

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO

VIDA NUEVA



TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CINTA TRANSPORTADORA PARA PIEZAS A  
BASE DE DURALÓN**

PRESENTADO POR:

GUAMÁN GUAMÁN JAYDY MELANIE

TUTOR:

ING. RUIZ GUANGUAJE CARLOS RODRIGO. MSc

FECHA:

MAYO 2022

QUITO – ECUADOR

---

**Tecnología Superior en Electromecánica**

---

**Certificación del Tutor**

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Aplicación Práctica con el tema: “**Diseño y construcción de una cinta transportadora para piezas abase de duralón**” presentado por la ciudadana **Guamán Guamán Jaydy Melanie**, para optar por el título de Tecnólogo Superior en **Electromecánica**, certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de mayo de 2022.

---

Tutor: Ing. Ruiz Guanguaje Carlos Rodrigo

C.I.: 060403063-5

---

**Tecnología Superior en Electromecánica**

---

**Aprobación del Tribunal**

Los miembros del tribunal aprueban el Proyecto de Aplicación Práctica, con el tema: **“Diseño y construcción de una cinta transportadora para piezas abase de duralón”** presentado por la ciudadana: **Guamán Guamán Jaydy Melanie** facultada en la carrera Tecnología Superior en **Electromecánica**.

Para constancia firman:

---

**ING.****DOCENTE ISTVN**

---

**ING.****DOCENTE ISTVN**

---

**ING.****DOCENTE ISTVN**

---

**Tecnología Superior en Electromecánica**

---

**Cesión de Derechos de Autor**

Yo, **Guamán Guamán Jaydy Melanie** portadora de la cédula de ciudadanía **1753708997**, facultada de la carrera de **Electromecánica**, autora de esta obra, certifico y proveo al Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, usar plenamente el contenido de este Proyecto de Aplicación Práctica con el tema “**Diseño y construcción de una cinta transportadora para piezas a base de duralón**”, con el objeto de aportar y promover la lectura e investigación, autorizando la publicación de mi proyecto en la colección digital del repositorio institucional bajo la licencia de Creative Commons: Atribución-NoComercial-SinDerivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de mayo de 2022.

---

Guamán Guamán Jaydy Melanie

C.I.: 175370899-7

### **Dedicatoria**

Dedico este Proyecto de Aplicación Práctica a mis queridos padres Roberto Guamán y Adelaida Guamán, por ser las personas que me apoyaron incondicionalmente en todo momento para poder seguir con mi meta de ser profesional ya que sin ellos no se hubiera hecho realidad esta meta que me propuse.

A mi hija Aytana que es mi fuente de motivación diario para lograr todo lo que me proponga y servir de ejemplo para la persona que más amo en este mundo.

## **Agradecimiento**

El más sincero agradecimiento a mis padres que siempre me apoyaron y confiaron en mí en todo momento y me ayudaron siempre de una u otra manera para llegar a cumplir con este sueño, lo que me hace expresar desde el fondo de mi corazón que los adoro infinitamente tanto a ellos como a mi hija Aytana.

A mi amigo Maikol Chiliquina ya que juntos con esfuerzo y dedicación se pudo culminar con éxito este proyecto de aplicación práctica.

A mi tutor Msc. Carlos Ruiz que nos brindó sus conocimientos y nos acompañó en todo el proceso del proyecto, nos guio para desarrollarlo eficazmente y poder culminar con éxito este proyecto.

A las personas que de una u otra manera contribuyeron durante el desarrollo de este proyecto y a los que siempre estuvieron en los momentos difíciles de mi vida estudiantil y se preocuparon por verme superar, dándome un sano consejo cuando lo necesite, enseñándome y guiándome para alcanzar una meta más de mi vida.

## Índice de contenidos

Resumen.....	14
Abstract.....	15
Introducción .....	16
Antecedentes.....	18
Justificación .....	19
Objetivos.....	21
Objetivo General.....	21
Objetivos Específicos.....	21
Marco Teórico.....	22
Mecánica industrial.....	22
Automatización.....	23
Cinta transportadora.....	24
Funcionamiento de la cinta transportadora.....	24
Clasificación de las cintas transportadoras .....	25
Cinta transportadora de goma.....	25
Cintas transportadoras de PVC.....	26
Cinta transportadora modular .....	27
Rodillos transportadores .....	27
Sistema de alineación.....	28

Comportamiento básico de una banda para detectar un desalineamiento.....	29
Primer comportamiento básico .....	29
Segundo comportamiento básico .....	30
Tercer comportamiento básico.....	30
Chumaceras.....	31
Clasificación de chumaceras.....	32
Motorreductor .....	33
Tipos de reductores y motorreductores.....	34
Reductores planetarios .....	34
Sinfín-corona.....	35
De ejes paralelos .....	35
Componentes mecánicos complementarios a un motorreductor .....	36
Cadena cinemática .....	36
Engranajes.....	37
Relé térmico .....	38
Cómo funcionan los relés eléctricos .....	38
Tipos de relé térmico .....	39
Relé diferencial .....	39
Relé compensado .....	40
Relés tripolares.....	41



Metodología y Desarrollo del Proyecto .....	42
Materiales para la cinta transportadora .....	43
Selección de cinta transportadora. ....	43
Construcción de la estructura para la cinta transportadora .....	44
Construcción eléctrica.....	49
Conexiones eléctricas.....	49
Acabados finales .....	51
Construcción de las piezas de duralón .....	53
Arreglado del cableado .....	53
Propuesta.....	55
Conclusiones .....	59
Recomendaciones .....	60
Referencias Bibliográficas .....	61
Anexos .....	64

## Índice de figuras

Figura 1. <i>Mecánica industrial</i> .....	22
Figura 2. <i>Automatización</i> .....	23
Figura 3. <i>Cinta transportadora</i> .....	24
Figura 4. <i>Funcionamiento de la cinta transportadora</i> .....	25
Figura 5. <i>Cinta transportadora de goma</i> .....	26
Figura 6. <i>Cinta transportadora de PVC</i> .....	26
Figura 7. <i>Cinta transportadora modular</i> .....	27
Figura 8. <i>Rodillos transportadores</i> .....	28
Figura 9. <i>Sistema de alineación</i> .....	29
Figura 10. <i>Primer comportamiento básico de la cinta transportadora</i> .....	30
Figura 11. <i>Tercer comportamiento básico de la cinta transportadora</i> .....	31
Figura 12. <i>Chumacera</i> .....	32
Figura 13. <i>Motorreductor</i> .....	33
Figura 14. <i>Reductor planetario</i> .....	34
Figura 15. <i>Reductor sinfín-corona</i> .....	35
Figura 16. <i>Reductor de ejes paralelos</i> .....	36
Figura 17. <i>Cadena cinemática</i> .....	37
Figura 18. <i>Engranajes</i> .....	38
Figura 19. <i>Relé térmico</i> .....	39

Figura 20. <i>Relé diferencial</i> .....	40
Figura 21. <i>Relé compensado</i> .....	41
Figura 22. <i>Relés tripolares</i> .....	41
Figura 23. <i>Modelo 3D</i> .....	44
Figura 24. <i>Base metálica</i> .....	45
Figura 25. <i>Estructura de la cinta transportadora</i> .....	46
Figura 26. <i>Adaptación de brazos metálicos</i> .....	46
Figura 27. <i>Construcción de estructura de caída</i> .....	47
Figura 28. <i>Base de metal</i> .....	48
Figura 29. <i>Motorreductor</i> .....	48
Figura 30. <i>Conexiones eléctricas</i> .....	50
Figura 31. <i>Caja botonera</i> .....	50
Figura 32. <i>Soldadura</i> .....	51
Figura 33. <i>Pintada de la estructura</i> .....	52
Figura 34. <i>Pintada de la mesa</i> .....	52
Figura 35. <i>Piezas de duralón</i> .....	53
Figura 36. <i>Arreglado del cableado</i> .....	54
Figura 37. <i>Funcionamiento del motorreductor</i> .....	55
Figura 38. <i>Comprobación de voltaje</i> .....	56
Figura 39. <i>Estructura de caída de las piezas</i> .....	57

Figura 40. <i>Comprobación de brazos metálicos</i> .....	58
Figura 41. <i>Diseño en 3D</i> .....	64
Figura 42. <i>Diseño en 3D</i> .....	64
Figura 43. <i>Diseño en 3D</i> .....	65
Figura 44. <i>Diseño en 3D</i> .....	65
Figura 45. <i>Proceso de construcción de la cinta transportadora</i> .....	66
Figura 46. <i>Construcción de brazos metálicos</i> .....	67
Figura 47. <i>Implementación de cilindros</i> .....	68
Figura 48. <i>Arreglo de las conexiones eléctricas</i> .....	69
Figura 49. <i>Canaletas</i> .....	69
Figura 50. <i>Programación</i> .....	70
Figura 51. <i>Programación</i> .....	70
Figura 52. <i>Programación</i> .....	71

**Índice de tablas**

Tabla 1. <i>Materiales para la cinta transportadora</i> .....	43
Tabla 2. <i>Materiales para la conexión eléctrica</i> .....	49
Tabla 3. <i>Mediciones eléctricas</i> .....	56
Tabla 4. <i>Mediciones del motorreductor</i> .....	57

## Resumen

El presente proyecto se basa en diseñar y construir una cinta transportadora que se adapte a un sistema neumático para la clasificación de material por su tamaño para uso industrial completamente automatizada con la ayuda de un PLC S7-1200 lo cual permite controlar el funcionamiento del sistema neumático y a su vez tener un control de la cinta transportadora. Este sistema también tiene la opción de implementar más elementos para poder realizar prácticas de control industrial ya que el PLC dispone de varias entradas restantes el cual permite ejecutar las acciones requeridas que se implemente, además la cinta transportadora consta de una parte mecánica muy amplia que se puede hacer uso para realizar mantenimientos tanto de la parte de los mecanismos como de la parte eléctrica y así poder adquirir conocimientos, teórico como práctico, ya que este campo de la automatización industrial es muy amplio y es de gran ayuda salir al ámbito laborar con grandes conocimientos. La cinta transportadora que se construyó es de banda lisa, ya que primero se realizó una investigación de los diferentes tipos de cintas transportadoras que existen en la industria y así proceder a seleccionar la correcta según el material que se va a transportar, además para el movimiento de la cinta transportadora también se realizó una investigación sobre cada uno de los motores y se seleccionó un motorreductor monofásico de doble giro con 55 RPM, ya que este motor es el más adecuado para el movimiento de la cinta ya que gracias a las RPM del motor la cinta transportadora se mueve a una velocidad normal para el sistema.

### **Palabras Clave:**

Automatización Industrial, PLC, Cinta Transportadora

### **Abstract**

The present project is based on designing and constructing a conveyor belt that fits a pneumatic system for material classification by size for fully automated industrial use with the help of a S7-PLC1200 which allows to control the operation of the pneumatic system and in turn to have a control of the conveyor belt. This system also has the option to implement more elements to be able to perform industrial control practices since the PLC has several remaining inputs which allows to execute the required actions to be implemented, in addition the conveyor belt consists of a very large mechanical part that can be used to perform maintenance of both the part of the mechanisms and the electrical part and thus be able to acquire knowledge, theoretical and practical, since this field of industrial automation is very wide and it is very helpful to go out into the field working with great knowledge. The conveyor belt that was constructed is smooth belt, since first an investigation was made of the different types of conveyor belts that exist in the industry and so proceed to select the correct one according to the material to be transported, in addition to the movement of the conveyor belt, research was also carried out on each of the motors and a single-phase dual-turn gear motor with 55 RPM was selected, due to this motor is the most suitable for the movement of the belt since thanks to the RPM of the motor the conveyor belt moves at a normal speed for the system.

#### **Keywords:**

Industrial Automation, PLC, Conveyor Belt

## Introducción

Con el pasar de los años la automatización de procesos industriales ha ido desarrollándose y actualmente son altamente competitivas, los procesos de control y automatización inteligente han tomado fuerza en los últimos años, gracias al avance y desarrollo de la tecnología, así lo describe Rodríguez (2018):

En este año supone el inicio de una nueva década, por lo que es lógico que en un mundo cada vez más globalizado e interconectado las tecnologías cambien de forma exponencial. En el área de la automatización industrial serán múltiples las transformaciones que se presenciara gracias al avance de la industria 4.0. La fabricación de nuevas herramientas conectadas a las tecnologías inteligentes permitirá que la automatización industrial pueda llegar a expandirse y alcanzar nuevos niveles de producción. (p.2)

Por lo cual en la educación superior se ha visto en la necesidad de actualizar los conocimientos de los estudiantes para que se puedan desempeñar eficazmente en la construcción de proyectos automatizados, uno de ellos es la construcción de una cinta transportadora que se adaptara a un sistema neumático, para la ejecución de este proyecto se debe tener en cuenta conocimientos como; electricidad, mecánica industrial, programación y automatización.

El presente informe tiene como finalidad demostrar el desarrollo de todo este trayecto sobre el diseño y construcción, de una cinta transportadora, dando a conocer cada una de las actividades realizadas, detallando cada una de ellas, así como también describiendo cada parte de la infraestructura que compone a la cinta transportadora y dando a conocer los nuevos conocimientos adquiridos, cabe recalcar que dicho proyecto es beneficioso para realizar prácticas por lo que se puede implementar más elementos al sistema por lo cual es de gran ayuda para el estudiante para que pueda obtener experiencia en



automatización de procesos industriales y realizar mantenimientos, así el estudiante al momento que salga a la vida laboral se pueda desenvolver tranquilamente en diferentes actividades con eficacia, responsabilidad y destreza.

La cinta transportadora está construida con material resistente para uso industrial, cabe recalcar que la cinta transportadora, es de banda lisa ya que se realizó una investigación y se seleccionó la cinta según el material que se va a transportar. Es un sistema seguro ya que para el movimiento de la banda se colocó un motorreductor monofásico con 55 RPM y para la protección de este se conectó un guarda motor ya que permitir que el motorreductor no llegue a tener alguna afectación al momento de estar trabajando.

## **Antecedentes**

En el campo de la industria en el Ecuador está en constante desarrollo debido a la necesidad de que la elaboración y transporte de materiales se realice de una manera de menor costo y más eficiente, según Silva (2018) explica que:

Actualmente están surgiendo nuevos sistemas sofisticados con el fin de facilitar la tarea al usuario y el mejoramiento de la manufactura esta evolución involucra al campo de la ingeniería mecánica, y sin duda también a la parte de la automatización. Sin embargo, el mantenerse actualizado las industrias, significa realizar cambios, modernizaciones y renovaciones de equipo ya existente, y muchas veces también significa nuevas adquisiciones no solo en lo referente a material y equipos, sino también en ideas y conceptos que reemplacen a los anteriores, siempre con miras de mejorar y facilitar las tareas de modo que se conviertan en procesos eficientes y de alto rendimiento. (p.28)

El avance de la ciencia y la tecnología, han obligado a que las fábricas tengan la necesidad de incrementar su producción mediante el mejoramiento de sus procesos, estandarización, disminución de tiempos de producción, a fin de ser competentes en la actualidad, según Gallo (2018) menciona que:

Actualmente con los nuevos avances de tecnologías en las industrias se tiene la necesidad de reemplazar los viejos procesos de fabricación manual por procesos de tipo técnico, automatizado a fin de reducir en mayor parte la manipulación del hombre, consecuencia de eso es realizar diseño de elementos, mecanismos que permitan optimizar los procesos de fabricación. (p.8)

## **Justificación**

Las cintas transportadoras en plantas industriales se han convertido en una herramienta imprescindible, no solo para aumentar la seguridad de los empleados, sino para disminuir errores en el desarrollo de actividades, mejorar la productividad, facilitar el cumplimiento de metas y objetivos previamente planteados contribuyendo en resultados idóneos para el crecimiento de las empresas, según Fernández (2020) asegura que:

El objetivo de implementar las cintas transportadoras en las industrias va a permitir disminuir los esfuerzos que puedan considerarse perjudiciales para el bienestar de los trabajadores, como lo pueden ser las largas jornadas de trabajo y la realización de esfuerzos físicos considerablemente. Las cintas transportadoras cuentan con características adaptables en coherencia con la necesidad de cada sector ya que son máquinas que se pueden acondicionar fácilmente, de forma rápida y segura, a otros dispositivos o máquinas a las que se les pueden hacer algunos cambios. Uno de los beneficios que más influye a la hora de elegir cintas o bandas transportadoras para el manejo constante de materiales es su gran capacidad de transporte, muy por encima comparado con otros sistemas, al utilizar cintas transportadoras es posible diseñar líneas de transporte de material en la industria, otro de los beneficios de las cintas transportadoras es que consumen menos energía por tonelada de material transportado que otros sistemas de transportes (p.3).

El desarrollo de este proyecto práctico con la cinta transportadora es poder demostrar los grandes beneficios que tienen hoy en día dentro de las industrias, por lo que genera mayor producción a un bajo costo ya que el proceso de instalación, mantenimiento o reparación de una cinta transportadora es simple e inmediata, además uno de los beneficios que más llama la atención

en la industria es que el material transportado sufre el mínimo deterioro en el transcurso del camino ya que las cintas transportadoras aseguran un transporte suave y cuidadoso para que el material transportado llegue intacto o con un desgaste mínimo o básicamente inapreciable, esto beneficia mucho a las industrias ya que obtienen una producción de alta calidad y la producción incrementa, así mismo a mayor producción mayor tasa de empleos, este es otro gran beneficio dentro de las industrias ya que se abren nuevos puestos de trabajo y los trabajadores pueden adquirir conocimientos nuevos acerca de cómo manipular cada máquina para que así se pueda desenvolver eficazmente en el campo laboral.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Construir una cinta transportadora para piezas a base de duralón que se adaptara en un sistema neumático para la clasificación de material por su tamaño.

### **Objetivos Específicos**

- Investigar los diferentes tipos de cintas transportadoras que existen en la industria para poder seleccionar la correcta según el material que se va a transportar.
- Construcción de la cinta transportadora y conexiones eléctricas para el sistema neumático que transportara las piezas a base de duralón.
- Realizar distintas pruebas de funcionamiento de la cinta transportadora implementada en el sistema neumático, considerando el control de los actuadores eléctricos.

## Marco Teórico

### Mecánica industrial

La mecánica industrial es un arte que se basa en la construcción y el mantenimiento de las máquinas que se dedican a alguna industria o empresa relacionada con la ingeniería, según Garcés (2019) define que:

La mecánica industrial incluye un proceso de planificación y supervisión orientado a asegurar la productividad, así como la optimización y mejora continua de un proceso industrial. Se trata por tanto de un campo de conocimiento bastante amplio, ya que hay una gran variedad de máquinas industriales, tanta como diversidad de procesos productivos y tipos de industria. Estas empresas del sector de la industria tienen como fin el poder transformar de una forma masiva las materias primas en productos que sean elaborados. Se encarga de la fabricación, construcción, instalación, puesta en marcha y funcionamiento de maquinaria industrial, así como de todos los procedimientos de puesta a punto y reparación de dicha maquinaria. (p.11)

### Figura 1.

*Mecánica industrial*



*Nota.* Maquinaria de perforación en Mecánica industrial [Fotografía], Bogdanhoda, 2018.

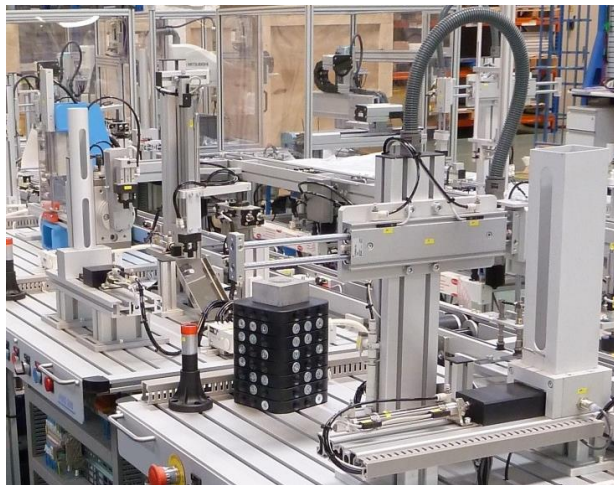
## Automatización

La automatización es el conjunto de elementos o procesos informáticos, mecánicos y electromecánicos que operan con mínima o nula intervención del ser humano estos normalmente se utilizan para optimizar y mejorar el funcionamiento de una planta industrial, según García (2018) explica que:

La automatización consiste en el uso de sistemas de software para crear instrucciones y procesos repetibles a fin de reemplazar o reducir la interacción humana. El software de automatización funciona dentro de los límites de esas instrucciones, es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. (p.11)

### Figura 2.

#### *Automatización*



*Nota.* Sistema de Automatización [Fotografía], Sabando, 2021, LinkedIn.

## Cinta transportadora

Según Blanco (2018) define que las cintas transportadoras, también denominadas bandas transportadoras, “se utilizan para trasladar mercancía y productos que requieren una mayor estabilidad o que debido a su tamaño o características no se pueden transportar con transportadores de rodillo” (p.8).

### Figura 3.

#### *Cinta transportadora*



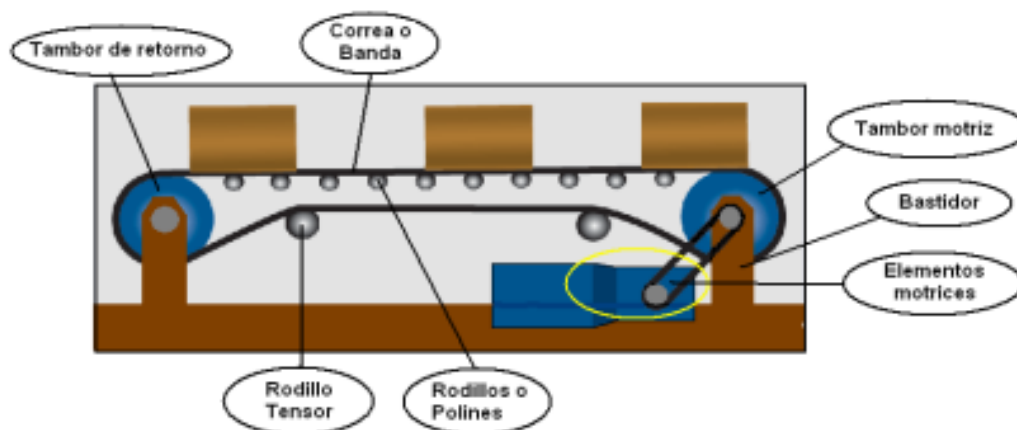
*Nota.* Construcción de una Cinta transportadora [Fotografía], Proyecto tecnología e informática, 2018, Blogspot.

### Funcionamiento de la cinta transportadora

Este tipo de transportadores continuos están constituidos básicamente por una banda sinfín flexible que se desplaza apoyada sobre unos rodillos de giro libre, según Tormo (2021) explica que:

El desplazamiento de la banda se realiza por la acción de arrastre que le transmite uno de los tambores extremos, generalmente el situado en la cabeza. Todos los componentes y accesorios del conjunto se disponen sobre un bastidor, casi siempre metálico, que les da soporte y cohesión. (p.7)



**Figura 4.***Funcionamiento de la cinta transportadora*

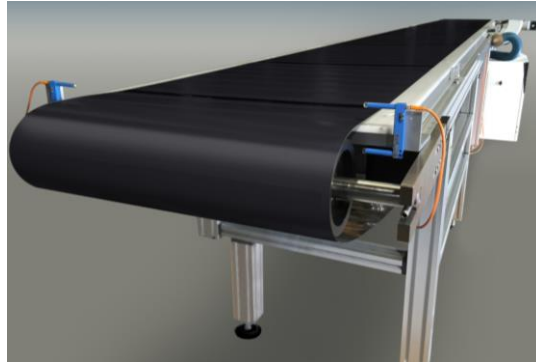
*Nota.* Elementos de Funcionamiento de la cinta transportadora [Fotografía], Pedrosa, 2018, Prezi.

**Clasificación de las cintas transportadoras**

Según Tormo (2021) menciona que “cada cinta transportadora posee sus propias características dependiendo del tipo de empresa, pues las actividades, medioambiente, espacio, necesidades y manejo de materiales serán diferentes incluso para empresas que pertenecen a un mismo ramo de producción” (p.4).

**Cinta transportadora de goma**

Según Tormo (2021) menciona que las cintas transportadoras de goma “son muy utilizadas para el transporte tanto interior como exterior de todo tipo de productos o granel. Están compuestas interiormente de una carcasa formada por capas de tejido engomado constituida por hilos de polietileno y por hilos nylon” (p.5)

**Figura 5.***Cinta transportadora de goma*

*Nota.* Cinta transportadora de goma [Fotografía], Mercado de bandas transportadoras, 2019, Proymec.

**Cintas transportadoras de PVC**

Según Tormo (2021) menciona que las cintas transportadoras de PVC “se emplean para el transporte de los sectores industriales: alimentación, cerámica, madera, papel, embalaje, cereales, etc. Fabricadas con núcleo textil de poliéster, pero con cobertura de PVC, polietileno o silicona” (p.5)

**Figura 6.***Cinta transportadora de PVC*

*Nota.* Cinta transportadora de PVC [Fotografía], Buitrago, 2020, Beltcol.

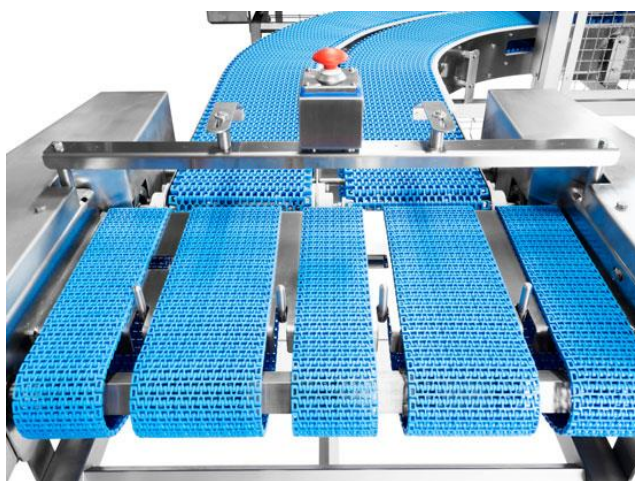
## **Cinta transportadora modular**

Según Tormo (2021) menciona que las cintas transportadoras modulares:

Se fabrican con materiales FDA (Polietileno, polipropileno y poliacetil), permite un amplio rango de temperatura de utilización (-70 a 105°C). Y presentan las ventajas de su fácil manipulación, limpieza y montaje a la vez de una gran longevidad. Sus principales aplicaciones son: congelación, alimentos, embotellado, conservas. (p.6)

### **Figura 7.**

*Cinta transportadora modular*



*Nota:* Cinta transportadora modular [Fotografía], Optimización del flujo de producción, 2019, Mif.

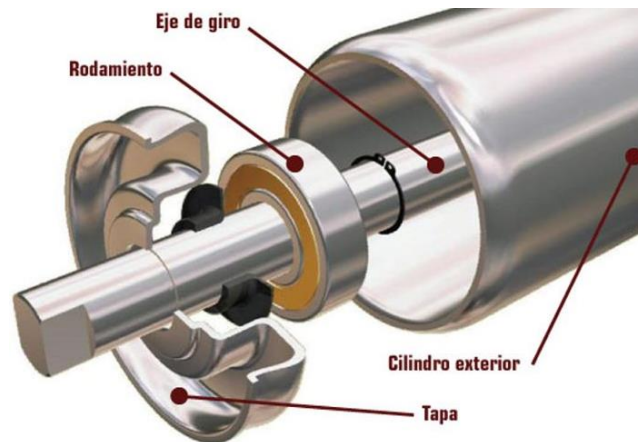
## **Rodillos transportadores**

Según el funcionamiento de rodillos transportadores Tormo (2021) explica que:

El sistema de rodillos funciona por medio de un motor de rotación, el cual, a través de cadenas, bandas y otro elemento transfiere esta energía a los diferentes rodillos, lo cual hace que el sistema opere de una manera eficiente haciendo rodar todos los rodillos a una misma velocidad. (p.8)

## Figura 8.

### *Rodillos transportadores*

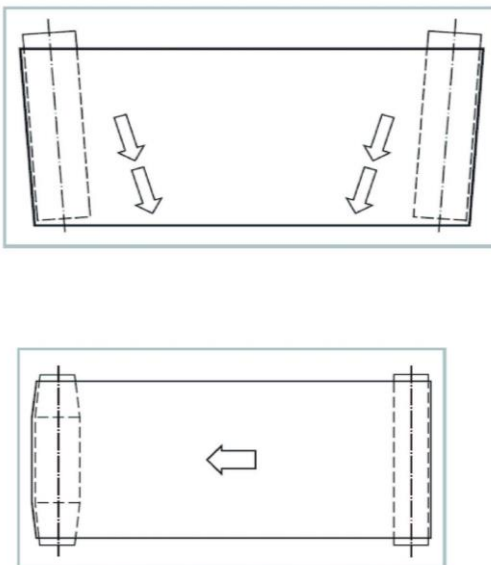


*Nota.* Elementos que componen a los Rodillos transportadores [Fotografía], Embalajes Terra (2019), Blog rodillos transportadores.

### **Sistema de alineación**

Según Spinozzi (2020) asegura que el sistema de alineación en una cinta transportadora:

Se define como un procedimiento que se le realiza a la estructura para que la banda del transportador se alinee o recorra sobre la línea central de la misma, tanto vacía como totalmente cargada. Hoy existen sistemas láser para poder realizar un correcto alineado de bandas. Estos sistemas se fijan en la estructura y permiten generar ángulos de 90 grados perfectos. A su vez, el sistema láser no tiene problemas si en el camino hay obstáculos físicos. Hasta 150 metros el sistema láser es una excelente manera de fijar líneas base. (p.11).

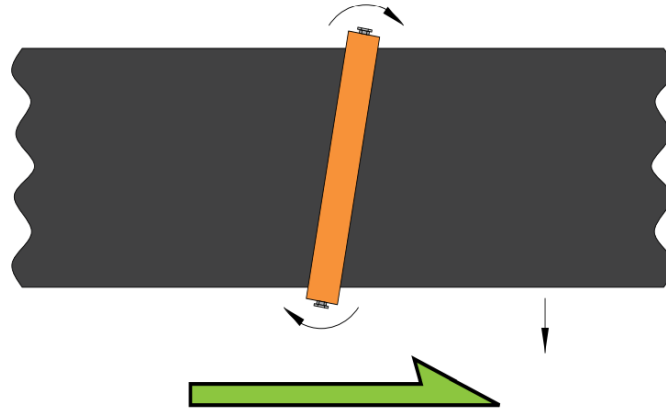
**Figura 9.***Sistema de alineación*

*Nota. Sistema de alineación [Fotografía], Bandas transportadoras industriales, 2019, Venmir.*

**Comportamiento básico de una banda para detectar un desalineamiento****Primer comportamiento básico**

Spinozzi (2020) menciona que la cinta transportadora se moverá hacia el lado que alcance la mayor fricción:

Es decir, cuando la banda toca un punto de fricción, esa parte comienza a ir más lento que la otra parte que no toca un punto de fricción. De esta manera se genera un desbalance de fuerzas que hace girar la banda hacia el lado que se desplaza más lento. Al generar más fricción hace que una parte de la banda, por ejemplo, el borde izquierdo, se desplaza más lento. Esto produce un desbalance que hace que la banda se desplace hacia el borde que tiene la mayor fricción. (p.12)

**Figura 10.***Primer comportamiento básico de la cinta transportadora*

*Nota.* Primer comportamiento básico de la cinta transportadora [Fotografía], Spinozzi, 2020, Static.

**Segundo comportamiento básico**

Spinozzi (2020) menciona que la trayectoria de la banda transportadora es afectada por los componentes previos:

Es decir, la alineación de la banda es más afectada por los rodillos y otros componentes previos (los lugares por donde ya pasó la banda) que los componentes posteriores (por los que la banda aún no pasa). Esto significa que, en cualquier punto con desalineamiento visible, la causa está en un punto por donde la banda ya pasó. (p.12)

**Tercer comportamiento básico**

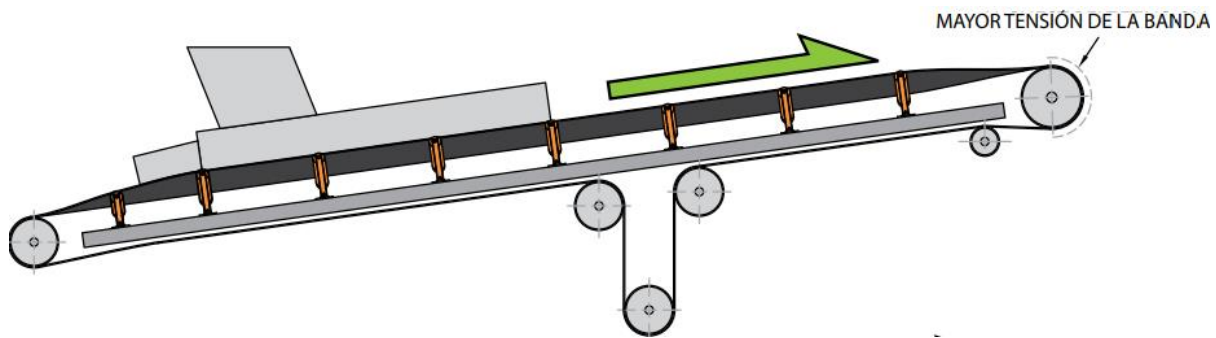
Spinozzi (2020) menciona que mientras mayor tensión está sometida la banda menor el efecto de alineado:

Es decir, si la banda transportadora es fraccionada desde su tambor de mando, entonces el punto de mayor tensión será justamente el tambor de mando (ver figura 10). Una vez que la banda pasa el punto medio del eje del tambor de mando, la banda se somete a compresión

y no a tensión. En los puntos de mayor compresión es donde mayor impacto existe a la hora de corregir la trayectoria de la banda. (p.13)

### Figura 11.

#### *Tercer comportamiento básico de la cinta transportadora*

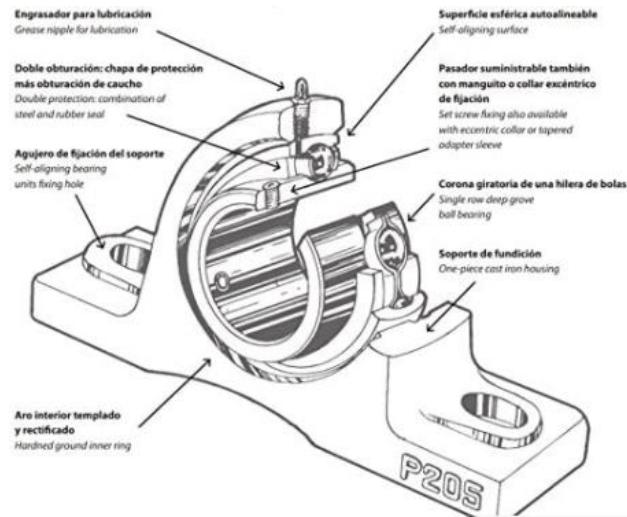


*Nota.* Tercer comportamiento básico de la cinta transportadora [Fotografía], Spinozzi, 2020, Static.

### Chumaceras

Según Hanz (2018) define que:

Las chumaceras son rodamientos montados que son usados para brindar apoyo a ejes de rotación. Este tipo de cojinetes son colocados en línea paralela al eje del árbol. Su diseño les permite proporcionar un gran apoyo a la rotación, especialmente en el manejo de cargas que pueden ir desde ligeras hasta pesadas, por lo que son ampliamente utilizados en bombas y transportadores. (p.7).

**Figura 12.***Chumacera*

*Nota.* Partes de una Chumacera [Fotografía], Refacciones industriales, 2018, Brr mx.

**Clasificación de chumaceras**

Existen varios tipos de chumaceras, según Hanz (2018) explica explica cada una de ellas:

**Tensora:** Esta chumacera es utilizada con mucha frecuencia en cintas de transporte donde alinean la banda y los ejes. Así se logra mantener la banda centrada de manera correcta, cuenta con una guía que le permite aflojar o apretar la pista de acuerdo a las necesidades de la aplicación.

**Pared:** Las chumaceras de pared se distinguen por instalarse fijas a la máquina, en ella se colocan los ejes. Estas chumaceras tienen un cuadro de 4 agujeros que sirven para fijarla en el soporte.

**Brida:** Este tipo de chumaceras posibilitan la alineación de los ejes de manera vertical y se sujeta por medio de dos tornillos. (p.10)



## Motorreductor

Se conoce como motorreductor a una máquina muy compacta que combina un reductor de velocidad y un motor. Según Vargas (2021) asegura que:

Actualmente la evolución de este sistema reductor se ha perfeccionado y grandes industrias la usan en sus procesos. Principalmente un motorreductor basa su funcionamiento a reducir la velocidad de las máquinas. Cuando estas superan en fuerza al equipo que desea mover, un reductor de velocidad es la solución. La particularidad de estos modelos es que incluyen un motor que permite la reducción. El objetivo es que la velocidad de entrada se regule y genere otra velocidad de salida. Esta es la que permite mover la maquinaria bajo una fuerza regulada que no dañe el equipo. (p. 15).

### Figura 13.

*Motorreductor*



*Nota.* Motorreductor [Fotografía], Gear motor, 2019, Encrypted.

## Tipos de reductores y motorreductores

### Reductores planetarios

Los motorreductores planetarios están organizados por etapas, y cada una tiene la siguiente estructura, según Vargas (2021) afirma que:

**Sol:** Que es el engranaje central. Gira sobre el eje central del sistema

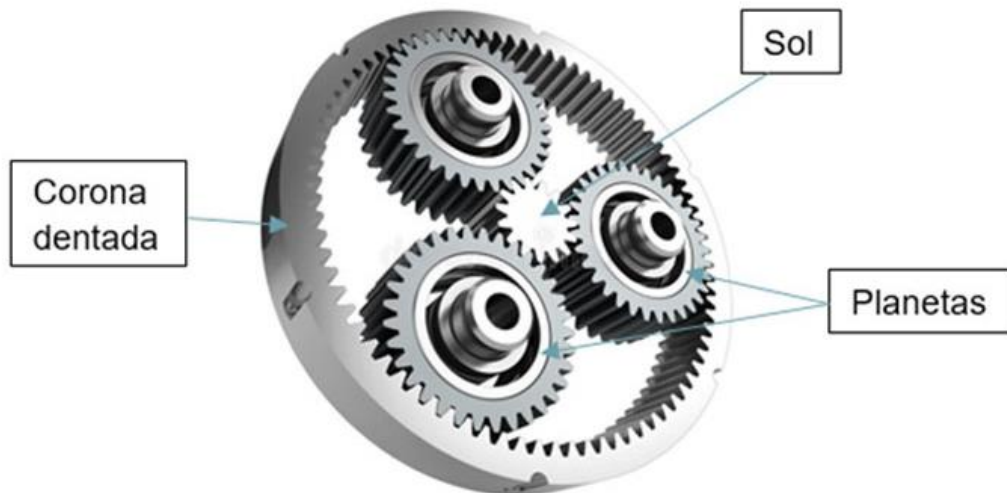
**Portaplanetas o Carrier:** Que sujeta hasta 3 engranajes, que se engrana con el sol

**Corona o anillo exterior:** Que se encaja con los satélites

Este tipo de motorreductor es muy fiable. Por esta razón, lo usan muchas transmisiones automáticas. Además, es muy versátil, por lo que encaja en numerosos sectores, desde la automatización industrial a la robótica (Vargas, 2021, p.21)

#### Figura 14.

*Reductor planetario*



*Nota.* Reductor planetario [Fotografía], Weiss, 2020, Wittenstein.

## Sinfín-corona

Vargas (2021) asegura que este tipo de motorreductor industrial es el más simple, ya que transmite el movimiento a una corona usando un sinfín enfilado colocado en su eje.

La reducción de velocidad que provoca se calcula en función de la cantidad de dientes de la corona y las entradas del tornillo. Una de sus grandes ventajas es que tiene un alto índice de reducción con pocos puestos/etapas, algo para lo que deberían emplearse múltiples reducciones en los engranajes convencionales. (p.23)

### Figura 15.

*Reductor sinfín-corona*



*Nota.* Reductor sinfín-corona [Fotografía], Girardot, 2019, Ersha.

## De ejes paralelos

Este tipo de reductor para motor eléctrico es de diseño compacto, y tiene una gran capacidad para soportar un alto torque y fuerzas radiales. Según Vargas (2021) define que los motorreductores de ejes paralelos se componen de parejas de estos tipos de engranajes:

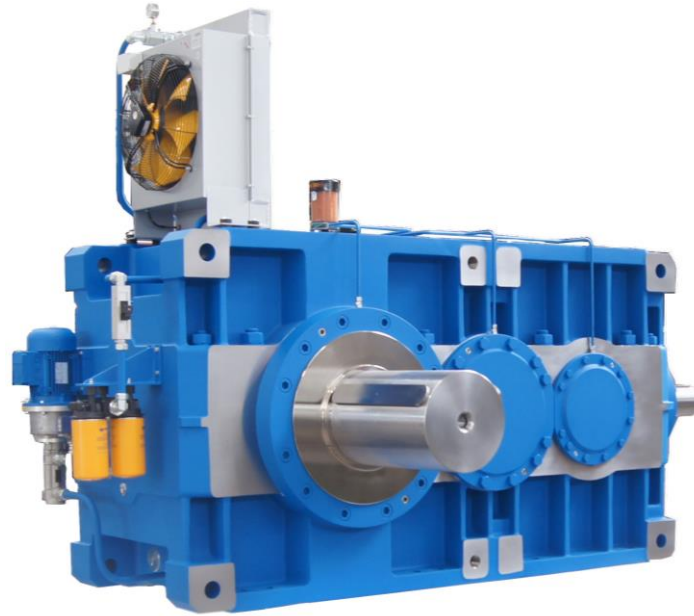
Cilíndricos de dientes rectos, que son los más habituales

Cilíndricos de dientes helicoidales, que tienen mayor potencia y velocidad, pero resultan más silenciosos

Doble helicoidales, que tienen por objetivo eliminar el empuje axial

**Figura 16.**

*Reductor de ejes paralelos*



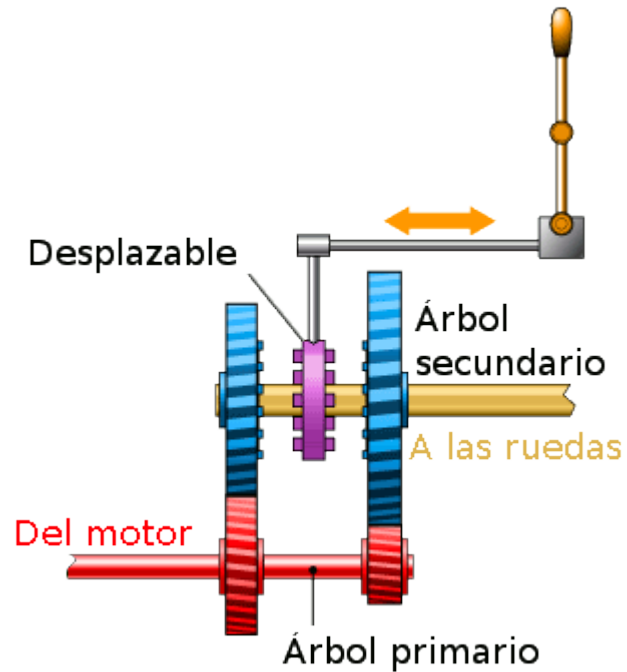
*Nota.* Reductor de ejes paralelos [Fotografía], Méndez, 2020, Rossi.

**Componentes mecánicos complementarios a un motorreductor**

Según Vargas (2021) indica que “Los motorreductores se componen de un motor eléctrico y de los engranajes que forman la cadena cinemática, el elemento fundamental del radio de reducción” (p.25).

**Cadena cinemática**

Según Vargas (2021) indica que “Un reductor de motor se compone por una caja reductora y sus engranajes. Este reductor es, esencialmente, un variador de velocidad que permite bajarla y aumentarla en el eje de salida” (p.25).

**Figura 17.***Cadena cinemática*

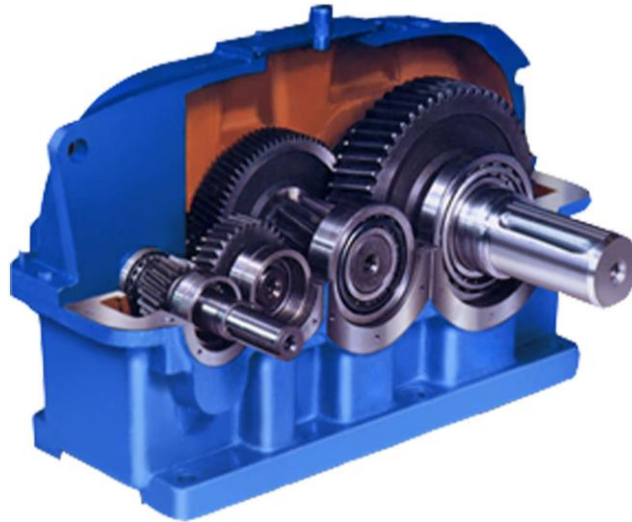
*Nota.* Cadena cinemática [Fotografía], Guzmán, 2020, Andalucía.

## Engranajes

Según Vargas (2021) indica que:

Los engranajes son ruedas dentadas de metal o plástico (y cada vez más nuevos materiales) que, a través del contacto entre sí, se usan para transmitir movimiento. Se definen por el número de dientes que tienen y por su tamaño. Además, pueden ser rectos o helicoidales.

(p.26)

**Figura 18.***Engranajes*

*Nota.* Engranajes [Fotografía], Pinedo, 2020, Motorex.

**Relé térmico**

De la Cruz (2019) define que el relé térmico:

Se trata de un dispositivo electromecánico, diseñado para proteger a los motores eléctricos.

La misma procura dar durabilidad a los motores industriales, cuidando a estos últimos de sobrecargas o calentamientos. Debe decirse que los relés térmicos protegen tanto al motor como a las líneas eléctricas que lo alimentan, ante posibles sobrecargas de corriente eléctrica. Una vez enfriado el motor, este puede volver a encenderse. (p.11)

**Cómo funcionan los relés eléctricos**

De la Cruz (2019) define que el funcionamiento del relé térmico es:

Cuando el motor se enciende, parte del calor pasa por estas placas bimetálicas; produciendo que estas se calienten. En condiciones normales, su dilatación es mínima; siendo de un espectro mayor a medida que las fluctuaciones de la corriente son menos estables. Cuando

esto sucede, las placas se calientan más, se dilatan hasta cierto punto y el sistema interno ordena la activación del mecanismo protector. (p.15)

### **Figura 19.**

#### *Relé térmico*



*Nota.* Relé térmico [Fotografía], Murillo, 2020, Tramontina

### **Tipos de relé térmico**

#### **Relé diferencial**

Según De La Cruz (2019) define que el relé diferencial:

Se utiliza la mayor parte del tiempo para cuadros industriales automatizados. Su función es detectar tanto los cortes como los desequilibrios de las fases, ampliando su grado de acción.

Las placas están acompañadas de dos regletas que otorgan mayor precisión al momento de que el sistema se dispare. (p.18)

**Figura 20.***Relé diferencial*

*Nota.* Relé diferencial [Fotografía], Callao, 2019, Electroenchufe.

**Relé compensado**

Según De La Cruz (2019) define que el relé compensado:

Su principal es atributo y no verse afectado por los cambios de la temperatura ambiental.

Para esto utiliza una lámina compensatoria extra montada en las dos placas, con la función de corregir las dilataciones producidas por el ambiente. Es la mejor opción si se trabaja en lugares muy fríos o muy calientes. (p.19)



**Figura 21.**

*Relé compensado*



*Nota.* Relé compensado [Fotografía], Manzano, 2020, Alicdn.

### **Relés tripolares**

Según De La Cruz (2019) indica que “Probablemente es el más permeable y común de todos, ya que se puede utilizar sin distinción en las tres fases: monofásico, bifásico y trifásico. Su funcionamiento es el que se ha reseñado a lo largo de esta entrada” (p.21)

**Figura 22.**

*Relés tripolares*



*Nota.* Relé tripolar [Fotografía], Valladares, 2021, Gentixs.

## **Metodología y Desarrollo del Proyecto**

Se define como diseño metodológico de una investigación al esquema en que quedan representadas las variables y cómo van a ser tratadas en el estudio, según González (2020) define que:

El diseño metodológico de una investigación puede ser descrito como el plan general que dicta lo que se realizará para responder a la pregunta de investigación, la clave para el diseño metodológico es encontrar la mejor solución para cada situación. Este diseño es el marco que se crea para encontrar las respuestas a las preguntas que nacen en la investigación. El diseño metodológico especifica los grupos de información que serán recolectados, hacia qué grupos se recolectará información y cuándo ocurrirá la intervención. El éxito del diseño metodológico y las posibles predisposiciones del diseño dependerán del tipo de preguntas que se aborden en el estudio, el diseño metodológico le dará identidad propia, única y muy particular a la investigación que se desea realizar y ayudará al lector a comprender adecuadamente en qué consistirá la investigación.

El diseño metodológico es la descripción detallada y precisa de las estrategias y procedimientos de cómo se va a realizar la investigación. Los elementos que deben incluirse en el diseño metodológico deben estar relacionados de forma lógica, congruente, presentados y ordenados de manera coherente y sencilla. (p.19)

El presente proyecto se desarrolla bajo una investigación con el objetivo de desarrollar una cinta transportadora para piezas a base de duralón que se adaptará a un sistema neumático, este sistema estará equipado con un motorreductor y un relé térmico para la protección de las conexiones eléctricas del mismo, un contactor que va conectado a una botonera de marcha y paro

para el control de encendido y apagado de la cinta transportadora, a continuación se detalla el desarrollo de la construcción del proyecto de acuerdo a los requerimientos establecidos.

### **Materiales para la cinta transportadora**

Para la construcción de la estructura para la cinta transportadora se requirió la adquisición de varios materiales tales como platinas de metal, chumaceras, rodamientos, entre otros, los mismos que se detalla en la siguiente tabla como sustentación.

**Tabla 1.**

#### *Materiales para la cinta transportadora*

<b>Item</b>	<b>Rubro</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
1	Platina de acero negro	1	\$19	\$19
2	Motorreductor	1	\$175	\$175
3	Rodamientos	4	\$3.75	\$15
4	Chumaceras	2	\$15	\$30
5	Ejes de transmisión	2	\$15	\$30
6	Banda transportadora	1	\$60	\$60
7	Placa de acero galvanizado	1	\$15	\$15
<b>Inversion Total</b>				<b>\$344</b>

*Nota.* En la tabla se detalla el presupuesto de los materiales.

### **Selección de cinta transportadora.**

Para la selección de la cinta transportadora se realizó una investigación tanto en libros, como en manuales y además se indago en pdf, donde se analizó cada una de las cintas transportadoras con sus respectivas características, para así poder tener los conocimientos necesarios y poder seleccionar la cinta transportadora correcta, ya que dentro de las industrias se

encontró variedades de cintas transportadoras y cada uno para una transportación de material diferente.

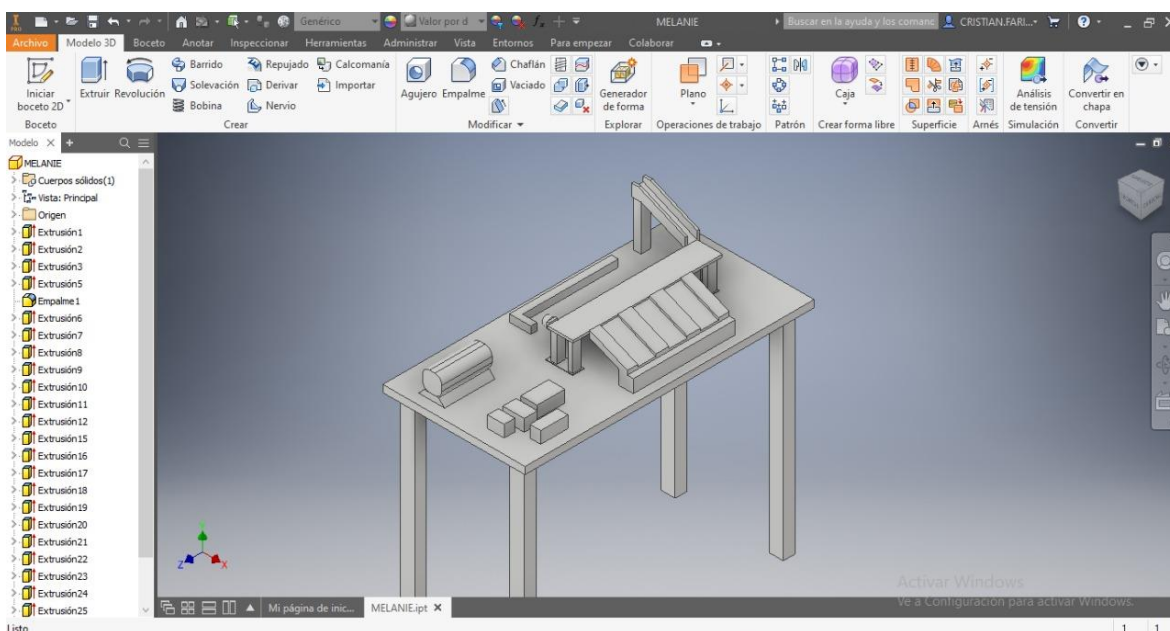
La cinta transportadora que se seleccionó fue una cinta transportadora de goma lisa, estas son fabricadas de polietileno con fibras de PVC, se seleccionó esta cinta transportadora en base al transporte del material que en este caso se transporta las piezas de duralón, ya que es una cinta transportadora resistente de gran abrasión y permite transportar fácilmente el material, esta cinta transportadora es apta para transportar solamente: cerámica, papel, embalaje, cereales, etc.

### Construcción de la estructura para la cinta transportadora

El proceso para la construcción de la estructura de la cinta transportadora se inició diseñando un modelo 3D en el software INVENTOR 2019 de la estructura, detallando claramente las medidas que tendrá la mesa y como se distribuirá la colocación de cada elemento eléctrico y neumático.

### Figura 23.

#### Modelo 3D



*Nota.* Diseño de la estructura en modelo 3D.

Luego de ya tener el modelo de la estructura se procedió a realizar en físico la base metálica para la mesa, este se cortó y se soldó a las medidas exactas para luego proceder a colocar una tabla de madera donde se colocará todos los elementos.

**Figura 24.**

*Base metálica*



*Nota.* Construcción de la base metálica para la mesa.

Ya preparada la base para la mesa se colocó una plancha de madera para poder acoplar correctamente todo el material que se utilizó en el proyecto, además se construyó la base de la cinta transportadora y las tres estructuras donde se van a clasificar las piezas de duralòn.

**Figura 25.**

*Estructura de la cinta transportadora*



*Nota.* Adaptación de la cinta y construcción de la estructura.

Para la clasificación de las piezas de duralòn se construyó unos brazos de metal adaptados a unos cilindros doble efecto para que se pueda cerrar o abrir el paso en la cinta transportadora según el tamaño de la pieza que se vaya a clasificar.

**Figura 26.**

*Adaptación de brazos metálicos*



*Nota.* Adaptación de brazos metálicos para la clasificación de las piezas.

También se construyó una estructura adecuada al costado de la cinta transportadora ya que ahí es por donde bajan todas las piezas de duralón y llega a la parte donde se encuentran los sensores y empieza a clasificar las piezas.

**Figura 27.**

*Construcción de estructura de caída.*



*Nota.* Estructura metálica de la caída de las piezas.

También se construyó una pequeña base de metal para poder colocar los sensores por tamaño en la posición correcta de cada uno de ellos ya que deben ir uno encima de otros para que pueda censar las piezas de la más pequeña a la más grande.

**Figura 28.**

*Base de metal*



*Nota.* Base de metal para los sensores.

Luego se procedió a adaptar el motorreductor a la cinta transportadora con una polea ya que será este el encargado de mover a la cinta y así con el motorreductor la cinta tenga un movimiento lento para que las piezas se puedan transportar correctamente.

**Figura 29.**

*Motorreductor*



*Nota.* Adaptación del motorreductor a la cinta transportadora.



## Construcción eléctrica

Para la conexión eléctrica del motorreductor se requirió la adquisición de varios materiales eléctricos los mismos que se detalla en la siguiente tabla como sustentación.

**Tabla 2.**

*Materiales para la conexión eléctrica.*

<b>Item</b>	<b>Rubro</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
1	Breaker	1	\$12	\$12
2	Rele termico	1	\$14	\$14
3	Rele 24v	1	\$20	\$20
4	Contactador	1	\$18	\$18
5	Botonera	1	\$23	\$23
6	Cable 14	10	\$5	\$5
<b>Inversión Total</b>				<b>\$92</b>

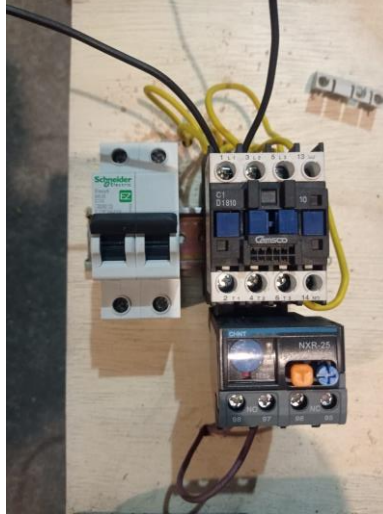
*Nota.* En la tabla se detalla el presupuesto de los materiales.

## Conexiones eléctricas

En las conexiones eléctricas del motorreductor se utilizó principalmente un breaker y como elemento de protección para el motorreductor se colocó un contactor con un relé térmico, esto con el fin de proteger tanto la maquina como al operario, estos elementos se adaptaron a un riel din.

**Figura 30.**

*Conexiones eléctricas*



*Nota.* Conexiones eléctricas de control.

Para la parte de control del motorreductor que da movimiento a la cinta transportadora, se utilizó una caja botonera con un pulsador de marcha y paro las conexiones de este va directamente al contactor para poder hacer un enclavamiento, para que la cinta empiece a moverse con un solo pulso, también se le conecto al PLC para poder tener un control desde la parte de la programación.

**Figura 31.**

*Caja botonera*



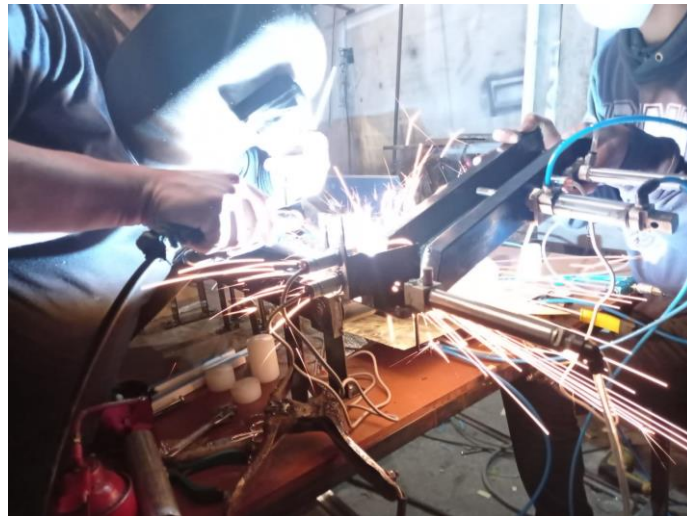
*Nota.* Caja botonera.

## Acabados finales

Una vez construido todas las partes metálicas de la cinta transportadora se verifico la posición correcta de cada una de ellas para que al momento de poner en marcha el sistema no exista ningún error de posición o de tiempos, luego se procedió a soldar cada una de ellas para que así se quede fijada cada estructura a la cinta.

### Figura 32.

#### *Soldadura*



*Nota.* Soldadura de la estructura de la cinta transportadora.

Después se procedió a pintar toda la estructura de la cinta transportadora al igual que la mesa que va como soporte de la cinta y donde va adaptado todos los dispositivos eléctricos como neumáticos, para así ocultar las soldaduras que se le realizo a las estructuras metálicas y que tenga un buen acabado.

**Figura 33.**

*Pintada de la estructura*



*Nota.* Pintada de la estructura de la cinta transportadora.

**Figura 34.**

*Pintada de la mesa*



*Nota.* Pintada de la mesa.

### **Construcción de las piezas de duralón**

Para la construcción de las piezas de duralón, primero se obtuvo un tubo de duralón, luego pasó por el torno para ser cortado en tres tamaños diferentes que son de 2 cm, 3 cm y 5 cm y por último cada pieza de duralón fue lijada para tener un buen acabado y las piezas puedan resbalar sin ningún problema.

### **Figura 35.**

*Piezas de duralón*



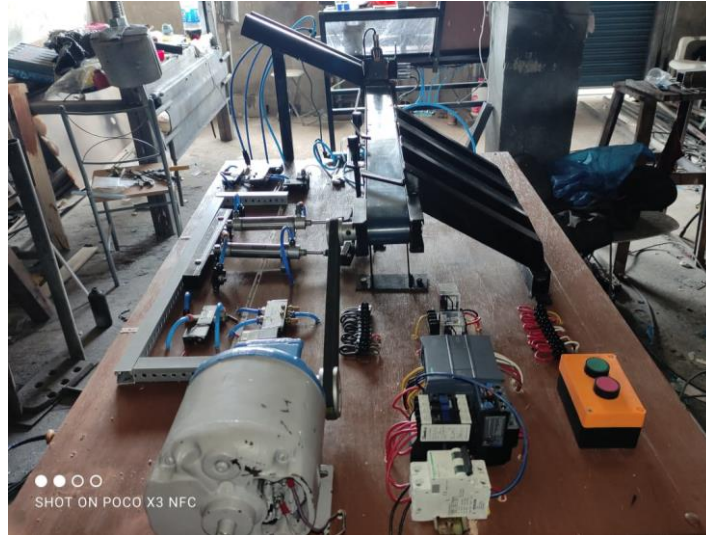
*Nota.* Tamaños de las piezas de duralón.

### **Arreglado del cableado**

Para el arreglo del cableado se procedió a mandar todos los cables posibles de las conexiones por debajo de la mesa para que en la parte inferior de la mesa se pueda tener más espacio libre y a la vez se pueda observar con claridad cada elemento implementando en el sistema, los cables de las conexiones de las electroválvulas se pasaron por canaletas caneladas, mientras que las mangueras neumáticas también van por debajo de la mesa.

**Figura 36.**

*Arreglado del cableado*



*Nota.* Arreglado final del cableado eléctrico y de las mangueras neumáticas.

## Propuesta

Las pruebas que se realizó en el proyecto son para la verificación del correcto funcionamiento de la cinta transportadora, lo que es tanto la parte mecánica como la parte eléctrica y también se realizó diferentes pruebas del sistema neumático y automatizado ya que la cinta es adaptada a este sistema.

La primera prueba de funcionamiento se realizó al motorreductor, para verificar que esté funcionando correctamente y tenga una velocidad adecuada para mover la cinta transportadora y así pueda transportar correctamente las piezas de duralón.

### Figura 37.

*Funcionamiento del motorreductor*



*Nota.* Funcionamiento del motorreductor

Luego de realizar las conexiones eléctricas de la caja botonera para tener el control de inicio y paro del sistema, se verifico con el multímetro que todo este correctamente conectado y que marque el voltaje adecuado tanto como en el breaker, en el contactor y en el PLC, para que al momento de energizar no exista problemas y se llegue a quemar algún elemento eléctrico.

**Figura 38.***Comprobación de voltaje**Nota.* Comprobación de voltaje

Luego de energizar todos los elementos eléctricos se realizaron pruebas de medición donde se detalla las características eléctricas de cada uno de los dispositivos.

**Tabla 3.***Mediciones eléctricas*

<b>Elemento. E.</b>	<b>Voltaje</b>	<b>Voltaje medido</b>	<b>Amperaje</b>
Breaker	110 - 120V	118V	10A
Relé térmico	110 - 120V	117V	3A
Relé 24v	24V	24V	3A
Contactador	110 - 120V	118V	4A
PLC	24V		10A
Pulsadores	110 - 120V	117V	3A
Motorreductor	120V	119V	12A

*Nota.* En la tabla se detalla las mediciones eléctricas.



**Tabla 4.***Mediciones del motorreductor*

Características	Valores
Voltaje	110 - 120V
Hp	3/4 hp
Corriente nominal	3A
Frecuencia	50 – 60 HZ

*Nota.* En la tabla se detalla las mediciones eléctricas del motorreductor.

Al momento de realizar las pruebas de funcionamiento en la parte de la estructura de la caída de las piezas de duralón, se presentó un pequeño inconveniente que la pieza más pequeña no tenía mucho peso y por lo tanto no resbala, por tal motivo que se tuvo que sacar la estructura y volver a soldar para adaptar bien la altura y así lograr que todas las piezas resbalen correctamente.

**Figura 39.***Estructura de caída de las piezas*

*Nota.* Arreglo de posición de la estructura de caída de las piezas de duralón.

Las pruebas de funcionamiento de los brazos metálicos que abren y cierran el paso para clasificar las piezas de duralón, se realizó con los sensores ya que en el sistema se adaptó tres sensores para los tres tamaños de piezas y en la programación del PLC se estableció que dependiendo el sensor que se active mande la señal a la electroválvula y este activa el cilindro para que pueda mover el brazo metálico y así clasificar las piezas según su tamaño.

**Figura 40.**

*Comprobación de brazos metálicos*



*Nota.* Comprobación del funcionamiento de los brazos metálicos.

## Conclusiones

- En la previa investigación realizada en distintos materiales de apoyo, se llegó a la conclusión, que se debe tener en cuenta, la buena elección de la misma ya que ayuda al correcto transporte de los materiales por lo que dentro de la industria existen diferentes tipos de cintas transportadoras.
- A partir del diseño y construcción de la cinta transportadora, se determinó que fue basado en conocimientos adquiridos durante nuestra formación académica, aplicando lo aprendido se desarrolló un proyecto completo de automatización.
- En las distintas pruebas realizadas, se determinó, que el sistema tanto eléctrico como neumático, se encuentra funcionando de manera adecuada, de tal manera que se logró corroborar los valores obtenidos.
- Con los beneficios que ofrece la implementación de una cinta transportadora en la línea de producción dentro del campo industrial, se demuestra la importancia de empezar a automatizar cada línea de producción en las empresas para reducir los tiempos de trabajo y así aumentar la producción.

### **Recomendaciones**

- Para evitar cualquier daño al motorreductor al momento de realizar las conexiones eléctricas o de hacerle trabajar mucho se dispuso la colocación de un relé térmico el objetivo de implementar este dispositivo es para proteger el motorreductor contra las sobrecargas.
- Al momento de querer implementar nuevas piezas de duralón, se debe tener en cuenta el tamaño y el peso que tendrá, ya que la estructura de la caída y los sensores están adaptados para un tamaño y peso en específico.
- Si se desea cambiar de motorreductor, se debe tomar en cuenta las características del mismo, ya que las revoluciones por minuto del motorreductor no deben ser ni muy bajas ni muy elevadas para que la cinta transportadora tenga un movimiento normal y pueda transportar las piezas de duralón adecuadamente.
- Si por alguna razón es necesario implementar nuevos sensores, se debe tomar en cuenta que para el sistema de clasificación de piezas a base de duralón se debe utilizar solo sensores de presencia capacitivos ya que estos son capaces de detectar cualquier material, mientras que los sensores inductivos solo detectan metal y no funcionaría con las piezas de duralón.

### Referencias Bibliográficas

- Rodríguez, I. U. (2018). *Control y automatización inteligente*. Institución Universitaria Esumer
- Fernández, A. (2020). *Importancia de las bandas transportadoras en la industria*. Chile: Módulo D-13
- Garces, M. (2019). *¿Qué es mecánica industrial?* Universidad Nebrija.
- García, E. (2018). *Automatización de procesos industriales*. Universitat Politècnica de Valencia.
- Blanco, E. A (2018). *Cintas transportadoras*. Universidad de Cantabria.
- Spinozzi, D. (2020). *Alineación de una banda transportadora*. Ediciones Córdoba. Argentina.
- Vargas, M. R. (2021). *Fabricación de un motorreductor hipocicloidal*. Universidad Santo Tomas. Colombia.
- Tormo, M. L. (2021). *Diseño de cinta transportadora para desinfección*. Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València.
- De la Cruz, J. (2019). *Funcionamiento del relé térmico*. Universidad Politècnica de Valencia.
- Silva, L. G. (2018). *Estudio del proceso de métodos manuales para el mejoramiento en la transportación de cajas de cartón*. Universidad Técnica de Ambato.
- Gallo, C. P. (2018). *Estudio de producción en la fábrica de bloques virgen del cisne*. Universidad Técnica de Ambato.
- Hanz, W. (2018). *Qué es una chumacera*. Colombia-Pereira
- Bogdanhoda. (2018). *Mecánica industrial [Fotografía]*. 123RF (<https://previews.123rf.com/images/bogdanhoda/bogdanhoda1408>).
- Pedrosa. (2018). *Elementos de Funcionamiento de la cinta transportadora [Fotografía]*. Prezi ([https://prezi.com/ykys\\_-vrcv10/bandas-transportadoras/](https://prezi.com/ykys_-vrcv10/bandas-transportadoras/))

Buitrago, C. (2020). Cinta transportadora de PVC. Beltcol (<https://beltcol.com/wp-content/uploads/2020/04/banda-transportadora-pvc-2.jpg>)

Sabando. (2021). Sistema de Automatización [Fotografía]. LinkedIn (<https://media-exp1.licdn.com/dms/image>).

Proyecto tecnología e informática. (2018). Construcción de una Cinta transportadora [Fotografía]. Blogspot (<http://3.bp.blogspot.com/cintas-transportadoras-acero-inoxidable>).

Mercado de bandas transportadoras. (2019). Cinta transportadora de goma [Fotografía]. Proymec (<https://proymec.es/wp-content/uploads/2019/01/wide-gatorcoat-belt.jpg>).

Optimización del flujo de producción. (2019). Cinta transportadora modular [Fotografía]. Mif SI (<https://mif-si.com/wp/wp-content/uploads/2019/08/transporte-banda2.jpg>).

Embalajes Terra. (2019). Elementos que componen a los Rodillos transportadores [Fotografía]. Blog rodillos transportadores (<https://www.blog/rodillos-transportadores-embalaje/>).

Bandas transportadoras industriales. (2019). Sistema de alineación [Fotografía]. Venmir (<https://venmir.com/wp-content/uploads/2021/01/medidas-de-funcionamiento-de-bandas-transportadoras-scaled.jpg>).

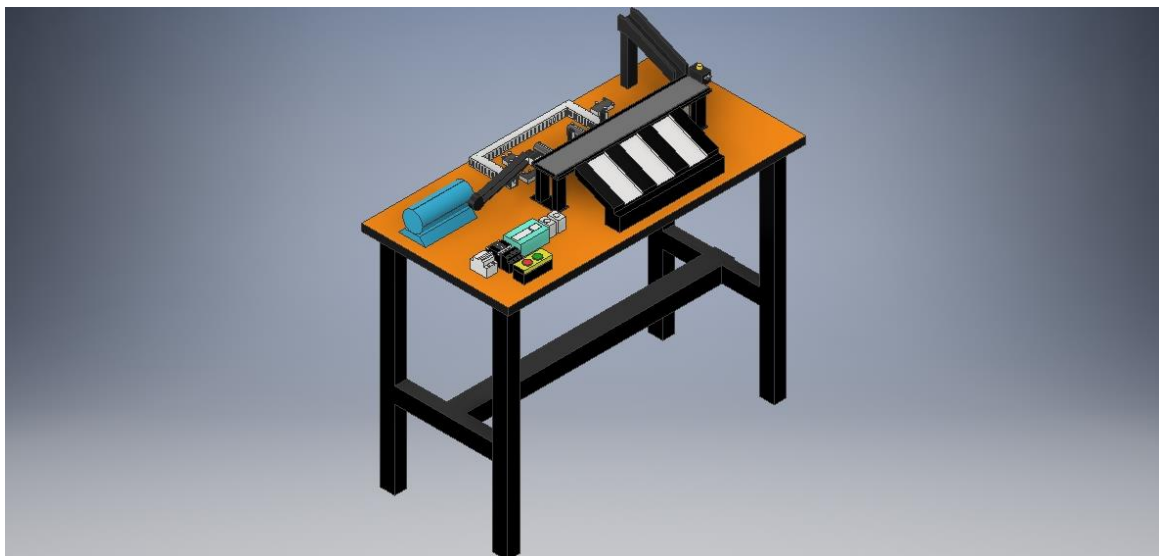
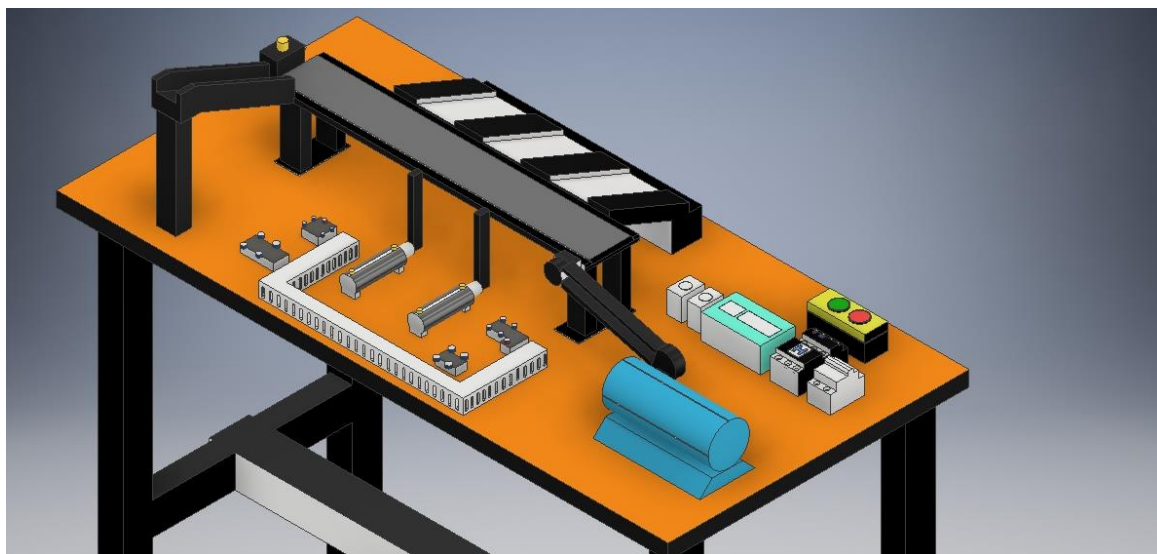
Spinozzi. (2020). Primer comportamiento básico de la cinta transportadora [Fotografía]. Static([https://static.wixstatic.com/media/586d0e\\_a8ce272bb4904f36956e145a17769273~mv2.png](https://static.wixstatic.com/media/586d0e_a8ce272bb4904f36956e145a17769273~mv2.png)).

Refacciones industriales. (2018). Partes de una Chumacera [Fotografía]. Brr mx ([https://brr.mx/wp-content/uploads/2021/06/51CAw-6VsvL.\\_AC\\_.jpg](https://brr.mx/wp-content/uploads/2021/06/51CAw-6VsvL._AC_.jpg)).

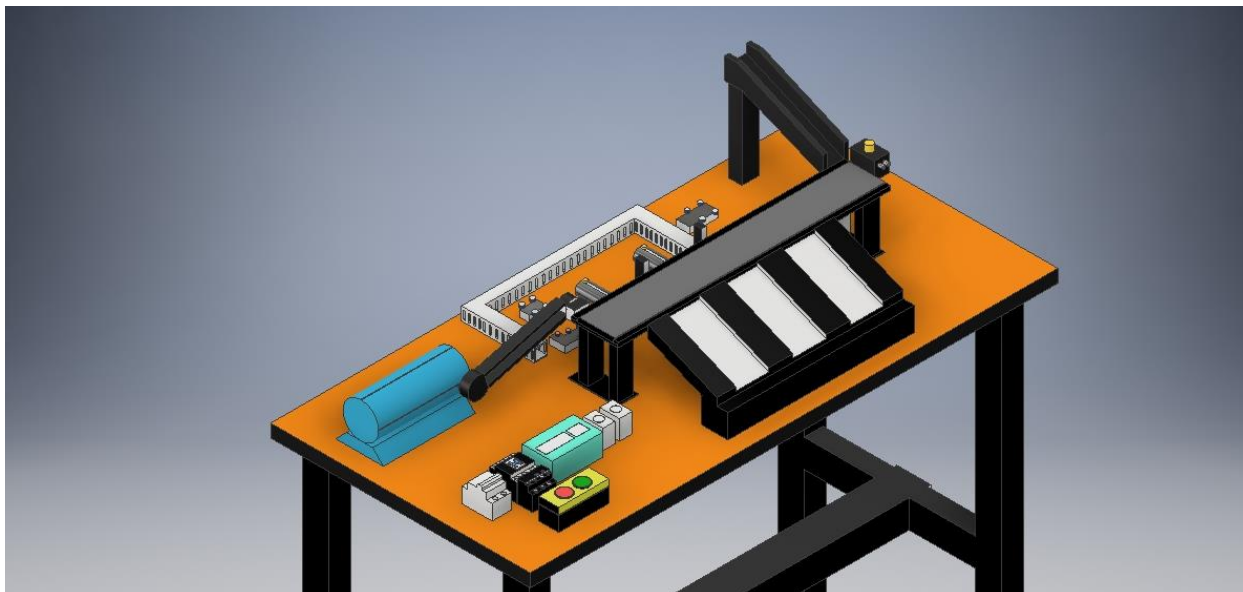
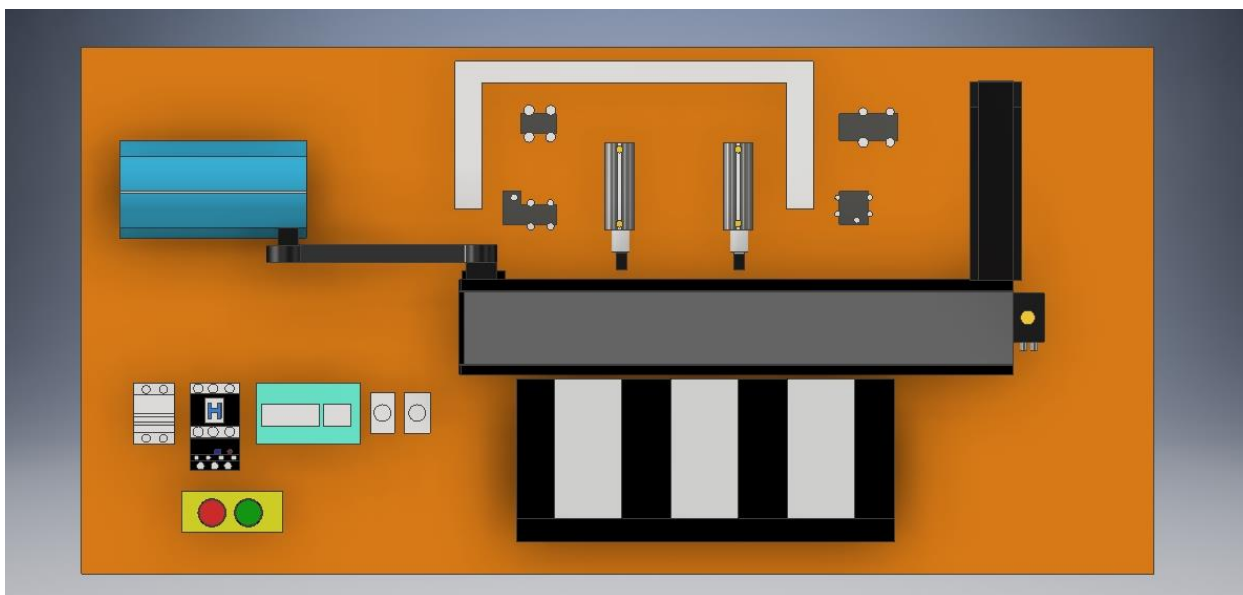
Gear motor. (2019). Motorreductor [Fotografía]. Encrypted (<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn>).

- Murillo. (2020). *Relé térmico* [Fotografía]. Tramontina (<https://assets.tramontina.com.br/upload/tramon/imagens/ELT/58015336PNM001G.png>).
- Weiss, P. (2020). *Reductor planetario* [Fotografía]. Wittenstein (<https://www.wittenstein.es/fileadmin/Spainien/04-3-Press/2020/2020-09-21/praezisions-planetengertriebe-pm-es.jpg>)
- Girardot. (2019). *Reductor sinfín-corona*. [Fotografía]. Ersha (<https://www.erhsa.com/images/pictures/POLY.png>)
- Méndez, A. (2020). *Reductor de ejes paralelos*. [Fotografía]. Rossi ([https://www.rossi.com/sites/default/files/products\\_image/H02-FOT-CAS.jpg](https://www.rossi.com/sites/default/files/products_image/H02-FOT-CAS.jpg))
- Guzmán, R. (2020). *Cadena cinemática* [Fotografía]. Andalucía. (<http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centrostatic/21700290/helvia/aula/archivos/repositorio/0caja1.gif>)
- Pinedo, J. (2020). *Engranajes* [Fotografía]. Motorex. (<http://www.motorex.com.pe/blog/wp-content/uploads/2017/08/motorex-reductor-velocidad-eje-paralelo-1.jpg>)
- Callao, M. (2019). *Relé diferencial* [Fotografía]. Electroenchufe. ([https://electroenchufe.com/wp-content/uploads/2019/07/HR510\\_1-1.jpg](https://electroenchufe.com/wp-content/uploads/2019/07/HR510_1-1.jpg)).
- Valladares, P. (2021). *Relé tripolar* [Fotografía]. Gentixs. ([https://www.gentixs.pe/wp-content/uploads/2016/02/RELES\\_TRIPOLARES\\_DE\\_PROTECCION\\_TERMICA\\_LRD.jpg](https://www.gentixs.pe/wp-content/uploads/2016/02/RELES_TRIPOLARES_DE_PROTECCION_TERMICA_LRD.jpg)).
- Manzano, D. (2020). *Relé compensado* [Fotografía]. Alicdn. (<https://sc04.alicdn.com/kf/Hb8796379dbfc4a6096d1b5cc23c36846B.jpg>).

## Anexos

**Figura 41.***Diseño en 3D**Nota. Diseño de estructura en 3D***Figura 42.***Diseño en 3D**Nota. Diseño de estructura en 3D*



**Figura 43.***Diseño en 3D**Nota.* Diseño de estructura en 3D**Figura 44.***Diseño en 3D**Nota.* Diseño de estructura en 3D

**Figura 45.**

*Proceso de construcción de la cinta transportadora*



*Nota.* Proceso de construcción de la cinta transportadora.

**Figura 46.**

*Construcción de brazos metálicos*



*Nota.* Comprobación del funcionamiento de los brazos metálicos.

**Figura 47.**

*Implementación de cilindros*



*Nota.* Implementación de cilindros de doble efecto en los brazos metálicos.



**Figura 48.**

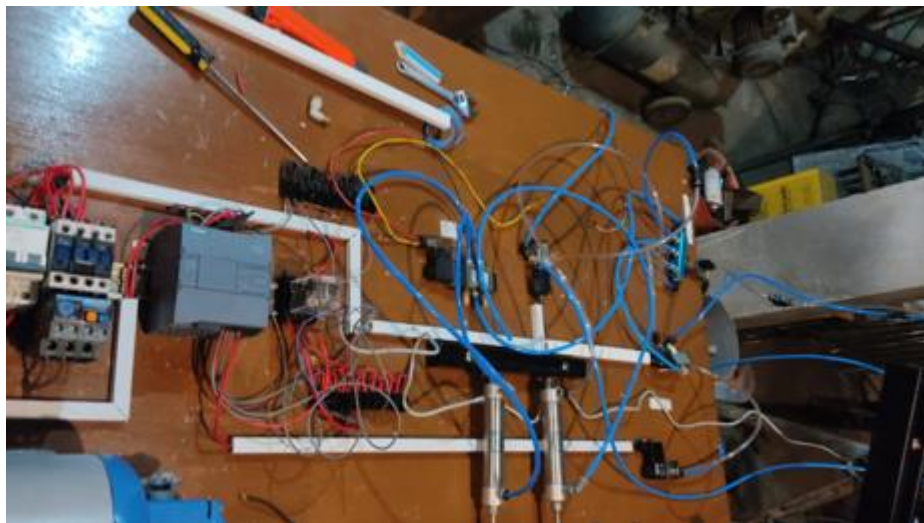
*Arreglo de las conexiones eléctricas*



*Nota.* Arreglo de las conexiones eléctricas.

**Figura 49.**

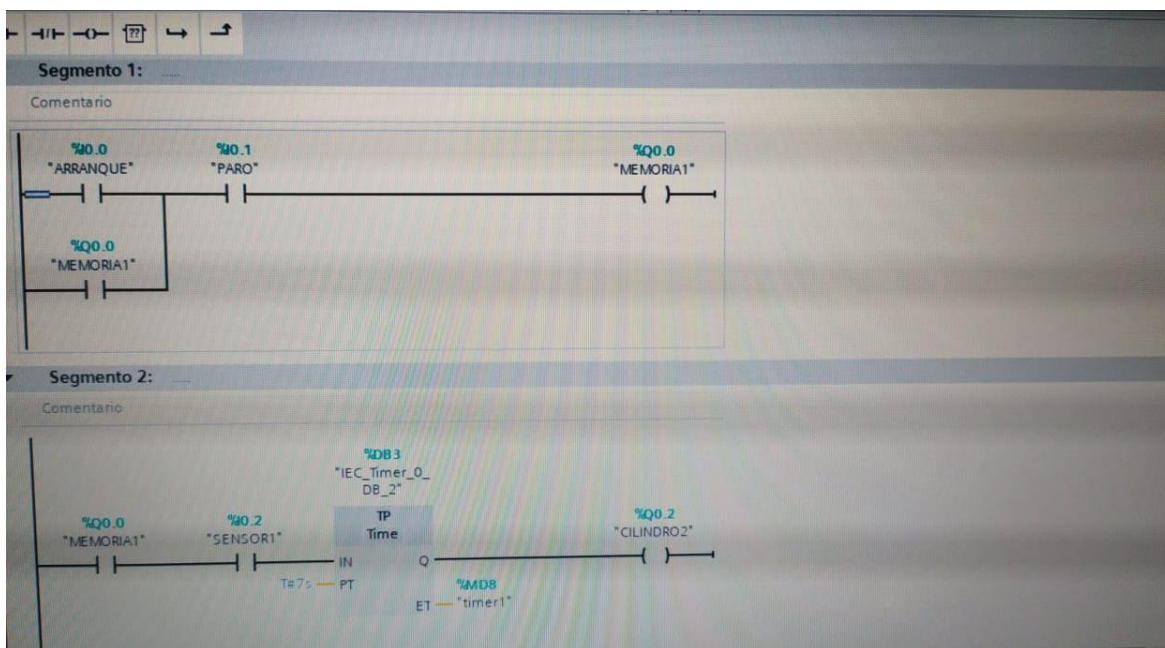
*Canaletas*



*Nota.* Pasado de cableado eléctrico por canaletas.

Figura 50.

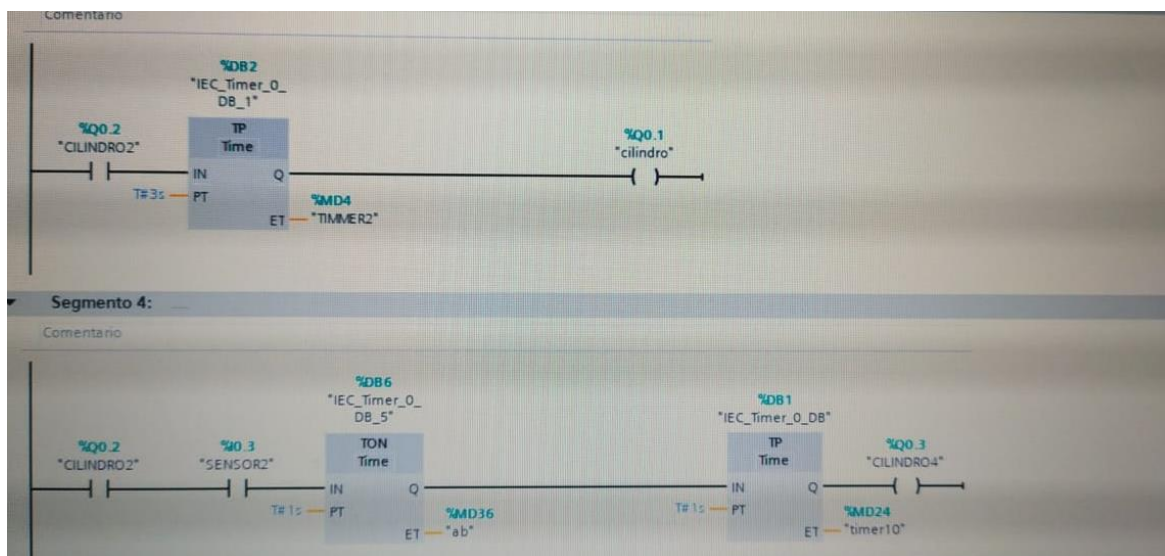
Programación



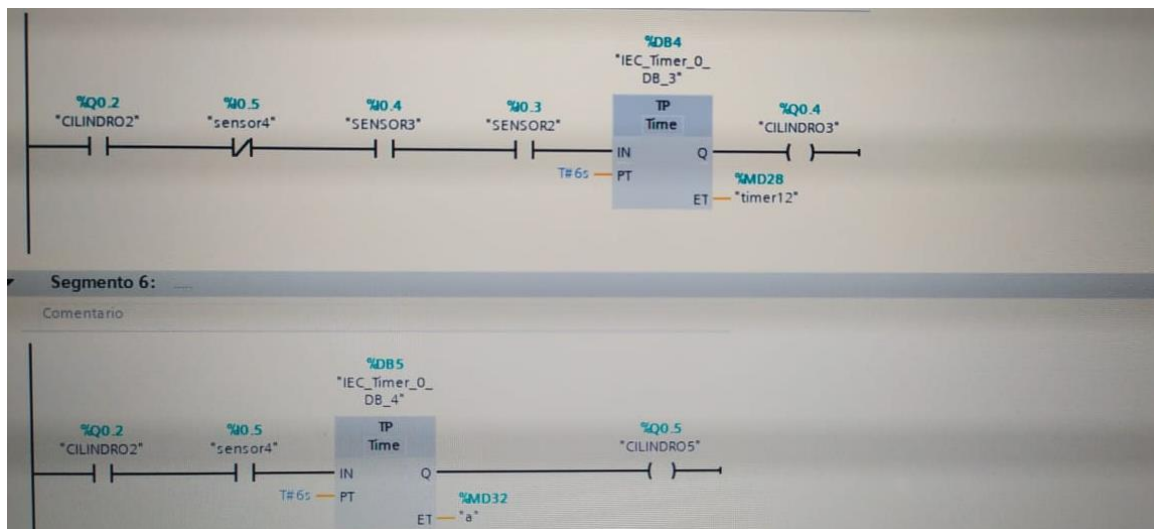
Nota. Programación del arranque y paro de la cinta transportadora.

Figura 51.

Programación



Nota. Programación de los sensores y cilindros.

**Figura 52.***Programación*

*Nota.* Programación de los sensores y cilindros.