G03.PLC OPTA

ID : f01c883654010f0b7890ec203acc80831ee13e3e

5%
Textos sospechosos

Nombre del fichero : G03.PLC OPTA.txt
Tamaño del archivo original : 1,33 MB
Número de palabras : 13.186

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 — 5%

Sintáctica <1% | Semántica 4%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA — 29%

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 — 4%

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.

Similitudes

5%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Fuente principal detectada

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
1	Tipos de sensores de proximidad: una guía completa... Detección semántica es.lambdageeks.com/proximity-sensor-types/	2%	
2	repository.usta.edu.co Detección semántica repository.usta.edu.co/bitstream/11634/56177/18/2023DaniloGaleano.pdf	2%	
3	dspace.ups.edu.ec Detección semántica dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21076	<1%	
4	repositorio.umariana.edu.co Detección semántica repositorio.umariana.edu.co/server/api/core/bitstreams/e07471f6-c657-44...	<1%	
5	Documento de otro usuario #9fed9d Detección semántica Viene de de otro grupo	<1%	

Fuente con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
6	Repositorio Digital - EPN: Automatización del proceso de llenado d... bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6666	<1%	
7	Automatización del proceso de embotellado de galone... Detección semántica dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16944/1/UPS-ST003954.pdf	<1%	

Fuente ignorada

Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
G02. FRASCOS #150351 Detección semántica Viene de de mi biblioteca	6%	
G03.METALES FERROSOS #da7dcd Detección semántica Viene de de mi biblioteca	2%	

Fuente mencionada (sin similitudes detectadas)

Nº	Descripciones
1	https://opta.findernet.com
2	https://www.baumer.com

N°		Descripciones
3		https://www.baumer.com/int/es/service-support/funcionamiento/funcionamiento-y
4		https://www.eaton.com
5		https://www.eaton.com/mx/es
6		https://www.se.com/pe/es/product-range/632-harmony-xb4/12106249114-botones-de
7		https://www.se.com/
8		https://www.se.com/pe/es/product/XB4BS8442/parada-de-emergencia-metalica
9		https://automaq.pe/producto/1548/tablero-de-distribucion-con-salida-toma-industrial
10		http://www.iaras.org/iaras/journals/ijitws/automatic-bottle-filling

INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR PRIVADO "IDAT" PROGRAMA DE ESTUDIOS DE ELECTRICIDAD INDUSTRIAL

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA EL CONTROL CON PLC OPTA Y SUPERVISIÓN CON HMI DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE LLENADO DE BOTELLAS

Trabajo de aplicación profesional para obtener el título Profesional Técnico en

Electricidad Industrial

DEIVI CLAVO SANCHEZ (0009-0001-7889-5612)

YANCARLOS YONEL VIDAURRE SEGURA (0009-0003-0890-9702)

Lima – Perú

2026

Dedicatoria

A nuestros maestros, por compartir sus conocimientos

y guiarnos en nuestra formación académica.

A mis compañeros por su amistad, solidaridad y ayuda

para la culminación de nuestra carrera.

A nuestras familias por ayudarnos desde muy

temprana edad, incluso ahora en esta etapa de estudio.

A mis compañeros por su apoyo

7 8 9 10 10 *10 12 13 14* **15** *15 15* **16** *16 16 16* **17 18** *18 29 29* **32** *32 33 34 35 35 36 36* **38 39** *39 40 41* **41**

Índice General

Resumen Ejecutivo.....

Introducción .....

Planteamiento del Problema .....

Justificación del Estudio .....

Antecedentes del Proyecto ..... *Nacionales*

..... *Internacionales*

..... Normas Técnicas Nacionales
..... Normas Técnicas Internacionales
.....

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*
..... Estado de la Tecnología
..... Sistemas Embebidos: Sistemas de computación diseñados para realizar funciones específicas dentro de un dispositivo más grande, utilizando PLC OPTA. .....

Descripción General Del Proyecto ..... *Diseño Mecánico*
..... Diagrama de Bloques
..... Diagrama de Flujo del Proceso
..... Eléctrico y Electrónico General
..... Diagrama de etapas..... Tabla 3. Especificación Técnica General
..... Descripción Técnica de Componentes .....

Cálculos Y Consideraciones De Diseño .....

Sistema Eléctrico ..... *Diagramas Eléctricos*
..... ¡Error! Marcador no definido. *Circuito de Suministro y Alimentación.*
..... Circuito de Mando.
..... Circuito de Fuerza.
.....

Sistema Electrónico .....

41 **42** *42 42 43* **49** *50 51 51 52* **52** *52 53 54 54* **56** *56 59* **61** *61 62 62 64* **65** *65 65 68* **69 70 71 71**

Diagramas Electrónicos. ..... Circuito de la Fuente de Alimentación. ***..... ¡Error! Marcador no definido.*** *Circuito de Control. .....* ***¡Error! Marcador no definido.*** *Circuito de Potencia. .....* ***¡Error! Marcador no definido.***

Sistema De Software..... *Librerías Usadas.*
..... Firmware y Software.
..... Programa Lógico o Datos de Configuración.
.....

Áreas Transversales De Impacto ..... *Ámbito de Seguridad y Salud Ocupacional. ..... Ámbito de Conservación del Medio Ambiente.*
..... Ámbito de Eficiencia Energética. ..... Otros Ámbitos. .....

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 .....¡Error! Marcador no definido.

Operación ..... *Consideraciones de Seguridad para la Operación.* ..... *Manual de Usuario u Operación de Puesta en Marcha.* ... ***¡Error! Marcador no definido.*** *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.....

16 17 36 39 52 53 54 54 59 61 66 68

Índice de Tablas

Tabla 1.- Ventajas Comparativas de los sistemas comerciales. .....

Tabla 2.- Planificación de Tiempo y Actividades del Proyecto .....

Tabla 3. Especificación Técnica General .....

Tabla 4.- Cálculos y Consideraciones de Diseño .....

Tabla 5.-Costos y equipamiento.....

Tabla 6.- Costos de Recursos de Personal. .....

Tabla 7.- Costos de Gestión y Otros. .....

Tabla 8.- Cálculo de Presupuesto. .....

Tabla 9.- Tabla de Causas de Fallos y Soluciones en la Operación. .....

Tabla 10.- Diagrama Gantt de Mantenimiento Preventivo. .....

Tabla 11.- Materiales, Equipos y Herramientas. .....

Tabla 12.- Ficha de Mantenimiento Correctivo. .....

Índice de Figuras

Figura 1.- Estructura de Sensores Inductivos 20

Figura 2.- Distancia de Conmutación de los Sensores Inductivos 21

Figura 3.-.- Sensor Fotoeléctrico 23

Figura 4.-.- Pulsador Normalmente abierto (N/A) 26

Figura 5.- Pulsador Normalmente Cerrado (N/C) 27

Figura 6.- Botón de Emergencia 28

Figura 7.- PLC OPTA 29

Figura 8.- Diseño Mecánico.....32

Figura 9.- Diagrama de Bloques 33

Figura 10.- Diagrama de Flujo del Proceso 34

Figura 11.- Diagrama Eléctrico y Electrónico General 35

Figura 12.- Diagrama de etapas .....**¡Error! Marcador no definido.**

Figura 13.- Diagrama Eléctrico .....**¡Error! Marcador no definido.**

Figura 14.- Tablero de Alimentación 39

Figura 15.- Circuito de Mando 40

Figura 16.- Circuito de Fuerza 41

Figura 17.- Diagramas Electrónico 41

Figura 18.- Circuito de la Fuente de Alimentación .....**¡Error! Marcador no definido.**

Figura 19.- Circuito de Control.....**¡Error! Marcador no definido.**

Figura 20.- Circuito de Potencia. .....**¡Error! Marcador no definido.**

Figura 21 Firmare del PLC 42

Figura 22. Sofware 43

Figura 23. Programa logico 43

Figura 24.- Ficha de Mantenimiento Preventivo 64

Resumen Ejecutivo

El transporte y llenado manual de botellas puede generar distintos problemas en el traslado y llenado de botellas, lo que afecta tanto la presentación del producto como la eficiencia del proceso. Para ello, este proyecto se enfocó en Implementar un prototipo para el control con PLC OPTA y supervisión con HMI de un sistema automatizado de llenado de botellas., buscando mejorar la precisión y facilitar el trabajo en plantas artesanales. El sistema propuesto incluye una faja transportadora de 1.2 metros, sensores fotoeléctricos, de proximidad y capacitivos para asegurar el posicionamiento exacto de las botellas, una pantalla HMI donde el operario puede visualizar el llenado de botellas, así como el nivel de líquido del reservorio, y un sistema de guías regulables para mejorar el traslado de la botellas en la faja., también se incorporó una luminaria con sensor de movimiento de la faja transportadora. La programación

fue realizada con un lenguaje Arduino Pro la cual es un punto clave en el proyecto ya que este lenguaje es muy usado y accesible para todo t también para el PLC OPTA y WinCC para la interfaz HMI. Como resultado, se diseñó un sistema capaz de llenar botellas de distintas presentaciones, controlar el volumen mediante sensores y mostrar los niveles de llenado. En resumen, se logró una solución automatizada, versátil y adecuada para pequeños empresas de llenado de botellas, que mejora la precisión del llenado, asi como la incorporación de este nuevo PLC OPTA capas de aceptas distintos lenguajes de programación como el Arduino que es el mas usado y de código abierto

Palabras Claves: PLC, OPTA, Sistemas Embebidos, IoT.

Introducción

Según (Ruedas, 2008), en su trabajo de investigación, en el ámbito de la producción industrial, la automatización ha pasado de ser una herramienta deseable a convertirse en indispensable para competir en el mercado global, desde los albores de la Revolución Industrial hasta la actualidad. Ningún directivo puede permitirse ignorar la automatización de procesos, ya que su objetivo es mejorar la calidad de los productos, reducir el tiempo de producción, ejecutar tareas complejas, minimizar los residuos y los productos defectuosos y, lo que es más importante, mejorar la rentabilidad.

En este proyecto todo el proceso desde la concepción hasta la implementación esta desglosado en los siguientes capítulos:

En el Capítulo I, se presentan los aspectos generales del proyecto a investigar, incluyendo el planteamiento del problema, la justificación del proyecto y los antecedentes nacionales e internacionales que sirven como base de investigación. Asimismo, se describen las normas técnicas y los estándares utilizados durante la elaboración del proyecto.

En el Capítulo II, se habla de los objetivos del proyecto, las soluciones y el marco teórico, en este capítulo mencionamos todos los componentes que se va a utilizar en el proyecto, así como sus especificaciones y características de cada uno

En el Capítulo III, en este capítulo describimos el proyecto, así como el diseño mecánico, diagrama de bloques, diagrama de flujo, eléctrico y diagrama de etapas. También encontramos los análisis de costo del proyecto y los resultados de este.

En el Capítulo IV, se detalla la parte operativa del proyecto, manual de operación y detalles

operativos, también se habla del mantenimiento correctivo y preventivo del proyecto.

Como parte final de este proyecto se detalla las conclusiones y recomendaciones en las mejoras que se pueden tener en este proyecto realizado.

Capítulo I.

Generalidades

Planteamiento del Problema

En la actualidad, las fábricas y grandes compañías de producción que manejan y trasladan elevados volúmenes de mercancías necesitan sistemas o controles más eficaces para el traslado y el llenado de botellas. En sectores como la producción, el transporte y el llenado de bebidas, se presenta un problema importante en la actualidad por la ineficiencia del trabajo manual. Además, se suman los altos costos de operación y el considerable riesgo de cometer errores por parte del personal, lo cual puede considerarse un riesgo notable. En distintos sectores productivos, el proceso de llenado de botellas suele realizarse mediante procedimientos manuales o a través de equipos semiautomáticos. En muchos casos, estos sistemas todavía dependen de la supervisión y participación constante de los operadores para llevar a cabo la operación de manera adecuada. Esta situación impacta de manera significativa en distintas etapas del proceso productivo, ya que genera retrasos dentro de la línea de producción, disminuye la eficiencia operativa y provoca un incremento en los costos asociados al transporte y al proceso de llenado de las botellas. Esto, a su vez, da lugar a envasados incorrectos, pérdida de tiempo, problemas económicos, quejas por parte de los clientes, abandono de consumidores, malas recomendaciones y, lo más importante, un impacto negativo en la satisfacción con el producto final. Para abordar y considerar este problema, se propone el desarrollo y planteamiento de un diseño e implementación de un sistema automatizado y controlado por PLC OPTA con supervisión por HMI para el transporte y llenado de botellas.

El estudio del problema nos orienta directamente hacia la búsqueda de una mejora, que se c entrará en la implementación de este sistema o solución. Este sistema permitirá optimizar el flujo de botellas llenas, disminuir significativamente los costos operativos y, indudablemente, reducir los errores en el procedimiento de emvasado de botellas.

Este proyecto tiene como objetivo responder a la demanda de incrementar la eficiencia en la logística industrial, a través de la automatización del transporte y llenado de envases,

garantizando un alto y significativo porcentaje de un proceso más rápido, exacto y lucrativo para la industria y las compañías.

Justificación del Estudio

En la actualidad el uso constante de máquinas para el movimiento de productos en procesos industriales de gran magnitud. En los últimos años se han utilizado fajas transportadoras hecho de rodillos, banda plana, modulares, con listones, de banda curva y de banda inclinada, para facilitar el movimiento del producto de un área a otra o de una maquina a otra, pero solo se utiliza para el movimiento de los productos y no se le da otra utilidad, por eso nuestro proyecto plantea el diseño de una faja transportadora que al momento de llegar a una posición se proceda a llenar de manera automática y precisa de manera que cumpla los estándares de la calidad requerida sin la necesidad de detener el proceso, logrando así un mejoramiento durante los tiempos de proceso de traslado y envasado de botellas.

Justificación ambiental

La automatización del sistema de llenado permitirá disminuir la pérdida de materia prima (bebida) provocada por derrames y fallos en la dosificación que suelen presentarse en el proceso manual. Asimismo, se reducirá el consumo innecesario de agua destinada a la limpieza de zonas afectadas por estos derrames, fomentando así un aprovechamiento más eficiente y responsable de los recursos naturales.

Justificación económica

Desde una perspectiva económica, este proyecto contribuirá a disminuir los gastos operativos de la planta, especialmente aquellos asociados al exceso de personal, la necesidad de reprocesar productos y las pérdidas generadas por artículos que no cumplen con los estándares establecidos.

Justificación tecnológica

La automatización del sistema de llenado se basa en tecnologías accesibles y de sencilla implementación. La incorporación de un PLC OPTA, sensores y una interfaz HMI contribuye a disminuir las fallas humanas y a estandarizar el proceso productivo, garantizando una calidad constante en el producto final. Asimismo, el sistema está diseñado para facilitar futuras mejoras o ampliaciones.

Antecedentes del Proyecto

Nacionales

Según (Prasanna & Rao, 2023), en su estudio titulado **"Automatización del Proceso de Llenado de Galones de Agua en Planta Purificadora de Agua".** El proyecto desarrollado es un sistema automático de llenado y taponado de botellas que integra tecnologías avanzadas de control industrial y conectividad. Este estudio propone el diseño e implementación de una máquina de llenado automático equipado con PLC y un sistema SCADA basado en internet de las cosas (IoT) para supervisar y controlar el proceso en tiempo real. El sistema fue desarrollado utilizando software de diseño de producción y lógica de control para mejorar aspectos como la eficiencia energética, la reducción de perdida de producto y el costo operativo.

Según (Toctaguano Velásquez, 2021), **en su trabajo de investigación "Automatización del llenado de Botellas y Control de Calidad de su Corona Aplicado a la Empresa AVERNO".** El objetivo del proyecto es introducir un sistema automatizado de llenado isobárico para botellas y control de calidad para tapones, con el fin de obtener productos que cumplan los requisitos de calidad y seguridad, al tiempo que se mejora la eficiencia del proceso de llenado. Esto se consigue optimizando el tiempo tanto para la supervisión de los tapones como para el llenado de las botellas. Fue necesario realizar una revisión bibliográfica sobre la gestión de tapones y el proceso de llenado de botellas. Se seleccionó el análisis de imágenes mediante visión artificial como método de gestión óptimo, mientras que se adoptó el llenado isobárico para garantizar las propiedades organolépticas del producto final. Para este último, se tomaron como referencia los parámetros establecidos durante el proceso de llenado manual de la empresa.

Según (Zhang, 2022), en su trabajo de investigación: "Control **de una Faja Transportadora Sistema de Control Matlab".** En el presente informe se muestra el control de una Faja Transportadora, para el cual propone un modelo dinámico actualizado de una faja transportadora industrial, integrando control moderno basado en espacios de estados y técnicas predictivas, permitiendo una regulación más eficiente de la velocidad ante variaciones de carga. Además, el sistema se complementa con sensores industriales y monitoreo digital en tiempo

real, contribuyendo a la optimización energética y confiabilidad operativa dentro de entornos industriales automatizados.

Internacionales

Según (PUPIALES, 2024), en su trabajo de investigación: "Diseño **Y Construcción de Prototipo Lavador y Secador de Papa con Etapa de Selección por Tamaño".** En la tesis de la Universidad mariana, Colombia desarrollara un prototipo para el lavado, secado y seleccionado según su tamaño con la finalidad de tener un proceso eficiente en rubro agrícola. Esto se desarrolló por la necesidad de automatizar el proceso agrícola con nuevas tecnologías que ayuden al crecimiento de una región que tiene como ingreso un recurso natural. En este proyecto se implementaron los siguientes componentes, Microcontrolador Atmega328P para el control del proceso con sensores y resistencias electroválvulas para controlar el flujo de agua, pulsadores para dar inicio y parada al proceso.

Según (CASTRO & TRIVIÑO, 2024), **en su trabajo de investigación** "Diseño **e Implementación de una Banda Clasificadora de Materiales para Metal y Plástico con Raspberry".** Este proyecto presta diseño e implementación de una banda clasificadora de

materiales para metal y plástico con raspberry pi 4 y python 3 este proyecto busca dar una solución automatizada para aumentar la calidad de clasificación de residuos, enfrentado a la gran cantidad de basura y la carencia de métodos sustentables en el comportamiento de los recursos naturales. Ya que no solo mejora la eficiencia en la separación de residuos como la disminución de la intervención humana va a evitar los errores humanos y la eficiencia en los costos operativos a largo plazo. Al automatizar el proceso de clasificación y podemos garantizar la eliminación más eficiente y ecológica, mejorando la posibilidad de aumentar una mejor producción de materiales reciclables. Este proyecto muestra la utilización de tecnologías asequibles que son Raspberry Pi y Python 3, que brindan soluciones funcionales en el mundo real que trabaja con una tecnología de código abierto como herramienta confiable en cada

proceso que se pueda usas en otros sistemas.

Según (Dhok, 2024), en su trabajo de investigación: **"Implementación de un Sistema de Selección de Frutas por Tamaño Mediante Visión Artificial y Bandas Transportadoras".**

Este trabajo ha demostrado que la automatización de la clasificación y selección de frutas mediante visión artificial integrada con sistemas de transportes representa un avance significativo frente a los métodos tradicionales manuales. El sistema utiliza algoritmos de visión por computador entrenados con base de datos de imágenes de frutas para identificar criterios de calidad mientras frutos se desplazan sobre la banda, aumentando la velocidad del proceso y reduciendo el error humano.

Normas Técnicas Nacionales

Norma Técnica Peruana (NTP)

NTP 370.053:1999 Elección de materiales eléctricos en las instalaciones de media y baja tensión.

NTP 370.253:2013: Esta norma regula los sistemas de seguridad en la maquinaria industrial, ya que incluye el uso de barreras fotoeléctricas, sensores para la detección y selección de cajas por tamaño en el sistema automatizado de parada de emergencia (STOP) en la faja transportadora.

Código Nacional de Electricidad (CNE)

CNE Art. 250 y 300: Para uso de cables también pantallas para señales de control y supervisión, comunicación entre PLC y HMI.

Organización Internacional De Estandarización (ISO)

ISO 14890: Especifica las características dimensionales y los requisitos para las bandas transportadoras de uso general, incluidos aspectos relacionados con la resistencia a la tracción y la elongación, lo que garantiza la durabilidad y la resistencia en entornos industriales exigentes.

Comisión Electrotécnica Internacional (IEC)

IEC 61131-3: Se trata de un estándar reconocido a nivel internacional que regula y define los lenguajes de programación empleados en los controladores lógicos programables (PLC), con el fin de asegurar uniformidad en su implementación dentro de procesos de automatización industrial. Garantiza una programación coherente y estructurada de los PLC utilizados en los

sistemas de automatización industrial y la implementación de estrategias de control automatizadas para los sistemas de llenado.

Normas Técnicas Internacionales

Association Connecting Electronics Industries (IPC)

IPC-A-610: Esta norma específica las características dimensionales y los requisitos para las bandas transportadoras de uso general, incluidos aspectos relacionados con la resistencia a la tracción y la elongación, con el fin de garantizar la durabilidad y la resistencia en entornos industriales exigentes.

Comisión Electrotécnica Internacional (IEC)

Directiva de Restricción de Sustancias Peligrosas (RoHS)

RoHS 2 (2011/65/EU): Restringe el uso de ciertas sustancias peligrosas en equipos eléctricos y electrónicos, promoviendo productos más seguros y respetuosos con el medio ambiente.

WEEE (2012/19/EU): Establece normas para la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, asegurando prácticas de disposición final adecuadas y sostenibles.

Capítulo II.

Objetivo, Soluciones y Marco Teórico

Objetivos

Objetivo General

Implementar de un prototipo para el control con PLC OPTA y supervisión con HMI de un sistema automatizado de llenado de botellas.

Objetivos Específicos

Objetivo Específico N 1. Diseñar el sistema mecánico del proceso de llenado de botellas.

Objetivo Específico N 2. Seleccionar los componentes sensores y actuadores del sistema de llenado de botellas de bebidas no gasificadas

Objetivo Específico N 3. Desarrollar la programación del sistema de control para el llenado de botellas de bebidas no gasificadas

Objetivo Específico N 4. Verificar la integración del prototipo el control con PLC OPTA y supervisión con HMI de un sistema automatizado de llenado de botellas de bebidas no gasificadas

Diseñar un sistema de control inteligente

- Realizar un análisis de requisitos para identificar las necesidades específicas de los usuarios

para el uso del sistema de llenado.

● Desarrollar un modelo de sistema de control utilizando sensores y tecnología de automatización.

Implementar la tecnología del opta

● Integrar la tecnología del plc opta ya que cuenta con código abierto y tiene monitoreo de forma remota.

● Integrar dispositivos de asistencia como botones táctiles, sistemas de voz y sensores de movimiento para mejorar la accesibilidad.

● Probar la funcionalidad de los dispositivos de asistencia en un entorno controlado para asegurar su eficacia y usabilidad.

Optimizar sistema de llenado

● Implementar tecnologías para minimizar la merma en el llenado de envases.

● Evaluar la eficiencia energética del sistema mediante pruebas y mediciones continuas.

Planteamiento De Soluciones

Soluciones Alternativas

1. Sistema de Control con sensores para el llenado de botellas gasificadas.

2. Implementación de llenado Enolmatic para el llenado .....

3. Sistemas neumáticos para el llenado .....

Soluciones Elegida y Justificada

La solución elegida la cual será la implementará en este proyecto está basada en el uso de un PLC OPTA, que en conjunto con sensores y sistemas mecánicos realizaran el transporte y llenado de envases, además, la implementación en conjunto con un HMI nos permitirá la supervisión de manera local y remota del proceso de llenado tanto la productividad y eficiencia del sistema.

Ventajas Comparativas

Tabla 1.- Ventajas Comparativas de los sistemas comerciales.

ENOLMATIC SENSORES NEUMATICO Nuestra Solución

Sistema

automático SI SI NO SI

Producción

continua NO SI SI SI

Seguridad

de diseño SI NO SI SI

Costos

accesibles NO NO NO SI

Fuente: Elaboración Propia.

Planificación De Tiempo Y Actividades Del Proyecto

DIAGRAMA DE GANTT

PLAN DE TRAJABO

Nº

Requ erimi ento Funci onal

Acci one s

Com o lo Logr amo s

Material es S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8 S9 **S10 S11 S1**

2

1

Investigació n inicial del proyecto

Investiga ción del proyecto

Entrevista y encuesta

Laptops tutoriales Planos eléctricos de conexión Software para simulación

Estudio de mercado

Inspecció n del problema

Permisos y alcances municipa les

Revisión de documen tos

Reunion es y envió de cotizació n

Cotizació n y Presupue sto

2 diseño del sistema

Diseño del sistema eléctrico

elaboraci ón del diagrama eléctrico del proyecto

Diseño del sistema de llenado. Computadora/Lap top para pruebas Softwar e para simulación Diseño de programación

Diseño mecánic o y electróni co del sistema

Elaboraci ón de planos del proyecto

Diseño del sistema de control

selección de compone ntes de control

Estudio del sistema del funciona miento de llenado de botellas

Planificaci ón de integració n de PLC OPTA

3

Adquisición de materiales

Identific ación de material es

Lista de compone ntes

Computadora Planos para la cotización

Compra de material es según el presupu esto

Búsqueda de proveedo res

Traslado de material es y ensambl aje del proyecto

Transport e y guías de ensambla do

4

Implementa ción del proyecto

Impleme ntación de la faja transpor tadora

Armado de la faja con los planos

Computadora Planos para la cotización

Impleme ntación del

Planos de sistema

sistema de llenado

de llenado

5 pruebas y ajustes

Prueba del sistema de llenado y transpor te

Verificar que todos los compone ntes de sistema estén correcta mente integrado s

Diseño del sistema de llenado. Computadora/Lap top para pruebas Software para simulación Diseño de programación

Pruebas de condicio nes y escenari os posibles

Simular diferente s escenario s de proyecto en operación

Program ación del sistema en el OPTA

Calibració n, pruebas, ajustes y optimaliz ación

6

entrega y puesta en marcha

Entrega formal del proyecto

documen tación legal que formalice la entrega y compra

Laptop para hacer las pruebas

Entrega de Informac ión del proyecto

Manual operativo y sus respectiv os manteni mientos.

monitor eo y soporte inicial.

Realizar un monitore o del sistema

Tabla 2.- Planificación de Tiempo y Actividades del Proyecto

Fuente: Elaboración Propia.

Marco Teórico

Marco Conceptual

Sensores Reflectivos: Se trata de un sensor fotoeléctrico que alberga tanto el transmisor como el receptor en una única carcasa. Emite un haz de luz pulsada a través de un filtro polarizador hacia un reflector distante, que devuelve la luz reflejada al sensor. Esto pasa a través de una luz en el segundo filtro antes de llegar al receptor. Cuando el haz de luz es interrumpido por un objeto, el receptor detecta la disminución de la intensidad luminosa y activa el sensor.

Los sensores de este tipo están formados por diferentes componentes que permiten su correcto funcionamiento:

● Emisor: Es el elemento que produce la señal inicial en forma de luz. Generalmente utiliza un diodo emisor de luz infrarroja (LED) que proyecta el haz luminoso hacia el área de detección.

● Receptor: Tiene la función de detectar la luz emitida por el emisor. Para esta tarea se emplean dispositivos fotosensibles, como el fotodiodo o el fototransistor, que convierten la señal luminosa en una señal eléctrica.

● Lentes: Son elementos ópticos que permiten dirigir y concentrar el haz de luz emitido, lo que contribuye a mejorar la precisión del sensor y aumentar el alcance de detección.

● Circuito de salida: Se encarga de procesar la señal obtenida por el receptor y transformarla

en una señal de salida que puede ser analógica o digital, según el tipo de sensor y su aplicación.

Tipo de sensor reflectivo

El funcionamiento de los sensores fotoeléctricos depende del tipo de configuración empleada; sin embargo, en todos los casos el principio básico consiste en utilizar un haz de luz para detectar la presencia o ausencia de un objeto dentro de una determinada área de detección.

● Sensor de barrera: En los sensores de barrera, el emisor y el receptor se encuentran ubicados uno frente al otro. El emisor proyecta un haz luminoso que es recibido continuamente por el receptor. Cuando un objeto se interpone entre ambos elementos, el haz de luz se interrumpe y el sistema detecta la presencia del objeto al dejar de recibir la señal luminosa.

● Sensor réflex: En los sensores reflectivos, el emisor y el receptor se encuentran integrados en el mismo dispositivo. El haz de luz emitido se dirige hacia un reflector colocado frente al sensor. Cuando el sensor reflectivo hace la devolución la luz hacia el receptor, el sistema permanece en estado normal; sin embargo, si un objeto no permite la trayectoria del haz luminoso, la señal del reflector se interrumpe y el sensor detecta la presencia del objeto seleccionado.

● Sensor difuso-reflectivo: Los sensores de reflexión difusa-reflectivo, tanto el emisor como el receptor se encuentran en el mismo lugar, pero no se utiliza un reflector externo. En este caso, el propio objeto reacciona como superficie reflectante, realizando la devolución por parte de la luz emitida hacia el receptor, lo que permite la identificación de su presencia dentro del área de detección.

Aplicaciones De un sensor reflexivo

Los sensores fotoeléctricos se utilizan en múltiples aplicaciones industriales y de seguridad. Entre sus usos más comunes se encuentran la detección de dimensiones de objetos, la supervisión de accesos de personas o vehículos en zonas restringidas, así como la identificación de objetos pequeños dentro de procesos automatizados. Asimismo, pueden emplearse para detectar la presencia o ausencia de materiales en líneas de producción y para medir distancias en determinados sistemas de control.

En el mercado existen diversos modelos de sensores fotoeléctricos diseñados para diferentes aplicaciones industriales, los cuales pueden variar en características técnicas como alcance,

tipo de salida eléctrica, sensibilidad y condiciones de operación., el tipo de salida eléctrica y el grado de protección frente a condiciones ambientales. La elección del sensor más apropiado está determinada principalmente por las necesidades del sistema de automatización, las características del ambiente donde se utilizará y el grado de exactitud requerido para identificar la presencia o ausencia de objetos dentro del proceso.

Sensores Inductivos: Los sensores inductivos son dispositivos electrónicos utilizados en automatización industrial para realizar la detección de objetos metálicos sin que exista contacto físico entre el sensor y el elemento detectado. Estos sensores se emplean principalmente para la verificación de variables como la posición, el desplazamiento o la proximidad de componentes metálicos de un proceso industrial. Asimismo, en la tecnología se distinguen principalmente dos tipos: sensores de proximidad **y** sensores de medición de distancia de carácter inductivo. Los sensores de proximidad generan una señal de conmutación cuando detectan la presencia de un objeto metálico dentro de su zona de trabajo, mientras que los sensores de distancia permiten la separación entre el sensor y el objeto analizando las variaciones en la señal inducida.

¿Cómo funciona un sensor inductivo?

El principio de funcionamiento de los sensores inductivos se da en el principio de la generación de un campo electromagnético producido por una bobina en un circuito oscilador, denominado oscilador LC. El sensor genera un campo electromagnético que se extiende desde su superficie activa hacia el área de detección. Cuando un objeto metálico ingresa a esta zona, se originan corrientes inducidas en su superficie, conocidas como corrientes de Foucault. Estas corrientes consumen parte de la energía del campo producido por el oscilador, lo que ocasiona una modificación en la amplitud de la señal. Posteriormente, el circuito electrónico del sensor identifica dicha variación y la transforma en una señal de salida. En sensores digitales, la variación activa una señal de conmutación mediante un circuito de disparo, mientras que en sensores analógicos la señal de salida cambia de forma proporcional a la distancia entre el sensor y el objeto detectado.

Estructura de sensores inductivos

Figura 1.- Estructura de Sensores Inductivos

Fuente: (Baumer, 2025)

Los sensores inductivos, tanto de proximidad como de medición de distancia, están compuestos

por diversos elementos que permiten generar el campo electromagnético necesario para la detección de objetos metálicos. Entre los principales componentes que conforman este tipo de sensores se encuentran los siguientes:

● Objeto detectado: Corresponde al elemento metálico cuya presencia se desea identificar dentro del área de detección del sensor.

● Zona o área de detección: Región donde se genera el campo electromagnético producido por el sensor y donde puede identificarse la presencia de un objeto metálico.

● Superficie activa: Parte frontal del sensor desde donde se emite el campo electromagnético hacia el entorno de detección.

● Oscilador: Circuito electrónico que se encarga de generar una señal de corriente alterna de alta frecuencia que alimenta la bobina del sensor digital o analógico, permitiendo el proceso de inducción magnética.

● Circuito detector o convertidor de señal: Equipo electrónico que identifica las variaciones en la señal del oscilador que se genera por la presencia del objeto metálico y se transforma en una señal eléctrica utilizable por el sistema de control continua.

● Amplificador de salida: Se encarga de acondicionar y amplificar la señal generada, permitiendo su transmisión hacia dispositivos electrónicos externos como PLC, controladores o sistemas de supervisión.

Distancias de conmutación de los sensores inductivos

Los sensores inductivos activan su salida cuando un objeto metálico se aproxima a una determinada distancia de la superficie activa del sensor. Esta distancia se conoce como distancia de conmutación, y representa el punto en el cual el sensor detecta el objeto y genera

una señal de salida. Según lo establecido en la norma internacional **EN 60947-5-2,** la distancia de conmutación corresponde al espacio existente entre el sensor y una placa metálica de referencia que, al aproximarse a la superficie activa del sensor, produce la activación o cambio en su señal de salida. Este parámetro permite definir criterios estandarizados para analizar el

desempeño y la exactitud de los sensores inductivos utilizados en aplicaciones industriales..

Figura 2.- Distancia de Conmutación de los Sensores Inductivos

Fuente: (Baumer, 2025)

Placa calibrada de medición

La placa de medición calibrada se utiliza para llevar a cabo pruebas y ajustes en sensores inductivos, con el propósito de comprobar su correcto desempeño. Por lo general, consiste en una lámina metálica de forma cuadrada con un espesor cercano a 1 mm, elaborada con material ferromagnético, comúnmente acero tipo Fe 360 (ST37). Sus dimensiones se determinan tomando como referencia el diámetro de la superficie activa del sensor, estableciendo un tamaño equivalente a tres veces la distancia nominal de conmutación. El empleo de este elemento permite analizar el comportamiento del sensor en condiciones normalizadas, lo que facilita la comparación de resultados durante los procesos de verificación y calibración.

Distancia nominal de conmutación (Sn)

La distancia nominal de conmutación (Sn) corresponde al valor teórico al que un sensor inductivo es capaz de detectar la presencia de un objeto metálico bajo condiciones normales de operación. Este parámetro es definido por el fabricante y se establece mediante ensayos realizados con una placa metálica de referencia. Sin embargo, dicho valor no contempla posibles variaciones ocasionadas por factores externos, tales como cambios de temperatura, fluctuaciones en la tensión de alimentación o tolerancias propias del proceso de fabricación.

Distancia real de conmutación (Sr)

La **distancia real de conmutación (Sr)** representa el valor obtenido durante mediciones realizadas en condiciones de operación real. Este valor puede cambiar ligeramente la distancia nominal debido a variaciones de fabricación o condiciones ambientales. En sensores inductivos, cuando la temperatura es de aproximadamente **23 ± 5 °C,** el valor de Sr normalmente se encuentra entre el **90 % y el 110 %** de la distancia nominal Sn.

Distancia útil de conmutación (Su)

La **distancia útil de conmutación (Su)** define el rango de funcionamiento en el cual el sensor puede operar de manera confiable durante su uso normal. Este parámetro considera posibles variaciones producidas por cambios de temperatura u otras condiciones de funcionamiento.

Distancia asegurada de conmutación (Sa)

Un **sensor fotoeléctrico** es un dispositivo utilizado en sistemas de automatización para detectar la presencia o ausencia de objetos mediante la utilización de un haz de luz. Este tipo de sensor funciona como un interruptor electrónico que se activa o desactiva dependiendo de si el receptor recibe o no la señal luminosa emitida por el sensor. Debido a su capacidad de detección sin contacto físico, los sensores fotoeléctricos son ampliamente utilizados en aplicaciones industriales. En sensores inductivos, este valor se encuentra entre el 0 % y el 81 % de la distancia nominal Sn, siendo una medida conservadora que asegura un funcionamiento confiable en cualquier circunstancia.

¿Cómo funciona un sensor fotoeléctrico?

Los sensores fotoeléctricos operan mediante la emisión de un haz luminoso dirigido hacia un área de detección determinada. Al ingresar un objeto en dicha zona, el haz puede ser bloqueado o reflejado, dependiendo del principio de funcionamiento del sensor. Cuando el receptor detecta la luz emitida, el sistema interpreta que existe un objeto presente y activa una señal de salida. Una vez que el objeto se retira y el receptor deja de percibir la luz, la señal se desactiva y el sensor vuelve a su condición original. Gracias a este mecanismo de funcionamiento, los sensores permiten detectar objetos sin necesidad de contacto directo, lo que los convierte en componentes esenciales dentro de sistemas automatizados de control y monitoreo.

Figura 3.-.- Sensor Fotoeléctrico

Fuente: (Eaton, 2025)

Un **sensor fotoeléctrico** es un dispositivo utilizado en sistemas de automatización para detectar la presencia o ausencia de objetos mediante la utilización de un haz de luz. Este tipo de sensor funciona como un interruptor electrónico que se activa o desactiva dependiendo de si el receptor recibe o no la señal luminosa emitida por el sensor. Debido a su capacidad de detección sin contacto físico, los sensores fotoeléctricos son ampliamente utilizados en aplicaciones industriales.

Funcionamiento de los sensores fotoeléctricos

El principio de operación de un sensor fotoeléctrico se basa en la emisión de un haz de luz desde el dispositivo hacia una zona determinada de detección. Cuando un objeto ingresa a esta área, la luz emitida puede reflejarse o interrumpirse dependiendo del tipo de sensor. Si la señal luminosa regresa al receptor, el sensor identifica la presencia del objeto y genera una señal de

salida. Cuando el objeto se retira y la luz deja de reflejarse hacia el sensor, la señal desaparece y el dispositivo vuelve a su estado inicial.

Motores eléctricos DC: El motor de corriente continua (DC) es un dispositivo electromecánico que convierte la energía eléctrica en movimiento mecánico mediante la acción de fuerzas electromagnéticas. Su principio de operación se fundamenta en el fenómeno del

magnetismo, específicamente en la interacción de atracción y repulsión entre polos magnéticos, lo que permite producir un movimiento de rotación. En este tipo de motor, el rotor cuenta con dos polos magnéticos que interactúan constantemente con los polos opuestos del estator, denominados Polo Norte y Polo Sur. A medida que el rotor gira, la interacción magnética entre ambos componentes mantiene el movimiento constante.

En cuanto a la clasificación de los motores de corriente continua se dividen según el tipo de excitación. El primero es el motor de excitación independiente, que opera con un sistema magnético permanente o una fuente externa de campo electromagnético.

El segundo es el motor auto excitado, el cual puede configurarse en tres formas diferentes: conexión en serie, en paralelo o mixta, según cómo se relacionen los devanados del campo con el inducido.

Partes fundamentales del motor de corriente continua

• Estator. Es la parte fija del motor eléctrico y cumple la función de soporte estructural del equipo. Está construido con materiales ferromagnéticos que permiten la formación del campo magnético. En su interior se localizan los polos inductores, dispuestos en número par, los cuales generan el campo necesario para el funcionamiento del motor y permiten la rotación del rotor.

• Entrehierro. Es el espacio existente entre el estator y el rotor. Esta separación es fundamental dentro del motor, ya que evita el contacto directo entre ambos componentes y garantiza un movimiento adecuado sin producir fricción ni desgaste excesivo.

• Rotor. Es el componente electromecánico del motor y se ubica en la parte central del mismo. Está conformado generalmente por láminas de acero al silicio recubiertas con material aislante. Su función principal consiste en girar alrededor de su eje, permitiendo la conversión de la energía eléctrica en energía mecánica.

• Colector de delgas. Este dispositivo está instalado en el eje del rotor y está formado por varios segmentos conductores denominados delgas. Dichos segmentos se fabrican con cobre de alta conductividad y se encuentran aislados entre sí mediante mica, lo que permite una correcta conmutación de la corriente eléctrica.

• Escobillas. Las escobillas son elementos que permiten el paso de la corriente eléctrica desde la fuente externa hacia el colector del motor. Suelen elaborarse con grafito u otros materiales conductivos y se mantienen presionadas contra las delgas para asegurar un contacto permanente. De esta manera, se mantiene un flujo continuo de electricidad necesario para el funcionamiento del motor de corriente continua.

¿Para qué sirve el motor DC?

El motor DC se utiliza para convertir la energía eléctrica en energía mecánica, lo que lo hace ideal para aplicaciones que requieren movimiento.

Este tipo de motor se encuentra compuesto en dispositivos como juguetes, tocadiscos, electrodomésticos y trenes en miniatura. En el ámbito industrial, es útil en equipos como compresores, máquinas rotativas y ascensores.

En términos generales, los motores de corriente continua son adecuados para cualquier sistema que necesite generar movimiento mecánico de manera eficiente a partir de una fuente de energía electromagnética.

Características de un motor de corriente continua

• Pueden trabajar a distintas velocidades, ofreciendo gran flexibilidad de operación.

• Mantienen una eficiencia considerable dentro de su rango de trabajo, reduciendo el riesgo de sobrecarga.

• Es posible cambiar el sentido de rotación de manera sencilla, permitiendo que el motor

opere en ambos sentidos.

• Funcionan como sistemas de conversión de energía que transforman la electricidad en movimiento mecánico rotatorio.

• Suelen tener un diseño compacto y de tamaño reducido, lo que facilita su instalación y manejo en diversos equipos.

Pulsador Normalmente abierto (N/A): Este pulsador rasante, metálico color verde con retorno por resorte normalmente abierto nos ayudara a poder dar inicio o inicio a nuestra faja transportadora y al sistema de llenado.

Figura 4.-.- Pulsador Normalmente abierto (N/A)

Fuente: (Electric S., 2023)

Características:

● Metal cromado

● Retorno de resorte

● Normalmente abierto

● Protección contra cortocircuitos 10 A fusible de cartuchos tipo G

● Corriente térmica convencional 10 A

● Tensión asignada de aislamiento 600 V

● Tensión de impulso asignada 6 KV

Pulsador Normalmente Cerrado (N/C): Este pulsador rasante, metálico color rojo con retorno por resorte normalmente cerrado nos ayudara a poder detener el funcionamiento de la faja y el sistema de llenado.

Figura 5.- Pulsador Normalmente Cerrado (N/C)

Fuente: (Electric S., 2023)

Características:

● Metal cromado

● Retorno de resorte

● Normalmente abierto

● Protección contra cortocircuitos 10 A fusible de cartuchos tipo G

● Corriente térmica convencional 10 A

● Tensión asignada de aislamiento 600 V

● Tensión de impulso asignada 6 KV

Botón de Emergencia: El botón SETA es un pulsador adecuado para interrumpir el funcionamiento del circuito en momentos críticos o en momentos donde ocurra una falla repentina durante el proceso, el funcionamiento principal es el realizar una apertura del circuito en cualquier momento que se requiera.

Características:

● Temperatura ambiente de -5℃ a + 40℃

● Altitud: ≤ 2000m

● Tensión nominal de aislamiento: 415V

● Corriente térmica convencional: 10 A

Figura 6.- Botón de Emergencia

Fuente: (Electric S., 2025)

PLC OPTA: (Finder, https://opta.findernet.com, 2025) Un PLC OPTA es un controlador lógico programable (PLC) que se utiliza para automatizar procesos industriales y de edificios. OPTA es el nombre de una gama de relés inteligentes industriales fabricados por Finder.

Existen diferentes modelos de PLC OPTA, entre ellos el Arduino Opta Lite, el Arduino Opta RS485 y el Arduino Opta Wifi.

Características del PLC OPTA

● Son fáciles de usar y personalizables

● Tienen entradas y salidas digitales y analógicas

● Cuentan con conectividad en la nube

● Son robustos y pueden operar en rangos de temperatura industrial

● Permiten escalar proyectos de automatización

Aplicaciones del PLC OPTA

● Control, monitoreo y mantenimiento predictivo en tiempo real

● Creación de aplicaciones sencillas en automatización industrial

● Creación de lógica inteligente para proyectos industriales, OEM o de automatización de

edificios

Programación del PLC OPTA

• Se puede programar con el Arduino PLC IDE

● Se pueden utilizar lenguajes de programación estándares industriales como LD, SFC, ST e IL

● Se pueden combinar la programación del PLC con croquis Arduino (C++)

Figura 7.- PLC OPTA

Fuente: (Finder, 2025)

Estado de la Tecnología

Sistemas Embebidos: Sistemas de computación diseñados para realizar funciones específicas dentro de un dispositivo más grande, utilizando PLC OPTA.

El PLC OPTA puede clasificarse como un sistema embebido debido a que ha sido creado con el propósito específico de gestionar procesos industriales de forma autónoma. Cuenta con una integración de hardware y software diseñada para optimizar tareas de automatización y control en tiempo real. Además, este equipo funciona mediante un sistema operativo basado en firmware que permite ejecutar diferentes lógicas de control, tanto secuenciales como discretas. El dispositivo puede comunicarse con sensores, actuadores y otros componentes del sistema a través de protocolos de comunicación industrial como Modbus, Profibus o Ethernet/IP.

En términos generales, un PLC puede considerarse un sistema embebido diseñado para la automatización y el control de maquinaria o procesos industriales. Opera como una computadora industrial robusta, capaz de ejecutar programas en tiempo real para analizar señales de entrada y salida, realizar operaciones lógicas y controlar dispositivos externos tales como motores, sensores y actuadores.

Aplicación en el Proyecto: Un controlador OPTA, será el cerebro del sistema de control del transporte y llenado de envases, manejando entradas de sensores y controlando actuadores.

Documentación: Fichas técnicas de plc OPTA, guías de programación de sistemas embebidos, planos de diseño de circuitos.

Internet de las cosas: El IoT es un sistema de innovación tecnológica basada en la conexión digital entre objetos cotidianos, dispositivos y sistemas mediante el Internet. Esta tipo de conexión permite que los elementos puedan recolectar, transmitir y recibir información de manera autónoma, facilitando procesos de comunicación y automatización sin la intervención constante del ser humano.

Principales características del IoT:

1. Conectividad y comunicación:

Los dispositivos del IoT se valen de diferentes tecnologías inalámbricas como Wi-Fi, Bluetooth o Zigbee para enlazarse entre sí o con servidores remotos, permitiendo el intercambio de datos en redes locales o en la nube.

2. Sensores y actuadores:

Muchos de estos equipos están equipados con sensores que detectan variables del entorno, tales como temperatura, humedad o movimiento. Asimismo, Los actuadores son capaces de ejecutar acciones específicas en respuesta a esos datos, como encender luces, regular el clima o acciones de manera mecánica.

3. Automatización y control:

El análisis y procesamiento de información en tiempo real, los sistemas basados en IoT pueden automatizar diferentes tareas. Esto se realiza en entornos domésticos (casas inteligentes), como en entornos industriales y urbanos (ciudades inteligentes), contribuyendo a un sistema de gestión más eficiente.

4. Diversidad de aplicaciones:

● Domótica: Permite automatizar y controlar aparatos del hogar, como electrodomésticos,

sistemas de iluminación, seguridad o climatización.

● Industria 4.0: Mejora la eficiencia de los procesos industriales mediante el monitoreo constante y la automatización de operaciones.

● Salud: Se utilizan dispositivos médicos conectados para supervisar de forma remota el estado de los pacientes.

● Agricultura: Se implementan sistemas de riego inteligentes y herramientas de monitoreo para optimizar el uso de agua y mejorar la producción agrícola.

5. Uso de la nube y Big Data:

La información recopilada por los dispositivos IoT se envía, por lo general, a servidores en la nube donde es almacenada, analizada y procesada. Esto permite generar respuestas inteligentes y tomar decisiones fundamentadas, tanto a nivel personal como empresarial.

6. Seguridad y privacidad:

Debido al gran volumen de datos que manejan los sistemas IoT, es fundamental garantizar la protección de la información. Para ello, es necesario aplicar medidas de seguridad que aseguren la confidencialidad, integridad y acceso autorizado a los datos recopilados.

Capitulo III.

Memoria Descriptiva

Descripción General Del Proyecto

Diseño Mecánico

Nuestro diagrama de bloques consiste en las siguientes partes, En el centro se encuentra el Controlador PLC OPTA, que actúa como unidad principal de control.

En la parte superior se observan los sensores del sistema: sensor de nivel del tanque, sensor de entrada, sensor de posición de envase y sensor de nivel de llenado, los cuales envían señales al PLC.

A la izquierda se muestra la fuente de 24 VDC que alimenta el sistema, y a la derecha la pantalla HMI, utilizada para supervisión y control.

En la parte inferior aparecen los actuadores controlados por el PLC: motor de la faja, bomba de agua del tanque y alimentador de la faja, representando los elementos que ejecutan el proceso automatizado.

Figura 8.- Diseño Mecánico

Diagrama de Bloques

El diagrama de bloques consiste en lo siguiente. En el centro se encuentra el Controlador PLC OPTA, que actúa como unidad principal de control.

En la parte superior se observan los sensores del sistema: sensor de nivel del tanque, sensor de entrada, sensor de posición de envase y sensor de nivel de llenado, los cuales envían señales al PLC.

A la izquierda se muestra la fuente de 24 VDC que alimenta el sistema, y a la derecha la pantalla HMI, utilizada para supervisión y control.

En la parte inferior aparecen los actuadores controlados por el PLC: motor de la faja, bomba de agua del tanque y alimentador de la faja, representando los elementos que ejecutan el proceso automatizado.

Figura 9.- Diagrama de Bloques

Diagrama de Flujo del Proceso

El diagrama de flujo de

El proceso inicia con la detección de la botella en la faja y la activación del sistema

transportador. Luego se verifica si la botella está en posición de llenado; si es así, se activa la

bomba de llenado.

El sistema comprueba si la bomba funciona correctamente y, de confirmarse, muestra el nivel

de llenado en la HMI. Finalmente, se vuelve a activar la faja transportadora y el proceso

concluye.

Además, el diagrama contempla verificaciones de seguridad, como la detección de atascos o

problemas eléctricos y la revisión del sistema de accionamiento.

Figura 10.- Diagrama de Flujo del Proceso

INICIO

DETECTAR BOTELLAS ENLA FAJA

ACTIVAR FAJA TRANSPORTADORA

ACTIVAR BOMBA DE LLENADO

ACTIVAR FAJA TRANSPORTADORA

¿SE DETECTA BOTELLAS ENLA POSICION DE LLENADO?

MOSTRAR NIVEL DE LLENADO EN HMI

FIN

SI NO

PARADA DE LA FAJA A LA ESPERA DE BOTELLAS

VERIFICAR ATASCO DE BOTELLAS Y PROBLEMAS ELECTRICOS

SE ACTIVO LA BOMBA

VERIFICAR EL SISTEMA DE ACCIONAMIENTO

SI

NO

Fuente: Elaboración Propia

Eléctrico y Electrónico General

Figura 11.- Diagrama Eléctrico y Electrónico General

Fuente: Elaboración Propia

Descripción de Etapas (proceso)

Antes de iniciar el proceso, el operario ajusta manualmente la estructura según el tamaño de la botella que se va a utilizar. Finalmente, las botellas vacías son colocadas sobre la faja y con el botón de Marcha comienza el ciclo.

En la primera etapa del proceso, las botellas de vidrio de 0.20 cm de alto por 0.07 cm de ancho son ingresadas a la faja transportadora siendo censadas por el primer sensor de la faja.

Una vez se detentaron botellas la faja se pone en marcha y trasporta las botellas al punto de llenado.

En esta etapa un segundo sensor detiene la marcha de la faja transportadora para la siguiente etapa.

En el punto de llenado la botella se llena hasta que el sensor de proximidad calcule la distancia de llenado de las botellas.

En la siguiente etapa la botella ya llenada se traslada por el trasporte hasta su posición final.

Tabla 3. Especificación Técnica General

DESCRIPCIÓN UNIDADES

Tipo: Automatizado

Control y monitoreo: PLC OPTA 12-24 VDC + HMI

Conexión: Wired (opcional Wi-fi)

Velocidades: 1 velocidad fija (motor DC)

Modos de operación: Automático, paro de emergencia, manual

Nivel de ruido: Moderado (< 65 dB)

Voltaje de operación: 220 VAC (fuente a 24 VDC)

Frecuencia: 60 Hz

Fuente de alimentación: Conversor 220 VAC a 24 VDC

Motor de faja: 12 VDC, 370 W, marca CHANCS

Bomba de agua: 25 W, DC

Potencia total estimada: 395 W

Corriente estimada: ≈ 16.45 A a 24VDC

Contactor: 32 A

Llave termomagnética: 32 A

Capacidad de producción: 8 botellas/min

Tiempo de llenado por botella: 7 segundos

Sensor de nivel: Capacitivo o de flujo

Elementos de seguridad: Paro de emergencia, protección térmica, disyuntor

Descripción Técnica de Componentes

PLC OPTA:

- Tensión de alimentación: 12-24 V DC.
- Entradas: 8 digitales/analógicas.
- Salidas: 4 relés de 10 A.
- Conectividad: Puerto para módulos auxiliares.
- Procesador: Potente CPU (STM32H747XI Dual-Core CORTEX®-M7+M4 MCU).
- Seguridad IoT: Mejorada gracias al chip de seguridad.

Motor con caja reductora:

- Marca: CHANCS
- Nombre del modelo: 370wg
- Tensión: 11,99 voltios (cc)
- Caballos de potencia: 370 watios
- Dimensiones: 30 ancho x 86 alto milímetros

Bomba de Agua Luxebel 25W:

- Caudal: 1500 litros por hora, lo que la convierte en una bomba apta para peceras medianas.
- Compatibilidad: Compatible con agua dulce y salada.
- Consumo energético: Consume muy poca energía.
- Fijación: Incluye ventosas en la parte inferior para fijarse bien al acuario.
- Peso: Muy ligera, con un peso de 0,5 kilogramos.

Fuente de alimentación opta:

- Tensión input: 110 - 220 VAC
- Tensión output: 24 VDC
- Corriente: 24 A

Contactor eléctrico

- Tensión input: 24 VDC

● Tensión output: 24 VDC

● Corriente: 12 A

Llave termomagnética

● Frecuencia de red: 60 Hz

● Tensión de trabajo: 220- 240 VAC

● Poder de corte y cierre nominal: Idm 1500 A ml 1500 A

● Clase: A

Llave diferencial

● Tensión: 220 – 240 VAC

● Corriente: 25 A

● Corriente residual calificada: 30 mA

● Número de polos: 2

Sensor Inductivo Saliente:

● Marca: Weg.

● Código Weg: 12992370.

● Referencia Weg: SL4-12G1LWA-SC.

● Tensión de alimentación: 40-250 Vca.

● Frecuencia de conmutación: 30 Hz.

● Corriente máxima de conmutación: 200 mA.

● Corriente mínima de conmutación: 15 mA.

● Material: Metálico.

● Distancia de conmutación: 4 mm.

● Cara sensible: Saliente.

● Contacto de salida:1NA.

● Instalación: 2 hilos.

● Temperatura de trabajo: -10 °C a 70 °C.

Pantalla Delta:

● Alimentación: 24 V DC.

● Dimensiones: Pantalla de 4,3” (480 x 272) con 65,536 colores TFT.

● Procesador: Cortex-A8 a 800 MHz.

● Memoria: 512 MB RAM y 256 MB ROM.

● Conectividad: Ethernet incorporada, 1 puerto COM y 1 puerto COM de extensión.

● Funciones adicionales: Entrada multilingüe, USB Host, USB Client.

● Certificaciones: Certificada por CE y UL.

Cálculos y Consideraciones De Diseño

Para garantizar la funcionalidad, eficiencia y seguridad del trabajo de investigación del: "Diseño e Implementación de un Prototipo para el Control con PLC OPTA y Supervisión con HMI de un Sistema Automatizado de Llenado de Botellas", es crucial realizar cálculos precisos y considerar diversos factores de diseño. A continuación, se presentan los cálculos y las principales consideraciones de diseño involucradas en el proyecto.

Tabla 4.- Cálculos y Consideraciones de Diseño

Concepto Cantidad Cálculo / Valor

Aproximado

Cantidad promedio de

botellas por ciclo

15 - 20 Botellas Promedio: 18 botellas

Tiempo de llenado por

botella

5 segundos 18 botellas x 5 seg = 90 seg

por ciclo

Capacidad premedio por

botella

9 litros 18 botellas x 9 L = 162

litros por ciclo

Consumo en operación 36.8 W por 30 segundos 36.8× 30/3600 = 0.0083

kWh ≈ 0.306 kWh con

+20%

Consumo en espera 110 W por 30 segundos 110 × 30/3600 = 0.00092

kWh ≈ 0.367 kWh

Producción estimada por

minuto

18 botellas/min Basado en velocidad del

sistema

Fuente: Elaboración Propia

Realizando los cálculos, se tiene una capacidad promedio de producción de 18 botellas por ciclo con un tiempo de llenado de 5 segundos por botella, lo cual da un total de 90 segundos para cada ciclo completo.

Cada botella contiene un promedio de 9 litros, por lo que en cada ciclo se procesan hasta 162 litros.

El consumo energético en operación se estimó en 0.025 kWh, considerando el uso de un motor de 36.88W con un margen adicional del 20%. En modo de espera, el consumo baja a aproximadamente 0.0367 kWh.

Este cálculo nos permite seleccionar adecuadamente la fuente de alimentación, protecciones eléctricas, y estimar la eficiencia del sistema automatizado de llenado de botellas.

Sistema Eléctrico

Circuito de Suministro y Alimentación.

Figura 12.- Tablero de Alimentación

Fuente:

Elaboración Propia

Circuito de Mando.

Figura 13.- Circuito de Mando

Fuente: Elaboración Propia

Circuito de Fuerza.

Figura 14.- Circuito de Fuerza

Fuente: Elaboración Propia

Sistema Electrónico

Diagramas Electrónicos.

Figura 15.- Diagramas Electrónico

Fuente: Elaboración Propia

Sistema De Software

Librerías Usadas.

• Arduino.h: Biblioteca principal utilizada en la programación de microcontroladores

dentro del entorno Arduino. Proporciona funciones para gestionar pines de entrada y salida, configurar temporizadores y manejar interrupciones del sistema.

• Servo.h: Librería destinada al control de servomotores, empleada para regular el movimiento de los mecanismos encargados de la apertura y cierre de las puertas.

• Wire.h: Biblioteca que permite la comunicación mediante el protocolo I2C, fundamental para la conexión con sensores y otros dispositivos, como pantallas LCD o módulos adicionales.

• LiquidCrystal_I2C.h: Utilizada para controlar pantallas LCD que funcionan con interfaz I2C, permitiendo mostrar información visual relacionada con el estado de funcionamiento del elevador.

• Iostream: Biblioteca propia del lenguaje C++ que facilita las operaciones de entrada y salida de datos, especialmente en procesos de lectura y escritura.

• Adafruit_Sensor.h: Librería diseñada para administrar diferentes sensores compatibles con la plataforma desarrollada por Adafruit.

• ESP8266WiFi.h: Biblioteca que habilita las funciones de conexión a redes WiFi en módulos ESP8266, permitiendo la integración con aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT).

• PubSubClient.h: Librería utilizada para implementar el protocolo MQTT en proyectos IoT, lo que permite el intercambio de información entre el sistema del elevador y un servidor central.

Firmware y Software.

Figura 16 Firmare del PLC

Figura 17. Software Arduino

Programa Lógico o Datos de Configuración.

Figura 18. Programa lógico

Fuente: Propia

Desarrollar el programa de testeo de componentes y controladores empleando software de ingeniería.

// Definición de pines (entradas y salidas)

// **Configuración de pines de salida**

// FUNCIONES

Áreas Transversales De Impacto

Ámbito de Seguridad y Salud Ocupacional.

Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos:

● Análisis de Peligros: Identificación de todos los posibles peligros asociados con el diseño, instalación, operación y mantenimiento de la faja transportadora y el sistema de llenado

● Evaluación de Riesgos: Evaluación de la probabilidad y severidad de los riesgos asociados a estos peligros.

Medidas de Control:

● Diseño Seguro: Integración de características de seguridad en el diseño de la faja trasportadora como paradas de emergencia, barreras de seguridad y sistemas de alarma.

• Equipo de Protección Personal (EPP): Uso de EPP adecuado para los trabajadores durante la instalación y mantenimiento del elevador, incluyendo cascos, guantes, gafas de seguridad y calzado adecuado.

• Procedimientos de Trabajo Seguro: Desarrollo de procedimientos y protocolos para trabajos seguros durante todas las fases del proyecto.

Formación y Capacitación:

• Capacitación en SSO: Formación regular para todos los trabajadores sobre prácticas de seguridad y salud ocupacional, manejo de equipos y procedimientos de emergencia.

• Simulacros de Emergencia: Realización de simulacros de emergencia para preparar a los trabajadores ante posibles situaciones de riesgo.

Monitoreo y Supervisión:

• Inspecciones Regulares: Inspecciones periódicas del sitio de trabajo para asegurar el cumplimiento de las normas de SSO.

• Monitoreo de Salud: Evaluaciones médicas regulares para los trabajadores para detectar cualquier problema de salud relacionado con el trabajo.

Cumplimiento Legal:

• Normativas y Regulaciones: Cumplimiento de todas las normativas y regulaciones locales e internacionales relacionadas con la seguridad y salud ocupacional.

• Auditorías: Realización de auditorías de seguridad para verificar el cumplimiento y mejorar continuamente los estándares de SSO.

Ámbito de Conservación del Medio Ambiente.

Gestión de Residuos:

• Reducción de Residuos: Implementación de prácticas para minimizar la generación de residuos durante la construcción, operación y mantenimiento del sistema de llenado.

• Reciclaje y Reutilización: Fomentar el reciclaje y la reutilización de materiales siempre que sea posible.

• Gestión Adecuada: Disposición adecuada de los residuos peligrosos y no peligrosos según las normativas ambientales.

Consumo de Recursos:

• Uso Eficiente del Agua: Implementación de tecnologías y prácticas que reduzcan el

consumo de agua.

● Energías Renovables: Considerar el uso de fuentes de energía renovable, como paneles solares, para la operación de la faja transportadora y el sistema de llenado

Ámbito de Eficiencia Energética.

Diseño Eficiente:

● Motores de Alta Eficiencia: Utilización de motores eléctricos de alta eficiencia para reducir el consumo de energía durante el funcionamiento de la faja transportadora y el sistema de llenado

●

Sistemas de Control Inteligente: Implementación de sistemas de control inteligentes que optimicen el uso de energía mediante el monitoreo y ajuste continuo de los parámetros operativos en tiempo real.

Tecnologías Avanzadas:

● Iluminación LED: Uso de iluminación LED en el interior del elevador y en las áreas de acceso, que consume menos energía y tiene una vida útil más larga.

● Energía Regenerativa: Integración de sistemas de regeneración de energía que capturen y reutilicen la energía generada por la faja transportadora.

Aislamiento y Materiales:

● Aislamiento Térmico: Incorporación de materiales de aislamiento térmico en la cabina de mando para reducir la pérdida de calor y mejorar la eficiencia energética.

● Materiales Livianos: Uso de materiales livianos y de alta resistencia para reducir el peso del sistema, disminuyendo así la energía necesaria para su operación.

Otros Ámbitos.

Análisis De Costos Y Presupuestos

Costos de Equipamiento (Hardware y Software).

Tabla 5.-Costos y equipamiento

ITE M	**DESCRIPCION ESPECIFICACON**	**CANTIDAD**

PRECI

O

SUBTOT

AL

1 PLC OPTA FINDERA

ADVANCE

1 S/

1,800.00

S/

1,800.00

2 FUENTE DC FINDER 1 S/

800.00

S/ 800.00

3 CONTACTORES FINDER 1 S/

150.00

S/ 150.00

4 MEDIDOR DE CORRIENTE FINDER 1 S/

210.00

S/ 210.00

5 RELE UNIPOLAR FINIDER 2 S/ 35.00 S/ 35.00

6 LLAVE

TERMOMAGNETICO

SCHNEIDER 2 S/ 45.00 S/ 45.00

7 SENSOR FOTOELECTRICO SCHNEIDER 2 S/ 95.00 S/ 95.00

8 CABLEADO ELECTRICO 1 S/

180.00

S/ 180.00

9

BOTONERAS DE CABINA 1 S/

220.00

S/ 220.00

10 BOTONERAS DE MANDO 2 S/

180.00

S/ 180.00

11 PANTALLA HMI 1 S/

1,400.00

S/

1,400.00

12 MOTOR CAJA

REDUCTORA DC 12V CHANCS 1 S/

215.00

S/ 215.00

TOTAL

S/

5,330.00

Fuente: Elaboración Propia

Costos de Recursos de Personal.

Tabla 6.- Costos de Recursos de Personal.

COSTO DE RECURSOS DE PERSONAL

ACTIVIDAD DIA

S

PERSON

AL

COSTO

UNITARIO

TOTAL

INSTALACION DE LAS

ESTRUCTURAS

20 8 S/ 120.00 S/

19,200.00

INSTALACION DEL SISTEMA

ELECTRICO

12 6 S/ 100.00 S/

7,200.00

INSTALACION DEL SISTEMA

ELECTRONICO

8 4 S/ 120.00 S/

3,840.00

INSTALACION DE OTROS

COMPONENTES

5 4 S/ 100.00 S/

2,000.00

TOTAL S/

32,240.00

Costos de Gestión y Otros.

Tabla 7.- Costos de Gestión y Otros.

COSTOS DE GESTION Y OTROS

ACTIVIDAD DIA

S

PERSON

AL

COSTO

UNITARIO

TOTAL

COMPRA DE MATERIALES 4 8 S/ 120.00 S/

3,840.00

TRANSPORTE DE SOBBRANTES 5 6 S/ 100.00 S/

3,000.00

SEGURO MEICO 8 4 S/ 120.00 S/

3,840.00

INSTALACION DE OTROS

COMPONENTES

5 4 S/ 100.00 S/

2,000.00

TOTAL S/

12,680.00

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de Presupuesto.

Tabla 8.- Cálculo de Presupuesto.

CALCULO DE PRESUPUESTO

COSTOS DE EQUIPAMIENTO S/ 5,330.00

COSTOS DE RECURSOS DE PERSONAL S/ 32,240.00

COSTOS DE GESTION Y OTROS S/ 12,680.00

Resultados del proyecto

Aumento de la eficiencia del proceso de llenado: El sistema automatizado reducirá el tiempo de ciclo del proceso de llenado de botellas, permitiendo una mayor producción en el mismo período de tiempo. Esto se traduce en un aumento en la eficiencia general de la línea de producción.

Mejora en la exactitud y uniformidad del llenado: El uso del PLC OPTA permitirá controlar de manera precisa el proceso de dosificación, asegurando que cada botella reciba la cantidad adecuada de líquido. Esto contribuye a disminuir el desperdicio de producto y a mantener una mayor uniformidad en el volumen de llenado.

Disminución de los costos de operación: La implementación de un sistema automatizado reduce la dependencia de la intervención manual durante el proceso de producción. Como consecuencia, se optimizan los recursos humanos y se reducen los costos operativos relacionados con la fabricación.

Mayor flexibilidad y capacidad de adaptación en la línea de producción: Mediante el sistema MHI, los operadores podrán supervisar y gestionar el proceso de llenado en tiempo real. Esto facilita la realización de ajustes rápidos y eficientes, permitiendo adaptar la línea de producción a diferentes tamaños de botellas o a distintos tipos de bebidas.

Mejora de la calidad del producto y la satisfacción del cliente: Al garantizar un llenado preciso y consistente, el proyecto contribuirá a mejorar la calidad del producto final, lo que a

su vez aumentará la satisfacción del cliente y fortalecerá la reputación de la empresa.

Capitulo IV.

Operación y Mantenimiento

Operación

Consideraciones de Seguridad para la Operación.

En el proyecto las consideraciones de seguridad son fundamentales para proteger tanto al sistema como a las personas que interactúan con él, garantizando un ambiente de trabajo seguro y eficiente.

Protección contra sobrecargas

• Instalar dispositivos de protección como fusibles y disyuntores para prevenir daños en el sistema debido a sobrecargas eléctricas.

• Implementar sistemas de monitoreo continuo para detectar y responder rápidamente a cualquier condición de sobrecarga.

Prevención de incendios

• Utilizar materiales resistentes al fuego en las partes críticas del sistema.

• Tener sistemas de extinción de incendios disponibles y accesibles en el área de operación.

Seguridad eléctrica

• Asegurarse de que todos los componentes eléctricos estén adecuadamente aislados para prevenir descargas eléctricas.

• Implementar una correcta conexión a tierra para proteger tanto al sistema como a los operadores.

Seguridad durante el mantenimiento

• Establecer procedimientos de bloqueo y etiquetado (LOTO) para garantizar que el sistema permanezca completamente desenergizado mientras se realizan labores de mantenimiento.

• Proporcionar al personal técnico los equipos de protección personal (EPP) adecuados y exigir su uso obligatorio durante las actividades de mantenimiento.

Medidas de emergencia

• Colocar botones de parada de emergencia en puntos accesibles y debidamente

señalizados para permitir la detención inmediata del sistema ante cualquier situación de riesgo.

• Definir protocolos de evacuación claros y capacitar al personal para que pueda aplicarlos correctamente en caso de emergencia.

Cumplimiento de normas de seguridad

• Verificar que todo el sistema cumpla con las normativas y regulaciones de seguridad vigentes aplicables a equipos industriales y sistemas automatizados.

• Realizar inspecciones y auditorías periódicas de seguridad con el objetivo de detectar posibles riesgos y aplicar las correcciones necesarias.

Manual de Usuario y Puesta en Marcha

El manual de operación describe los procedimientos necesarios para la puesta en funcionamiento y manejo del sistema automatizado de llenado de envases con faja transportadora. Siguiendo las indicaciones establecidas, se garantiza una operación segura, eficiente y confiable del sistema.

El sistema está conformado por diferentes componentes eléctricos y electrónicos que trabajan de manera integrada para controlar de forma precisa el proceso de llenado. Entre los elementos principales se encuentran:

• Fuente de alimentación

• Circuito de entrada

• Control de arranque y parada (Start/Stop)

• Sistema de control del motor de la faja transportadora

• Módulo de control de llenado

• Circuito detector de envases

• Circuito de parada del sistema

Preparación y configuración inicial

• Verificación de componentes

Comprobar que todos los elementos del sistema se encuentren en buen estado físico. Asimismo, realizar una inspección detallada de los cables, conexiones y terminales para asegurar su correcto funcionamiento.

• Revisión de conexiones

Confirmar que todas las conexiones eléctricas estén correctamente realizadas conforme al

diagrama de bloques o esquema eléctrico del sistema.

• Programación del firmware

Cargar el firmware correspondiente en los controladores utilizando el software proporcionado por el fabricante, como Opta Finder C++ o Arduino Pro.

Durante este proceso, se deben seguir estrictamente las instrucciones indicadas por el fabricante para garantizar una programación adecuada.

• Configuración del software

Instalar las herramientas de software necesarias en la interfaz de usuario y en los sistemas de control. Posteriormente, configurar los parámetros iniciales del sistema, incluyendo límites operativos y ajustes relacionados con la seguridad.

• Pruebas de integración

Verificar que todos los componentes del sistema funcionen de manera coordinada y que la comunicación entre ellos sea correcta.

• Pruebas de carga

Simular condiciones reales de operación para evaluar el desempeño del sistema de llenado, analizando la velocidad de la línea de producción y determinando el tiempo adecuado de llenado.

• Ajuste de sensores

Realizar la calibración de los sensores con el objetivo de garantizar mediciones precisas y confiables durante el proceso.

• Ajuste de actuadores

Configurar los actuadores para que respondan correctamente a las señales enviadas por el sistema de control.

• Pruebas de validación

Finalmente, efectuar pruebas completas del sistema para confirmar que cumple con todas las especificaciones técnicas y requisitos establecidos en el proyecto.

• Verificación de seguridad

Comprobar que todos los sistemas de seguridad están operando correctamente.

• Capacitación del personal

Capacite a los operadores y personal de mantenimiento sobre el uso y mantenimiento del

sistema.

Este manual de usuario proporciona las instrucciones necesarias para la puesta en marcha y operación del sistema electrónico. Siguiendo estas instrucciones, se asegurará un funcionamiento seguro y eficiente del transporte y sistema de llenado.

Tabla de Causas de Fallos y Soluciones en la Operación.

La presente tabla identifica posibles fallos durante la operación del sistema electrónico del sistema de llenado y faja transportadora, sus causas probables y las soluciones recomendadas.

Tabla 9.- Tabla de Causas de Fallos y Soluciones en la Operación.

FALLO	CAUSA PROBABLE	SOLUCION RECOMENDADA
La faja no arranca	Falta de alimentación eléctrica	Verificar la conexión a la fuente *de* alimentación y restablecerla si es necesario
	Fusibles quemados	Revisar y reemplazar los fusibles dañados
	Interruptor de emergencia activado	Desactivar el interruptor de emergencia
	Problemas en el control de motor	Inspeccionar y reparar el controlador del motor
la faja se detiene bruscamente	Sensor de seguridad activado	Verificar y ajustar los sensores de seguridad
	Sobrecarga del sistema	Reducir la carga de la faja a su capacidad nominal
	Fallo en el suministro eléctrico momentáneo	Comprobar la estabilidad del suministro eléctrico
Movimiento irregular		

de la faja	
Problemas con el motor	Revisar y mantener el motor, incluyendo la lubricación y ajustes necesarios
Problemas en los polines y tensadores	Limpiar y ajustar los polines y tensadores de la faja
Desalineación de la faja	Reajustar la alineación de la faja
La faja no responde los comandos	
Fallo en el panel de control	Verificar y reparar el panel de control
Conexiones sueltas o cables dañados	Inspeccionar y reparar las conexiones y cables
Problemas en la programación del controlador	Revisar y actualizar el firmware y software del controlador
No llena al nivel las botellas	
Obstrucción de la maguera de alimentación	Limpiar y despejar la manguera e alimentación
Problemas mecánicos en las válvulas	

de ingreso	
Inspeccionar y reparar los componentes mecánicos válvulas	
Fallo en el actuador de la bomba	Revisar *v* reparar o reemplazar el actuador de la bomba
Indicadores no funcionan	
LEDs o pantallas dañadas	Reemplazar los LEOs o pantallas defectuosas
Problemas en el circuito del visor de HMI	
Inspeccionar y reparar el circuito del HMI	
Ruidos inusuales	
Componentes sueltos o desgastados	Ajustar o reemplazar los componentes sueltos o desgastados
Problemas en el sistema de polines	
Lubricar *v* mantener el sistema de polines	
Vibraciones excesivas	
Sobre esfuerzo de la faja	Reajustar la faja con los tensadores
Problemas en el sistema de llenado	
Revisar *v* reparar el sistema de llenado	

Fuente: Elaboración Propia.

Mantenimiento Preventivo

Diagrama Gantt de Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo es una estrategia vital para asegurar la durabilidad y funcionamiento óptimo del sistema de llenado de envases. Este tipo de mantenimiento incluye inspecciones regulares, ajustes, limpiezas y cambios de componentes conforme a un plan preestablecido.

Tabla 10.- Diagrama Gantt de Mantenimiento Preventivo.

ACTIVIDADES ENERO FEBRE RO MARZ O ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOST O SETIE MBRE OCTUB RE NOVIEMB RE DICIEMB RE

componentes

Anual x x

Reemplazo de componentes

Trimestral

x x x x

Reemplazo de componentes

mensual

x x x x x x x x x x x x

Limpieza de componentes

Trimestral

x x x x

Limpieza de componentes

Mensual

x x x x x x x x x x x x

Ajustes y calibraciones

Trimestral

x x x x

Ajustes y

calibraciones

Mensual

x x x x x x x x x x x x

Fuente: Elaboración Propia

Procedimiento de Mantenimiento Preventivo.

En esta parte se describe el procedimiento detallado para llevar a cabo las actividades de mantenimiento preventivo mensualmente.

● Identificar signos de desgaste, daños o fallos en los componentes del sistema.

● Asegúrate de que la faja esté completamente apagado y desconectado de la fuente de alimentación.

● Revisar cables y conexiones en busca de desgaste, corrosión o daños.

● Comprobar que no haya obstrucciones en las vías de movimiento de la faja.

● Documentar cualquier problema encontrado y las acciones correctivas tomadas.

● Mantener la precisión de los sensores y el correcto funcionamiento de los actuadores

● Verificar y ajustar los sensores de posición y movimiento para asegurar lecturas precisas.

● Eliminar polvo y suciedad para asegurar el correcto funcionamiento del sistema.

● Sustituir componentes desgastados o dañados para evitar fallos y asegurar el correcto funcionamiento del sistema.

● Verificar el estado de los polines y tensadores y reemplazarlos si es necesario.

● Asegurar que todo el personal esté adecuadamente capacitado para realizar el mantenimiento preventivo y operar el sistema de manera segura.

Materiales, Equipos y Herramientas.

Materiales

● Lubricante para polines y caja reductora

● Limpiador dieléctrico y desengrasante

● Fusibles de repuesto

● Cinta aislante, conectores de crimpado

● Paños de microfibra

● Baterías de respaldo

inspección

visual Anual x x

inspección

visual

Trimestral

x x x x

Equipos

● Multímetro digital

● Pinza amperimétrica

● Cámara termográfica

● Equipos de soldadura

● Dispositivos de calibración

● Analizador de vibraciones

● Manómetro

● Computadora portátil con software de diagnóstico

Herramientas

● Destornilladores

● Llaves y alicates

● Cortadores de cables

● Nivel laser y de mano

● Juego de llaves rache

● Torquímetro

● Pistola de calor

● Extensión eléctrica

● Grupo electrógeno

● Juego de brocas

● Juego de machos

● Terminales tipo PIN y OJAL.

● Prensa hidráulica y manual

● Sopladora

● Herramientas de nivelación

● Equipo de protección personal (EPP)

Ficha de Mantenimiento Preventivo

Figura 19.- Ficha de Mantenimiento Preventivo

Fuente: Elaboración Propia

Mantenimiento Correctivo

Procedimiento de Mantenimiento Correctivo.

El mantenimiento correctivo lo realizamos cuando un equipo, sistema o componente falla y se requiere restaurar su funcionamiento normal.

● Detección y notificación de la falla, la falla es detectada por el personal de operación o a través de sistemas de monitoreo.

● Evaluación inicial, el equipo de mantenimiento realiza una evaluación preliminar para determinar la gravedad del problema y decidir si es necesario detener el sistema completamente o si se puede realizar la reparación con el sistema parcialmente operativo.

● Aislamiento del sistema, si es necesario, se apaga y desconecta el sistema o equipo de la fuente de energía para garantizar la seguridad durante las reparaciones.

● Se delimita el área de trabajo para evitar el acceso no autorizado y asegurar que el mantenimiento se realice sin interrupciones.

● Se utilizan herramientas y equipos de diagnóstico (como multímetros, pinzas amperimétricas, cámaras termográficas) para localizar la falla exacta como componentes quemados, cables sueltos, o piezas desgastadas y determinar la causa raíz.

● Basado en los resultados del diagnóstico, se decide si la falla requiere una reparación o un reemplazo de componentes.

● Si la reparación no es viable, se procede a reemplazar el componente dañado con uno nuevo que cumpla con las especificaciones del fabricante.

● Se somete al equipo a su operación normal para verificar que todos los sistemas están funcionando como se espera y que no hay nuevas fallas o problemas.

● Se documenta y se actualiza el historial del proceso de mantenimiento y reparación, incluyendo el diagnóstico, las acciones correctivas tomadas, las piezas reemplazadas, y los resultados de las pruebas.

● El equipo se pone nuevamente en funcionamiento, y se monitorea su rendimiento durante un periodo de tiempo para asegurarse de que la reparación ha sido exitosa.

Materiales, Equipos y Herramientas.

Estas herramientas, equipos y materiales aseguran que el personal de mantenimiento tenga todo lo necesario para realizar intervenciones correctivas de manera eficiente, segura y efectiva.

Tabla 11.- Materiales, Equipos y Herramientas.

LISTA DE MATERIALES DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS PARA El MANTENIM IENTO CORRECTIVO
MATERIALES
Componentes de reemplazo
Resistencias, capacitores,
transistores, diodos, etc.
Cables eléctricos y conectores
Fusibles de diferentes amperajes
Lubricantes y aceites específicos
para partes móviles
Juntas y sellos de repuesto
Materiales de limpieza
Alcohol isopropílico
Paños sin pelusa
Cepillos antiestáticos
Aerosoles limpiadores de
contactos
Materiales de seguridad
Cinta aislante
Cintillos de nylon
Etiquetas de seguridad
EQUIPOS
Equipos de diagnostico

Multímetro digital para medir

voltaje,

corriente y resistencia

Osciloscopio para analizar seña

les eléctricas

Generador de señales para

pruebas de

componentes electrónicos

Equipos de soldadura

Soldador de aire caliente para

SMD Extractor de humo para

soldadura

Equipos de protección

personal

(EPP)

Guantes dieléctricos

Mascarillas para vapores

Calzado de seguridad

Lentes de seguridad

HERRAMIENTAS

Herramientas manuales

Destornilladores (planos y de

estrella) de

varios tamaños

Llaves de tuercas y llaves

ajustables

Alicates de punta, corte y presión

Pinzas de sujeción

Herramientas de corte Corta cables y alicates de

precisión Pelacables

Herramientas de montaje y

desmontaje

Llaves de torque para ajustar

tornillos a

especificaciones precisas

Desarmadores eléctricos para

trabajos más rápidos

Herramientas de limpieza

Cepillos de cerdas suaves para

polvo

Sopladores de aire para eliminar

polvo y

partículas

Aspiradora portátil antiestática

Fuente: Elaboración Propia

Ficha de Mantenimiento Correctivo.

Tabla 12.- Ficha de Mantenimiento Correctivo.

Fuente: Elaboración Propia

Conclusiones

● La implementación de la etapa de censado paso por una etapa de calibración realizar por las pruebas correspondientes para poder determinar a la altura que se desea censar con la finalidad de poder hacer el llenado correctamente.

● Para establecer un buen funcionamiento del uso de los actuares en la etapa de censado de producto se utilizó una fuente de alimentación externa de 24 Vdc.

● Se utilizó una bomba de 24 Vdc para la etapa de llenado automatizado, las características técnicas que presenta la bomba sumergible cumplen todas las necesidades del llenado automatizado.

● Se utilizó un motor con caja reductora para la poder tener un mejor par de fuerza con menos velocidad para poder así tener un censado adecuado.

● Se concluye que, durante las pruebas de funcionamiento, se ha tenido un funcionamiento adecuado de la faja transportadora.

● En cuanto a la frecuencia de trabajo del proyecto fue de 27 rpm

● Se concluye que el circuito está operativo y cumple con su objetivo de poder trasladar y hacer el llenado correctamente de los envases.

Recomendaciones

●

Se debe realizar una minuciosa calibración de todos los sensores y actuadores existentes en el proyecto antes de iniciar una puesta en marcha el funcionamiento del proyecto, con el objetivo de proteger al equipo y tener un óptimo funcionamiento de este.

●

Se recomienda verificar las conexiones de los dispositivos eléctricos antes de ponerlo en marcha y asegurarse que los dispositivos de protección como el relé estén cumpliendo su funcionamiento.

●

Para la etapa de implementación de la etapa de censado se puede implementar una cámara fotoeléctrica con la finalidad de poder realizar un mejor censado del producto con otros parámetros.

●

Se recomienda utilizar un variador de velocidad (VFD), con la finalidad de tener un mejor control de la fuerza y velocidad de la faja transportadora.

●

Se sugiere complementar el proyecto final con una etapa adicional tal como empaquetado, porque una vez el producto allá pasado por la etapa de censado ya cumpliría con los parámetros indicados, por lo que se debería realizar el empaque del producto para su futura comercialización.

Referencias Bibliográficas

Referencias

Arzapalo Rodríguez, S. A. (2022). *Implementación de una faja transportadora para incrementar en 66, 67% la producción del área de molienda de la empresa Mixercon SA.* Lima: arzapalo2022implementacion.

Baumer. (2025). *https://www.baumer.com.* Recuperado de: https://www.baumer.com/int/es/service-support/funcionamiento/funcionamiento-y-

tecnologia-de-sensores-inductivos/a/Know-how_Function_Inductive-sensors

CASTRO, J., & TRIVIÑO, R. M. (2024). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA BANDA CLASIFICADORA DE MATERIALES PARA METAL Y PLÁSTICO CON RASPBERRY.*

Cóndor Torres, M. E. (2013). *Automatización del proceso de llenado de galones de agua en planta purificadora de agua.*

Eaton. (2025). *https://www.eaton.com.* Recuperado de: https://www.eaton.com/mx/es-mx/products/controls-drives-automation-sensors/sensors---limit-switches/photoelectric-sensor.html

Electric, S. (30 de Julio de 2023). *Harmony XB4.* Harmony XB4: Recuperado de: https://www.se.com/pe/es/product-range/632-harmony-xb4/12106249114-botones-de-control/?parent-subcategory-id=89188&selected-node-id=12106249574#openFilters

Electric, S. (2025). *https://www.se.com/.* Recuperado de: https://www.se.com/pe/es/product/XB4BS8442/parada-de-emergencia-metalica-%C3%B8-22mm-roja-desenclavamiento-por-giro-1nc/

Finder. (2025). Recuperado de: https://opta.findernet.com https://opta.findernet.com/es/#:~:text=OPTA%20es%20el%20nombre%20propio,OEM%20y%20automatizaci%C3%B3n%20de%20edificios.

Finder. (2025). Recuperado de: https://opta.findernet.com/es/#:~:text=OPTA%20es%20el%20nombre%20propio,OEM%20y%20automatizaci%C3%B3n%20de%20edificios.

García, A. &. (2020). *Implementación de un sistema de selección de frutas por tamaño mediante visión artificial y bandas transportadoras.* Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. (1235). lima.

PUPIALES, C. (2024). *Diseño y construcción de prototipo lavador y secador de papa con etapa de selección por.*

Ratto Revoredo, H. (2006). *Control de una faja transportadora Sistema de control MATLAB.* Lima: MATLAB.

Ruedas, C. (2008). *AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL: ÁREAS DE APLICACIÓN PARA INGENIERÍA.* Guatemala: INTECAP Santa Lucía.

S.A.C, A. C. (2025). *TABLERO DE ALIMENTACIÓN.* Recuperado de: https://automaq.pe/producto/1548/tablero-de-distribucion-con-salida-toma-industrial-380vac-220vac

Segura, Y. V. (2025). *Cuadro comparativo.*

Toctaguano Velásquez, O. R. (2021). *Automatización del llenado de botellas y control de calidad de su corona aplicado a la empresa AVERNO.* QUITO: GRADO.

Rao, G. M. (2023). *Automatic Bottle Filling and Capping Machine using SCADA with the Internet of Things. International Journal of Internet of Things and Web Services,* 8, 1–7. Recuperado de http://www.iaras.org/iaras/journals/ijitws/automatic-bottle-filling-and-capping-machine-using-scada-with-the-internet-of-things

Zhang, Y., Wang, J., & Liu, H. (2022). *Dynamic modeling and advanced control of belt conveyor systems under variable load conditions.* In *Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT).* IEEE.

Dhok, S., Gautam, A., Patel, V., & Tiwari, A. (2021). *Automated Fruit Sorting System Using Machine Vision: A Case Study.* International Journal of Machine Learning and Computing, 11(2), 169–174.

ANEXOS