sistema automatizado. 4 S/ 250.00 S/ 1,000.00

Documentación técnica

Manual de operación, mantenimiento preventivo y configuración del PLC. 4 S/ 150.00 S/ 600.00

Gestión del proyecto Coordinación, cronograma, control de avance, reuniones y seguimiento. 1 S/ 1,200.00 S/ 1,200.00

TOTAL S/ 3,800.00

Cálculo de Presupuesto

Tabla 18.- Cálculo de Presupuesto

ítem Descripción Cantidad Precio Unitario Precio Total

1 COSTOS DE EQUIPO 1 S/ 3,924.00 S/ 3,924.00

2 COSTOS DE PERSONAL 1 S/ 5,640.00 S/ 5,640.00

3 COSTOS DE GESTIÓN 1 S/ 3,800.00 S/ 3,800.00

Total, General S/ 13,364.00

Resultados Del Proyecto

La implementación del sistema automatizado de envasado, que realiza el proceso de dosificado y sellado de envases con pastillas de cloro, permitió mejorar el funcionamiento general del proceso productivo.

Uno de los aspectos más importantes fue el desarrollo de los planos eléctricos, los cuales sirvieron como guía para la correcta instalación de todos los componentes del sistema, como el PLC, los sensores, actuadores, la fuente de alimentación y el motor de la faja transportadora. Gracias a estos planos se pudo realizar un montaje ordenado y seguro del tablero eléctrico, facilitando también futuras revisiones o mantenimientos del sistema.

Otro resultado importante fue la programación del PLC, que permitió controlar de manera automática cada etapa del proceso. Mediante la lógica de programación se logró que el sistema detecte la presencia de los envases en la faja transportadora, active el proceso de dosificado de las pastillas de cloro y posteriormente realice el sellado. Durante las pruebas de funcionamiento se pudo comprobar que el proceso se ejecuta de forma continua y ordenada, reduciendo la intervención manual y mejorando la estabilidad de la operación.

También fue necesario determinar y seleccionar correctamente los sensores y actuadores que forman parte del sistema. Para la detección de envases y el paso de las pastillas se utilizaron sensores adecuados al tipo de proceso, mientras que para el sellado se empleó un sistema neumático controlado por una electroválvula. La correcta elección de estos componentes permitió que el sistema responda de manera confiable durante su funcionamiento.

Finalmente, la integración del HMI facilitó la supervisión del sistema, ya que permite observar el estado del proceso en tiempo real y tener un mejor control de la operación. De esta manera, el sistema automatizado no solo mejora el proceso de envasado, sino que también permite tener una operación más organizada y fácil de supervisar.

Capitulo IV. Operación y Mantenimiento

Operación

El sistema automatizado propuesto busca mejorar la eficiencia operativa en el proceso de llenado y sellado de frascos que contienen pastillas de cloro, dentro de una planta química industrial ubicada en el distrito de San Juan de Miraflores, Lima. La operación inicia con una faja transportadora que traslada frascos vacíos hacia una estación de dosificación. Sensores fotoeléctricos detectan y cuentan las unidades para activar, mediante un PLC, la liberación automática de una pastilla por frasco utilizando

una electroválvula. Posteriormente, el frasco avanza hacia una estación de sellado, donde un pistón neumático ejecuta el cerrado hermético. Todo el sistema es monitoreado desde una interfaz HMI, lo cual permite supervisar y ajustar parámetros en tiempo real. Esta solución industrial busca reducir tiempos muertos, minimizar errores humanos y asegurar una producción estandarizada y segura.

Consideraciones de Seguridad para la Operación

En la operación de un sistema automatizado, resulta esencial implementar medidas de seguridad que aseguren la protección del personal, sobre todo cuando se trabaja con elementos eléctricos, neumáticos y sustancias químicas como el cloro. Cada etapa del proceso exige utilizar de manera adecuada los Equipos de Protección Personal (EPP) y aplicar las protecciones técnicas necesarias para reducir al mínimo los riesgos laborales.:

• Etapa llenado de pastillas de cloro:

o Guantes de nitrilo, mascarilla con filtro químico y lentes de seguridad, para evitar el contacto con sustancias irritantes.

o Extractor de gases o ventilación localizada para dispersar posibles vapores o polvos residuales.

• Etapa sellado con pistón y electroválvula neumática:

o Pantalla facial y guantes térmicos o mecánicos para evitar lesiones por presión o calor.

o Protección física (carenado o resguardo) sobre el mecanismo de sellado para impedir contacto accidental.

• Etapa encendido y apagado del sistema eléctrico:

o Guantes dieléctricos, calzado de seguridad y uso de herramienta aislada.

o Bloqueo y etiquetado para asegurar que no haya energización durante mantenimiento.

• En inspecciones o mantenimientos:

o Overol de protección química, casco con lámpara frontal y arnés de seguridad si hay necesidad de trabajos en altura.

o Multímetro con categoría adecuada para mediciones eléctricas seguras.

• Protecciones técnicas adicionales:

o Parada de emergencia (botón de seguridad) visible y accesible.

o Sensores de presencia o barreras ópticas en zonas de riesgo.

o Sistema de puesta a tierra y disyuntor diferencial en el tablero de control.

Manual de Usuario u Operación de Puesta en Marcha.

ETAPA 1: Alimentación del Sistema

Verificar alimentación eléctrica

Confirmar que el sistema esté conectado a una fuente trifásica (3×380 V).

Confirmar que el suministro neumático esté operativo (mínimo 6 bar de presión regulada).

Encendido general

En el tablero de control, colocar el interruptor principal en posición ON.

Se energizan los siguientes elementos:

Fuente de 24VDC para sensores y electroválvulas 24VDC

Módulo de control PLC y HMI.

ETAPA 2: Activación Manual del Sistema

Pulsador de arranque

En el HMI o tablero, presionar el Pulsador de Inicio (START).

El sistema se inicializa:

El PLC realiza una autoverificación de estado de sensores y actuadores.

Se activa un test de seguridad y muestra en el HMI si todo está OK.

ETAPA 3: Proceso de Dosificado

Inicio del transporte

La faja transportadora se activa y comienza a mover las botellas vacías.

El movimiento es controlado por un motor trifásico gestionado por el PLC.

Sensado de botella en estación de dosificado

Un sensor fotoeléctrico tipo réflex detecta la presencia de una botella.

El PLC detiene la faja automáticamente.

Activación del sistema de dosificado

Se activa el mecanismo (motor, actuador, o vibrador) que libera una pastilla por vez.

Un sensor óptico de conteo (tipo infrarrojo) cuenta las pastillas una por una.

Fin del dosificado

Al alcanzar la cantidad programada (12 pastillas), el dosificador se detiene.

Se espera un tiempo breve de estabilidad (5 segundos).

Reinicio de la faja

El PLC activa nuevamente la faja para continuar el movimiento de la botella hacia la estación de sellado.

ETAPA 4: Proceso de Sellado

Sensado de botella en estación de sellado

Un segundo sensor de presencia detecta la botella en posición de sellado.

La faja se detiene automáticamente.

Activación de electroválvula

El PLC activa una electroválvula 5/2 vía.

La electroválvula deja pasar aire comprimido hacia el pistón neumático.

Sellado

El pistón desciende o se extiende para presionar la tapa o realizar el sellado térmico o mecánico.

Se mantiene durante un tiempo determinado (3 segundos según el diseño).

Retorno del pistón

El PLC desactiva la electroválvula.

El pistón retorna a su posición inicial mediante doble efecto neumático.

Reinicio del transporte

La faja vuelve a activarse.

La botella ya sellada continúa su trayecto fuera del sistema.

ETAPA 5: Repetición del Ciclo

El sistema espera la siguiente botella.

Se repite automáticamente todo el proceso anterior.

ETAPA 6: Parada del Sistema

Parada por pulsador

El operario presiona el Pulsador de Paro (STOP) en el tablero o HMI.

El PLC detiene todo el proceso de forma segura.

Apagado general

Se coloca la llave general en posición OFF.

Se desconecta el sistema eléctrico y neumático si se requiere mantenimiento.

Tabla de Causas de Fallos y Soluciones en la Operación.

Tabla 19.- Tabla de Causas de Fallos y Soluciones en la Operación

Nº	Posible Falla	Causa Probable	Solución Recomendada
1	La faja transportadora no arranca	No hay alimentación eléctrica	Verifique que el seccionador principal esté en posición ON y que llegue tensión al motor.
2	La faja se detiene inesperadamente	Sensor de botella activado o falla en PLC	Revise si el sensor de presencia está bloqueado o dañado. Reinicie el sistema desde el HMI.
3	No se dosifican pastillas	Mecanismo dosificador atascado o sin producto	Verifique que haya pastillas en el compartimento y que el actuador no esté obstruido.
4	El sensor de conteo no detecta	Sensor sucio o mal alineado	Limpie el sensor con un paño seco y

verifique la alineación correcta.

5 Se dosifican más o

menos pastillas

Configuración

incorrecta del

contador

Ingrese al HMI y revise la cantidad

programada. Reajuste el valor

correcto.

6 El pistón no realiza el

sellado

No llega aire o

electroválvula dañada

Verifique presión de aire (mín. 6

bar). Si está correcta, revise el

cableado y funcionamiento de la

electroválvula.

7 El pistón queda

extendido

Electroválvula

trabada o falta de

retorno

Reinicie el sistema. Si persiste,

apague y purgue el sistema

neumático. Limpie o reemplace la

electroválvula.

8

No se detecta la botella

en la estación de

sellado

Sensor mal ubicado o

desconectado

Alinee correctamente el sensor y

verifique su conexión eléctrica al

PLC.

9 El sistema no responde

a los pulsadores

Fallo en pulsador o

programa congelado

Verifique continuidad del pulsador

con multímetro. Reinicie el PLC

desde el panel de control.

Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es clave para asegurar que el sistema de dosificado y sellado funcione de forma continua y segura. Gracias a esta práctica se pueden detectar desgastes o fallos antes de que generen paradas inesperadas en la producción. Esto ayuda a alargar la vida útil de los sensores u actuadores, minimizando fallas. Realizar estas inspecciones, ayuda a mejorar en la detección de las pastillas y un buen correcto sellado. Otro punto importante es mejorar la calidad de vida del trabajador, evitando que se exponga a el movimiento de la faja y aumentando la eficiencia y los estándares de seguridad.

3

Diagrama Gantt de Mantenimiento Preventivo.

Tabla 20.- Diagrama Gantt de Mantenimiento Preventivo

Nº Componente Tarea de Mantenimiento Frecuencia

Exacta

Responsable

Asignado

1

Fuente de

alimentación

24VDC

- Medir voltaje de salida

con multímetro

- Verificar estado de

borneras y terminales

Cada 30 días Técnico electricista

titulado

2 PLC (Controlador

lógico)

- Verificar estado de

entradas/salidas digitales

y analógicas

- Limpieza de módulos

Cada 2 meses

(60 días)

Técnico en

automatización o

ingeniero

3 HMI (Pantalla

táctil)

- Probar botones en

pantalla

- Verificar conectividad

con el PLC

Cada 30 días Técnico en

automatización

4

Sensor

fotoeléctrico 1

(dosificado)

- Limpieza del lente con

paño seco

- Verificar distancia de

lectura y alineación

Cada 15 días Técnico electrónico

5

Sensor

fotoeléctrico 2

(sellado)

- Limpieza óptica

- Test de activación y

señal al PLC

Cada 15 días Técnico electrónico

6 Motor de faja

transportadora

- Medir corriente de

consumo

Cada mes (30

días) Técnico electricista

- Revisar conexión de

borneras y estado del

motor

7 Electroválvula

neumática

- Verificar activación

correcta desde el PLC

- Revisar fugas y presión

Cada mes (30

días)

Técnico

mecatrónico

8 Cableado general y

terminales

- Reapretar borneras,

revisar pelado o desgaste

- Medir continuidad

eléctrica

Cada 3 meses

(90 días) Técnico electricista

9 Pulsadores y

señalizadores

- Prueba de

funcionamiento

- Reemplazo si hay fallos

o desgaste

Cada 30 días Técnico electrónico

Procedimiento de Mantenimiento Preventivo.

Preparación y Seguridad

Desconectar la alimentación eléctrica general:

Colocar el interruptor principal del tablero en posición OFF.

Bloquear con candado si es mantenimiento largo (bloqueo eléctrico – *Lockout/Tagout).*

Cerrar el suministro de aire comprimido:

Cerrar la válvula principal del compresor o la línea neumática de alimentación.

Purgar el sistema para liberar presión del pistón y electroválvula.

Colocar señalización de mantenimiento:

Señal de “EQUIPO EN MANTENIMIENTO” visible para el personal.

Revisión de Componentes – Paso a Paso

A. Revisar y verificar la Fuente de alimentación

Usar multímetro para verificar que la fuente entregue 24VDC exactos.

Revisar borneras y asegurarse que no haya terminales flojos o sulfatados.

R.

B. PLC (cada 60 días)

Verificar el estado de las entradas/salidas (pruebas desde el HMI).

Limpiar suavemente con aire comprimido seco los módulos del PLC.

Guardar backup del programa si se va a realizar alguna reconfiguración.

C. HMI (cada 30 días)

Probar funcionamiento táctil.

Verificar conexión con el PLC (cable ethernet).

Revisar limpieza de la pantalla.

D. Sensores fotoeléctricos (cada 15 días)

Limpiar lentes con paño seco.

Verificar correcta alineación y funcionamiento (activa/desactiva la salida).

Asegurarse que estén bien sujetos.

G. Electroválvula neumática (cada 30 días)

Verificar activación manual (si tiene pulsador de test).

Escuchar si hay fuga de aire. Cambiar fitting o junta si aplica.

Revisar cables de bobina.

H. Cableado general (cada 90 días)

Reapretar terminales en borneras y contactores.

Revisar integridad del aislamiento.

Identificar cables si están borrosos o despegados.

I. Pulsadores y señalizadores (cada 30 días)

Probar pulsadores (START, STOP, P.E).

Verificar respuesta inmediata del sistema o del PLC.

Cambiar si están dañados o flojos.

Materiales, Equipos y Herramientas.

Materiales Consumibles:

• Cable multifilar flexible 1.5 mm^2

• Cable multifilar flexible 2.5 mm^2

• Canaleta plástica 25x40 mm con tapa

• Terminales tipo ojillo

• Terminales tipo pala

• Conectores rápidos tipo WAGO

• Cinta aislante negra

• Tubo termorretráctil 3 mm

• Tubo termorretráctil 5 mm

• Tubo termorretráctil 8 mm

• Tornillos M4

• Tornillos M5

• Tornillos M6

• Tuercas M4, M5, M6

• Arandelas

• Tarugos para fijación

• Tornillos autoperforantes

• Pasta térmica

• Bridas plásticas 10 cm

• Bridas plásticas 20 cm

• Bridas plásticas 30 cm

• Conectores macho-hembra M12

• Etiquetas para cables

• Alcohol isopropílico

• Guantes dieléctricos

Herramientas:

• Destornillador plano

• Destornillador estrella

• Alicate de corte

• Alicate de punta

• Crimpadora de terminales

• Taladro eléctrico

• Multímetro digital

• Etiquetadora manual

• Pistola de calor

• Nivel de burbuja

• Cinta métrica

• Llaves Allen

• Llaves fijas

Ficha de Mantenimiento Preventivo.

Tabla 21.- Ficha de Mantenimiento Preventivo.

ID EQUIP O

NOMBRE DEL EQUIPO

UBICA CIÓN

FRECU ENCIA

RESPONS ABLE

ACTIVIDAD DE MANTENIMIE NTO

MATERIALE S / HERRAMIEN TAS

FECHA DE ULTIMO MANTEN IMIENTO

FECHA DE PROXIMO MANTENIMI ENTO

MTP- 001

Faja Transporta dora

Zona De Transpor te

Mensual Técnico Electricista

Verificar Tensión Y Alineación, Limpiar Rodillos

Llaves, Destornilladores , Cinta Métrica, Lubricante

1/07/2025 00:00

1/08/2025 00:00

MTP- 002

Sensor Fotoeléctri co

Zona De Dosificac ión

Trimestr al

Técnico De Instrumentac ión

Limpiar Lente, Revisar Conexiones

Paño Seco, Alcohol Isopropílico, Destornillador

10/06/2025 00:00

10/09/2025 00:00

MTP- 003

Electrovál vula

Zona De Sellado

Mensual Técnico Electricista

Verificar Funcionamiento, Limpiar Y Revisar Fugas

Llaves, Sellos De Repuestos, Limpiador

1/07/2025 00:00

1/08/2025 00:00

MTP- 004

PLC De Control

Tablero Eléctrico

Trimestr al

Ingeniero De Automatizac ión

Respaldar Programa Limpiar Bornes Y Conexión

Laptop, Destornilladores , Multímetro

10/06/2025 00:00

10/09/2025 00:00

Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo se realiza cuando se da una falla inesperada sin previo aviso, afectando el funcionamiento. Esta intervención es fundamental para restablecer la operatividad de los equipos en el menor tiempo posible. También permite detectar fallos aparte del mismo, ya que esto no se detecta por concurrencia. Esta medida es necesaria para evitar una parada extensa en el proceso de producción. Esto se da cuando los componentes presentan un desgaste en sus componentes o han dejado de funcionar. También sirve como respuesta para mejorar el mantenimiento preventivo. Este tipo de mantenimiento requiere personal capacitado que pueda correguir de forma rápida y segura, garantizando la continuidad del sistema en situaciones críticas o de emergencia.

Procedimiento de Mantenimiento Correctivo.

A. Fuente de alimentación 24VDC

Desconectar alimentación

Verificar tensión

Si hay tensión de verificara las borneras y salidas.

Se reemplazar las fuentes

Etiquetar y registrar

B. PLC (si el sistema no responde o presenta errores en entradas/salidas)

Desconectar energía.

Revisar las entradas y salidas del PLC mediante el HMI

Probar los módulos I/O

Revisar conexión

Si se encuentra error, cargar backup

Si se presenta fallas, cambiar modulo

C. HMI

Verificar alimentación

Revisar conexión

Limpiar pantalla

Probar con otro HMI si es que no enciende

Rollback

D. Sensores fotoeléctricos

Limpiar lente

Verificar del emisor receptor.

Comprobar conexión

Probar sensor

Cambiar sensor si no responde

E. Motor de faja transportadora

Verificar tensión

Usar pinza amperimétrica

Inspeccionar ruidos

Revisar protector térmico

Cambiar motor si presenta fallas

F. Electroválvula neumática

Cerrar línea de aire.

Probar activación manual

Escuchar posibles fugas

Revisar bobina

Cambiar válvula

G. Cableado

Revisar continuidad

Inspeccionar cableado

Ajustar borneras

Reemplazar cables deteriorados

Identificar nuevamente los cables

H. Pulsadores y señalizadores

Probar continuidad

Revisar si hay respuesta

Asegurar fijación

Cambiar pulsador

Materiales, Equipos y Herramientas

Herramientas:

Multímetro digital

Pinza amperimétrica

Destornilladores planos y estrella

Llave Allen y hexagonales

Llave inglesa o ajustable

Alicates de punta y corte

Prensa terminales

Crimpadora para conectores

Pistola de aire (limpieza)

Linterna o lámpara portátil

Lupa de inspección

Tester de continuidad

Laptop con software de programación (TIA Portal, etc.)

Pelacables manual o automático

Taladro inalámbrico (si se necesita perforación de paneles)

Equipos

Fuente de alimentación portátil 24VDC

Compresor de aire (para limpieza y pruebas neumáticas)

Analizador de redes (opcional)

Simulador de entradas/salidas (para pruebas en PLC)

UPS temporal (para alimentar control durante pruebas)

Banco de prueba (si se prueba fuera del sistema)

Materiales Consumibles

Terminales puntera, ojales, tipo pala

Tubo termoencogible

Fittings neumáticos (push-in, rosca, etc.)

Mangueras neumáticas 6mm y 8mm

Tornillos, tuercas y arandelas variadas

Bridas plásticas (cinta amarre)

Cinta aislante negra y de colores

Etiquetas autoadhesivas para cableado

Limpiador de contactos eléctricos

Trapo antiestático o microfibra

Alcohol isopropílico (limpieza de sensores y pantallas)

Pasta térmica

.

Ficha de Mantenimiento Correctivo.

Tabla 22.- Ficha de Mantenimiento Correctivo

ID EQUIP O

NOMBRE DEL EQUIPO

UBICACIÓN FALLA REPOR TADA

DIAGNÓS TICO REALIZAD O

ACTIVIDAD CORRECTIV A REALIZADA

RESPO NSABL E

MATERIALES / HERRAMIENTA S

FECHA DE ATENCIÓ N MTC- 001

Faja transportad ora

Zona de transporte

Faja no arranca o se detiene inesperad amente

Verificación de moto, variador y cableado

Reemplazo de motor y ajuste de variador

Técnico electricis ta

Motor nuevo, multímetro, herramienta de mano

5/07/2025 00:00

MTC- 002

sensor fotoeléctric o

Zona de dosificación

Sensor no detecta botellas

Revisión de lente, alineación y conexión eléctrica

Limpieza de lente y cambio de sensor

Técnica de instrume ntación

Sensor nuevo, alcohol isopropílico, destornillador

20/06/2025 00:00

MTC- 003

Electrovál vula

Zona de sellado

No activa el pistón

Inspección de la bobina y suministro neumático

Reemplazo de electroválvula y ajuste de presión

Técnico electricis ta

Electroválvula nueva, teflón, llave inglesa

3/07/2025 00:00

MTC- 004

PLC de control

Tablero eléctrico

No responde a entradas o salidas

Chequeo de alimentación , programa y módulos

Reinstalación del programa y cambio de modulo dañado

Ingeniero de automati zación

Laptop, PLC de repuesto, destornilladores

25/06/2025 00:00

CONCLUSIONES

• Con el desarrollo de este proyecto se logró implementar un sistema automatizado de envasado para el proceso de dosificado y sellado de envases con pastillas de cloro. Para ello se elaboraron los planos eléctricos del sistema, los cuales permitieron realizar una correcta conexión e instalación de los diferentes equipos como el PLC, sensores, actuadores, fuente de alimentación y el motor de la faja transportadora. Esto facilitó un montaje más ordenado del sistema y un mejor control durante su funcionamiento.

• Asimismo, se desarrolló la programación del PLC S7-1200 para controlar las diferentes etapas del proceso, como la detección de los envases, el dosificado de las pastillas y el sellado. Gracias a esta programación el sistema puede trabajar de forma automática y continua, reduciendo la intervención manual y evitando posibles errores durante la operación.

• Finalmente, se realizó la selección de los sensores y actuadores necesarios para el funcionamiento del sistema. Estos componentes permiten detectar la presencia de los envases y ejecutar correctamente las acciones de dosificado y sellado. Además, con la incorporación del HMI se puede supervisar el proceso en tiempo real, observar el estado del sistema y facilitar la operación del equipo de manera más sencilla.

RECOMENDACIONES

• Se capacitará al personal para el uso del sistema automatizado de llenado y sellado de pastillas de cloro, donde operada el HMI y el PLC.

• Implementar un plan de mantenimiento para los activos, como los sensores, electroválvulas, actuadores neumáticos y motoreductor, garantizando la operatividad y la confiabilidad.

• Utilizar el HMI donde se registrara y se monitoreara el estado actual del proceso de llenado, también se vera reflejado el rendimiento y el conteo de botellas.

Referencias Bibliográficas Referencias Cabrera Chacón, C. F. (2021). *Diseño e implementación de un sistema automatizado*

para la dosificación de cloro residual a la salida de planta 1 en la PTAP - La Atarjea, 2020. Lima: Universidad Tecnológica del Perú. edairynews. (10 de abril de 2024). *Optimizando la Producción: El Impacto de la Automatización Industrial en la Eficiencia y Calidad.* Obtenido de automatizacion- industrial-eficiencia-calidad: https://es.edairynews.com/automatizacion-industrial-eficiencia-calidad/?utm_source=chatgpt.com Festo. (12 de julio de 2025). *Cilindros neumáticos.* Obtenido de Cilindros neumáticos: https://www.festo.com/us/en/c/products/actuators-and-drives/pneumatic-cylinders- id_pim135/ interroll. (12 de julio de 2025). *Plataforma transportadora modular.* Obtenido de Plataforma transportadora modular: https://www.interroll.com/products/mcp Nolasco Espinoza, O. V. (2024). *Diseño e implementación de sistema de pesaje con PLC/SCADA para reducir error en proceso de dosificación en la empresa de alimentos balanceados para aves en la ciudad de Chancay.* Lima: Universidad Tecnológica del Perú. Rutuja Lohar, M. B. (2025). *Desarrollo de unidad de llenado automático de botellas con PLC.* India: International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. Salazar Meliton, V. R., & Valenzuela Quispe, F. F. (2023). *Diseño de una máquina automática de llenado, tapado y etiquetado para botellas de 500 ml de agua.* Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Santos Malasquez, J. K., & Alfaro Camahuali, A. P. (2024). *Diseño e implementación de procesos automatizados de lavado, envasado y sellado en la embotelladora Perla Nova S.A.C. mediante PLC SIEMENS LOGO V8.3 y HMI KTP400.* Lima: Repositorio Universidad Ricardo Palma. sick. (12 de julio de 2025). *sensores fotoeléctricos.* Obtenido de sensores fotoeléctricos: https://www.sick.com/ag/en/catalog/products/detection-sensors/photoelectric- sensors/w16/c/g433452 Siddiqui, A. (1 de mayo de 2025). *medium.* Obtenido de Automatización de una planta de tratamiento de agua basada en PLC: un prototipo de bajo coste con integración HMI: https://medium.com/%40211053/plc-based-automation-of-a-water-treatment-plant-a- low-cost-prototype-with-hmi-integration-569b9e6bc26f siemens. (12 de julio de 2025). *SIMATIC S7-1200 G2.* Obtenido de SIMATIC S7-1200 G2: la elección inteligente para la automatización básica: https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/s7- 1200 systems. (5 de junio de 2021). *systems.* Obtenido de Liquid and powder ingredient dosing system - France: https://rap-systems.ro/en/electrical-design-plc-and-hmi-programing- commissioning-ingredients-dosing-system-siemens-fr/ Thakar, D. (2025). *Sistema automático de llenado de botellas mediante PLC/SCADA.* India: Departamento de Ingeniería Electrónica, BVM Engineering College, Gujarat, India. weintekusa. (12 de julio de 2025). *Su socio en software HMI avanzado y sistemas de E/S remotas.* Obtenido de Su socio en software HMI avanzado y sistemas de E/S remotas: https://www.weintekusa.com/