



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Simulación de una línea de producción con banda transportadora y control de presencia mediante sensores

Autores:

Zambrano Sabando Kelvin Edison
Morocho Barcia Fabricio Sebastián

Tutor

Ing. Jonathan Paul Jiménez Gonzáles

Unidad Académica:

Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y Otras Modalidades.

Carrera:

Tecnología Superior en Electromecánica..

El Carmen, Febrero de 2026

CERTIFICACION DEL TUTOR

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabi, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Titulación bajo la autoría del estudiante a Zambrano Sabando Kelvin Edison, legalmente matriculado/a en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, período académico 2025-2, cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es "Simulación de una línea de producción con banda presencia mediante sensores".

El presente trabajo de titulación ha sido desarrollado en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, El Carmen, 30 de enero de 2026.

Lo certifico,



Ing. Jonathan Jiménez G. MSc.
Docente Tutor(a)
Área: Electromecánica

CERTIFICACION DEL TUTOR

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Titulación bajo la autoría del estudiante a Morocho Barcia Fabricio Sebastián, legalmente matriculado/a en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, período académico 2025-2, cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es "Simulación de una línea de producción con banda presencia mediante sensores".

El presente trabajo de titulación ha sido desarrollado en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, El Carmen, 30 de enero de 2026.

Lo certifico,


Ing. Jonathan Jiménez G. MSc.
Docente Tutor(a)
Área: Electromecánica

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quienes suscriben la presente:

*Zambrano Sabando Kelvin Edison, Morocho Barcia Fabricio
Sebastián*

Estudiantes de la Carrera de **Tecnología Superior en Electromecánica.**, declaramos bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "Simulación de una línea de producción con banda transportadora y control de presencia mediante sensores", previa a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en Electromecánica, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

El Carmen, febrero de 2026



Zambrano Sabando Kelvin Edison



Morocho Barcia Fabricio Sebastián



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

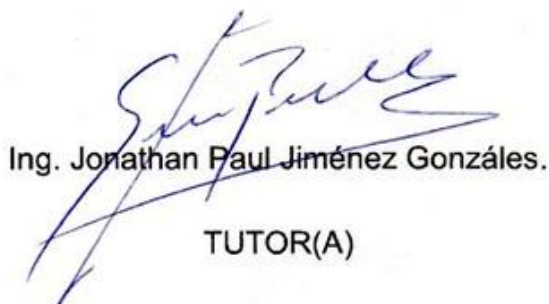
Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: “Simulación de una línea de producción con banda transportadora y control de presencia mediante sensores” de sus autores: Zambrano Sabando Kelvin Edison, Morocho Barcia Fabricio Sebastián de la Carrera “**Tecnología Superior en Electromecánica.**”, y como Tutor del Trabajo el Ing. Jonathan Paul Jiménez Gonzáles.

El Carmen, febrero de 2026



Ing. Bladimir Mora, Mag.

PRESIDENTE DE TRIBUNAL



Ing. Jonathan Paul Jiménez Gonzáles.

TUTOR(A)



Ing. Clara Pozo, Mag.

PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL



Ing. Marlon Serrano, Mag.

SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a mi padre, por ser un pilar de fortaleza y por el apoyo constante que me ha brindado en cada paso de este camino. A la memoria de mi madre, quien, aunque ya no está físicamente conmigo, sigue siendo la luz que guía mis pasos su recuerdo es mi mayor inspiración y este logro es, en gran parte, fruto de los valores que sembró en mí.

A mis hermanos, por su compañía, su aliento y por estar siempre presentes en los momentos de mayor desafío. A mis amigos, por compartir conmigo las jornadas de estudio y por su apoyo moral incondicional. Finalmente, expreso un agradecimiento especial a mi compañero de tesis, Fabricio Morocho, por su compromiso, su arduo trabajo y por la excelente labor en equipo que nos permitió materializar con éxito este trabajo de titulación.

Kelvin zambrano

Agradezco a Dios por darme la vida, la salud y la fortaleza para culminar esta etapa de mi formación profesional.

A mis padres y familia, por su apoyo incondicional, confianza y motivación constante para alcanzar este logro.

A la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí y a mis docentes, por los conocimientos brindados durante mi formación académica.

De manera especial, agradezco a mi tutor, Ing. Jonathan Paul Jiménez González, por su guía y apoyo en el desarrollo de este proyecto.

Fabricio Morocho

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mi padre, por su apoyo incondicional, su esfuerzo y por ser el ejemplo de fortaleza que me ha permitido llegar hasta aquí.

A la memoria de mi madre, quien desde el cielo sigue iluminando mi camino. Tu amor y tus enseñanzas son la base de quien soy hoy; este sueño cumplido es para ti, como un homenaje a tu vida y a tu legado en mi corazón. A mis hermanos, por ser mis compañeros de vida y brindarme su aliento en todo momento. A mis amigos, por las vivencias compartidas y el apoyo moral que hizo este camino más ameno.

Y de manera especial, a mi compañero y amigo Fabricio Morocho, con quien compartí el esfuerzo, las desveladas y la satisfacción de ver este proyecto culminado.

Kelvin zambrano

Dedico este logro a Dios, por guiar mi camino, darme fortaleza en los momentos difíciles y permitirme cumplir este sueño tan importante en mi vida.

A mis padres, por su amor incondicional, por sus sacrificios y por apoyarme en cada paso que he dado. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba y por enseñarme que con esfuerzo y perseverancia todo es posible. Este logro también es de ustedes.

A mi familia, por su cariño, sus palabras de aliento y por motivarme a seguir adelante hasta alcanzar esta meta.

Con todo mi amor, gratitud y orgullo por este paso logrado en mi vida.

Fabricio Morocho

RESUMEN

El presente proyecto de titulación se centra en el diseño e implementación de un sistema de control para una línea de producción automatizada mediante una banda transportadora con detección de presencia. El objetivo principal fue optimizar el proceso de transporte de objetos mediante la integración de sensores infrarrojos y un controlador lógico, permitiendo la detección precisa de elementos y la gestión eficiente de los tiempos de operación. La metodología aplicada es de carácter experimental y descriptivo, fundamentada en el ensamblaje de componentes electromecánicos y la programación de algoritmos de control. Como resultado, se logró un sistema funcional capaz de detener el flujo ante la detección de un objeto y reanudarlo tras un tiempo preestablecido, garantizando la seguridad operativa y la reducción de errores en la cadena de producción. Se concluye que la implementación de tecnologías de bajo costo en procesos industriales mejora significativamente la productividad y sirve como base para sistemas de automatización más complejos.

PALABRAS CLAVE

Automatización industrial, Banda transportadora, Sensores infrarrojos, Control de procesos, Electromecánica.

ABSTRACT

The present graduation project focuses on the design and implementation of a control system for an automated production line using a conveyor belt with presence detection. The main objective was to optimize the object transport process through the integration of infrared sensors and a logic controller, allowing for precise detection of elements and efficient management of operation times. The methodology applied is experimental and descriptive, based on the assembly of electromechanical components and the programming of control algorithms. As a result, a functional system was achieved, capable of stopping the flow upon detecting an object and resuming it after a preset time, ensuring operational safety and reducing errors in the production chain. It is concluded that the implementation of low-cost technologies in industrial processes significantly improves productivity and serves as a basis for more complex automation systems.

KEYWORDS

Industrial automation, Conveyor belt, Infrared sensors, Process control, Electromechanics.

ÍNDICE

CERTIFICACION DEL TUTOR	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	III
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA.....	VI
RESUMEN	VII
PALABRAS CLAVE	VII
ABSTRACT	VIII
KEYWORDS	VIII
ÍNDICE	IX
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE ECUACIONES	XI
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA	3
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. METODOLOGÍA	4
1.4.1. Procedimiento.....	4
1.4.2 Técnicas.....	5
1.4.2.1 Diseño asistido por computadora.....	5
1.4.2.2 Programación de Controladores Lógicos Programables (PLC)...	6
1.4.2.3 Simulación de Sistemas Mecatrónicos.....	6
1.4.3 Métodos.....	6
1.4.3.1 Metodología de Diseño	6
1.4.3.2 Método Analítico-Deductivo	7
1.4.3.3 Método experimental.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	8

2.1. DEFINICIONES	8
2.1.1 Definición, Funcionamiento y Estructura Mecánica.....	8
2.1.2 Sistema de Tracción, Control de Potencia y Transmisión.	8
2.1.3 Integración en la Automatización y Seguridad Operativa	9
2.1.4 Inteligencia del Control y Arquitectura de Sensores.....	10
2.1.5 Procesamiento de Datos y Algoritmos de Gestión	10
2.1.6 Criterios de Selección y Robustez del Sistema	11
2.2. ANTECEDENTES	11
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS.....	14
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	17
3.1. DESARROLLO	18
3.1.1. Descripción de la propuesta.....	18
3.1.2. Etapas.....	21
3.1.3. Presupuesto.....	23
3.2. RESULTADOS.....	24
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
4.1. CONCLUSIONES	30
4.2. RECOMENDACIONES.....	30
Bibliografía	31
ANEXOS	33

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Sensor inductivo.....	19
Ilustración 2 Sensor infrarrojo de obstáculos.....	19
Ilustración 3 Selección de breaker	26
Ilustración4 simulación en logo soft comfort v8.4	27
Ilustración 5 Finalización de la banda transportadora	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Detalle del presupuesto gastado	23
Tabla 2 Cálculo de la elección del breaker	25
Tabla 3 Parámetros para la configuración del variador de frecuencia	28

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1</i>	25
<i>Ecuación 2</i>	25

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Hoy en día las bandas transportadoras son unos de los equipos más usados en el ámbito industrial, debido a que facilita el movimiento de materiales y productos a lo largo de una línea de producción. Su utilización se ha convertido en un elemento que disminuye el trabajo manual y hacen que el proceso sea más fácil. Además, este componente es la base de muchas fábricas que le facilita el ensamble, el empaque y la clasificación, pues asegura el correcto traslado de la pieza, lo que resulta indispensable para alcanzar los estándares de eficiencia en las industrias. En la actualidad la automatización dejó de ser una alternativa para pasar a ser una herramienta indispensable que se convierte en una ventaja al facilitar procesos en industrias (Gomez y Fava, 2014).

La incorporación de los sensores en estos sistemas ha revolucionado la manera en la que se gestionan las operaciones y el uso de sensores en las bandas transportadoras marca una diferencia en las operaciones industriales mejorando la producción. Estos sensores se encuentran al inicio en el medio o al final de las bandas transportadoras. Estos dispositivos se utilizan para monitorear diversos aspectos como velocidad, posición o la temperatura el uso de los sensores en una línea de bandas transportadoras ofrece muchos beneficios como mejorar la eficiencia, reducir los errores humanos, aumentar la seguridad y una mejor gestión de inventario (Roltia, 2024).

Dentro de la arquitectura de control de la banda transportadora, la función de control de presencia es la aplicación directa y práctica de los sensores para determinar la posición exacta de los productos o componentes en movimiento. Un sensor se define como el dispositivo capaz de convertir una variable física, como la detección de un objeto, en una señal eléctrica procesable (Vizueté y Alejandro, 2010). Esta funcionalidad se convierte en la "vista" del sistema automatizado. La detección de la posición es un proceso crítico para la secuenciación de la operación considerando que, al identificar la llegada de un objeto a un punto de la banda, se activa la lógica del controlador (PLC). Esto permite ejecutar acciones vitales como la detención temporal de la cadena para

procesos de ensamblaje o tratamiento, el control del tiempo de permanencia en una estación de trabajo (como un lavado) o la gestión del flujo mediante la indicación del estado de la cadena a través de luces piloto (Gomez y Fava, 2014).

El diseño de un sistema de transporte automatizado, que combina la mecánica de la banda con el control de sensores, exige una fase rigurosa de simulación antes que cualquier implementación física. Esta fase no es opcional, sino fundamental, dado a que permite un análisis detallado de todos los componentes y su comportamiento bajo condiciones de operación. La justificación principal de la simulación radica en la capacidad de verificar el diseño lógico de las secuencias de operaciones. Al diseñar digitalmente el sistema, se pueden evaluar las respuestas del sistema de control ante eventos críticos, como la sobrecarga, la interrupción del sistema o la detección de productos extraños. Este enfoque basado en modelos digitales disminuye significativamente los riesgos y el costo monetario de los errores de diseño en la construcción del hardware real, asegurando que los parámetros técnicos y operativos definidos cumplan con los requisitos de eficiencia industrial.

En resumen, el éxito del sistema recae en que todos los elementos tengan una integración sinérgica el elemento 1 (Banda Transportadora) y el elemento 2 (Control de Presencia mediante Sensores), reflejando un sistema electromecánico fundamental. La banda da la base mecánica para el movimiento continuo, mientras que los sensores suministran la inteligencia eléctrica y de control, necesarias para la gestión precisa de los elementos que pasan por la banda. Para un Tecnólogo en Electromecánica, este proyecto es crucial, debido a que incluye la disciplina esencial del diseño mecánico (banda), automatización (sensores y PLC) y programación. Por lo tanto, el alcance de la presente tesis se centra en la demostración, a través de la simulación, de un modelo funcional que comprueba la eficacia de un esquema de control basado en la detección de presencia. Dicha simulación establece una base técnica sólida para una futura implementación física, garantizando la optimización de los ciclos de trabajo y la fiabilidad del proceso industrial.

1.1. PROBLEMA

En el entorno industrial de la actualidad, los sistemas de transporte automatizado son fundamentales para optimizar los procesos de producción. Sin embargo, muchas empresas aún dependen de bandas transportadoras que carecen de un control de presencia confiable, lo que genera dificultades como: detección tardía de objetos, fallas por acumulación de materiales, fallas en la clasificación y un uso ineficaz de los recursos. La ausencia de un sistema de detección automatizado con sensores provoca interrupciones en la línea de producción, incremento de tiempos muertos y riesgo de daños en el sistema. A esto se suma que, sin una simulación previa, resulta complejo anticipar comportamientos del sistema y verificar su eficiencia antes de implementarlo en un entorno real.

La falta de un sistema de control de presencia automatizado en las bandas transportadoras industriales genera ineficiencias operativas y riesgos técnicos que requieren ser eliminados mediante el diseño y la simulación previa del sistema de sensores.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La simulación de una banda transportadora con control de presencia mediante sensores es una herramienta de gran valor, a causa de que permite aplicar de manera práctica los conocimientos adquiridos en asignaturas como automatización industrial, diseño y desarrollo mecánico. Este tipo de proyectos fomenta el aprendizaje, al integrar la teoría y la práctica en un entorno que simula condiciones reales de la industria, reforzando competencias en diseño, análisis y resolución de problemas.

El uso de sistemas de transporte automatizado representa una evolución clave para lograr procesos industriales más ágiles. Mediante la implementación de un sistema de presencia mediante sensores, con esto se logra un control más exacto y seguro lo que permite reducir errores en el sistema operativo y elevar la cantidad de producción diaria.

La simulación de una banda transportadora con control de presencia mediante sensores se enmarca en la línea de investigación institucional Ingeniería, Industria y Construcción, porque integra principios de automatización, diseño industrial y optimización de procesos productivos. Este proyecto contribuye al fortalecimiento de soluciones tecnológicas que mejoran la eficiencia y seguridad en entornos industriales, aplicando conocimientos de ingeniería en la creación de sistemas automatizados. Fomenta la innovación y el desarrollo de propuestas prácticas que pueden ser implementadas en la industria real, alineándose con los objetivos institucionales de promover la investigación aplicada y el avance tecnológico en ingeniería y producción.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Diseñar, e implementar una línea de producción con banda transportadora y control de presencia mediante sensores.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Diseñar un sistema de banda transportadora con sensores de presencia para optimizar el control de una gran mayoría de materiales.
2. Simular el funcionamiento del sistema mediante software de automatización para validar su funcionamiento.
3. Implementar un prototipo funcional del sistema automatizado para comprobar su eficacia operativa.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Procedimiento

El desarrollo de la presente investigación se fundamenta en un procedimiento metodológico sistemático y riguroso, estructurado en etapas progresivas que buscan la consecución de los objetivos específicos planteados en este trabajo de titulación.

El proceso arranca con la etapa de diseño y modelado, en la cual se procede a la revisión de los datos técnicos y operativos, incluyendo el establecimiento de la velocidad de transporte y la capacidad de carga. Seguidamente, se ejecutan los datos mecánicos necesarios para dimensionar la potencia del motor y la estructura, se seleccionan los componentes de control (PLC y sensores) y se desarrolla el diseño en un software de simulación junto con la lógica de programación.

A continuación, el procedimiento se centra en la simulación y validación del desempeño mediante la integración del modelo con un software de simulación y un controlador lógico programable virtual. En este entorno, se verifica la precisión de la detección de presencia y la correcta secuencia de las acciones programadas, realizando un análisis de escenarios críticos y fallas para evaluar la robustez y seguridad del diseño antes de su ejecución física.

Finalmente, se aborda la etapa de implementación y pruebas físicas, la cual contempla la construcción del prototipo, el montaje estructural y la conexión eléctrica de los componentes. Tras la carga del programa en el PLC físico, se realizan pruebas funcionales con materiales reales para comparar los resultados con el modelo simulado, validando así la eficiencia operativa del sistema y la fiabilidad de la simulación como herramienta predictiva.

1.4.2 Técnicas

1.4.2.1 Diseño asistido por computadora.

El diseño y modelado asistido por computadora se empleó como técnica fundamental para la etapa de concepción mecánica. La utilización de software permite la representación de los componentes, siendo vital para "generar ensamble de los componentes diseñados" y definir los diseños técnicos (Márquez Ramírez, 2017). Esta técnica se aplicó en la fase inicial del proyecto para asegurar la precisión dimensional, verificar la integración de todos los elementos (bastidor, rodillos) y establecer la ubicación exacta de los sensores de presencia y actuadores.

1.4.2.2 Programación de Controladores Lógicos Programables (PLC)

La programación de controladores lógicos programables (PLC) fue la técnica central para la automatización del sistema. El PLC constituye el núcleo del control, siendo el "encargado de ejecutar una acción sobre el motor... basándose en la información que recibe" de los sensores (Gomez y Fava, 2014). Esta técnica se seleccionó para implementar la lógica secuencial que gobierna el sistema, permitiendo procesar las señales de detección de presencia y gestionar las acciones de control, como el arranque, la detención temporal de la banda en estaciones de trabajo, y la administración del flujo de materiales. La aplicación se centró en la fase de desarrollo de software, donde se codificó el algoritmo de control en lenguaje FBD.

1.4.2.3 Simulación de Sistemas Mecatrónicos.

Finalmente, la simulación de sistemas mecatrónicos se utilizó como técnica de validación crítica. La simulación permite modelar digitalmente el comportamiento de sistemas complejos, siendo una herramienta indispensable para proyectos enfocados en la "simulación mecánica de un proceso industrial" (Gomez y Fava, 2014). Esta técnica se empleó con el propósito de validar la lógica de control antes de la implementación física, minimizando costos y riesgos. Se aplicó en la tercera fase del proyecto, al enlazar el modelo con el software de simulación para evaluar las métricas de desempeño y confirmar la viabilidad operativa del sistema ante diversos escenarios críticos.

1.4.3 Métodos

1.4.3.1 Metodología de Diseño

El método de ingeniería del diseño fue utilizado como marco rector para la concepción, desarrollo y materialización del sistema físico. Este método se justifica por ser un procedimiento sistemático que abarca desde la definición de los requerimientos hasta la validación del prototipo. El método fue aplicado para guiar la fase de diseño, lo cual garantizó que los componentes mecánicos

(bastidor, rodillos) y los elementos de control se dimensionaran correctamente y su ensamble fuera verificable (Mario, 2017). Su uso se centró en la primera fase para la selección de materiales y en la fase final para la construcción e instalación del sistema, asegurando la viabilidad constructiva del modelo.

1.4.3.2 **Método Analítico-Deductivo.**

El método analítico-deductivo se empleó para sustentar los cálculos de ingeniería y el desarrollo de la lógica de control. Este método permite descomponer el problema (movimiento de la banda y detección de objetos) y, a partir de principios teóricos, deducir las variables y ecuaciones necesarias para el funcionamiento. Se considera esencial en la automatización, debido a que el control del sistema requiere "ejecutar una acción sobre el motor... basándose en la información que recibe" de los sensores (Gomez y Fava, 2014). Su aplicación fue crítica en la fase inicial para realizar los cálculos mecánicos de potencia y en la segunda fase para la programación de la lógica de control.

1.4.3.3 **Método experimental.**

Finalmente, el método experimental se utilizó para la verificación y validación del desempeño del sistema bajo condiciones controladas, abarcando tanto el entorno virtual como el real. Este método se justifica como esencial para comprobar la eficiencia operativa en proyectos que buscan la implementación. Su aplicación inició en la fase de simulación (fase 3) para probar el comportamiento del algoritmo de control ante diferentes escenarios de flujo y falla. Posteriormente, se utilizó en la fase de implementación (fase 4) para las pruebas funcionales del prototipo físico, donde se operó el sistema con materiales reales, permitiendo la comparación de resultados final y la validación del modelo diseñado (castro et al., 2011).

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

2.1.1 Definición, Funcionamiento y Estructura Mecánica.

La banda transportadora se define como un sistema de transporte mecánico de flujo continuo, cuya función principal es el traslado de materiales o productos de manera lineal y eficiente dentro de una cadena de producción. Estos dispositivos han sido una pieza clave en la evolución industrial desde el siglo XIX, permitiendo la manipulación de cargas a granel y productos terminados con una intervención humana mínima. El principio de operación se basa en la tracción por fricción que ejerce una polea motriz sobre una cinta sinfín flexible, la cual se desliza sobre una serie de rodillos de soporte que minimizan el rozamiento y aseguran la estabilidad del material durante todo el trayecto (Conlago y Cusi, 2011).

En términos de diseño y construcción, la selección de los materiales para la cinta es un factor crítico que determina la operatividad del sistema bajo diferentes condiciones de carga. El material de la banda (como PVC, caucho o polímeros técnicos) debe elegirse en función de la abrasividad, el peso y la temperatura de los objetos transportados. Además, la estructura o bastidor, generalmente fabricada en perfiles de acero o aluminio, debe someterse a un análisis estructural riguroso mediante software de ingeniería para garantizar que el factor de seguridad sea capaz de absorber las vibraciones mecánicas y las tensiones dinámicas generadas durante el arranque y la parada del sistema (Cortés, 2024).

2.1.2 Sistema de Tracción, Control de Potencia y Transmisión.

El accionamiento del sistema reside en la unidad motriz, compuesta usualmente por un motorreductor que proporciona el torque necesario para mover la cinta bajo carga total. (Paucar y Peña, 2008) señalan que el control de estos motores, ya sean de corriente alterna o continua, ha evolucionado hacia la digitalización mediante el uso de microcontroladores y dispositivos como el dsPIC. Esta tecnología permite una regulación precisa de la velocidad lineal, lo cual es indispensable para sincronizar la banda con otros procesos de la línea de

producción, como el etiquetado, el pesaje o el control de calidad, asegurando que el flujo de materiales sea constante y libre de cuellos de botella.

Más allá de la propulsión, el diseño mecánico debe integrar componentes que aseguren la suavidad de la marcha y la alineación de la cinta. La configuración de los piñones y las correas de transmisión debe calcularse con precisión para evitar el patinamiento sobre la polea motriz, lo cual podría generar un desgaste prematuro y un consumo energético ineficiente. Las poleas de retorno y los rodillos tensores cumplen la función de mantener la tensión constante en la banda, evitando que esta se desvíe de su eje central; una desalineación, por pequeña que sea, puede comprometer la seguridad operativa y provocar daños en los bordes de la cinta transportadora (Manjarrés, 2010).

2.1.3 Integración en la Automatización y Seguridad Operativa.

Desde el punto de vista de la automatización industrial, la banda transportadora actúa como el soporte físico donde se integran un sistema de sensores. La disposición de la banda debe permitir una separación adecuada entre los productos para que los sensores de presencia o proximidad puedan identificar cada objeto individualmente. La capacidad de detener o variar la velocidad de la banda en respuesta a una señal electrónica es lo que transforma un simple transporte mecánico en una línea de producción inteligente, permitiendo una gestión optimizada de los recursos y una reducción en los errores de clasificación.

Finalmente, la fundamentación técnica de este componente no estaría completa sin considerar los estándares de seguridad y mantenimiento preventivo. Los sistemas modernos deben diseñarse bajo normativas que incluyan resguardos en las partes móviles y mecanismos de parada de emergencia. Cortés, (2024) enfatiza que un plan de mantenimiento centrado en la lubricación de las chumaceras y la limpieza de los rodillos es vital para extender la vida útil del equipo. Un sistema bien diseñado y mantenido no solo garantiza la continuidad

del proceso productivo, sino que también representa un ahorro significativo en costos operativos al prevenir fallos catastróficos que detengan toda la planta.

2.1.4 Inteligencia del Control y Arquitectura de Sensores.

El control mediante sensores representa la inteligencia del sistema automatizado, permitiendo que la línea de producción interactúe con su entorno físico de manera autónoma. De acuerdo con Bonilla, (2016), un sistema de control basado en sensores se define como una red de dispositivos capaces de detectar magnitudes físicas o químicas y transformarlas en señales eléctricas que pueden ser procesadas por una unidad de control. En el contexto de una banda transportadora, estos dispositivos actúan como los órganos sensoriales que permiten al sistema determinar la ubicación exacta de los productos, su velocidad o incluso sus características físicas, garantizando que el flujo de trabajo sea preciso y seguro (Palacios y Tama, 2018).

La arquitectura de estos sistemas se basa en la integración de sensores inteligentes que no solo captan datos, sino que facilitan la comunicación con controladores lógicos. La implementación de una red de sensores permite el monitoreo constante de variables críticas, lo que es esencial para la toma de decisiones en tiempo real. En procesos industriales, los sensores de presencia (como los inductivos, capacitivos u ópticos) son fundamentales para activar o detener el movimiento de la banda, evitando colisiones o desperdicio de energía cuando no hay material circulando. Esta capacidad de respuesta inmediata es lo que define a un sistema de control eficiente y moderno (Palacios y Tama, 2018).

2.1.5 Procesamiento de Datos y Algoritmos de Gestión.

Desde una perspectiva técnica, el procesamiento de la información captada por los sensores requiere de una etapa de adquisición de datos y acondicionamiento de señal. Mijail, (2015) explica que las señales provenientes de los sensores suelen ser analógicas y requieren ser convertidas a formato digital para que microcontroladores o PLCs puedan interpretarlas. Este proceso incluye la eliminación de ruido electromagnético y la amplificación de señales débiles,

asegurando que el sistema de control reciba datos fidedignos. La precisión en esta etapa es vital, por ende, un error en la lectura del sensor podría desencadenar una acción incorrecta en los actuadores de la banda transportadora, comprometiendo la calidad de la producción (Mijail, 2015).

Además, la gestión de estos sensores puede realizarse mediante diferentes mecanismos de control, como el control ON/OFF o la modulación por ancho de pulso (PWM). Bonilla Agualongo (2016) sostiene que el uso de sensores en conjunto con actuadores inteligentes permite implementar algoritmos de control avanzados que optimizan el rendimiento del sistema. Por ejemplo, un sensor de proximidad puede detectar un objeto y enviar una señal para que el controlador reduzca suavemente la velocidad de la banda mediante PWM, evitando frenados bruscos que podrían dañar la carga. Esta interacción entre el sensor y el controlador es la base de la eficiencia energética en las plantas industriales contemporáneas (Bonilla, 2016).

2.1.6 Criterios de Selección y Robustez del Sistema.

Finalmente, la robustez del sistema de control mediante sensores depende de la correcta selección y ubicación de los dispositivos en la línea física. Palacios & Tama, (2018) enfatizan que factores como la distancia de detección, el tiempo de respuesta y la resistencia a condiciones ambientales (polvo, humedad o vibración) deben ser considerados en la fase de diseño. Un sistema de sensores bien configurado no solo mejora la productividad, sino que también actúa como un mecanismo de seguridad, detectando situaciones anómalas y activando paradas de emergencia de manera instantánea para proteger tanto a los operarios como a la infraestructura mecánica de la banda (Palacios y Tama, 2018).

2.2. ANTECEDENTES

La Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí (ULEAM) es una institución de educación superior pública, creada mediante la Ley No. 10, publicada en el Registro Oficial No. 313 el 13 de noviembre de 1985, con sede principal en la

ciudad de Manta, provincia de Manabí, Ecuador. La universidad posee personalidad jurídica de derecho público, carece de fines de lucro y se caracteriza por su carácter laico, autónomo, democrático, pluralista y científico, orientado a una educación integral de calidad para la comunidad regional y nacional (ULEAM, Historia de la ULEAM, 2012).

La creación de la ULEAM fue el resultado de un proceso histórico impulsado por docentes y estudiantes universitarios liderados por el Dr. Medardo Mora Solórzano, con el objetivo de convertir a Manta en una ciudad universitaria y facilitar el acceso a la educación superior para jóvenes de la provincia de Manabí. Esta iniciativa se formalizó tras varias gestiones, entre ellas la presentación del proyecto de ley ante el Congreso Nacional en 1983, hasta convertirse en ley de la República en 1985.

Antes de la creación de la universidad, en 1968 funcionó la Extensión Universitaria de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil en Manta, lo que sentó las bases para el establecimiento de una entidad de educación superior en la zona. Durante las décadas siguientes, la ULEAM consolidó su oferta académica, incorporando múltiples facultades y programas de pregrado, posgrado y educación continua, y se ha destacado por su contribución al desarrollo académico, social y cultural de la provincia y del país.

Actualmente, la institución cuenta con varias sedes y extensiones en la provincia de Manabí y en la región, promoviendo la descentralización de la educación superior y la formación profesional en diversas áreas del conocimiento, lo que la ha posicionado como un actor relevante en la educación superior ecuatoriana (ULEAM, Historia de la ULEAM, 2024).

La elaboración del presente proyecto se llevó a cabo en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, institución pública de educación superior del Ecuador que orienta su labor académica a la formación de profesionales técnicos y tecnológicos comprometidos con el desarrollo productivo y social. Mediante la Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y Otras Modalidades, la universidad impulsa el desarrollo de proyectos

integradores que permiten aplicar los conocimientos teóricos en situaciones prácticas, fortaleciendo competencias en áreas como electromecánica, automatización y control de procesos industriales.

Antes de la ejecución del proyecto titulado Simulación de una línea de producción con banda transportadora y control de presencia mediante sensores, las bandas transportadoras ya constituían un elemento esencial dentro de los procesos industriales para el desplazamiento continuo de materiales. No obstante, gran parte de estos sistemas funcionaban con esquemas de control elementales y requerían la intervención directa del operador, lo que ocasionaba ineficiencias operativas, retrasos en la producción y un mayor margen de error. Esta realidad evidenció la necesidad de incorporar tecnologías que permitieran un mayor nivel de automatización y control en las líneas de producción.

Con la evolución de la automatización industrial, se integraron sensores de presencia con la finalidad de mejorar el control del flujo de materiales y optimizar los procesos productivos. Estos dispositivos posibilitaron la detección automática de objetos y la activación de acciones de control sin intervención humana. Sin embargo, en muchas aplicaciones, estos sistemas se implementaron sin realizar pruebas previas mediante simulación, lo que generó problemas durante la puesta en funcionamiento, ajustes constantes y un incremento en los costos de operación y mantenimiento.

A nivel internacional, diferentes investigaciones han demostrado la importancia de la simulación en el diseño de sistemas automatizados que emplean bandas transportadoras y sensores industriales. Estudios desarrollados principalmente en países europeos y asiáticos destacan que la simulación permite analizar el comportamiento del sistema en condiciones controladas, anticipar fallas y optimizar parámetros de funcionamiento antes de la implementación física, contribuyendo así a una mayor eficiencia y seguridad en los procesos industriales.

En el ámbito latinoamericano, se han llevado a cabo trabajos académicos relacionados con la automatización de procesos industriales mediante el uso de

sensores y controladores lógicos programables. En el Ecuador, existen investigaciones enfocadas en el control de sistemas automatizados; sin embargo, según la revisión bibliográfica realizada, no se encontraron estudios que integren de manera completa la simulación de una línea de producción con banda transportadora y control de presencia mediante sensores, particularmente en la provincia de Manabí ni en el cantón donde se desarrolla el presente estudio.

En consecuencia, este proyecto se presenta como una propuesta relevante, con el objetivo de integra diseño, simulación y automatización en un solo sistema, aportando al fortalecimiento de la formación técnica en electromecánica y constituyéndose en una referencia para futuras aplicaciones en el ámbito industrial.

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

En la provincia de Zamora, España, se ejecutó un proyecto de diseño y construcción de un prototipo de cinta transportadora con el propósito de automatizar la clasificación de objetos mediante el reconocimiento de color. El trabajo desarrollado por Verónica, (2023) consistió en la implementación de un sistema mecatrónico que utiliza un sensor tcs3200 y un microcontrolador Arduino, lo que permitió identificar piezas y activar servomotores para desviarlas a diferentes contenedores, reduciendo así la intervención manual en las tareas de selección. Los resultados demostraron que la automatización favoreció una mayor precisión en la clasificación de materiales, mejoró la eficiencia del proceso de transporte y facilitó el control de inventario mediante una pantalla de visualización de datos. Este proyecto constituye un referente de aplicación tecnológica en el ámbito de la ingeniería mecánica, evidenciando el impacto positivo de la robótica educativa y de bajo costo en la simulación de procesos industriales reales (Verónica, 2023).

En la ciudad de Sogamoso, departamento de Boyacá, se desarrolló un proyecto de diseño e implementación de un módulo didáctico basado en una banda transportadora con el propósito de fortalecer la enseñanza práctica sobre sensores de proximidad. El trabajo desarrollado por Avila & Pulido, (2015)

consistió en la creación de una plataforma mecatrónica que integra diversos tipos de sensores industriales, permitiendo a los estudiantes experimentar con la detección de materiales y el control de velocidad en un entorno de automatización controlado. Los resultados demostraron que el uso de esta herramienta facilitó la comprensión de conceptos teóricos, mejoró las habilidades técnicas en la configuración de entradas y salidas industriales, y contribuyó a la modernización de los laboratorios de ingeniería. Este proyecto constituye un referente importante para la formación académica en ingeniería electrónica, evidenciando el impacto positivo de los recursos didácticos interactivos en la capacitación sobre automatización industrial (Avila y Pulido, 2015).

En la ciudad de Guayaquil, se llevó a cabo una investigación orientada a la actualización de procesos industriales a través del diseño de un sistema embebido destinado al control de una banda transportadora. El estudio desarrollado por Cordova & Esparza, (2018) se centró en la utilización de la tarjeta Pyboard junto con conectividad Wi-Fi para gestionar el funcionamiento de la banda de manera inalámbrica. Mediante esta propuesta, se logró automatizar el flujo de materiales, disminuyendo la necesidad de intervención manual y permitiendo la supervisión en tiempo real desde una plataforma web. Los hallazgos confirmaron que la implementación de tecnologías de bajo costo optimiza la operatividad y aporta flexibilidad a las líneas de producción. Este trabajo constituye una contribución relevante al uso del Internet de las Cosas (IoT) en el contexto tecnológico ecuatoriano, resaltando la eficacia de la electrónica aplicada en la mejora de la eficiencia industrial (Cordova y Esparza, 2018).

Tras la revisión de información en repositorios digitales de instituciones de educación superior pertenecientes a la provincia de Manabí, no se encontraron evidencias de trabajos de titulación orientados específicamente al estudio, diseño o implementación de sistemas de bandas transportadoras en el ámbito industrial o académico. La información analizada permite establecer que, hasta el momento, no existen registros documentados que aborden esta temática de manera directa dentro de la producción científica disponible en dichas

instituciones, evidenciándose así la ausencia de antecedentes investigativos formales relacionados con este tipo de sistemas en el contexto provincial.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

El proyecto consiste en montar un sistema de transporte automático que cuente con un control de presencia y se mueva mediante una cinta transportadora accionada por un controlador lógico programable. Lo que se busca con este sistema es que el material fluya con total agilidad, utilizando sensores con gran capacidad de detección para que el sistema sepa cuándo detenerse si hay que montar algo o cuándo atender las estaciones de trabajo.

El proceso de validación lógica y control de la banda transportadora se desarrolló mediante el software LOGO! Soft Comfort V8.4, una herramienta de ingeniería profesional creada por la empresa alemana Siemens, líder mundial en automatización industrial. A diferencia de un software de diseño general (CAD), este se define específicamente como un entorno de programación y configuración para módulos lógicos (PLC), permitiendo la creación de algoritmos mediante diagramas de bloques de funciones (FBD) y esquemas de contactos. El software facilita la transición del diseño teórico a la implementación física al ofrecer una plataforma de simulación robusta que emula el comportamiento de sensores y actuadores en tiempo real. La versión 8.4 es compatible con sistemas operativos Windows, Mac OS X y Linux, y garantiza una integración total con hardware de diversas generaciones (desde 0BA0 hasta 0BA8), asegurando la fiabilidad del sistema de producción antes de su puesta en marcha en el entorno industrial.

Asimismo, esta plataforma fue fundamental para validar el funcionamiento del sistema en un entorno virtual antes de su implementación física, permitiendo la configuración técnica del variador de frecuencia y asegurando una sincronización eficiente entre el motor y los dispositivos de detección. Durante el desarrollo, los diseños y simulaciones digitales sirvieron como base para la selección de componentes, garantizando que el prototipo final cumpla con su funcionamiento operativo, reduciendo tiempos muertos y errores humanos en la línea de producción.

3.1. DESARROLLO

El desarrollo de este proyecto se realizó por fases. Primero, el enfoque se centró en la construcción mecánica, incluyendo la medición del marco y la selección de sensores. Después, se llevó a cabo una simulación digital con un software especializado, lo que permitió comprobar que la programación del PLC funcionaría correctamente incluso en condiciones críticas de operación. Finalmente, se logró el ensamblaje de un prototipo funcional. Se integraron todas las partes eléctricas y mecánicas para realizar pruebas, observar el rendimiento real y compararlo con los resultados de la simulación. Esto permitió asegurar que el control de presencia en la fábrica tendría un desempeño óptimo.

Durante el proyecto no se generaron costos adicionales por concepto de herramientas, ya que el equipo de trabajo disponía previamente de todos los instrumentos y equipos necesarios para la construcción y montaje de la banda transportadora. Esto permitió optimizar los recursos económicos y reducir el presupuesto total del proyecto. Asimismo, el software utilizado para la simulación y programación del sistema fue de acceso gratuito, lo que contribuyó a minimizar los gastos y facilitar el desarrollo del sistema automatizado sin inversión en licencias comerciales.

3.1.1. Descripción de la propuesta

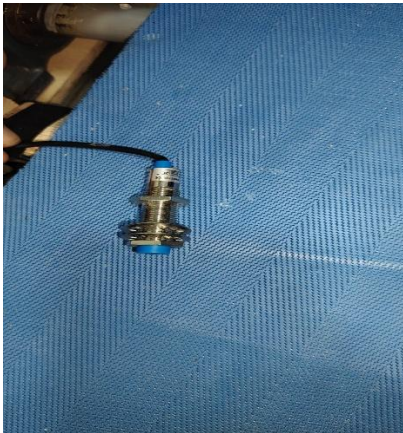
Descripción 1: Actividades realizadas para el cumplimiento de la propuesta del Objetivo Específico 1.

Para lograr el primer objetivo, el trabajo comenzó con la parte técnica y estructural del sistema. Esto implicó el diseño del bastidor de la banda transportadora y la elección de una configuración de sensores que integrara diferentes tipos, con el fin de asegurar que el sistema funcione correctamente con una amplia variedad de materiales.

Ilustración

Sensor inductivo.

1.



Para la detección de metales, se instaló un sensor inductivo NPN, modelo LJ12A3-4-Z/BX. Este componente tiene la capacidad de captar acero en un rango de hasta 4 mm con una frecuencia de respuesta de 100 Hz. Por otra parte, para la detección de materiales no metálicos o presencia general, se integró un módulo infrarrojo HW-201. Este dispositivo incorpora un comparador LM393 configurado con un ángulo de visión de 35 grados y un alcance de 30 cm; al detectar un objeto, el módulo emite una señal de salida baja (Low).

Ilustración

Sensor infrarrojo de obstáculos

2



En esta fase del proyecto, se desarrolló un diseño electromecánico robusto. Este enfoque garantiza que los dispositivos de entrada de datos estén conectados y posicionados de tal manera que la señal recibida por el controlador sea de alta precisión. Gracias a esto, independientemente del tipo de material que transite por la línea de producción, la señal obtenida es lógica y fiable.

Descripción 2: Actividades realizadas para describir la propuesta del Objetivo Específico 2.

¡Para el segundo objetivo, el paso siguiente consistió en validar la lógica del sistema mediante el entorno de programación LOGO! Soft Comfort V8.4. En este software se desarrolló el diagrama de funciones para gestionar las señales de entrada y salida, componentes críticos del proceso.

En esta etapa, se ajustaron los bloques lógicos para la interpretación correcta de los datos provenientes tanto del sensor inductivo LJ12A3-4-Z/BX como del sensor infrarrojo HW-201. De este modo, se garantizó que el controlador procesara adecuadamente los niveles activos NPN y las señales bajas enviadas por cada dispositivo.

La simulación resultó fundamental para verificar el funcionamiento de la cinta transportadora. Se pudo observar el encendido del motor y la velocidad de reacción de la cinta ante la detección de obstáculos o metales, todo ello de forma previa al ensamblaje físico. En esta fase, se aseguró la ausencia de errores en el código y se optimizó la velocidad de las operaciones, logrando una base de control sólida para la puesta en marcha del prototipo electromecánico.

Descripción 3: Actividades realizadas para describir la propuesta del Objetivo Específico 3.

Para el tercer objetivo, se llevó a cabo la integración física del prototipo y su posterior puesta en marcha, unificando los componentes mecánicos y electrónicos en una sola unidad funcional.

Con el bastidor de la cinta transportadora finalizado, se instaló un motor trifásico para el accionamiento del sistema. Asimismo, se realizó la conexión del sensor inductivo LJ12A3-4-Z/BX y el sensor infrarrojo HW-201 a las entradas del controlador. Una vez cargada la lógica de control desarrollada en LOGO! Soft Comfort V8.4, se procedió a evaluar el funcionamiento del sistema en un entorno real, analizando su comportamiento ante diversos materiales.

En esta etapa final, se confirmó que el prototipo capta las señales de presencia con alta precisión. Esto demuestra que la detección y el movimiento de la banda mantienen una sincronización correcta mediante el control del motor. Por lo

tanto, queda validado que la solución propuesta para la mejora de los procesos es técnicamente factible.

3.1.2. Etapas

Etapa 1: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 1.

Para cumplir con el primer objetivo, se llevó a cabo la creación y selección de los materiales necesarios, estableciendo una base sólida para el control de la cinta transportadora.

En primer lugar, se calcularon las dimensiones del bastidor y se seleccionó un motor trifásico. Para gestionar la velocidad y el rendimiento del motor con precisión, se integró un variador de frecuencia SINAMICS V20. Asimismo, se eligió un PLC como unidad de control principal que, junto con una fuente de alimentación regulada, garantiza un suministro constante de corriente a todos los dispositivos lógicos.

Para la interfaz y la protección eléctrica, se seleccionaron elementos de mando como un selector de tres posiciones, un mando giratorio, pulsadores de marcha y paro, y pilotos luminosos para la señalización del estado del sistema. Con el fin de proteger el circuito y evitar daños por sobrecargas en los equipos, se instalaron interruptores termomagnéticos.

En cuanto a la detección de materiales, se implementó una configuración híbrida: un sensor inductivo LJ12A3-4-Z/BX para piezas metálicas y un sensor infrarrojo HW-201 para la detección de obstáculos generales. Toda la información técnica de cada componente fue organizada para asegurar su compatibilidad con el sistema de automatización.

Los resultados de esta etapa permitieron elaborar los esquemas de conexión y definir los requerimientos de diseño eléctrico y mecánico. De este modo, se garantiza que la propuesta técnica cuente con los elementos necesarios para un control eficiente y seguro de diversos materiales.

Etapa 2: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 2.

Se creó la lógica de control y se validó el sistema automatizado mediante el software LOGO! Soft Comfort V8.4, considerando las conexiones necesarias

para el manejo de la banda transportadora. Para ello, se desarrolló un diagrama de bloques funcionales que integra las señales provenientes del sensor inductivo LJ12A3-4-Z/BX y del módulo infrarrojo HW-201, cuya capacidad de detección de presencia resulta altamente fiable.

Debido a que el sensor infrarrojo requiere una alimentación de entre 3 y 5 voltios, se implementó un optoacoplador. Este componente permite que la señal de salida sea compatible con el PLC, garantizando que el controlador lea el nivel lógico bajo sin riesgos eléctricos. Con esta etapa de acondicionamiento de señal, se evitaron interferencias y se incrementó significativamente la precisión del sistema de detección.

Las señales procesadas por el optoacoplador y el sensor inductivo se asignaron a entradas digitales específicas del PLC. En esta fase, se configuró la respuesta del controlador ante dichas señales, las cuales operan en formato NPN y activo bajo. Esta adaptación del hardware permitió que el sistema capturara los datos sin inconvenientes, simplificando el cableado y optimizando la etapa de control.

Una vez obtenida una señal limpia, tras los procesos de amplificación y filtrado de ruido óptico, se utilizó para el control principal. Esto permitió gestionar el movimiento del motor trifásico y de la banda de forma segura, dado que todos los parámetros fueron validados digitalmente antes de la construcción del prototipo físico.

Etapa 3: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 3.

Para el cumplimiento del tercer objetivo, se procedió al montaje del sistema automatizado. Esto incluyó la instalación del tablero eléctrico de control y la integración mecánica de la banda transportadora, dejando el conjunto operativo para su funcionamiento.

En primer lugar, se realizó el ensamblaje del tablero, donde se ubicaron el PLC, el variador de frecuencia SINAMICS V20, la fuente de alimentación y los interruptores termomagnéticos (breakers), siguiendo estrictamente el diseño previo. Se garantizó una distribución ordenada, la identificación correcta de los conductores y el cumplimiento de los criterios de seguridad para el manejo de

energía trifásica. Posteriormente, se ejecutó el cableado de los circuitos de control y de fuerza, conectando el motor trifásico al variador de frecuencia para la gestión de la velocidad.

En esta etapa, se instalaron los dispositivos de interfaz hombre-máquina (HMI), tales como el selector de tres posiciones, el mando giratorio, los pulsadores y los pilotos luminosos de señalización. Asimismo, se integraron el sensor inductivo LJ12A3-4-Z/BX y el sensor infrarrojo HW-201, empleando un optoacoplador para asegurar que la señal de detección llegara al PLC de forma clara y sin interferencias eléctricas.

Una vez finalizado el montaje físico, se cargó la lógica de control desarrollada en LOGO! Soft Comfort V8.4 y se parametrizó el variador SINAMICS V20. Durante las pruebas de verificación, se observó que la cinta reaccionaba correctamente ante la detección de metales u otros obstáculos. También se confirmó que los controles manuales y automáticos funcionaban según lo previsto. Finalmente, se comprobó la sincronización entre los sensores y el motor trifásico, validando que el prototipo cumple con los requerimientos establecidos en la propuesta inicial.

3.1.3. Presupuesto

Para la elaboración de la propuesta, se analizaron los recursos empleados; el presupuesto ejecutado incluye exclusivamente los materiales adquiridos de forma específica para el ensamblaje del prototipo de la banda transportadora automática. Cabe destacar que la mayor parte de los componentes principales tales como el variador de frecuencia SINAMICS V20, el PLC LOGO!, el motor trifásico, la fuente de alimentación y los pulsadores fueron suministrados en calidad de préstamo por la institución universitaria para el desarrollo de este proyecto técnico. Esta colaboración resultó fundamental para la viabilidad y ejecución de la implementación.

Tabla

1

Detalle del presupuesto gastado

No	Materiales	Costo
1	Dos luces piloto led multivoltaje	2,60\$
2	Cable flex TW #16	2,38\$
3	Cable thn- flex 14 AWG	3,97\$

4	Canaleta ranurada 25x25	4,25\$
5	Breaker	8\$
6	Chumacera	24\$
7	tabla de pleibo	17\$
8	Sensor infrarrojo de obstáculos	1,79\$
9	Sensor inductivo de proximidad LJ12A3-4-Z/BX	6,93\$
10	Lija	1,75\$
11	20 Tornillos de dos pulgadas	4\$
12	6 Pernos de techo	3\$
13	Un selector de tres posiciones	2,50\$
14	Tubo de acero de ¼ de pulgada	2,50\$
15	Banda transportadora	15\$
Total		99,67\$

Es importante señalar que todo el trabajo, incluyendo el diseño, ensamblaje, programación y las pruebas necesarias, fue completamente desarrollado por quienes hicieron el proyecto. Cuando se hizo este proyecto, que fue un trabajo que durante la formación técnica, no se le puso precio a lo que costaba llevarlo a cabo. Esto fue de ayuda puesto que el presupuesto total no se elevará y fuera mucho más bajo de lo que habría sido de otra forma.

3.2. RESULTADOS

Objetivo 1: Logros obtenidos en el objetivo 1.

Para el cumplimiento del objetivo principal, se verificó que el diseño estructural y técnico fuera el adecuado, mediante la elaboración del plano completo de la banda y la selección de materiales óptimos para evitar inconvenientes operativos.

Con este proceso, se confirmó que las dimensiones del bastidor y las piezas mecánicas propuestas son adecuadas para una línea de producción real. De este modo, el planteamiento adquiere validez técnica en cuanto a resistencia y capacidad de transporte de carga. Para la selección técnica del interruptor termomagnético (breaker), se consideran los siguientes criterios:

Monofásico

$$I = \frac{P}{V} * \cos \varphi$$

Ecuación 1

Tabla

2

Cálculo de la elección del breaker

Equipos	Consumo en Watts (P)
Fuente Weho 12V 5A	65W
Cargador	16W
2 Luces piloto CNC	4.4W
PLC Logo! Siemens	10W
Sensor Inductivo (LJ12A3-4-Z/BX)	3.6W
TOTAL WATTS	99 Watts

Se estableció la corriente de diseño (I) con la ley de Watt para circuitos monofásicos, es decir, la intensidad se calcula dividiendo la potencia total (P) entre el voltaje (V) que se utilizó. "Al final, el total nos da este número."

$$I = \frac{99W}{110V} = 0.90A$$

Ecuación 2

Aplicando un factor de seguridad del 25% para evitar que se dispare solo, la corriente de referencia quedaría en 1. Con estos datos en mano, se eligió un interruptor que corta a 3 Amperios, de esos que, por su Curva C, aguantan un poco más antes de dispararse.

Ilustración

Selección de breaker

3



Se seleccionó este interruptor termomagnético debido a que la capacidad del interruptor, establecida en 3 A, es superior a la corriente de operación del sistema. Se busca un valor de disparo bajo para garantizar la protección de los componentes sensibles, tales como el PLC y la fuente conmutada, asegurando su integridad ante posibles sobrecargas o cortocircuitos.

La elección de un interruptor con Curva C resulta adecuada para esta aplicación, puesto que permite gestionar los picos de corriente inicial característicos de las fuentes de poder sin comprometer la seguridad ni provocar disparos no deseados en el sistema.

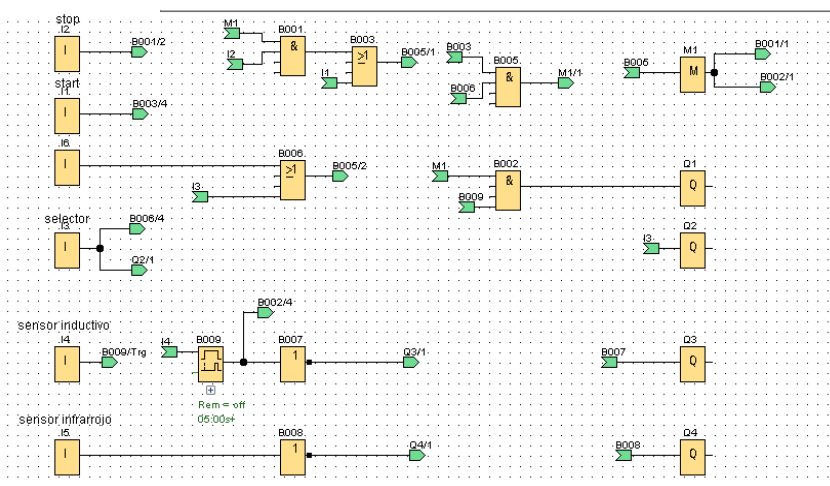
Se ha verificado que los parámetros establecidos durante el diseño de la banda, tales como la velocidad y el tiempo de operación, resultan adecuados para la automatización. Esto proporciona una base sólida para la integración posterior de elementos de control, incluyendo sensores de proximidad y dispositivos de parada de emergencia.

La precisión en el diseño y la correcta selección de los materiales garantizan que el análisis inicial cumpla con los requerimientos técnicos exigidos, lo cual facilita la toma de decisiones durante la etapa de ensamblaje. De este modo, se alcanza el primer objetivo establecido: cimentar el conocimiento y la infraestructura técnica necesaria antes de proceder al desarrollo y validación del prototipo físico.

Objetivo 2: Logros obtenidos en el objetivo 2

Para ver si el segundo objetivo especial funcionaba, lo que se hizo fue comprobar el sistema de control y la lógica de programación. Se usó el entorno LOGO! para esta validación Soft Comfort V8.4. Cuando se hizo la simulación, se aseguró de que las señales del sensor inductivo LJ12A3-4-Z/BX y del módulo infrarrojo HW-201 se procesaran de forma correcta, para que detectaran bien los materiales. Se pudo ver que las salidas del PLC se prendían y apagaban justo como se esperaba cuando detectaba cosas. Esto dio luz verde, lo que permitió poder estar seguro de que el diseño teórico funcionaba bien antes de pasar a la parte física. Luego, se hicieron unas pruebas de simulación para ver cómo se manejaba el movimiento, y ahí fue cuando se ajustó cómo el motor cambiaba de giro usando un selector que controlaba el PLC. En esta parte, se incluyó una condición de seguridad que era crucial: el motor no arranca si no se ha elegido primero para qué lado va a girar. Lo que se hizo fue configurar todo de una manera que las cosas funcionaran bien y además fueran seguras. Así se pudieron arreglar cualquier fallo en el código y hacer que los procesos fueran más rápidos. Así queda claro que se logró el segundo objetivo específico, confirmando que el control es una solución técnica que funciona y es segura.

Ilustración4
simulación en logo soft comfort v8.4



Objetivo 3: Logros obtenidos en el objetivo 3

Para el tercer objetivo, lo que se hizo fue pasar a la práctica: se armó el prototipo y se echó a andar todo, juntando las partes mecánicas, eléctricas y también los controles que se habían planeado. Durante esta fase, se comprobó que la estructura de la cinta transportadora estuviera bien colocada y fija. También se aseguró de que el tablero de control, que tiene el PLC LOGO!, estuviera bien instalado. Y luego está el variador de frecuencia SINAMICS V20, junto con los sensores inductivos e infrarrojos que se montaron; todo para asegurar que el sistema funcione de manera estable y segura.

Aquí se detallan cómo quedaron los parámetros del variador de frecuencia.

Tabla

3

Parámetros para la configuración del variador de frecuencia

Parámetro	Descripción	Valor Estimado
P0100	Unidad de potencia	0
P0304	Voltaje nominal del motor	220 V
P0305	Corriente nominal (Amperaje)	1.2 A
P0307	Potencia nominal (HP/kW)	0.25 kW (≈0.33 HP)
P0310	Frecuencia nominal	60 Hz
P0311	Velocidad nominal (RPM)	1700 - 1750 RPM
P0700	Selección de fuente de mando	2
P1000	Selección de consigna de frecuencia	1
P1080	Frecuencia mínima	0
P1082	Frecuencia máxima	60 Hz
P1120	Tiempo de aceleración de el motor	5 segundos
P1121	Tiempo de desaceleración del motor	5 segundos
P0701 = 1	Entrada Digital 1 (DIN1)	
P0702 = 12	Entrada Digital 2 (DIN2)	

También se hicieron pruebas en el campo para asegurar de que todo funcione bien al revisar cómo se comporta la línea de producción. Durante las pruebas,

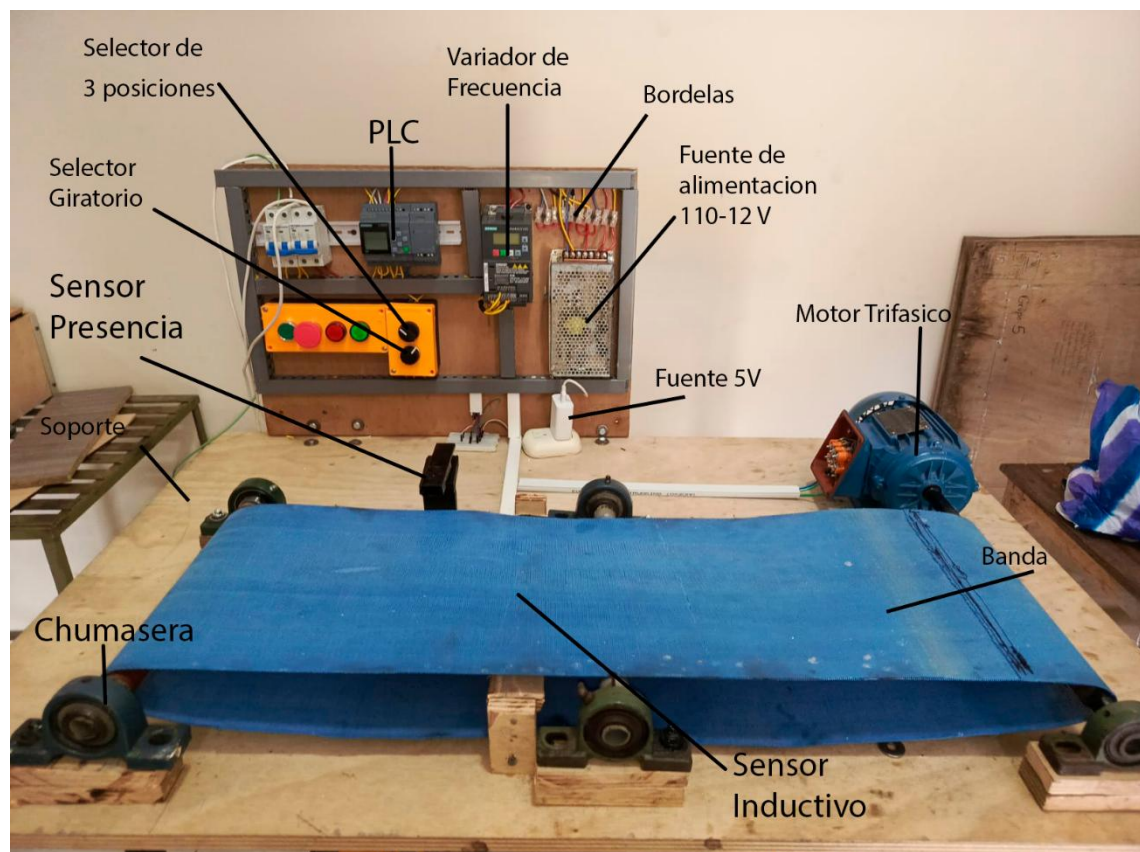
se vio que los sensores de presencia funcionaban perfectos. Cuando el PLC recibía esa información, le mandaba una señal al variador de frecuencia. Automáticamente, el motor se ponía en marcha, haciendo que la banda se moviese o se parase, todo según lo que se había programado. Con los resultados, se pudo ver que el sistema seguía funcionando sin problema y que respondía rápido al encontrar distintos materiales.

Al final, las pruebas que se hicieron mostraron claramente que el prototipo sí cumple con todo lo que se pidió, tanto en lo técnico como en lo funcional. Cuando se hicieron las pruebas físicas, todo salió bien, y eso confirmó el tercer objetivo. Se vio que la banda transportadora automática que se hizo no solo funciona, sino que es fuerte y se puede usar sin problemas en un sitio de producción de verdad.

Ilustración

5

Finalización de la banda transportadora



CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Respecto al objetivo específico de diseñar una banda transportadora con sensores de presencia para el control de materiales, se concluye que este fue cumplido satisfactoriamente. Se logró desarrollar íntegramente tanto el diseño mecánico como el sistema de control, permitiendo una detección precisa de los materiales durante su traslado.

En relación con el objetivo de simular el funcionamiento del sistema mediante el software LOGO! Soft Comfort V8.4 para validar su operación, se concluye que el objetivo se cumplió satisfactoriamente. La ejecución de la simulación facilitó la verificación del funcionamiento del control de la banda transportadora de manera precisa.

Los resultados obtenidos evidenciaron que la lógica de control programada en el PLC responde adecuadamente, logrando la detección de objetos y validando la operatividad del sistema bajo las condiciones establecidas. Se concluye que el proyecto cumplió integralmente con los objetivos planteados, al demostrarse el funcionamiento óptimo de la banda transportadora mediante la integración de sensores. La implementación de estos dispositivos permitió una automatización precisa, garantizando la detección y el flujo constante de los elementos dentro del sistema.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda la realización de inspecciones periódicas a la banda transportadora, rodillos, sensores y cableado con el fin de verificar su correcta alineación y fijación. Estas acciones preventivas permiten evitar fallas operativas causadas por el desgaste mecánico, la acumulación de polvo o la falta de lubricación en las chumaceras, garantizando así la continuidad y eficiencia del proceso.

Se considera fundamental la ejecución de respaldos periódicos (backup) del programa almacenado en el PLC para asegurar una recuperación rápida del sistema ante posibles fallos de hardware o pérdida de datos. Esta práctica

técnica protege la integridad de la programación desarrollada, al tiempo que facilita el diagnóstico de errores y la implementación de futuras optimizaciones en la línea de producción.

Finalmente, se sugiere la integración de sensores de velocidad y sistemas de clasificación automática en etapas posteriores para evolucionar hacia un nivel de automatización más avanzado. Asimismo, se propone el fortalecimiento de la seguridad industrial mediante la implementación de protecciones eléctricas y paradas de emergencia robustas que mitiguen riesgos de accidentes y resguarden los componentes electrónicos.

Bibliografía

- Avila, A., & Pulido, R. (2015). *repositorio institucional de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*. repositorio institucional de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia: <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1917>
- Bonilla, A. P. (03 de 2016). *Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana*. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13078>
- castro, J., Martínez, G., & Revelo, F. (2011). *Diseño de una banda transportadora semiautomática para la fabricación de tanques de combustible de vehículos de carga*. Instituto Politécnico Nacional.
- Conlago, D., & Cusi, J. (12 de 2011). *Repositorio Digital de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS)*. Repositorio Digital de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS): <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16528>
- Cordova, N., & Esparza, I. (2018). *repositorio institucional de la escuela superior politécnica del litoral* . repositorio institucional de la escuela superior politécnica del litoral : <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/44815>
- Cortés, C. J. (15 de 03 de 2024). *Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana*. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27438>

- Gomez, D., & Fava, S. (03 de 07 de 2014). *Red de Repositorios Latinoamericanos*. Red de Repositorios Latinoamericanos: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4941010>
- Manjarrés, T. C. (27 de 05 de 2010). *Biblioteca Digital USB*. Biblioteca Digital USB: <http://hdl.handle.net/10819/2959>
- Mario, M. (06 de 2017). *Tecnologico Nacional de Mexico*. Tecnologico Nacional de Mexico: <https://pabellon.tecnm.mx/CENTRODEINFORMACION/app/files/121050113.pdf>
- Márquez Ramírez, M. A. (2017). *Banda transportadora*. Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga.
- Mijail, E. B. (05 de 2015). *Repositorio Digital USFQ*. Repositorio Digital USFQ: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/4191>
- Palacios, J., & Tama, V. (2018). *Repositorio DspaceDise*. Repositorio DspaceDise: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/47554>
- Paucar, L., & Peña, V. (2008). *repositorio de la escuela superior politécnica del litoral*. repositorio de la escuela superior politécnica del litoral: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/7282>
- Roltia. (16 de septiembre de 2024). *Roltia*. Roltia: <https://eurotransis.com/uso-de-sensores-en-los-transportadores-para-mejorar-la-productividad/>
- ULEAM. (19 de 09 de 2012). *Historia de la ULEAM*. Historia de la ULEAM: https://www.uleam.edu.ec/historia/?utm_source
- ULEAM. (06 de 2024). *Historia de la ULEAM*. Historia de la ULEAM: https://www.uleam.edu.ec/wp-content/uploads/2025/07/Informe-Preliminar-de-Rendicion-de-Cuentas-2024-ULEAM.pdf?utm_source
- Verónica, M. G. (20 de 06 de 2023). *repositorio de la universidad de salamanca*. repositorio de la universidad de salamanca: <https://hdl.handle.net/10366/152931>
- Vizuite, A., & Alejandro, H. (10 de 05 de 2010). *Repositorio Digital de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)*. Repositorio Digital de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC): <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/866c993e-6abc-440e-b06d-56f1e06f814b/content>

Simulación de una línea de producción con banda transportadora y control de presencia mediante sensores



Nombre del documento: Simulación de una línea de producción con banda transportadora y control de presencia mediante sensores.docx
ID del documento: 703c9996cb146eb0c98d278588eab80573e7fe8
Tamaño del documento original: 2,74 MB

Depositante: JONATHAN PAUL JIMENEZ GONZALEZ
Fecha de depósito: 4/2/2025
Tipo de carga: interface
Fecha de fin de análisis: 4/2/2025

Número de palabras: 9474
Número de caracteres: 63.804

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	TOALA ERICK TOALA ERICK - TEALD Ver más 22 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 24 (10 palabras)
2	TOALA ERICK TOALA ERICK Ver más 11 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 24 (10 palabras)
3	JARDIN CÉSAR ELIZABETH KAMEKA REPÚBLICA DE COLOMBIA Ver más 9 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 15 (10 palabras)
4	1. TESTS_COMPLETA_ALEX Y MARCOA_2004 TESTS_COMPLETA Ver más 4 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 14 (10 palabras)
5	repositorio.uspc.edu.ec Repositorio de la Universidad de Cuenca Repositorio USPC Ver más 13 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 14 (10 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Toala Erick - Testd.docx Toala Erick - Teald Ver más Ver más de este grupo	< 1%		Palabras idénticas: 14 (10 palabras)
2	repositorio.utmachala.edu.ec Mapeo de las arrugas cardiacas en las unidades... Ver más http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/18000/13205	< 1%		Palabras idénticas: 14 (10 palabras)
3	www.cfb.espol.edu.ec Repositorio CFB Ver más https://www.cfb.espol.edu.ec/repositorio/	< 1%		Palabras idénticas: 14 (10 palabras)
4	eurotransit.com Uso de sensores en los transportadores para mejorar la prod... Ver más https://www.eurotransit.com/tema/tema-que-los-sensores-para-mejorar-la-produccion/	< 1%		Palabras idénticas: 14 (10 palabras)
5	EMEB-2023-2-01.docx EMEB-2023-2-01 Ver más Ver más de este grupo	< 1%		Palabras idénticas: 14 (10 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin presentar similitudes.

- <https://repositorio.uspc.edu.co/handle/001/1917>
- <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/44815>
- <http://dspace.uspc.edu.ec/handle/123456789/27438>
- <https://repositorio-latinoamericano.uchile.cl/handle/2250/4941010>
- <http://hdl.handle.net/10819/2959>

Joy. Jonathan Jimenez