



Implementación de un túnel termoencogible a través de una banda transportadora con control manual para el empaque de productos de la empresa

“LABORATORIO DE COSMÉTICOS ANDYS`S”

Freire Altamirano, Juan Carlos

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrea de Electrónica mención Instrumentación y Aviónica

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo en Electrónica mención

Instrumentación y Aviónica

Ing. Guerrero Rodríguez, Lucía Eliana

Latacunga, 19 de marzo del 2021



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“Implementación de un túnel termoencogible a través de una banda transportadora con control manual para el empaque de productos de la empresa “LABORATORIO DE COSMÉTICOS ANDYS`S”**” fue realizado por el señor **Freire Altamirano, Juan Carlos** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 19 de marzo del 2021



Ing. Guerrero Rodríguez, Lucía Eliana

C.C.: 0501878649

Document Information

Analyzed document	MONOGRAFÍA_FREIRE JUAN CARLOS.docx (D96094948)
Submitted	2/20/2021 5:02:00 AM
Submitted by	Guerrero Rodriguez Lucia Eliana
Submitter email	leguerrero6@espe.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	leguerrero6.espe@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TESIS_VITERI v 13.pdf Document TESIS_VITERI v 13.pdf (D21240770) Submitted by: eftipan@espe.edu.ec Receiver: eftipan.espe@analysis.arkund.com	 2
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TESIS_Etiquetadora_Fausto Moreano_Cristian Granda.docx Document TESIS_Etiquetadora_Fausto Moreano_Cristian Granda.docx (D47461392) Submitted by: wesanchez@espe.edu.ec Receiver: wesanchez.espe@analysis.arkund.com	 3
W	URL: https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/6657/1/T04743.pdf Fetched: 2/20/2021 5:03:00 AM	 5
W	URL: https://1library.co/document/yevk7mrz-implementacion-automatizacion-tunel-calor-te ... Fetched: 2/20/2021 5:03:00 AM	 2
SA	Variadores de velocidadF.pdf Document Variadores de velocidadF.pdf (D91605802)	 1
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TESIS PILATASIG.docx Document TESIS PILATASIG.docx (D14019022) Submitted by: fxmanjarres@espe.edu.ec Receiver: fxmanjarres.espe@analysis.arkund.com	 1



Firmado electrónicamente por:
LUCIA ELIANA
GUERRERO
RODRIGUEZ

ING. GUERRERO RODRÍGUEZ LUCÍA ELIANA

C.C 0501878649



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Freire Altamirano, Juan Carlos**, con cédula de ciudadanía N° **1724754187**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Implementación de un túnel termoencogible a través de una banda transportadora con control manual para el empaque de productos de la empresa “LABORATORIO DE COSMÉTICOS ANDYS`S”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 19 de marzo del 2021

Freire Altamirano, Juan Carlos

C.C.: 1724754187



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN &
AVIÓNICA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Freire Altamirano, Juan Carlos**, con cédula de ciudadanía **N°1724754187** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Implementación de un túnel termoencogible a través de una banda transportadora con control manual para el empaque de productos de la empresa “LABORATORIO DE COSMÉTICOS ANDYS`S”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 19 de marzo del 2021

Freire Altamirano, Juan Carlos

C.C.: 1724754187

Dedicatoria

Al creador de toda la existencia, que cada día me da fortaleza para seguir adelante con su bendición y así poder cumplir con mis objetivos con toda la humildad de mi corazón, dedico mi trabajo en primer lugar a Dios.

A mis padres, porque cada día me han brindado su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, y gracias a ellos puedo alcanzar mis metas, ya que siempre han estado impulsándome durante los momentos difíciles y con ayuda de ellos he logrado salir adelante.

A mi tía, que día a día me ha enseñado valores, ejemplos de superación y entrega y que siempre ha estado pendiente de mí, por haber formado parte de mi deseo de superación con su apoyo, comprensión y sus consejos durante los momentos más difíciles de mi carrera.

A mis profesores que gracias a sus conocimientos y experiencias nos han orientado tanto en el ámbito académico como en el personal, gracias a cada uno de ellos por guiarme en mi preparación profesional.

A mi familia y amigos por haber formado parte de mi deseo de superación, por apoyarme y comprenderme en los buenos y malos momentos y que gracias a ellos he tenido las mejores experiencias.

FREIRE ALTAMIRANO, JUAN CARLOS

Agradecimiento

A todas las personas que me han apoyado durante cada etapa de mi vida, que gracias a ellas he logrado cumplir con mis objetivos, a quienes me han acompañado en cada momento y me han brindado su apoyo, sin duda resulta difícil agradecer a cada una de ellas con los créditos y méritos que se merecen. Por lo tanto, quiero agradecerles a todos por lo que han hecho por mí para que éste trabajo se cumpla de la mejor manera.

FREIRE ALTAMIRANO, JUAN CARLOS

Tabla de contenidos	
Carátula	1
Certificación	2
Reporte de verificación	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Tabla de contenidos	8
Índice de figuras	12
Resumen	12
Abstrac	13
Introducción	14
Tema	14
Antecedentes	14
Planteamiento del problema	16
Justificación	16
Objetivos	17
<i>Objetivo general</i>	17
<i>Objetivos específicos</i>	17
Alcance	17
Marco teórico	19
Descripción de la teoría de termofijado	19
<i>Introducción</i>	20
<i>Fundamentos modernos del termofijado</i>	21
<i>Materiales del termofijado</i>	21
Principio de funcionamiento de un sistema del túnel de termofijado	23

<i>Túneles de calor</i>	23
<i>Túnel de aire caliente</i>	24
<i>Teoría de transferencia de calor</i>	25
<i>Teoría de aislamiento térmico</i>	25
Principio de funcionamiento de un sistema de una banda transportadora	26
<i>Descripción general de una banda transportadora</i>	26
<i>Banda de transportación</i>	26
<i>Guías de transportación</i>	27
<i>Sistema eléctrico de la banda transportadora</i>	28
<i>Ancho de la banda</i>	29
<i>Peso y tamaño del material a transportar</i>	29
<i>Velocidad de avance</i>	31
<i>Alimentación de los componentes eléctricos de la banda transportadora</i>	31
<i>Temperatura</i>	31
Dispositivos de control	32
<i>Dispositivos programables</i>	32
<i>Variador de velocidad de un motor</i>	33
<i>Controlador de temperatura</i>	33
<i>Sensores de temperatura</i>	34
Panel de controles e indicadores	34
<i>Panel de operador</i>	35
<i>Indicadores de encendido</i>	35
<i>Indicador de temperatura</i>	35
<i>Controladores de encendido y apagado</i>	35
Desarrollo	36
Investigación del proyecto	36

Diseño de sistema del túnel de termofijado	36
<i>Diseño estructural del túnel.....</i>	36
<i>Diseño del sistema de calentamiento.....</i>	38
<i>Calentadores del túnel.....</i>	38
<i>Alimentación del sistema del túnel de termofijado.....</i>	39
Componentes eléctricos del túnel de termofijado	39
<i>Contactador.....</i>	39
<i>Luz piloto.....</i>	40
<i>Interruptor</i>	40
<i>Controlador de temperatura.....</i>	41
<i>Resistencias de calentamiento.....</i>	41
<i>Termocupla</i>	41
<i>Cables de conexión.....</i>	42
<i>Controlador de temperatura</i>	42
<i>Conexión eléctrica del sistema de calentamiento</i>	43
<i>Mandos de operación</i>	44
Diseño de sistema de la banda transportadora	45
<i>Diseño estructural de la banda transportadora</i>	45
<i>Diseño del sistema de transportación.....</i>	46
Componentes eléctricos de la banda transportadora	47
<i>Motor reductor.....</i>	47
<i>Transformador.....</i>	47
<i>Puente de diodos.....</i>	48
<i>Luz piloto.....</i>	48
<i>Interruptor</i>	49
<i>Cables de conexión.....</i>	49
<i>Motor de movimiento.....</i>	49
<i>Guías de transportación.....</i>	51
<i>Cinta de transportación.....</i>	51
<i>Rodillos</i>	52

<i>Eje de transmisión de la banda transportadora</i>	53
<i>Conexión eléctrica del sistema de la banda transportadora</i>	53
<i>Mandos de operación</i>	55
Diseño de elementos de mando, control y protección	55
<i>Paro de emergencia</i>	56
<i>Elementos de protección</i>	56
<i>Sistema de ventilación y enfriamiento</i>	57
<i>Fibra cerámica termo resistente</i>	59
<i>Conexión eléctrica final de todos los componentes del sistema</i>	59
Conclusiones y recomendaciones	61
Conclusiones	61
Recomendaciones	62
Glosario	63
Bibliografía	64
Anexos	67

Índice de figuras

Figura 1	<i>Empaque por termofijado</i>	20
Figura 2	<i>Película termoencogible</i>	22
Figura 3	<i>Empaque de productos con película termoencogible</i>	22
Figura 4	<i>Túnel de calor</i>	24
Figura 5	<i>Transferencia de calor</i>	25
Figura 6	<i>Banda transportadora</i>	26
Figura 7	<i>Mecanismos de tensión para una banda transportadora</i>	27
Figura 8	<i>Guías para cintas transportadoras</i>	28
Figura 9	<i>Esquema típico de la instalación eléctrica de una cinta transportadora sencilla</i>	29
Figura 10	<i>Esquema de partes de una cinta transportadora</i>	30
Figura 11	<i>Exhibición técnica en un panel de control con los dispositivos eléctricos</i> ...	32
Figura 12	<i>Elementos de un controlador de temperatura</i>	34
Figura 13	<i>Dimensiones del túnel</i>	37
Figura 14	<i>Relleno con lana de vidrio del túnel</i>	37
Figura 15	<i>Resistencia de calentamiento de aire</i>	38
Figura 16	<i>Contactador de 40 Amperios</i>	39
Figura 17	<i>Luz piloto verde</i>	40
Figura 18	<i>Perilla giratoria de metal, interruptor d dos posiciones</i>	40
Figura 19	<i>Termocupla tipo K con rosca 8mm con cable termo resistente</i>	41
Figura 20	<i>Controlador digital de temperatura REX-C100</i>	42
Figura 21	<i>Esquema de conexión del sistema de calentamiento del túnel</i>	43
Figura 22	<i>Mandos de control de temperatura</i>	44
Figura 23	<i>Dimensiones de la banda transportadora</i>	45
Figura 24	<i>Estructura de la banda transportadora</i>	46
Figura 25	<i>Transformador de 120V a 12V</i>	47
Figura 26	<i>Puente de diodos KBPC3508</i>	48
Figura 27	<i>Luz piloto verde</i>	48
Figura 28	<i>Perilla giratoria de metal, interruptor de dos posiciones</i>	49
Figura 29	<i>Motor reductor CD de 12V</i>	50
Figura 30	<i>Instalación del motor al eje de la banda transportadora</i>	50
Figura 31	<i>Base para colocación de guías de la banda transportadora</i>	51
Figura 32	<i>Cinta transportadora de 285cm x 46cm</i>	52

Figura 33	<i>Rodillos de transporte utilizados</i>	52
Figura 34	<i>Instalación de la cadena para transmisión de movimiento</i>	53
Figura 35	<i>Esquema de conexión del sistema de banda transportadora</i>	54
Figura 36	<i>Mandos de control de la banda transportadora</i>	55
Figura 37	<i>Pulsador de emergencia tipo hongo</i>	56
Figura 38	<i>Breaker de 40Amp</i>	57
Figura 39	<i>Ventilador de enfriamiento</i>	57
Figura 40	<i>Esquema de conexión del sistema de enfriamiento</i>	58
Figura 41	<i>Fibra cerámica en la entrada y salida del túnel</i>	59
Figura 42	<i>Conexión de los componentes en el panel de mandos</i>	60
Figura 43	<i>Caja de panel de mandos del túnel termoencogible</i>	60

Resumen

El presente trabajo fue desarrollado con el fin de garantizar la entrega de productos a los consumidores mediante el empaque de manera adecuada de distintos productos fabricados por la empresa “LABORATORIO DE COSMÉTICOS ANDYS`S”, la cual se dedica a la fabricación y distribución de cosméticos y productos de limpieza para establecimientos especializados y que cuenta con una producción de productos que requieren ser empacados en diferentes cantidades y presentaciones. Por tal motivo se ha realizado la implementación de un túnel termoencogible mediante banda transportadora para empaque de productos, el proceso de termoencogido se realiza en un túnel de calor con un adecuado control manual de temperatura acorde al tamaño y forma de los productos a ser empacados y que al ingresar los productos por el túnel el plástico termoencogible cubre el producto, además se desarrolló una banda transportadora con la potencia suficiente para la movilidad de los productos a través del túnel. Finalmente, con el desarrollo del túnel termoencogible mediante una banda transportadora para realizar el empaque de productos, ha permitido de manera satisfactoria empacar productos de distintos tamaños y presentaciones que son fabricados por la empresa “LABORATORIO DE COSMÉTICOS ANDYS`S”, así como también el adecuado manejo de empaques para su distribución, garantizando la correcta calidad para el consumidor.

Palabras clave:

- **TERMOENCOGIDO**
- **BANDA TRANSPORTADORA**
- **CONTROL DE TEMPERATURA**
- **TÚNEL DE CALOR**

Abstrac

This work was developed in order to guarantee the delivery of products to the consumers through the adequate packaging of different products manufactured by the company "LABORATORIO DE COSMÉTICOS ANDYS`S", which is dedicated to the manufacture and distribution of cosmetics and cleaning products for specialized establishments and which has a production of products that require packaging in different quantities and presentations. For this reason it has been implemented a heat shrink tunnel through a conveyor belt for packaging products, the heat shrink process is done in a heat tunnel with an appropriate manual control of temperature according to the size and shape of the products to be packaged and that when entering the products through the tunnel the heat shrink plastic covers the product, also developed a conveyor belt with sufficient power for the mobility of the products through the tunnel. Finally, with the development of the thermoshrinking tunnel by means of a conveyor belt to carry out the packing of products, it has allowed in a satisfactory way to pack products of different sizes and presentations that are manufactured by the company "LABORATORIO DE COSMÉTICOS ANDYS`S", as well as the adequate handling of packing for its distribution guaranteeing the correct quality for the consumer.

Key words:

- **HEAT SHRINK**
- **CONVEYOR BELT**
- **TEMPERATURE CONTROL**
- **HEAT TUNNEL**

CAPÍTULO I

1. Introducción

Tema

Implementación de un túnel termoencogible a través de una banda transportadora con control manual para el empaque de productos de la empresa “LABORATORIO DE COSMÉTICOS ANDYS`S”

1.1 Antecedentes

Durante los últimos años los avances tecnológicos han sido de gran utilidad para el desarrollo de la sociedad, tal es el caso de la automatización industrial que tiene como resultado una producción de productos más rápida y de alta calidad.

En la industria existen diferentes máquinas que aportan de gran manera a la producción de productos y además permiten una producción más precisa y de calidad mediante la automatización de procesos industriales de producción, por lo que es necesario contar con la maquinaria adecuada para diferentes procesos de producción en una empresa de fabricación de productos.

La empresa “LABORATORIO DE COSMÉTICOS ANDYS`S” es una empresa dedicada a la fabricación y distribución de cosméticos y productos de limpieza para establecimientos especializados que cuenta con una producción de productos que requieren ser empacados en diferentes cantidades, por lo que durante el proceso de empaque se necesita de un adecuado conteo y sellado de productos para la comercialización con el fin de garantizar la correcta distribución y un adecuado transporte que beneficia tanto a los consumidores como trabajadores.

Para satisfacer las necesidades de procesos de producción varios autores han realizado trabajos como se exponen a continuación:

Trabajo realizado en la Universidad Autónoma de Occidente por Jhonny Rep Parra Higueta en el año 2014 en su Pasantía Institucional con el tema: "DISEÑO DE TÚNEL DE CALOR PARA ENCONGER SELLOS PLASTICOS EN LA PRODUCCION DE ENVASADO DE VINO", determinó que se incrementó la productividad al 24% porque se aumentaría la producción en serie de 22 a 30 botellas por minuto, reducción de tiempo del 40% en el proceso de termoencogido debido que con la pistola de calor se requerían 7 segundos por botella mientras que con el túnel de termoencogido se minimiza a 4.2 segundos por botella, disminuyendo a su vez el error humano en el sobrecalentamiento del sello, evitando su reproceso.

Trabajo realizado en la Escuela Politécnica Nacional por Edwin Javier Mena Murillo y Amilcar Fernando Alarcón Terán en el año 2012, en su Proyecto de grado con el tema: "IMPLEMENTACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN TÚNEL DE CALOR PARA TERMOENCOGIDO DE LA EMPRESA GAMMA SERVICIOS", se determinó que los tiempos de operación implementados en el RLC del túnel de calor para termoencogido, tienen niveles de seguridad para el proceso, tanto así al encender el proceso de termofijado, es muy importante esperar que alcance la temperatura de trabajo, en los diferentes tamaños de envases de plástico (100, 250, 480, 1000 cm) para el etiquetado, la holgura aceptable para un buen termofijado debió sobrepasar a los 6mm, un buen material de las etiquetas interviene favorablemente en la calidad del proceso.

Como se puede evidenciar, la automatización industrial de procesos de producción en una empresa además de minimizar los costos de producción y mano de obra, permite que la producción sea eficiente y de mejor calidad para los consumidores, de ésta manera se asegura que durante cada etapa de la producción se garantice un correcto resultado en la calidad de productos disminuyendo posibles fallas, por lo tanto es necesario que una empresa cuente con los equipos y

maquinarias adecuadas a sus necesidades para la elaboración de un producto de manera eficiente.

1.2 Planteamiento del problema

La Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” mediante la Sección Gestión de Tecnologías, forma profesionales de excelencia y capacitados para resolver problemas en el beneficio de la sociedad, con docentes correctamente capacitados para la enseñanza, quienes utilizando su conocimiento y experiencia han instruido responsablemente a sus alumnos con bases tanto éticas como profesionales.

La falta de equipos de automatización en una fábrica de producción ha provocado que los productos de la empresa “LABORATORIO DE COSMÉTICOS ANDYS`S” se encuentre con inconvenientes en el ámbito productivo al momento de empaclar sus productos, dando como resultado largas horas de trabajo e inconvenientes al momento de realizar el empaque de productos.

Por tal motivo la implementación de un túnel termoencogible mediante banda transportadora para empaque de productos, ayuda a que la fase de empaquetado de la producción se optimice y sea mucho más precisa garantizando la correcta manipulación de productos al momento de distribuirlos.

1.3 Justificación

Hoy en día los equipos de automatización de procesos industriales son de vital importancia en las diferentes industrias, es por ello que en el ámbito de la producción se debe contar con diferentes equipos de eficaz importancia que puedan mejorar los costos, tiempo y calidad de producción, beneficiando a la sociedad ya que se garantiza la calidad de los productos, así como también la adecuada manipulación al ser transportados para su distribución.

La adquisición de equipos y máquinas innovadoras son esenciales en el campo de automatización y control de procesos industriales, es por ello que se emplea en la etapa de empaquetado de productos un túnel termoencogible el cual permite empaquetar de manera adecuada distintos productos fabricados por la empresa “LABORATORIO DE COSMÉTICOS ANDYS`S”, permitiendo así el adecuado manejo de empaques para su distribución garantizando la correcta calidad para el consumidor.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Implementar un túnel termoencogible a través de una banda transportadora con control manual para el empaque de productos de la empresa “LABORATORIO DE COSMÉTICOS ANDYS`S”.

1.4.2 Objetivos específicos

- Establecer información acerca del funcionamiento del sistema termoencogible a través de una banda transportadora con control manual para el empaque de productos.
- Analizar el principio de funcionamiento de un sistema de empaque de productos con túnel termoencogible.
- Desarrollar un túnel termoencogible a través de una banda transportadora con control manual para el empaque de productos.

1.5 Alcance

El presente proyecto se realizó en la empresa “LABORATORIO DE COSMÉTICOS ANDYS`S”, la cual se dedica a la fabricación y distribución de

cosméticos y productos de limpieza para establecimientos especializados y cuenta con una producción de productos que requieren ser empacados en diferentes cantidades.

En el desarrollo de la práctica se implementó un túnel termoencogible mediante banda transportadora para empaque de productos, el termoencogido se realiza en un túnel de calor con un adecuado control de temperatura acorde al tamaño y forma de los productos a ser empacados, además se desarrolló una banda transportadora para la movilidad de los productos a través del túnel.

Finalmente, se desarrolló el túnel termoencogible mediante banda transportadora para empaque de productos, que permite empacar de manera adecuada distintos productos fabricados por la empresa "LABORATORIO DE COSMÉTICOS ANDYS`S", así como también el adecuado manejo de empaques para su distribución garantizando la correcta calidad para el consumidor.

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

2.1 Descripción de la teoría de termofijado

El termofijado es de gran utilidad en la industria ya que permite realizar con productos una gran cantidad de aplicaciones, son muchos los beneficios que posee el termofijado por lo que actualmente se lo utiliza con gran frecuencia. El termofijado es una técnica que consiste en empaçar o sellar productos recubiertos de plástico termoencogible y con ayuda del calor se comprime tomando la forma de los productos a ser empaçados.

El sistema se basa en utilizar plástico termoencogible, es decir aquel material que al ser expuesto al calor con el aire caliente en una determinada temperatura, su forma varía y se encoge para que de esta manera tome la forma del producto o material al que cubre o envuelve.

Para fabricar este tipo de polímero es necesario hacer un proceso llamado contracción y este proceso consta de cuatro etapas:

Etapa 1. Ablandamiento de la película: Consiste en atacar térmicamente la película hasta que alcance la temperatura de 100 °C, en este punto se logra observar que la película del polímero se deforma y sufre alargamiento en ambas direcciones tanto transversal y longitudinal

Etapa 2. Retracción de película: Después de alcanzar la temperatura de 100 °C inicia el proceso de retracción acelerada de la película, alcanzando así un desplazamiento importante R_c que aporta el 90% de la retracción total.

Etapa 3. Estabilización: Una vez alcanzada el desplazamiento necesario R_c en este punto ya se deja de contraer, aun así, permanezca a la temperatura de contracción o superior a ella.

Etapa 4. Enfriamiento: Mientras se enfría el polímero completa su proceso de retracción, esta etapa muestra el resultado final del proceso de contracción, es importante no tanto por el mayor porcentaje de retracción sino por el incremento de la fuerza de contracción del polímero. (Cruz, 2011)

2.1.1 Introducción

El sistema se basa en la teoría de termofijado para la realización de comprimido de plástico adaptando la forma de los productos a los que cubre, y de ésta manera garantizar el empaque de productos para una mejor distribución.

Figura 1

Empaque por termofijado



Nota. El gráfico representa el proceso de empaque de botellas mediante el proceso de termoencogido con el uso de material termoencogible a través de un túnel termoencogible. Tomado de (S.A.S, 2015)

El proceso consta en ubicar los productos a ser empacados de la forma en la que se desea empaquetar y cubrirlos con material termoencogible como es el caso del polietileno o películas termoencogibles de PVC, y luego pasarlos a través de un túnel

de calor en el que con ayuda del aire caliente se comprime de manera que se adapte a la forma del producto a ser empacado, el proceso es mediante una banda transportadora que permite que el producto pase a través del túnel de manera adecuada.

2.1.2 Fundamentos modernos del termofijado

El proceso de termofijado es en base a la teoría de transmisión de calor en el cual se transfiere energía de un sistema a otro, el calor que se transmite no puede ser medido ni observado directamente, pero sus efectos sí. La transmisión de calor es en realidad el transporte de energía y en un sistema cerrado el calor emitido por la región con la temperatura superior debe ser igual al calor que absorbe la región con la temperatura inferior obteniendo como resultado que el calor de ambas regiones sea igual.

La transmisión de calor es muy utilizada en la industria ya que juega un papel muy importante dentro de varias aplicaciones, los materiales utilizados también varían según la aplicación y la forma en la que se requiere realizar la transferencia de calor con el fin de realizar el proceso deseado.

2.1.3 Materiales del termofijado

El material utilizado para el proceso de termofijado varía dependiendo de la aplicación que se les dará. Los materiales termoencogibles son películas que al estar expuestas al calor su tamaño se reduce adaptando la forma del producto al que se desea envolver o etiquetar. Es de gran utilidad para la imagen del producto ya que se puede agregar promociones y demostrar al consumidor que el producto está sellado y es original.

Figura 2*Película termoencogible*

Nota. El gráfico muestra diferentes tamaños de película termoencogible utilizados en la industria. Tomado de (PROPINSA, 2015)

Éste material es de gran utilidad y puede sustituir al uso de las cajas de cartón o plástico que suelen ocupar mucho espacio al momento de almacenar o distribuir productos. Además, tiene la ventaja de la reducción del peso al momento de ser transportados los productos de un lugar a otro.

Figura 3*Empaque de productos con película termoencogible*

Nota. El gráfico muestra la película de PVC de alta transparencia para el embalaje de productos. Tomado de (SOCEPI, 2016)

Dentro del mercado los materiales utilizados para empaque y embalaje industrial son de plástico termoencogible, los tipos de plástico termoencogible más utilizados son polietileno, poliolefina y PVC.

El polietileno termoencogible es un material termoencogible grueso, es opaco y muy resistente, por tal motivo es muy utilizada comúnmente en la industria de bebidas y alimentos debido a sus características y permite unificar diferentes productos para formar tarimas.

La poliolefina termoencogible está elaborada mediante la mezcla o fusión de polietileno y polipropileno, que le da características especiales teniendo como resultado un material de gran calidad y brillo, por tal motivo es muy utilizada en productos que son vendidos en supermercados y necesitan ser exhibidos directamente a los consumidores, además éste material no pierde sus propiedades con el pasar del tiempo.

El PVC termoencogible es el más conocido en la actualidad y se lo aplica para envolver regalos, ya que es muy fácil de encogerlo con solo utilizar una pistola de aire caliente, es utilizado en varias industrias como alimentos, bebidas, cosméticos, productos farmacéuticos, electrodomésticos, juguetes, entre otros.

2.2 Principio de funcionamiento de un sistema del túnel de termofijado

2.2.1 Túneles de calor

Un túnel de calor como su nombre lo indica es una máquina con una estructura en forma de túnel por el cual circula aire caliente en su interior y se distribuye de manera uniforme dentro de él. Además, el túnel del calor posee una banda transportadora por la cual los productos son transportados a través del túnel.

Existen distintos tipos de túneles de calor y varían en su tamaño dependiendo de la aplicación que se le dará, por lo general para el uso en pequeñas aplicaciones con cortos períodos de encendido y poca capacidad de productos los túneles de calor operan con un voltaje de 110V y para el uso en aplicaciones grandes en las que se requiera túneles de calor de mayor tamaño y largo tiempo de trabajo el voltaje de operación es de 220V a 440V.

Figura 4

Túnel de calor



Nota. Tomado de (Directorio Facatativa, 2017)

Otra variación que poseen los túneles de calor es según su forma de operación, existen dos tipos que son por aire caliente que consiste en calentar el aire en su interior y por vapor que consiste en realizar el comprimido mediante vapor de agua caliente.

2.2.2 Túnel de aire caliente

Un túnel de aire caliente es un túnel en el que en su interior calienta el aire dentro de una estructura por la cual mediante una banda transportadora pasan productos a ser empacados cubiertos con material termoencogible, además el túnel de aire caliente es muy utilizado para el secado en la industria de alimentos.

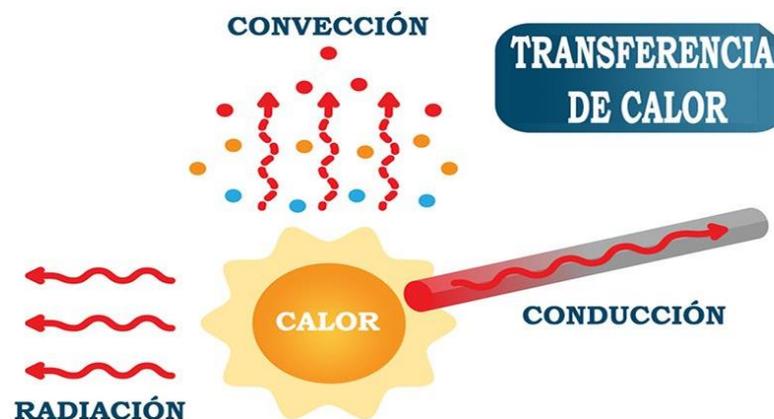
2.2.3 Teoría de transferencia de calor

La teoría de transferencia de calor es el proceso de intercambio de energía en forma de calor entre partes de un mismo cuerpo o de distintos cuerpos que se encuentran a diferente temperatura. El calor emitido por la región con la temperatura superior debe ser igual al calor que absorbe la región con la temperatura inferior.

Los mecanismos por los cuales se realiza la transferencia de calor se denominan conducción, convección y radiación. La conducción y la convección son mecanismos que requieren un medio material para realizar la transferencia de energía y la radiación no requiere de un medio material.

Figura 5

Transferencia de calor



Nota. El gráfico representa las etapas del proceso de transferencia de calor de un cuerpo a otro. Tomado de (PIROBLOC, 2016)

2.2.4 Teoría de aislamiento térmico

El aislamiento térmico consiste en impedir el paso de calor de un lugar a otro utilizando materiales de aislante térmico, éste material es muy utilizado en la construcción debido a su gran resistencia térmica, el aislante térmico incorpora una barrera que imposibilita el paso de calor entre dos medios.

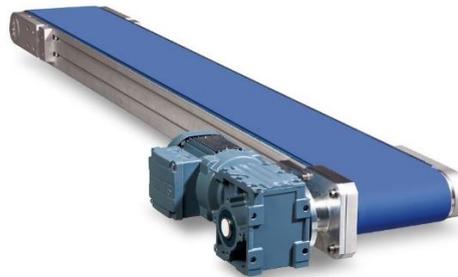
2.3 Principio de funcionamiento de un sistema de una banda transportadora

2.3.1 Descripción general de una banda transportadora

Una banda transportadora o cinta transportadora es un sistema muy empleado en la industria y en muchos otros sectores, su objetivo es el de transportar materiales de forma continua, además existen otros tipos de cintas transportadoras diseñadas para transportar personas o cosas.

Figura 6

Banda transportadora



Nota. El gráfico representa una banda transportadora o cinta transportadora simple.

Tomado de (IRP, 2018)

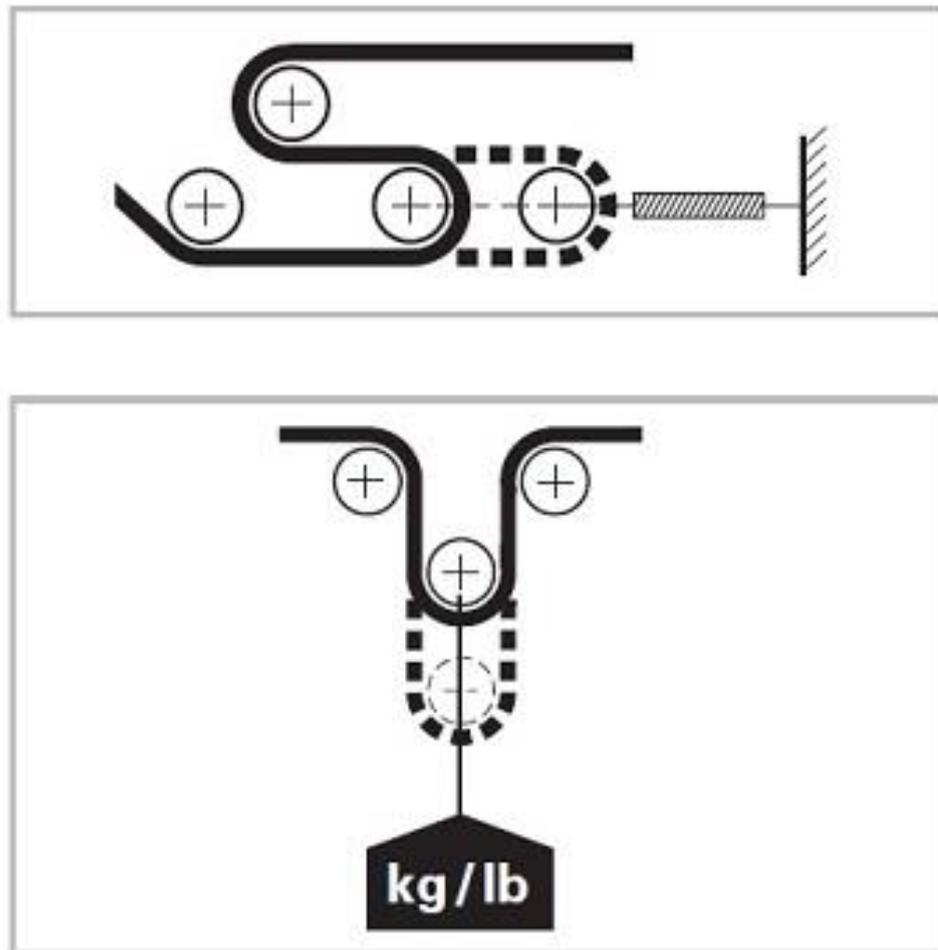
2.3.2 Banda de transportación

Generalmente una banda transportadora consta de una banda de manera continua que es arrastrada debido a la fricción en un eje cilíndrico que es accionado mediante el uso de un motor eléctrico, aunque se puede utilizar otras fuentes de energía.

La fricción que se necesita en el contacto entre la superficie de la banda y la del eje motriz cilíndrico se obtiene recubriendo la superficie de contacto con un forro que ayuda a mejorar la fricción o aplicando tensión en la banda mediante un mecanismo de ajuste de tensión llamado tensor.

Figura 7

Mecanismos de tensión para una banda transportadora



Nota. El gráfico representa el tensado de una cinta transportadora por un mecanismo de tensado por resorte para cintas medianas y un mecanismo con sistema de contrapesos para cintas pesadas. Tomado de (INGEMECÁNICA, 2018)

2.3.3 Guías de transportación

Las guías de transportación son empleadas con el fin de facilitar el guiado de la banda transportadora de manera continua y asegurando que la banda no se desvíe de su trayectoria, las guías se colocan de manera lateral en la cinta y en los rodillos.

Figura 8*Guías para cintas transportadoras*

Nota. El gráfico representa diferentes tipos y tamaños de guías de cintas para la industria e general. Tomado de (XINBEX, 2014)

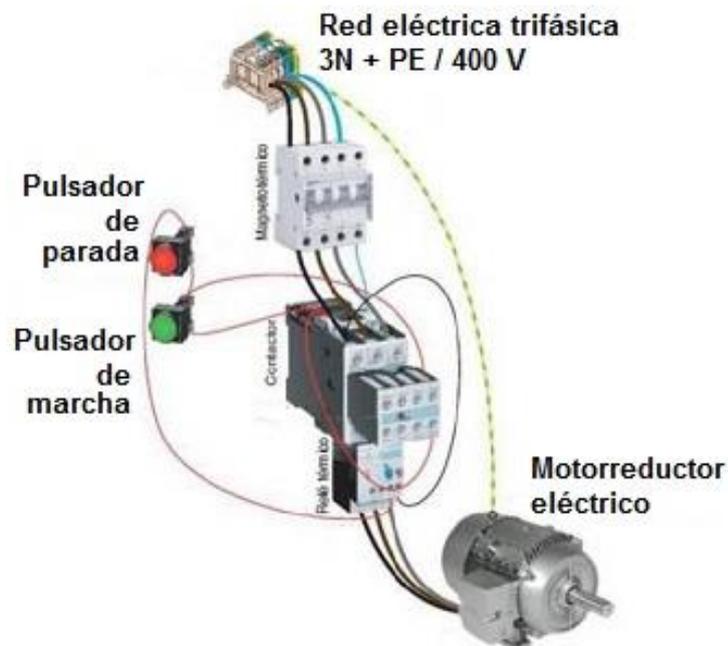
2.3.4 Sistema eléctrico de la banda transportadora

El sistema eléctrico de una banda transportadora consta de la conexión eléctrica del motor reductor que es el que proporciona el movimiento a la banda transportadora. Un motor reductor es un motor eléctrico que posee una caja reductora que proporciona la reducción del movimiento y el aumento de la potencia, el eje de salida se engrana con el eje de tambor motriz de la cinta transportadora.

En la instalación eléctrica es necesario colocar el cableado eléctrico que se conecta a la fuente de alimentación y además sirve de conexión entre los componentes eléctricos del sistema. El sistema posee dispositivos eléctricos como pulsadores de marcha y paro, dispositivos de mando y control y los dispositivos de protección necesarios para asegurar la instalación. El esquema de conexión varía según la capacidad de la cinta transportadora.

Figura 9

Esquema típico de la instalación eléctrica de una cinta transportadora sencilla



Nota. En el esquema se representa la instalación básica del sistema de control de un motor eléctrico trifásico. Tomado de (INGEMECÁNICA, 2018)

2.3.5 Ancho de la banda

El ancho de la banda influye de gran manera a la capacidad de transporte, el tamaño del ancho de la banda depende del material que se desea transportar. Por lo general se suele determinar el ancho de la banda de un tamaño mayor al del material a transportar, el ancho de la banda debe ser mayor en aproximadamente cinco veces el tamaño del material.

2.3.6 Peso y tamaño del material a transportar

La capacidad de una banda transportadora depende en gran medida del valor del peso que puede transportar, el cálculo de transporte se basa en el peso

específico del material a transportar que depende si es líquido o sólido, cada material posee su propio peso específico.

El tamaño del material también influye en la elección del ancho y largo de la cinta, por lo tanto, la capacidad de transporte de una cinta transportadora se obtiene de la siguiente fórmula:

$$Qv = 3600 * v * A * k$$

Donde:

Qv = capacidad de transporte volumétrica de la banda (m^3/h)

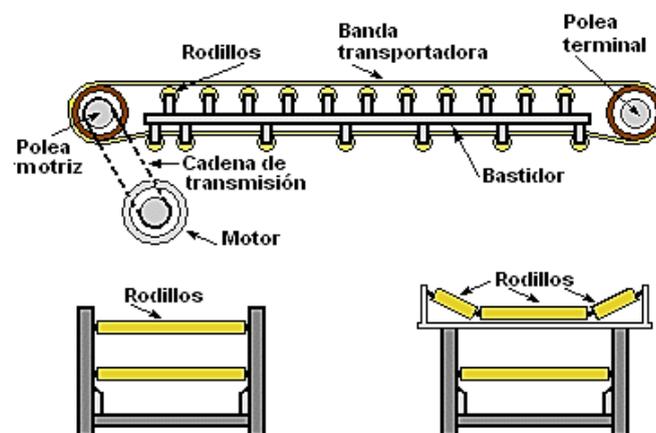
v = velocidad de la banda en avance (m/s)

A = área de la sección transversal del material (m^2)

k = es el coeficiente de reducción por la inclinación de la cinta en caso de que la cinta se encuentre inclinada.

Figura 10

Esquema de partes de una cinta transportadora



Nota. El gráfico representa las etapas del proceso de transferencia de calor de un cuerpo a otro. Tomado de (Dieguez, 2016)

2.3.7 Velocidad de avance

La velocidad de avance de una banda transportadora depende por lo general en el material que se va a transportar, su velocidad máxima de transporte va a estar limitada por el tipo de material a ser transportado. Además de conocer la velocidad a la que se debe trasladar la banda, se debe conocer el ritmo de descarga del material, ya que puede causar un atasco en la banda transportadora.

En general en una cinta transportadora se podrá trabajar con una mayor velocidad de avance con respecto al ancho de la banda, en cintas más anchas el porcentaje de contacto del material con la banda es menor que en cintas más estrechas.

2.3.8 Alimentación de los componentes eléctricos de la banda transportadora

La alimentación eléctrica de una banda transportadora se determina según las especificaciones del motor eléctrico que usa. La alimentación puede ser monofásica o trifásica, la red eléctrica de alimentación debe estar conectada de manera directa en motores de gran potencia.

La alimentación se define por la potencia consumida por el motor eléctrico que acciona al eje motriz de la cinta transportadora, la potencia se mide en vatios (Watts) y su símbolo es (W).

2.3.9 Temperatura

La temperatura a la que se encuentra el material que va a ser transportado es muy importante tener en cuenta, la elección de la resistencia de la banda se basa en éste parámetro, además se asegura la vida útil de los componentes de la banda transportadora evitando el desgaste.

2.4 Dispositivos de control

Los dispositivos de control son instalaciones que permiten controlar un proceso de forma manual o automática y que se compone por una entrada de un sensor, un indicador y una salida para la regulación. El control puede ser mecánico, eléctrico, neumático o de cualquier tipo según su función.

Figura 11

Exhibición técnica en un panel de control con los dispositivos eléctricos



Nota. El gráfico representa una exhibición técnica en el panel de control con dispositivos eléctricos. Tomado de (NAVINTAR, 2018)

2.4.1 Dispositivos programables

Los dispositivos de control programables son dispositivos que se utilizan para controlar de manera automática un proceso, el dispositivo programable es un dispositivo eléctrico para el control de procesos que utiliza una lógica definida a través de una programación y que son utilizados para el control del funcionamiento de máquinas y tienen la ventaja de reemplazar sistemas de control con circuitos eléctricos.

2.4.2 Variador de velocidad de un motor

Un variador de velocidad es un dispositivo que permite realizar una velocidad variable de un motor controlado eléctricamente. La variación de velocidad en motores eléctricos cumple la siguiente fórmula:

$$V_t = K * FM * Nm$$

Donde:

V_t : Voltaje del terminal (V).

K : Constante de la máquina.

FM : Flujo magnético producido por el campo (Wb)

Nm : Velocidad mecánica (rpm)

Al despejar la fórmula, la velocidad mecánica se obtiene de:

$$Nm = \frac{V_t}{K * FM}$$

Como se puede evidenciar la velocidad mecánica que se mide en RPM (revoluciones por minuto) en un motor CC es directamente proporcional a su voltaje en el terminal (V_t) e inversamente proporcional al flujo magnético (FM), por lo tanto, el variador de velocidad de un motor CC se controla variando el voltaje en el terminal.

2.4.3 Controlador de temperatura

Un controlador de temperatura también conocido como termostato digital es un dispositivo que permite controlar la temperatura de manera automática a través de un dispositivo de control por contactores que al llegar a la temperatura indicada

mediante un sensor de temperatura se acciona para que de ésta manera apague o encienda un actuador a la salida del controlador.

Figura 12

Elementos de un controlador de temperatura



Nota. El gráfico muestra un kit de un controlador de temperatura digital 220V-110V AC PID REX-C100, Max.40A SSR K Termopar. Tomado de (DARAZ, 2018)

2.4.4 Sensores de temperatura

Los sensores de temperatura también son conocidos como termosensores o sensores de calor, son componentes eléctricos y electrónicos que como su nombre lo indica permiten medir la temperatura mediante una señal eléctrica determinada dependiendo del sensor.

2.5 Panel de controles e indicadores

Dentro del campo de la automatización industrial, un panel de controles e indicadores es aquel panel que permite al usuario u operador observar y controlar diferentes actuadores y variables medidas en un proceso.

2.5.1 Panel de operador

El panel del controlador es una interfaz de usuario que se compone de elementos de entrada y salida para realizar un proceso. Los controles que se utilizan en un panel de operación generalmente se componen de perillas, deslizadores, botones. Los indicadores que se utilizan en un panel de operación generalmente se componen de tablas, gráficas, LEDs.

2.5.2 Indicadores de encendido

Un indicador de encendido es una indicación visual que da a conocer la información de que un artefacto, máquina o proceso ha sido encendido. Ésta indicación se presenta en diferentes formas de visualización como pantallas, luces, actuadores, entre otros.

2.5.3 Indicador de temperatura

Un indicador de temperatura es aquel instrumento que procesa una señal proveniente de un sensor de temperatura y la indica en una pantalla a una escala definida, la indicación puede ser digital o analógica.

2.5.4 Controladores de encendido y apagado

Los controles de encendido y apagado se presentan en forma manual y automática. Consisten en controlar la activación y desactivación de un actuador. En el caso de los controladores automáticos, se controla a partir de la información proveniente de una señal de entrada que indica a su salida la activación o desactivación de un elemento regulador.

CAPÍTULO III

3. Desarrollo

3.1 Investigación del proyecto

Para el diseño del proyecto se consideró varios aspectos, para la movilización correcta a través de la banda transportadora se debe tener en cuenta el peso y tamaño de los productos a ser transportados y el túnel de calor debe estar a la temperatura adecuada. A continuación, se indica de forma detallada cada uno de los parámetros que se debe tener en cuenta.

3.2 Diseño de sistema del túnel de termofijado

Para el diseño del sistema del túnel de calor se ha considerado que la temperatura a la que se encuentra debe estar regulada de manera automática y dentro del rango especificado de acuerdo al tamaño del producto a ser encogido y del tipo de material termoencogible que se lo colocará para envolverlo.

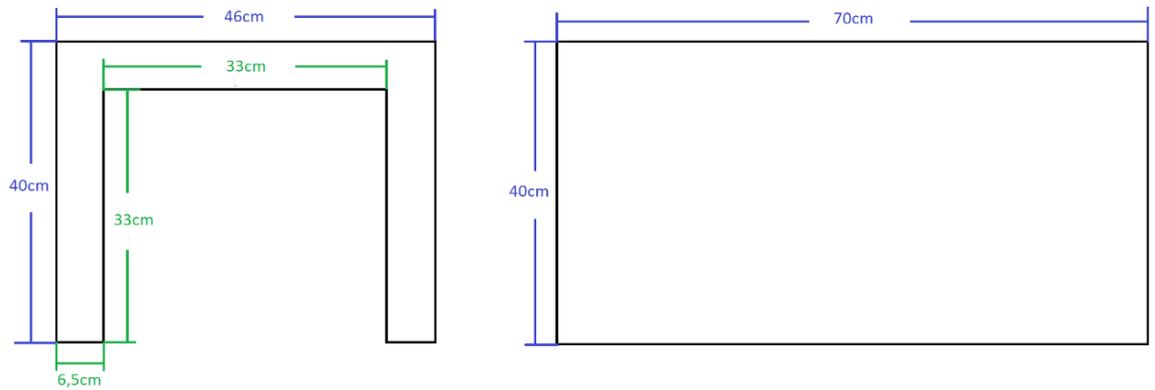
3.2.1 Diseño estructural del túnel

Para la estructura del túnel se tomó en cuenta un recorrido de 70cm por el cual el producto a ser envuelto recorre en ésta zona de calor. Debido a que diferentes productos de distintas formas y tamaños son empacados, la altura del túnel se basó acorde al tamaño del producto más alto y el ancho del túnel al tamaño del producto más grande.

En base a las medidas tomadas de los productos a ser empacados, la medida del túnel en el interior es de 33cm de ancho, 33cm de alto y 70cm de profundidad, y la medida del exterior del túnel es de 46cm de ancho, 40cm de alto y 70cm de profundidad como se muestra en la figura 13.

Figura 13

Dimensiones del túnel



Nota. La figura muestra las dimensiones de alto, ancho y profundidad del túnel termoencogible con medidas en escala de centímetros.

La estructura fue realizada en acero inoxidable de 1mm para asegurar su resistencia al estar expuesta al calor, además en el interior se colocó lana de vidrio como se muestra en la figura 14, que sirve para retener el calor en el interior y que en el exterior de la estructura no pase el calor con el fin de asegurar un mejor funcionamiento y seguridad para el operador.

Figura 14

Relleno con lana de vidrio del túnel



Nota. La figura muestra el relleno interior del túnel termoencogible con lana de vidrio.

3.2.2 Diseño del sistema de calentamiento

Para el diseño del sistema de calentamiento del túnel se consideró que la temperatura de calentamiento debe ser constante ya que en el interior el plástico termoencogible se contrae a una temperatura adecuada y de manera uniforme en todos sus lados.

3.2.3 Calentadores del túnel

Para calentar el túnel se utilizaron resistencias de calentamiento para calefacción industrial, las resistencias calientan el aire que las rodea y es un calefactor cerámico que contiene un espiral resistivo y en los extremos se sitúan los conectores para la alimentación.

Las resistencias (niquelinas) poseen un espiral que puede ser calentado hasta una temperatura de 650°C y tiene conexiones para una tensión de 220V. La resistencia puede ser utilizada en varias aplicaciones en la industria.

Figura 15

Resistencia de calentamiento de aire



Nota. La figura representa a una resistencia cerámica de calentamiento tipo tubular de 25cm de largo, con una alimentación de 220V AC. Temperatura MAX. 600°C.

En base a las características especificadas y con el fin de obtener un bajo consumo las resistencias (niquelinas) se conectaron en paralelo, con el fin de proporcionar una tensión de 220V a cada una, las resistencias (niquelinas) se

colocaron en los extremos del túnel, en total se conectaron cuatro resistencias de calentamiento y se colocaron dos en cada extremo del túnel con el fin de distribuir el aire caliente en todos los lados del producto a ser envuelto con el plástico termoencogible.

3.2.4 Alimentación del sistema del túnel de termofijado

La alimentación está definida por la tensión consumida por las resistencias de calentamiento que es de 220V, en total se utilizaron 4 resistencias de calentamiento que consumen una tensión de 220V por lo que la conexión se realizó en paralelo ubicadas en los extremos del túnel.

3.2.5 Componentes eléctricos del túnel de termofijado

Dentro del sistema de calentamiento del túnel de termofijado se utilizó varios componentes para realizar el adecuado control de calentamiento.

3.2.5.1 Contactor

El contactor utilizado es un contactor de corriente alterna que soporta 40 Amperios, ya que, las resistencias de calentamiento consumen un valor de 33 Amperios, su voltaje de operación es de 110V y frecuencia de 50 a 60 Hz.

Figura 16

Contactor de 40 Amperios



Nota. Contactor de corriente alterna 40A marca CNZY. Tomado de (CNZY Store, 2019)

3.2.5.2 Luz piloto

La luz piloto es el dispositivo utilizado para indicar al operador que el sistema se encuentra encendido, se utilizó un foco de color verde que opera con una tensión de 110V.

Figura 17

Luz piloto verde



Nota. Tomado de (Improselec, 2004)

3.2.5.3 Interruptor

El interruptor que se utilizó para encender y apagar el sistema de calentamiento es un interruptor de dos posiciones que permite o impide el paso de la corriente a través del circuito.

Figura 18

Perilla giratoria de metal, interruptor de dos posiciones



Nota. El gráfico representa las etapas del proceso de transferencia de calor de un cuerpo a otro. Tomado de (Atom Industrial Electrical Store, 2013)

3.2.5.4 Controlador de temperatura

El controlador de temperatura es un dispositivo que permite controlar de manera automática la temperatura dentro del túnel, se utilizó un controlador de temperatura digital REX C100.

3.2.5.5 Resistencias de calentamiento

Las resistencias de calentamiento utilizadas son capaces de calentar el aire que las rodea con una tensión de 220V, la conexión en paralelo da como resultado una resistividad de 6.5 Ohm.

3.2.5.6 Termocupla

La Termocupla es el dispositivo que permite realizar la medición de temperatura en el entorno variando su voltaje, se utilizó una Termocupla tipo K que posee un conductor de níquel – cromo para el extremo positivo y un conductor de níquel – aluminio para el extremo negativo. La Termocupla posee una rosca para asegurarla en el centro del túnel para obtener una mejor medición, el rango de temperatura que puede medir es de 0°C a 800°C.

Figura 19

Termocupla tipo K con rosca 8mm con cable termo resistente



Nota. El gráfico representa a un sensor de temperatura, termocupla tipo K con rosca.

Tomado de (ELECTRONILAB, 2014)

3.2.5.7 Cables de conexión

Los cables de conexión utilizados sirven para realizar la conexión entre los dispositivos según el circuito correspondiente.

3.2.6 Controlador de temperatura

El controlador de temperatura es un dispositivo diseñado para que un proceso se opere en un rango de temperatura deseado, y para que el control se realice de manera automática y sencilla. El controlador de temperatura trabaja con la toma de muestra de un sensor y tiene a la salida un elemento de regulación.

Figura 20

Controlador digital de temperatura REX-C100



Nota. El gráfico un controlador de temperatura PID REX-C100. Tomado de (DARAZ, 2018)

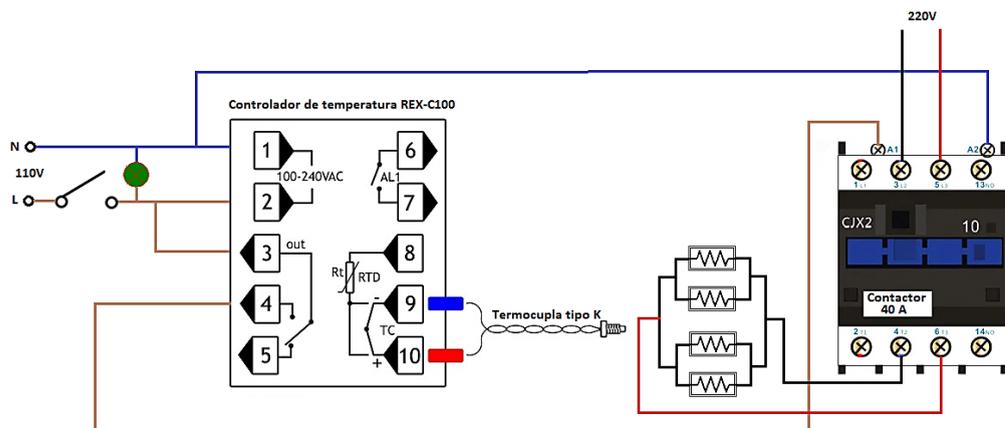
El controlador de temperatura utilizado es un controlador REX-C100 que es un controlador digital inteligente y sencillo de operar, posee visualizadores digitales de doble fila en color verde y rojo que muestra el valor PV y el valor SV. El valor PV (Process Variable) indica el valor actual de la temperatura que se muestra a través de los datos tomados por la Termocupla y el valor SV (Set point Variable) es el valor al cual el controlador debe activar o desactivar los terminales de salida para el control. La señal de entrada está determinada por un sensor de temperatura, posee una función de protección o alarma, la precisión del controlador es de $\pm 1\%$. La fuente de alimentación del controlador es de 110V de corriente alterna.

3.2.7 Conexión eléctrica del sistema de calentamiento

La conexión eléctrica del sistema del túnel de termofijado consiste en un sistema de regulación de temperatura, para la conexión eléctrica se colocó un interruptor de encendido y apagado y una luz indicadora de encendido, una vez activado el interruptor de manera manual por el operador se enciende el controlador de temperatura en sus puntos de conexión 1 y 2 para la alimentación que posee un relay en sus puntos de conexión 4 y 5 que se activa o desactiva según la temperatura establecida, en el punto de conexión 3 se coloca una línea de alimentación para la activación del relay, la señal de entrada del controlador es un sensor de temperatura que es una Termocupla tipo K que se conecta el extremo positivo en el punto de conexión 10 y el extremo negativo en el punto de conexión 9, a la salida del relay se coloca un contactor de 40 amperios que se activa con una alimentación de 110V, en el contactor se colocan los cables de las líneas de alimentación para las resistencias de calentamiento que poseen una tensión de 220V.

Figura 21

Esquema de conexión del sistema de calentamiento del túnel



Nota. El gráfico representa la conexión entre los componentes del sistema de calentamiento.

Cuando el contactor se activa las líneas de alimentación se conectan a las resistencias de calentamiento y esto hace calentar el aire dentro del túnel, cuando el contactor se desactiva las resistencias de calentamiento dejan de recibir alimentación por lo que se apagan y así se mantiene el ciclo controlando la temperatura de manera adecuada dentro del túnel.

3.2.8 Mandos de operación

Los mandos de operación utilizados en el sistema de túnel termoencogible permiten realizar el control del sistema, posee un interruptor de encendido y apagado para dar inicio al sistema y una luz indicadora de encendido, en el panel de control de temperatura se muestra el valor de la temperatura a la que se encuentra el túnel y el valor de la temperatura a la que se desea estar, para determinar el rango de temperatura deseada, el controlador posee botones en su parte inferior para colocar el valor requerido.

Figura 22

Mandos de control de temperatura



Nota. El gráfico representa el control de mandos del sistema de temperatura ubicado en el panel de operación del túnel termoencogible.

3.3 Diseño de sistema de la banda transportadora

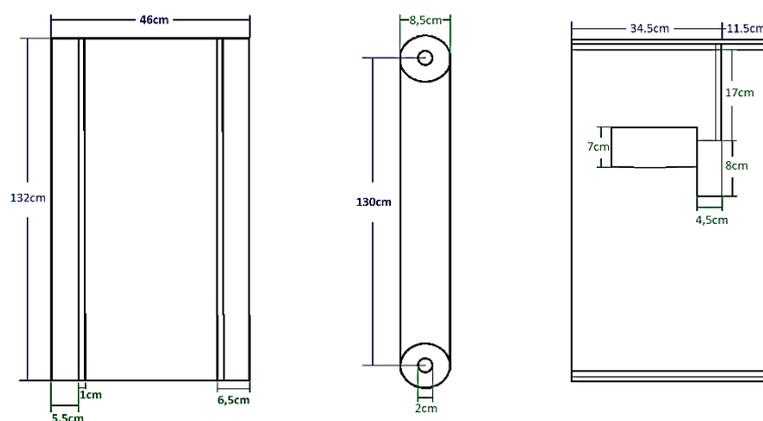
Para el diseño de la banda transportadora se ha considerado el peso y tamaño de los productos que se van a transportar, además se tomó en cuenta el recorrido que realizará el producto de un lado a otro al pasar por el túnel y obtener una velocidad constante en su recorrido para un empaque uniforme.

3.3.1 Diseño estructural de la banda transportadora

Para el diseño estructural de la banda transportadora se tomó en cuenta que los productos a ser empacados deben estar firmes y la banda debe ser capaz de soportar el peso del producto más pesado a ser empacado. El recorrido que realiza la banda es de 120cm con un ancho de 46cm, la banda posee una estructura en acero inoxidable de 2mm con el fin de soportar el peso de los productos que en su medida mayor es de 10 libras, la estructura además tiene una excelente durabilidad y se mantiene fija. Se colocaron ruedas para facilitar el movimiento de la máquina.

Figura 23

Dimensiones de la banda transportadora

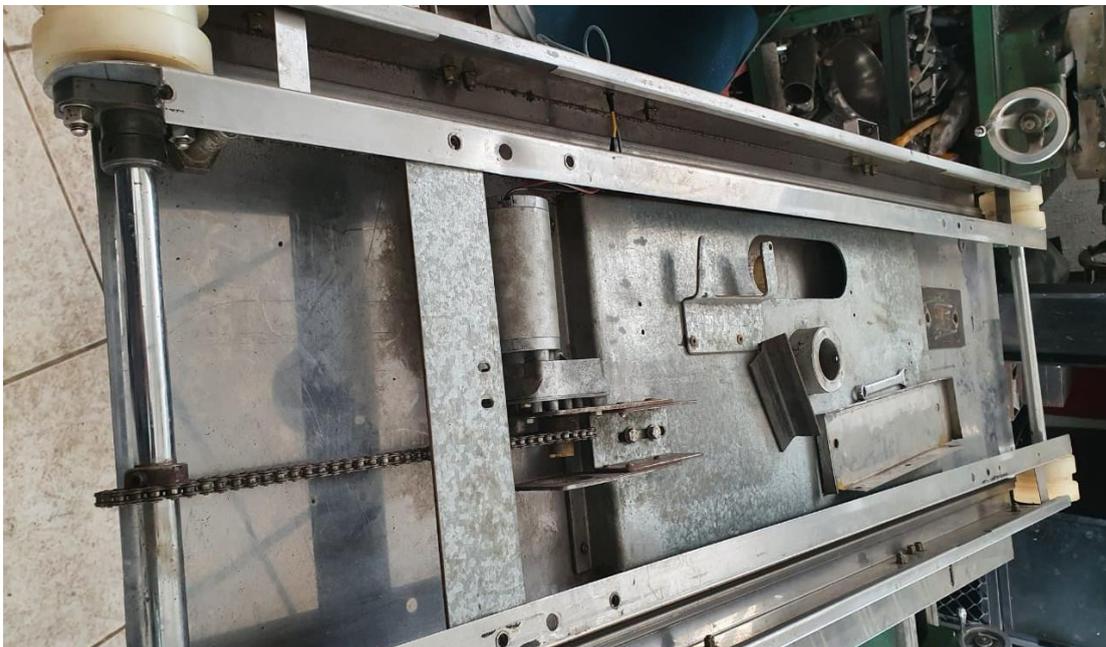


Nota. El gráfico representa las dimensiones de la base de la banda transportadora con medidas en escala de centímetros.

Se fijaron los elementos correspondientes para colocar el eje motriz de la banda transportadora y colocar de manera fija el motor que permite el movimiento, el cual se encuentra debajo de la banda y que permite el movimiento constante de la misma, además se colocó la estructura de fijación para el eje de la cadena de movimiento del eje del motor al eje motriz de la banda.

Figura 24

Estructura de la banda transportadora



Nota. El gráfico muestra la base de la banda transportadora realizada en acero para colocar sus respectivos componentes.

3.3.2 Diseño del sistema de transportación

Para el diseño del sistema de la banda transportadora se consideró que el recorrido que se realizará es corto, pero necesita de una excelente potencia, además se consideró que el sistema funcione de manera constante con un bajo consumo y con los elementos necesarios para su fin.

3.3.3 Componentes eléctricos de la banda transportadora

Dentro del sistema de la banda transportadora se utilizó varios componentes para realizar el adecuado control de velocidad y de gran potencia.

3.3.3.1 Motor reductor

El motor reductor se utilizó para mover los rodillos a través de su eje en la caja reductora que brinda una gran potencia, y así mover la cinta transportadora para mover los productos a través del túnel de termoencogido.

3.3.3.2 Transformador

Se utilizó un transformador para reducción de voltaje de 110V a 12V de corriente alterna que permite obtener el voltaje adecuado para el funcionamiento del motor.

Figura 25

Transformador de 120V a 12V



Nota. El gráfico muestra un transformador de baja tensión de 120V AC a 12V AC, frecuencia de 50-60Hz y potencia de 300VA.

3.3.3.3 Puente de diodos

El puente de diodos es el dispositivo que permite transformar la corriente alterna en corriente continua, el puente de diodos se utilizó para que a la salida del transformador la corriente de 12V AC se transforme a 12V DC y así poder poner en funcionamiento al motor.

Figura 26

Puente de diodos KBPC3508



Nota. Tomado de (CARROD ELECTRÓNICA, 2014)

3.3.3.4 Luz piloto

La luz piloto es el dispositivo utilizado para indicar al operador que el sistema de la banda transportadora se encuentra encendido, se utilizó un foco de color verde que opera con una tensión de 110V.

Figura 27

Luz piloto verde



Nota. Tomado de (Improselec, 2004)

3.3.3.5 Interruptor

El interruptor que se utilizó para encender y apagar el sistema de la banda transportadora es un interruptor de dos posiciones que permite o impide el paso de la corriente a través del circuito.

Figura 28

Perilla giratoria de metal, interruptor de dos posiciones



Nota. Tomado de (Atom Industrial Electrical Store, 2013)

3.3.3.6 Cables de conexión

Los cables de conexión utilizados sirven para realizar la conexión entre los dispositivos según el circuito correspondiente.

3.3.4 Motor de movimiento

Se utilizó un motor reductor que permite una transmisión de potencia más eficiente, es más seguro al momento de realizar la transmisión y el mantenimiento no es tan frecuente, la sincronización de la velocidad del motor y la potencia transmitida es eficiente, el motor reductor permite que la potencia ejercida sea mayor ya que cuenta con un sistema de engranajes internos conectados al eje del motor y a su salida proporciona una mayor potencia con una velocidad reducida.

El motor utilizado es un motor de corriente continua (CC) muy potente, posee una gran torsión y es muy utilizado para cargas que necesitan gran cantidad de energía, éste motor mantiene una velocidad constante dependiendo de su voltaje de alimentación, su tamaño es mucho más pequeño y ligero que motores de corriente alterna (AC).

Figura 29

Motor reductor CD de 12V



Nota. Tomado de (LINIO, 2016)

El motor ahorra una gran cantidad de espacio para su instalación y es más sencillo de controlar, el motor utiliza un voltaje de 12V y es muy efectivo para la velocidad constante a la que se encuentra la banda transportadora.

Figura 30

Instalación del motor al eje de la banda transportadora



Nota. El gráfico muestra el acoplamiento del motor a la base de la banda transportadora y su acople mediante cadena hacia el eje motriz.

3.3.5 Guías de transportación

Las guías de la cinta transportadora se encuentran en sus extremos, además encajan en la estructura de la banda transportadora, el objetivo de la guía es de mantener nivelada la cinta transportadora y evita que se desvíe de su trayectoria, además mantiene firme en los rodillos móviles para mover la cinta de manera adecuada.

Figura 31

Base para colocación de guías de la banda transportadora



Nota. El gráfico muestra la estructura de la base de la banda transportadora para colocar las guías realizadas a la medida de 1,5cm en la parte superior y de 1cm en la parte inferior.

3.3.6 Cinta de transportación

La cinta transportadora es capaz de soportar variaciones de temperatura, la temperatura a la que se encuentra el túnel es muy elevada por lo que soporta éste cambio y además posee una superficie rugosa para que los productos no se resbalen, la banda tiene una larga vida útil evitando el desgaste, es flexible y del tamaño adecuado.

Figura 32

Cinta transportadora de 285cm x 46cm



Nota. El gráfico muestra a la cinta transportadora utilizada en el túnel termoencogible con su respectiva guía.

3.3.7 Rodillos

Los rodillos de transporte poseen un eje metálico para mejor movimiento y se encaja a través de una cadena al eje del motor, los rodillos se fijan a la estructura de la banda transportadora, están diseñados para ejercer movimiento a la cinta transportadora, su diámetro es de 8.5cm cada uno y se colocaron en total cuatro rodillos, dos en cada extremo de la banda transportadora.

Figura 33

Rodillos de transporte utilizados



Nota. El gráfico muestra los rodillos de acople de la cinta transportadora en PVC.

3.3.8 Eje de transmisión de la banda transportadora

Para transmitir de manera eficiente el movimiento del motor hacia el eje de los rodillos de transporte que poseen un eje metálico, se utilizó una cadena con el fin de asegurar una transmisión de movimiento potente y eficiente.

Figura 34

Instalación de la cadena para transmisión de movimiento



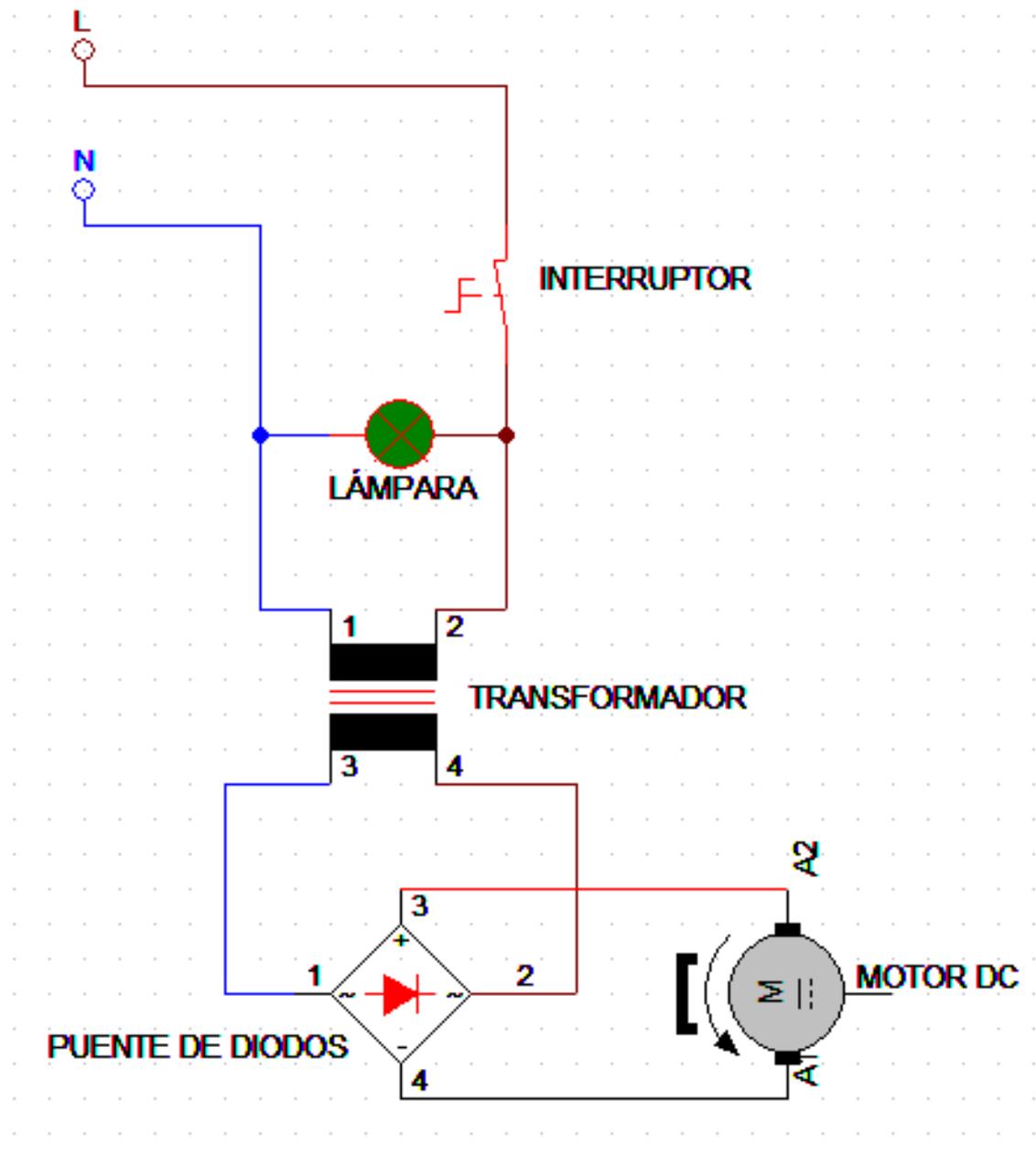
Nota. El gráfico muestra el acople del eje motriz de los rodillos al eje del motor de la banda transportadora mediante cadena.

3.3.9 Conexión eléctrica del sistema de la banda transportadora

El sistema eléctrico de la banda transportadora se basa en el funcionamiento de un motor de corriente continua, para la conexión eléctrica se colocó un interruptor de encendido y apagado y una luz indicadora de encendido, una vez activado el interruptor de manera manual por el operador se enciende el sistema, la corriente de 110V pasa hacia el transformador que a su vez transforma el voltaje de 110V a un voltaje de 12V, luego pasa hacia el puente de diodos para obtener una corriente continua que alimenta al motor, el motor se enciende y comienza a realizar el transporte a través de la cinta transportadora, dando como resultado una velocidad constante de 8 RPM que es la velocidad adecuada para el paso de productos a través del túnel.

Figura 35

Esquema de conexión del sistema de banda transportadora



Nota. El gráfico representa la conexión entre los componentes utilizados en el sistema de banda transportadora realizado en el software de simulación CADESIMU, con el respectivo etiquetado de los componentes, donde L=línea y N=neutro para la conexión a 110V AC y con el interruptor activado.

3.3.10 Mandos de operación

Los mandos de operación utilizados en el sistema de la banda transportadora permiten realizar el control del sistema, posee un interruptor de encendido y apagado para dar y una luz indicadora de encendido del mismo.

Figura 36

Mandos de control de la banda transportadora



Nota. El gráfico muestra el control de mandos del sistema de banda transportadora ubicado en el panel de operación del túnel termoencogible.

3.4 Diseño de elementos de mando, control y protección

Para el diseño de sistemas de control y mando adecuados se tomó en cuenta que todo el sistema debe estar protegido para posibles fallas por una mala manipulación o desgaste de algún material por el paso del tiempo.

3.4.1 Paro de emergencia

El paro de emergencia es un dispositivo utilizado para prevenir situaciones de peligro para las personas y además evitar daños materiales a la máquina o a trabajos en curso. El paro de emergencia es un pulsador de color rojo que puede ser manipulado por una sola persona, una vez activado el botón la corriente se corta a través del circuito para que de ésta manera se apague todos los sistemas del túnel termoencogible.

Figura 37

Pulsador de emergencia tipo hongo



Nota. El gráfico representa un pulsador de paro de emergencia que una vez activado mantiene su posición y se la desactiva con un giro hacia la derecha. Tomado de (COPAROMAN, 2015)

3.4.2 Elementos de protección

Como elemento de protección se utilizó un breaker que protege al circuito ante posibles cortos y sobrecargas, si ocurre estas situaciones el breaker automáticamente se apaga e impide el paso de la corriente hacia el circuito, está conectado en serie hacia el circuito y ubicado en la entrada de la corriente.

Figura 38

Breaker de 40Amp



Nota. Tomado de (VETOELECTRIC, 2020)

3.4.3 Sistema de ventilación y enfriamiento

Se realizó un sistema de enfriamiento a la salida del túnel y en la cinta transportadora debido a que los productos empacados están calientes, el sistema de enfriamiento es utilizado de acuerdo a la necesidad del operador.

Figura 39

Ventilador de enfriamiento

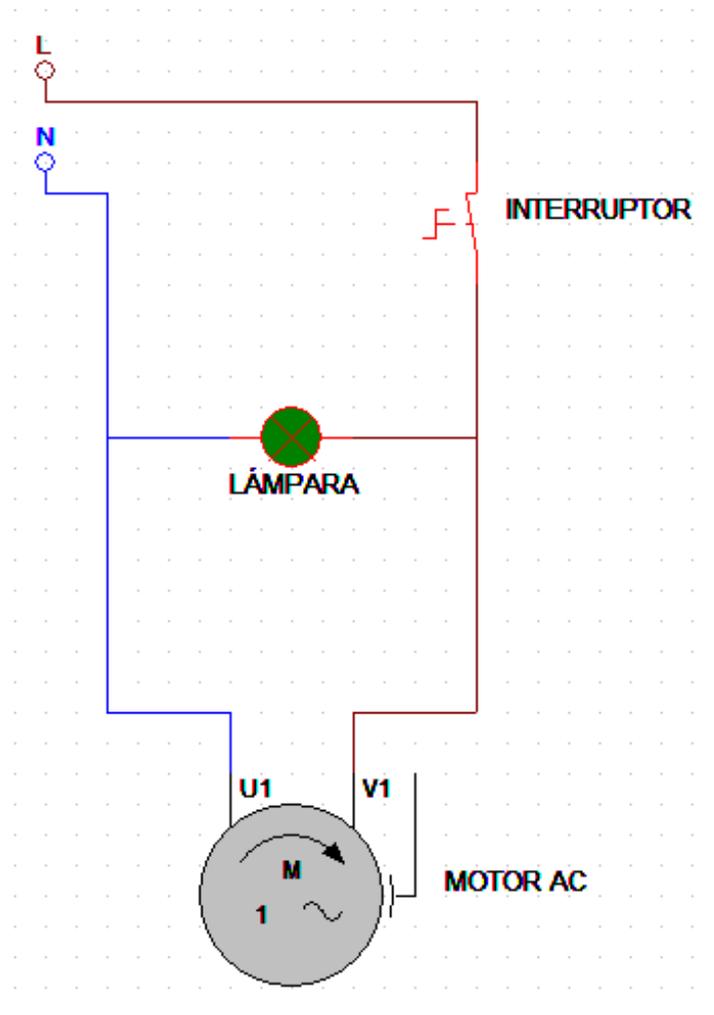


Nota. El gráfico muestra la instalación del sistema de ventilación a la salida del túnel termoencogible en su parte superior.

El sistema de enfriamiento se activa a través de un control de mando que posee un interruptor de encendido y apagado que da inicio al sistema y a la luz indicadora de encendido, que a su vez enciende un ventilador de 20x20cm de 110V el cual permite enfriar el aire a su salida.

Figura 40

Esquema de conexión del sistema de enfriamiento



Nota. El gráfico representa la conexión entre los componentes utilizados en el sistema de enfriamiento realizado en el software de simulación CADESIMU, con el respectivo etiquetado de los componentes, donde L=línea y N=neutro para la conexión a 110V AC y con el interruptor activado.

3.4.4 Fibra cerámica termo resistente

Se realizó la instalación de fibra cerámica termo resistente que se colocó a la entrada y salida del túnel de termoencogido con el fin de mantener el calor dentro de él y evitar que el calor salga hacia el exterior.

Figura 41

Fibra cerámica en la entrada y salida del túnel



Nota. El gráfico muestra la instalación del material termo-resistente en forma de cortina en la entrada y salida del túnel termoencogible para retener el calor y proteger el interior.

3.4.5 Conexión eléctrica final de todos los componentes del sistema

Finalmente se colocaron los controles e indicadores en un panel de mando del operador ubicado en la parte superior del túnel de termoencogido, aquí se ubicaron los dispositivos de control que permiten operar a la máquina controlando todos los sistemas instalados desde un mismo lugar.

Figura 42

Conexión de los componentes en el panel de mandos



Nota. El gráfico muestra la conexión entre todos los componentes del sistema del túnel termoencogible montados en la parte superior.

La caja de panel de mandos de control del túnel termoencogible es fácil de operar y se colocaron dentro de una caja de acero inoxidable de 1mm para proteger a todos los componentes y conexiones.

Figura 43

Caja de panel de mandos del túnel termoencogible



Nota. El gráfico muestra el panel del operador de los sistemas del túnel termoencogible con los componentes ubicados en el interior de la caja de protección.

CAPÍTULO IV

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Con la implementación de un túnel termoencogible se logró empacar productos de la empresa “LABORATORIO DE COSMÉTICOS ANDYS`S” de manera eficiente obteniendo un adecuado manejo de empaques para su distribución y garantizando la correcta calidad para el consumidor, una reducción de tiempo y mano de obra ya que se necesita una sola persona para realizar el proceso.
- Se incrementó la productividad en el proceso de termoencogido ya que el tiempo que se requería para realizar un empaque de manera manual a través de una pistola de calor era de aproximadamente 90 segundos y con el túnel termoencogible se redujo a aproximadamente 15 segundos, reduciendo daños en el proceso por falla humana.
- Se realizó un análisis acerca del principio de funcionamiento de un sistema de termoencogido a través de una banda transportadora con un túnel de calor para el empaque de productos.
- Se realizó un sistema de control manual ubicado en un panel de operador para controlar los sistemas implementados en el túnel de termoencogido para controlarlo de acuerdo a la necesidad.
- Se implementó un túnel termoencogible con una estructura resistente en acero inoxidable que cumple con los requerimientos necesarios para su funcionamiento, siendo móvil y de fácil manejo.

4.2 Recomendaciones

- En el área donde se ubique el túnel termoencogible se deben establecer las medidas de seguridad necesarias tanto para una correcta manipulación al operar la máquina como para el área donde se ubica la misma, la cual debe contar con las debidas señales de precaución, estar aislada de zonas húmedas y con objetos ajenos al proceso que pueda causar un atasco en la banda transportadora.
- Asegurar que la conexión entre los componentes y dispositivos de todos los sistemas del túnel termoencogible se encuentren correctamente realizados para evitar todo tipo de inconvenientes y fallas.
- Verificar que los componentes y dispositivos que se utilizan en un sistema se encuentren en buen estado y sin fallas verificando su correcto funcionamiento previo a la instalación.
- Para asegurar la correcta calidad del proceso de termofijado de productos se debe establecer una temperatura adecuada al tipo y tamaño de productos a ser empacados y el tipo de material termoencogible.
- Realizar una inspección rutinaria de cada uno de los sistemas y partes del túnel termoencogible, realizando un mantenimiento preventivo para evitar daños tanto mecánicos como eléctricos y alargar la vida útil de la máquina.
- Al realizar la instalación de la máquina en el lugar de trabajo, se debe asegurar que la alimentación sea la adecuada para su funcionamiento, ya que el voltaje de operación es de 220V.
- En la banda transportadora se debe comprobar la tensión de la cinta y la velocidad del movimiento debe ser constante.

5. Glosario

Banda transportadora: Es un sistema de transporte que consiste en mover materiales a través de una cinta arrastrada por la fricción de ejes motrices conectados a un motor.

Control de temperatura: Es un sistema utilizado para controlar la temperatura de un proceso, posee una señal de entrada originada por un sensor de temperatura y una señal de salida conectada al elemento de control que puede ser calentador o enfriador.

Motor eléctrico: Es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica de rotación en un eje por la acción de campos magnéticos.

PV: El valor PV (Process Variable) indica el valor de medida actual de un proceso que está siendo controlado.

Sistema eléctrico: Es el conjunto de dispositivos eléctricos conectados entre sí para realizar una función específica utilizando energía eléctrica.

SV: El valor SV (Set point Variable) es el punto de ajuste de un valor deseado en un proceso.

Temperatura: Es una magnitud física que indica el grado o nivel térmico en el que se encuentra un objeto o el medio ambiente en general.

Termoencogido: Es un sistema muy utilizado en la industria para el empaque que consiste en envolver productos con material termoencogible con el fin de proteger a los productos de forma fácil, económica y segura.

Transmisión de movimiento: Es el acto de transmitir energía mecánica de un lugar a otro.

6. Bibliografía

- Atom Industrial Electrical Store. (2013). *ALIEXPRESS*. Recuperado el 20 de diciembre del 2020. <https://es.aliexpress.com/item/2028172395.html>
- CARROD ELECTRÓNICA. (2014). *Puente de Diodos KBPC3508 35 A 800 V*. Recuperado el 22 de enero del 2021. <https://www.carrod.mx/products/puente-de-diodos-35-a-800-v-kbpc3508>
- CNZY Store. (2019). *ALIEXPRESS*. Recuperado el 14 de diciembre del 2020. https://es.aliexpress.com/item/10000033827718.html?gps-id=pcStoreJustForYou&scm=1007.23125.137358.0&scm_id=1007.23125.137358.0&scm-url=1007.23125.137358.0&pvid=987bc819-ef1e-4491-9d45-5b2df80c45a1&spm=a2g0o.store_home.smartJustForYou_821724211.0
- COPAROMAN. (13 de agosto de 2015). *Botón de paro de emergencia*. Recuperado el 22 de enero del 2021. <https://coparoman.blogspot.com/2015/08/boton-de-paro-de-emergencia.html>
- Cruz, Á. (2011). *Estudio de embalaje de productos con película termoencogible PVC en la empresa Leito para reducir tiempo de producción*. Ambato, Ecuador: Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato. Recuperado el 30 de noviembre del 2020.
- DARAZ. (07 de febrero de 2018). *Specifications of Digital 220V AC PID REX-C100 Temperature Controller Max.40A SSR K Thermocouple*. Recuperado el 18 de diciembre del 2020. <https://www.daraz.com.bd/products/digital-220v-ac-pid-rex-c100-temperature-controller-max40a-ssr-k-thermocouple-i102352803.html>
- Dieguez, J. C. (2016). *MONOGRAFÍA MOVIMIENTO DE TIERRAS (SEGUNDA PARTE)*. Habana: Facultad Ingeniería Civil Universidad Tecnológica de La Habana. Recuperado el 23 de noviembre del 2020.

Directorio Facatativa. (11 de mayo de 2017). *Tunel para termoencogido*. Recuperado el 14 de diciembre del 2020.

<https://www.youtube.com/watch?v=rhbgE2PvsFY&list=UUed3HKQp4EwAKOVMSQItLaw>

ELECTRONILAB. (2014). *Termocupla termopar Tipo K 0-800 Grados con Rosca M6*. Recuperado el 22 de enero del 2021.

<https://electronilab.co/tienda/termocupla-termopar-tipo-k-0-800-grados-con-rosca-m6/>

Higuita, J. R. (2014). *"DISEÑO DE TÚNEL DE CALOR PARA ENCONGER SELLOS PLASTICOS EN LA PRODUCCION DE ENVASADO DE VINO"*. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente. Recuperado el 23 de noviembre del 2020.

Improselec. (2004). *LUZ PILOTO VERDE CAMSCO 22MM*. Recuperado el 22 de enero del 2021. <https://mitienda.improselec.com/product/luz-piloto-verde-camsco-22mm/>

INGEMECÁNICA. (2018). <https://ingemecanica.com/>. Obtenido de - Tutorial nº 84 - Cálculo y Diseño de Cintas Transportadoras. Recuperado el 14 de diciembre del 2020. <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn84.html>

IRP, A. (18 de diciembre de 2018). *Qué son las bandas transportadoras*. Recuperado el 20 de diciembre del 2020. <https://irp-intralogistica.com/que-son-las-bandas-transportadoras/>

LINIO. (2016). *TAKANAWA 555 Metal Gear motor DC 12V-24V Motorreductor*. Recuperado el 28 de enero del 2021. <https://www.linio.com.pe/p/takanawa-555-metal-gear-motor-dc-12v-24v-motorreductor-ve2s75>

NAVINTAR. (2018). *FREEPIK*. Recuperado el 28 de diciembre del 2020. https://www.freepik.es/fotos-premium/exhibicion-tecnica-panel-control-dispositivos-electricos-gabinete-dispositivos-luz_2998543.htm

PIROBLOC. (26 de 10 de 2016). *ADVECCIÓN DENTRO DE LA HIDRÁULICA TÉRMICA*. Recuperado el 14 de diciembre del 2020.

<https://www.pirobloc.com/blog-es/adveccion-dentro-de-la-hidraulica-termica/>

PROPINSA. (2015). *Película Termoencogible*. Recuperado el 28 de diciembre del 2020. <http://propinsa.com/pelicula-termoencogible/>

S.A.S, M. (1 de diciembre de 2015). *TUNEL CON ENFARDADORA - MAPLASCALI*. Recuperado el 28 de diciembre del 2020.

<https://www.youtube.com/watch?v=Fg-umlM-aE>

SOCEPI. (14 de 12 de 2016). *Film termoretraibile in PVC per confezionatrici e angolari*. Recuperado el 14 de diciembre del 2020. <https://www.socepi.it/film-termoretraibile-pvc.html>

Terán, E. J. (Octubre 2012). *"IMPLEMENTACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN TÚNEL DE CALOR PARA TERMOENCOGIDO DE LA EMPRESA GAMMA SERVICIOS"*. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Recuperado el 23 de noviembre del 2020.

VETOELECTRIC. (2020). *Power Switch 1P+N 110V*. Recuperado el 28 de enero del 2021. <https://vetolectric.com/producto/power-switch-1pn-110v-power/>

XINBEX. (2014). *INDUSTRY BELT SOLUTION*. Guía De La Banda Transportadora. Recuperado el 22 de enero del 2021. <http://www.pvc-belt.com/conveyor-belt-guide/>

7. Anexos