



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

IMPLEMENTACIÓN DE UN TÚNEL DE TERMO ENCOGIDO PARA EMBALAR ENVASES DE YOGURT DE LA MICROEMPRESA DE LÁCTEOS EL EXCELENTE UBICADA EN LA PARROQUIA DE BELISARIO QUEVEDO, CANTÓN LATACUNGA EN EL AÑO 2016.

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Electromecánico

Autores:

Guagchinga Santo Cristian Geovanny

Chuquitarco Guanoluisa Edison Paúl

Director:

Ing. Gallardo Cristian

Latacunga-Ecuador

2016



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.; por cuanto, el o los postulantes: Chuquitarco Guanoluisa Edison Paúl y Guagchinga Santo Cristian Geovanny, con el título de Proyecto de Investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN TÚNEL DE TERMO ENCOGIDO PARA EMBALAR ENVASES DE YOGURT DE LA MICROEMPRESA DE LÁCTEOS EL EXCELENTE UBICADA EN LA PARROQUIA DE BELISARIO QUEVEDO, CANTÓN LATACUNGA EN EL AÑO 2016”. Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, mayo del 2016

Para constancia firman:

Ing. Moreano Edwin

LECTOR 1

Ing. Mullo Álvaro

LECTOR 2

Ing. Espinel Carlos

LECTOR 3



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La presente investigación se ha realizado con la mayor disciplina posible, es por eso que nosotros **Chuquitarco Guanoluisa Edison Paúl con C.I. 050266273-7** y **Guagchinga Santo Cristian Geovanny con C.I. 050285834-3** declaramos ser los autores intelectuales del presente proyecto de investigación, plasmando en este documento todo nuestro esfuerzo y dedicación para poder cumplir los objetivos propuestos exitosamente. Por la presente cedemos los derechos intelectuales a la **Universidad Técnica de Cotopaxi**, con fines netamente académicos o de investigación.

Atentamente.

Chuquitarco Guanoluisa Edison Paúl
C.I. 050266273-7

Guagchinga Santo Cristian Geovanny
C.I. 050285834-3



AVAL DE DIRECTOR DE TESIS

Yo, Ing. Gallardo Molina Cristian Fabián en calidad de director del Proyecto de Investigación y cumpliendo con el reglamento de graduación en nivel de pregrado de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

INFORMO QUE: el grupo de postulantes conformado por los Sres. Chuquitarco Guanoluisa Edison Paúl y Guagchinga Santo Cristian Geovanny, egresados de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; han desarrollado su trabajo de investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electromecánica con el tema:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN TÚNEL DE TERMO ENCOGIDO PARA EMBALAR ENVASES DE YOGURT DE LA MICROEMPRESA DE LÁCTEOS EL EXCELENTE UBICADA EN LA PARROQUIA DE BELISARIO QUEVEDO, CANTÓN LATACUNGA EN EL AÑO 2016”

En virtud de lo antes expuesto considero que los egresados se encuentran habilitados para presentarse al acto de la defensa del Proyecto de Investigación.

Latacunga, mayo 2016

Ing. Gallardo Molina Cristian Fabián

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la sabiduría e inteligencia para poder culminar la carrera.

A mi padre que hizo su mejor esfuerzo por darme el estudio.

A mis hermanos y hermanas por el apoyo incondicional y consejos que me dan cada día.

A mi primera cuñada que siempre me da el ánimo y aliento para poder alcanzar mis metas.

Al Director del presente Proyecto, por ser una gran persona y ayudarnos en la elaboración del mismo.

Cristian



AGRADECIMIENTO

El primer agradecimiento es a DIOS por la ayuda desinteresada que siempre me dio.

Les agradezco a mis padres todo lo que me han dado para poder realizar este sueño.

A mi Director de Tesis y maestros a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual me abrió sus puertas, preparándome para un futuro competitivo.

Paúl



DEDICATORIAS

Con todo cariño dedico este proyecto de investigación a mi madre que me cuida desde el cielo y me guía por el buen camino.

A mí querida familia por estar siempre pendiente de mi persona.

Cristian



DEDICATORIA

Detrás de cada línea de llegada hay una de partida

Detrás de cada logro hay otro desafío

Doy gracias a dios por el camino recorrido

A la vida por lo aprendido

A mi madre por confiar en mí y ser el pilar fundamental de mi superación.

A mi padre que desde niño inculcó en mi sentimiento de responsabilidad constante indicándome que el hombre debe ser un libro abierto de conocimientos.

A mis maestros y tutor por compartir desinteresadamente sus conocimientos y experiencias

Paúl

ÍNDICE

1.- INFORMACIÓN GENERAL	1
Título del Proyecto:	1
2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
3.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	5
4.- BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	6
5.- EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:.....	6
6.- FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
EMPAQUE POR TERMO ENCOGIDO	7
MATERIALES DE TERMO ENCOGIDO.....	8
TÚNELES DE CALOR.....	10
DISPOSITIVOS DE CONTROL.....	10
SENSORES DE TEMPERATURA.....	11
RESISTENCIAS DE CALENTAMIENTO.....	13
MATERIALES AISLANTES.....	14
AISLANTES MINERALES.....	14
VENTILADOR.....	15
MOTOR ASÍNCRONO MONOFÁSICO	16
ARRANQUE POR FASE AUXILIAR Y CONDENSADOR.....	17
MOTOR DE CORRIENTE CONTINÚA DE IMANES PERMANENTES.....	18
CONTROL DE VELOCIDAD DE MOTORES DE CORRIENTE CONTINÚA	19
CADENA DE RODILLOS.....	20
CADENAS EUROPEAS BS	20
ALETA SA	21
PIÑÓN MECANISMO.....	23
NUMERO DE DIENTES DEL PIÑÓN	25
LAMINA DE ACERO GALVANIZADA.....	27
DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS.....	27
CONTACTOR.....	28
POTENCIÓMETROS.....	29
TRANSFERENCIA DE CALOR.....	30
CONDUCCIÓN.....	30
CONVECCIÓN.....	31

CONVECCIÓN FORZADA.....	31
RADIACIÓN	32
LEYES DE RADIACIÓN.....	33
ECUACIONES APLICADAS.....	34
MASA A TRASPORTAR.....	35
FUERZA	36
TRABAJO	36
POTENCIA	36
7.- OBJETIVOS:.....	39
General.....	39
Específicos	39
8.- OBJETIVOS ESPECIFICOS, ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA	40
9.- PRESUPUESTO.....	41
10.- DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS	42
IMPLEMENTACIÓN DEL TERMO ENCOGIDO.....	42
PRODUCCIÓN DE YOGUR EN LÁCTEOS EL EXCELENTE.....	43
TRABAJO.....	47
POTENCIA.....	47
ELECCIÓN DE CADENA Y PIÑONES PARA LA TRANSMISIÓN DE POTENCIA.....	48
NUMERO DE DIENTES DEL PIÑÓN	49
POTENCIA ELÉCTRICA TOTAL DE LAS RESISTENCIAS DE CUARZO.....	54
HIPÓTESIS.....	55
OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES:	56
VARIABLE INDEPENDIENTE	56
VARIABLE DEPENDIENTE	57
COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	58
12.- RECOMENDACIONES	59
13.- BIBLIOGRAFIA	60
A N E X O S.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 BENEFICIARIOS INDIRECTOS	6
TABLA 2 PROPIEDADES FÍSICAS DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	9
TABLA 3 PROPIEDADES TÉRMICAS DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD.....	9
TABLA 4 TIPOS DE TERMOCUPLAS.....	12
TABLA 5 CARACTERÍSTICA DE LANA DE VIDRIO.....	14
TABLA 6 CARACTERÍSTICAS DE VENTILADORES	16
TABLA 7 CADENAS EUROPEAS BS.....	21
TABLA 8 CADENA ESTÁNDAR CON ADITAMENTO RECTO SA-1-UN HUECO-UNA LADO-CADA EXTERNO.....	22
TABLA 9 GRÁFICO PARA LA SELECCIÓN DE CADENAS NORMA ISO 606 (SERIE EUROPEA).....	23
TABLA 10 PIÑONES DENTADOS 06B	24
TABLA 11 PIÑONES DENTADOS 08B	24
TABLA 12 RODAMIENTOS RÍGIDOS DE UNA HILERA DE BOLAS.....	26
TABLA 13 LÁMINAS DE ACERO GALVANIZADO COMERCIALES.....	27
TABLA 14 . INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS TERMO MAGNÉTICOS	28
TABLA 15 CONTACTORES.....	29
TABLA 16 VALORES TÍPICOS DEL COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONVECCIÓN.....	32
TABLA 17 OBJETIVOS, ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA	40
TABLA 18 PRESUPUESTO	41
TABLA 19 TIEMPO DE TERMO ENCOGIDO	43
TABLA 20 CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR	48
TABLA 21 CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR ELEGIDO.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 FASES DEL TERMO ENCOGIDO.....	8
FIGURA 2 CONTROLADOR DE TEMPERATURA.....	11
FIGURA 3 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR DE TEMPERATURA.....	11
FIGURA 4 . PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA TERMOCUPLA.	12
FIGURA 5 RESISTENCIAS DE CALENTAMIENTO.....	13
FIGURA 6 VENTILADOR CENTRIFUGO	15
FIGURA 7 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR ASÍNCRONO MONOFÁSICO.	17
FIGURA 8 CONEXIÓN DE INVERSIÓN DE GIRO.....	19
FIGURA 9 CIRCUITO DE CONTROL DE VELOCIDAD	19
FIGURA 10 CADENA SA-1.	22
FIGURA 11 PARTES DEL RODAMIENTO.....	26
FIGURA 12 CONTACTOR.....	29
FIGURA 13 POTENCIÓMETRO.....	30



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN TÚNEL DE TERMO ENCOGIDO PARA EMBALAR ENVASES DE YOGURT DE LA MICROEMPRESA DE LÁCTEOS EL EXCELENTE UBICADA EN LA PARROQUIA DE BELISARIO QUEVEDO, CANTÓN LATACUNGA EN EL AÑO 2016”.

Autores/es: GUAGCHINGA SANTO CRISTIAN GEOVANNY
CHUQUITARCO GUANOLUISA EDISON PAÚL

RESUMEN

El presente trabajo de titulación de la carrera de Ingeniería Electromecánica, está encaminado a resolver el problema del procedimiento de embalaje en la **Microempresa de Lácteos El Excelente**; Toda industria láctea cumple con los procesos básicos para la elaboración del yogurt, y uno de ellos es el empaque del producto final; mediante la observación se pudo identificar que la mencionada planta procesadora no posee el equipo para embalar, por lo mismo la operación se cumplirá implementando el túnel de calor el cual permitirá empacar seis o doce unidades de 500 y 120 gramos respectivamente; con esta labor se pretende mejorar la protección, conservar la presentación, optimizar el orden del producto en la cámara de conservación, y finalmente facilitar la carga y descarga del producto en los medios de transporte; el proceso se basa en introducir los envases envueltos por un termoplástico de polietileno en una cámara de calor a una temperatura y velocidad constante y así cumplir con las fases del termo encogido; este ejercicio permite eliminar bacterias o microorganismos para obtener un producto final higiénico.

Palabras claves: Embalaje, cámara de calor, optimización.



COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED

TOPIC: “IMPLEMENTATION OF A TUNNEL FOR HEAT SHRUNK YOGURT PACKAGING OF DAIRY MICROENTERPRISE EL EXCELENTE LOCATED IN THE BELISARIO QUEVEDO PARISH, LATACUNGA CANTON YEAR 2016.

Authors: GUAGCHINGA SANTO CRISTIAN GEOVANNY
CHUQUITARCO GUANOLUISA EDISON PAÚL

ABSTRACT

This research work of Electromechanical Engineering Major is aimed at solving the problem of the packaging process in the Dairy Microenterprise **El Excelente**. All dairy industry meets the basic processes for the production of yogurt, and one of them is the packaging of the final product; through observation it could be identified that the aforementioned processing industry does not have the equipment for packing. Therefore, the main aim of this work is to implement the heat tunnel which will allow pack six or twelve units of 500 and 120 grams respectively. This work is to improve the protection, to keep the presentation, to optimize the order of the product in the holding chamber, and to facilitate the loading and unloading of product from the means of transport. The process is based on introducing containers wrapped by a thermoplastic polyethylene in a heat chamber at a constant temperature and speed, and thus comply with the shrunk heat phases; this exercise helps kill bacteria or microorganisms to obtain a clean product.

Keywords: Packaging, heat chamber, optimization.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del Proyecto de Investigación al Idioma Inglés presentado por los señores Egresado de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **CHUQUITARCO GUANOLUISA EDISON PAUL Y GUAGCHINGA SANTO CRISTIAN GEOVANNY**, cuyo título versa **“IMPLEMENTACIÓN DE UN TÚNEL DE TERMO ENCOGIDO PARA EMBALAR ENVASES DE YOGURT DE LA MICROEMPRESA DE LÁCTEOS EL EXCELENTE UBICADA EN LA PARROQUIA DE BELISARIO QUEVEDO, CANTÓN LATACUNGA EN EL AÑO 2016”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, mayo del 2016

Atentamente,

Mg. Fabiola Soledad Cando Guanoluisa

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

C.C.050288460-4

1.- INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN TÚNEL DE TERMO ENCOGIDO PARA EMBALAR ENVASES DE YOGURT DE LA MICROEMPRESA DE LÁCTEOS EL EXCELENTE UBICADA EN LA PARROQUIA DE BELISARIO QUEVEDO, CANTÓN LATACUNGA EN EL AÑO 2016”.

Tipo de Proyecto:

Investigación Tecnológica:

El presente proyecto, se caracteriza por ser una investigación tecnológica, debido a que a través de la aplicación del método científico, se investigará los fenómenos físicos de transferencia de calor, se conocerá el principio de funcionamiento del túnel para termo encogido y finalmente se identificará los elementos mecánicos y eléctricos que conforman el equipo, para posteriormente realizar el análisis estructural y construir dicha máquina para efectuar el proceso de embalado de envases de yogurt en la empresa de Lácteos el Excelente.

Propósito:

Con la implementación de un túnel de termo encogido permite la optimización del tiempo de empaque del producto y por ende la presentación, protección y distribución del producto final.

Fecha de inicio: 2 de marzo del 2016

Fecha de finalización: 9 de mayo del 2016

Lugar de ejecución: Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Microempresa Lácteos El Excelente.

Unidad Académica que auspicia

CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

Carrera que auspicia:

Ingeniería Electromecánica

Equipo de Trabajo:

Ing. Cristian Gallardo

Sr. Guagchinga Cristian

Sr. Chuquitarco Edison

Investigador 1

Datos Personales:

Apellidos:	Gallardo Molina
Nombres:	Cristian Fabián
Cedula de identidad:	050284769-2
Teléfono:	0984698851
E-Mail:	cristian.gallardo@utc.edu.ec

Investigador 2

Datos Personales:

Apellidos:	Guagchinga Santo
Nombres:	Cristian Geovanny.
Cedula de identidad:	050285834-3
Dirección:	Av. Simón Rodríguez, Barrio La Calera.

Teléfono: 0983457118

E-Mail: geovannycgs@gmail.com

Formación Académica.

Estudios Primarios: Escuela Fiscal Mixta “Manuel Salcedo”

Estudios Secundarios: Colegio Técnico Industrial “Dr. Trajano Naranjo Iturralde”

Investigador 3

Datos personales

Apellidos: Chuquitarco Guanoluisa

Nombres: Edison Paúl

Cedula de identidad: 050266273-7

Dirección: Barrio Brazales.

Teléfono: 0992871991

E-Mail: eddyp07@hotmail.com

Formación Académica.

Estudios Primarios: Escuela Fiscal Mixta “Ana Páez”

Estudios Secundarios: Colegio Técnico Industrial “Dr. Trajano Naranjo Iturralde”

Área de Conocimiento: Electromecánica

El área de conocimiento obedece a las ramas del saber de la profesión en función de la cual se hacen los aportes fundamentales del proyecto.

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protecciones ambientales

2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Uno de los procesos indispensables en todas las industrias de alimentos es el empaqueo del producto final, para la distribución ya sea en cajas de cartón, en bolsos plásticos, o embalados con materiales de polietileno. Para esto utilizan equipos o máquinas que ayuden a realizar dicha operación como selladoras de cartón y túneles de termo encogido.

Para Lácteos El Excelente es indispensable disponer de un equipo para el embalado de varios envases de yogurt que facilite la manipulación y protección. Actualmente la distribución del yogurt se realiza en gavetas y toma tiempo manipular uno a uno. También se distribuye en cajas de cartón y en bolsos plásticos, esto ocasiona mala presentación del proveedor, debido a que el producto se maltrata cuando se transporta a los diferentes consumidores.

Por tal motivo se analizará e implementará un túnel de termo encogido de envases de yogurt para la microempresa de Lácteos el Excelente, dicho equipo facilitará el empaque de distintas cantidades de envases de yogurt mediante la envoltura de plástico de polietileno, originando mayor protección del producto cuando se distribuya a los consumidores, mejorando la presentación del mismo.

Se debe tener una idea clara del objetivo al que debemos llegar, razón por lo que se investigará los procesos de termo encogido, se identificará los dispositivos mecánicos y eléctricos que conforman la máquina, y finalmente se analizará y construirá la máquina para implementar en la microempresa de lácteos, donde la metodología a seguir para la presente investigación, es tecnológica, se empezará por resolver un problema en una microempresa de alimentos, se identificará el equipo o la máquina que la ayude a resolver, se buscará información de los elementos de máquinas y dispositivos eléctricos que permita la construcción del túnel, de acuerdo a la capacidad de producción.

El aporte del túnel de termo encogido es importante para Lácteos El Excelente, mejorará el proceso de empaqueo de envases de yogurt, para la transportación a diferentes áreas de la provincia y del país.

La importancia del proyecto se basa en optimizar el proceso de empaclado para proteger la presentación, tener buena manipulación y que el producto no se maltrate durante la transportación para que llegue en buenas condiciones al consumidor, ya que el presente proyecto de investigación va tener un impacto en la sociedad donde se comercializa el producto elaborado por Lácteos El Excelente, y los beneficiarios van a ser los consumidores porque tienen un producto con buena presentación y de buena calidad.

3.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación surge de un convenio entre Universidad-Empresa, a través de la cual el estudiante tiene la oportunidad de llevar a la práctica un proyecto propuesto por la empresa. De esta manera, mediante una mutua contribución se busca dos objetivos; por un lado, elaborar un proyecto que permitirá finalizar la carrera y por otro lado, que tenga una aplicación real en la empresa viéndose como resultado la solución de uno o varios problemas.

Las empresas deben renovarse continuamente, para asegurar la subsistencia en el tiempo, mediante adelantos tecnológicos para mejora e innovar procesos de fabricación y producción, especialmente en el sector alimenticio, donde la competencia es sumamente reñida y las empresas que no se mantienen a la vanguardia tecnológica están destinadas a desaparecer, para Lácteos El Excelente es importante disponer de un proceso de embalado que disminuya el costo y facilite el trabajo y el Reto está en implementar la acción de termo encogido, que permitirá obtener mayor protección, fácil manejo y movilización cuando sea transportado a los consumidores, también ayudará a mantener la estética y la seguridad del producto al momento de ser comercializado.

Considerando el problema actual, es importante presentar una solución técnica que cubra la disposición de una operación controlada que mediante un paso único y a una velocidad constante garantice el embalado de una determinada cantidad de envases de yogurt mediante sello plástico de termo encogido.

Teniendo como premisa lo anterior, este proyecto contribuirá para optimizar el tiempo de empaque, tener una mejor manipulación del paquete del producto, permitiendo minimizar el reducir costos operacionales, y lograr mayor protección, sirviendo así como modelo para otras instituciones.

4.- BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos del presente proyecto de investigación son los estudiantes egresados de la carrera de Ingeniería Electromecánica y el Gerente de la Microempresa.

Y los beneficiarios indirectos son los trabajadores de la misma como se muestra en la tabla 1.

TABLA 1 BENEFICIARIOS INDIRECTOS

Beneficiarios	
Directos	Indirectos
El gerente de la Microempresa (1)	8 Trabajadores
Los estudiantes del proyecto (2)	Público en general

.Elaborado: grupo investigador

5.- EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

En la actualidad existen varias empresas del sector alimenticio que se dedican a la elaboración, fabricación y comercialización de productos lácteos para el consumo humano, como Toni, El Ranchito, La Finca, Parmalat, estas industrias tienen un mercado considerablemente competitivo por lo que la mínima diferencia entre un producto y otro tiene repercusiones en su economía.

Lácteos El Excelente es una microempresa también del sector alimenticio que produce y procesa productos como el yogurt y el queso, pero carece de maquinaria industrial para la fabricación de los mismos por tanto dichos productos son, procesados y empacados en forma manual.

Es importante garantizar la distribución del producto a los consumidores, para esto es necesario embalar los envases de yogurt para que en el proceso de transporte no se maltraten o pierdan la presentación o en el peor de los casos para que no exista derrames del líquido, es allí donde la cantidad de envases empacados por medio de termo encogido juega un papel importante para la comercialización.

El diseño del túnel para termo encogido debe contar con las normas de seguridad e higiene además de la cantidad y altura de envases a termo encoger, para identificar las dimensiones de la cámara de calor y de un control fácil de manipular para el personal de dicha empresa.

6.- FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

EMPAQUE POR TERMO ENCOGIDO

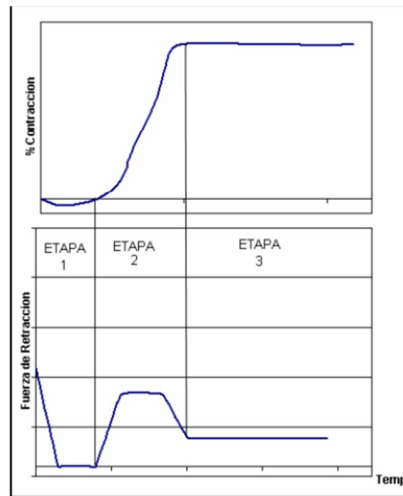
El empaque por termo encogido es una moderna y elegante técnica de embalaje que se utiliza ampliamente en el mercado por su sencillez, economía y buenos acabados.

Su objetivo es envolver con un film termo encogible y transparente un determinado producto, el cual queda fijamente compacto por la película ajustándose a la forma del producto. Adicionalmente se logra la protección del producto contra la humedad, contaminación, rayones, etc.

Según (PARRA, 2014) manifiesta que, para el termo encogido hay que aplicar calor para afectar las fibras de un film de polietileno o PVC termoretraible que en el momento de su fabricación se alteran, fibras que se modifican en la dirección longitudinal y transversal, esto permite que su funcionalidad o diseño se aplique al empaque de productos, de forma tal queden compactos sin necesidad de aplicar, ajustar o acondicionar manualmente materiales extras.

En la figura 1 se puede identificar las fases del termo encogido.

FIGURA 1 FASES DEL TERMO ENCOGIDO



FUENTE: PARRA Jhonny "Diseño de túnel de calor para encoger sellos plásticos en la producción de envasado de vino"

- Fase 1: Ablandamiento. El film de polietileno o PVC termoretraible se ablanda en dirección transversal y longitudinal.
- Fase 2: Retracción. En esta etapa empieza la retracción del material termo encogible.
- Fase 3: Estabilización. Es cuando el material deja de contraer, aun cuando permanezca a la temperatura de contracción o superior a ella.
- Fase 4: Enfriamiento. Es cuando el material completa la retracción, aumentando la fuerza de contracción.

MATERIALES DE TERMO ENCOGIDO.

Es un tipo de plástico fabricado con un polímero que se vuelve un líquido homogéneo cuando se calienta a temperaturas relativamente altas y que cuando se enfría es un material duro en un estado de transición vítrea. Cuando se congela es un material frágil. Todas estas características son reversibles, lo que hace posible que los termoplásticos se puedan calentar y enfriar repetidamente sin que se pierdan estas cualidades.

El Polietileno Termo encogible.

El polietileno se ubica dentro de los productos de consumo masivo. Es ampliamente utilizado en la industria del envasado de alimentos en forma de film, bolsas y como protección de productos en embalajes.

Su mayor bondad es la alta resistencia mecánica y al impacto, además es considerado como uno de los sistemas de empaques más resistentes para productos con muy alto nivel de manipulación como: bebidas y repuestos. El polietileno es una resina termoplástica, que ofrece una excelente resistencia al impacto, peso ligero, baja absorción a la humedad y alta fuerza extensible, además no es tóxico como se muestra en la tabla 2 y 3 respectivamente.

TABLA 2 PROPIEDADES FÍSICAS DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD

Absorción de agua en 24h (%)	< 0,015
Densidad (g/cm ³)	0,915-0,935
Índice refractivo	1,51
Resistencia a la radiación	Aceptable
Resistencia al ultra-violeta	Mala
Coefficiente de expansión lineal (K ⁻¹)	1,7 x 10 ⁻⁴
Grado de cristalinidad (%)	40-50

FUENTE:<http://www.eis.uva.es/~macromol/curso07-08/pe/polietileno%20de%20baja%20densidad.htm>

TABLA 3 PROPIEDADES TÉRMICAS DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD

Calor específico (J K ⁻¹ Kg ⁻¹)	1900-2300
Coefficiente de expansión (x 10 ⁶ K ⁻¹)	100-200
Conductividad térmica a 23 °C (W/K.m)	0,33

Temperatura máxima de utilización (°C)	50-90
Temperatura de reblandecimiento (°C)	110
Temperatura de cristalización (°C)	105-110
Temperatura mínima de utilización (°C)	-60

FUENTE:<http://www.eis.uva.es/~macromol/curso07-08/pe/polietileno%20de%20baja%20densidad.htm>

TÚNELES DE CALOR

Para realizar el proceso de embalado o empaque se ha construido el túnel de calor. Es una máquina que cumple una función rápida de contracción de los materiales termo encogibles para que se adapten a la forma del envase, ofrecido seguridad, optimizando su presentación y aumentando la protección.

El túnel de calor es una máquina que genera un ambiente de aire caliente y turbulento en el interior de una recámara, se produce por medio de un ventilador que acelera el aire y para calentar el mismo se utiliza resistencias eléctricas, flautas quemadoras de gas o algún intercambiador de calor.

El aire caliente y turbulento, se usa para afectar térmicamente polímeros sensibles al calor, que son usados para empacar productos de consumo masivo.

El túnele de calor está compuesta por máquinas eléctricas que permiten el movimientos de elementos mecánicos y a su vez dichas máquinas tienen dispositivos de control y protección las cuales se detallan a continuación.

DISPOSITIVOS DE CONTROL.

Son los diferentes elementos que al ser activados y puestos en funcionamiento, cumplen una determinada función dentro del proceso, y que en conjunto permiten la operación adecuada del sistema en base a la lógica de control implementada según los requerimientos del mismo.

Controlador de temperatura.

Es un aparato que mide la temperatura a través de un sensor o termocupla y que al fijar temperatura deseada (setpoint); compara los valores de la temperatura existente con la establecida mediante un circuito interno, de este modo controla el activado/desactivado de la calefacción o refrigeración según la lógica de control implementada y del proceso en el que se utilice como se muestra en la figura 2.

La función de este dispositivo es mantener la temperatura dentro de los rangos de operación dependiendo del grado de control requerido según la aplicación.

FIGURA 2 CONTROLADOR DE TEMPERATURA



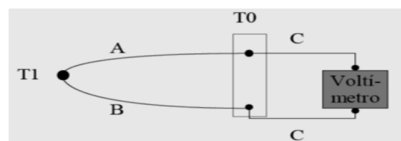
FUENTE:<http://www.directindustry.es/prod/samwontech/product-99323-938207.html>

SENSORES DE TEMPERATURA.

Según (RUIZ, 2010) manifiesta que el efecto Seebeck si se tiene dos conductores distintos homogéneos formando un circuito cerrado y una de las uniones está a una temperatura T_1 y la otra a una temperatura T_2 , aparece una fuerza electromotriz que da lugar a la circulación de una corriente que se mantiene mientras las temperaturas sigan siendo diferentes. Si se abre el circuito, lo que se observa es la aparición de una tensión entre los terminales como se muestra en la figura 3.

Está formado por la unión de dos hilos metálicos de distinta naturaleza unidos por un extremo. El principio de funcionamiento del termopar está basado en el efecto Seebeck.

FIGURA 3 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR DE TEMPERATURA.



FUENTE:Automatización y Telecontrol de Sistemas de Riego

Termocupla.

Es un transductor formado por la unión de dos metales de distinto material unidos en un extremo. Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño, del orden de los milivolts el cual aumenta proporcionalmente con la temperatura mostrado en la figura 4, en la tabla 4 se determina los tipos de termocuplas.

FIGURA 4 . PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA TERMOCUPLA.



FUENTE:server-die.alc.upv.es.pdf

TABLA 4 TIPOS DE TERMOCUPLAS.

Termocupla	Cable+	Cable –	°C	Señal
	Aleación	Aleación		mV
J	Hierro	Cobre/níckel	-180 a 750	42,2
K	Kíckel/cromo	Níckel/aluminio	-180 a 1732	41,26
T	Cobre	Cobre/níckel	-250 a 400	20,8
R	87% Platino 13% Rhodio	100%Platino	0 a 1767	21,09
S	90% Platino 10% Rhodio	100% Platino	0 a 1767	18,68
B	70% Platino 30% Rhodio	94% Platino 6% Rhodio	0 a 1820	13,814

FUENTE:<http://www.monografias.com/trabajos104/medicion-temperatura/medicion-temperatura.shtml>

RESISTENCIAS DE CALENTAMIENTO.

Según (FALLAS, 2007) manifiesta que la resistencia es una característica que se refiere a un elemento conductor eléctrico, el cual se opone al paso de una corriente eléctrica. Ella establece cuánta corriente circula en el circuito cuando se le entrega voltaje. El objetivo de una resistencia es generar un descenso en el voltaje, que es proporcional a la corriente que atraviesa como se muestra en la figura 5.

Son elementos que se fabrican a base de níquel, donde la energía eléctrica se transforma en calor. Mediante la ley de joule podemos determinar la cantidad de calor que es capaz de entregar una resistencia.

Esta cantidad de calor dependerá de la intensidad y del tiempo que esté conectada.

FIGURA 5 RESISTENCIAS DE CALENTAMIENTO



FUENTE: www.cositron.com.mx

Resistencias De Cuarzo

Según (MARTINEZ,2015) manifiesta que los infrarrojos de tubo de cuarzo proporciona radiación infrarroja de onda media y su uso es en aplicaciones industriales se dirige sobre todo a aquellos procesos donde se requiere una rápida respuesta de calefacción además, existen elementos que pueden llegar a pleno rendimiento en tan solo 30 segundos, con temperaturas de filamento 500°C a 1.000°C. El cuarzo irradia cerca del 95% de la energía infrarroja emitida. Los elementos que conforman estas resistencias producen la energía infrarroja en el rango de 1,1 a 2,9 micrones.

MATERIALES AISLANTES.

Están formados por una estructura porosa gas-sólido. El gas contenido en el sólido es el responsable de conferir al material propiedades aislantes mucho mayores que al sólido continuo...Un buen aislante se caracteriza por tener baja conductividad térmica (0,03-0,05W/m°C), baja capacidad de absorber agua, densidad aparente baja, no ser inflamable, y no atacable por agentes químicos ni roedores.

AISLANTES MINERALES.

Es un material usado en la construcción y en la industria, establece una barrera al paso del calor entre dos medios que naturalmente tenderían a igualarse en temperatura, impidiendo que el calor traspase los separadores del sistema que interesa con el ambiente que lo rodea.

Lana de vidrio.

Según (MARTÍNEZ, 2006). Lana de vidrio, está formado por un conjunto de filamentos de vidrio muy finos, impregnados por unas resinas. Su estructura retiene aire en los espacios entre las fibras, consiguiéndose así reducir la conductividad térmica del material, son fácil de manejar, inodora e ignífuga. Comercialmente se presenta en forma de lana o borra, fieltro y plancha para el aislamiento de edificios y coquillas para tuberías, en la tabla 5 se determina las características de la lana de vidrio.

TABLA 5 CARACTERÍSTICA DE LANA DE VIDRIO

Aislante	Densidad (Kg/m³)	Kcal/hm°C a 20°C
Lana de vidrio (suelta)	60	0,028
Lana de vidrio (suelta)	80	0,027

Lana de vidrio (suelta)	100	0,027
Fieltro lana de vidrio	20	0,032

FUENTE: ROIG Pablo. "Fundamentos de Transferencia de Calor" 1999. Pág. 834

VENTILADOR

Según (VIEDM, 1997.) Es una máquina hidráulica generadora para gases. Si el cambio en la densidad del gas es pequeño (lo que ocurre normalmente cuando el salto de presión a través de la máquina es pequeño), la teoría desarrollada para turbo máquinas hidráulicas será aplicable al estudio de los ventiladores... Cuando la calidad constructiva de estas máquinas no es muy alta, puede considerarse ventiladores si la relación de compresión es inferior a 100 mbar; cuando la calidad es más alta, el límite es más estricto que es de 30mbar.

Ventilador centrífugo.

Según (HERNANDO, 2004) manifiesta que en estos ventiladores el aire ingresa en dirección paralela al eje del rotor, por la boca de aspiración, y la descarga se realiza tangencialmente al rotor, es decir que el aire cambia de dirección noventa grados. (90°), Estos ventiladores, alcanza presiones de hasta 1500 milímetros de columna de agua (mmcda) y son empleados, mayormente, en los sistemas de ventilación localizada, como se muestra en la figura 6.

FIGURA 6 VENTILADOR CENTRIFUGO



FUENTE: <http://spanish.forbuyers.com/dp859679/>

En la tabla 6 se puede identificar las características de varios modelos de ventiladores centrífugos.

TABLA 6 CARACTERÍSTICAS DE VENTILADORES

Modelo	Velocidad máx. (r/min)	Máx. Potencia instalada (KW)	Caudal máx. (m³/h)	Temperatura de aire		Peso aprox. (Kg.)
				Mín.	Máx.	
TSA-12/6	1500	2,2	4800	-20	85	17,5
TSA-15/7	1050	3	7400	-20	85	22,5
TSA-18/9	920	4	10500	-20	85	33
TSA-20/10	850	5,5	15000	-20	85	71
TSA-22/11	1000	18,5	26000	-20	85	80
TSA-25/13	810	18,5	32000	-20	85	93
TSA-30/14	600	18,5	38000	-20	85	125

FUENTE: www.sodeca.com

MOTOR ASÍNCRONO MONOFÁSICO

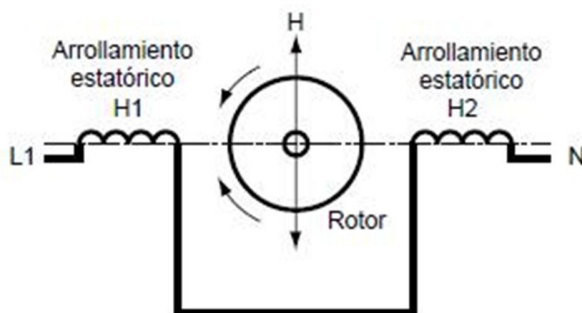
Este tipo de motor dispone de una bobinada en el estator de una sola fase, que crea un flujo alterno pero de dirección constante, esto supone que el rotor no pueda girar por sí solo. El motor monofásico no tiene par de arranque.

Principio de funcionamiento.

Considere un estator que incluye dos devanados. L1 y N. conectados a la red de alimentación. La corriente alterna monofásica engendra un campo alterno simple en el rotor H que es la superposición de dos campos giratorios. H1 y H2, de igual valor y de sentido opuesto como se muestra en la figura 7.

En el momento de la parada, dado que el estator está siendo alimentado, los campos presentan el mismo deslizamiento con respecto al rotor y, por tanto, producen dos pares iguales y opuestos. El motor no puede arrancar. Un impulso mecánico sobre el rotor causa la desigualdad de los deslizamientos. Uno de los pares disminuye mientras que el otro aumenta. El par resultante provoca el arranque del motor en el sentido en el que ha sido lanzado.

FIGURA 7 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR ASÍNCRONO MONOFÁSICO.



FUENTE:<http://es.slideshare.net/aicvigo1973/motores-asncronos-monofasicos>

ARRANQUE POR FASE AUXILIAR Y CONDENSADOR.

Según (SCHUCH, 1996). Los motores monofásicos no pueden arrancar solos. Las máquinas previstas para trabajar únicamente como monofásicas, llevan en el estator sólo un devanado principal monofásico y conexiones auxiliares para el arranque. Para ello se incorpora en el estator un devanado auxiliar paralelo al principal. El desfase necesario de la corriente del devanado auxiliar se puede conseguir por una mayor resistencia del devanado (par de arranque pequeño), o por medio de un condensador en serie con el devanado auxiliar (par de arranque algo mayor.)

Consiste en situar un condensador en la fase auxiliar. El condensador provoca un desfase inverso al de una inductancia. Una vez arrancado el motor, es necesario mantener el desfase entre ambas corrientes, pero es posible reducir la capacidad del condensador, ya que la impedancia del estator ha aumentado.

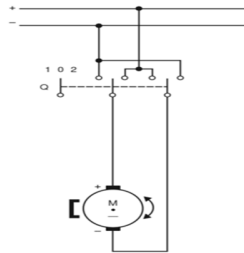
MOTOR DE CORRIENTE CONTINÚA DE IMANES PERMANENTES.

Como todo convertidor electromagnético de energía, la máquina rotativa de corriente continua es reversible. Si se conecta convenientemente a una red eléctrica distribuidora de tensión continua, la energía eléctrica que la máquina absorberá será restituida bajo la forma mecánica en el eje.

Según (CORTES, 2006).El principio de funcionamiento de los motores eléctricos de corriente directa o continua se basa en la repulsión que ejerce los polos magnéticos de un imán permanente cuando, de acuerdo con la ley de Lorentz, interactúan con los polos magnéticos de un electroimán que se encuentra montado en un eje. Este electroimán se denomina “rotor” y su eje le permite girar libremente entre los polos magnéticos norte y sur del imán permanente situado dentro de la carcasa o cuerpo del motor.

Cuando la corriente eléctrica circula por la bobina de este electroimán giratorio, el campo electromagnético que se genera interactúa con el campo magnético del imán permanente. Si los polos del imán permanente y del electroimán giratorio coinciden, se produce un rechazo y un torque magnético o par de fuerza que provoca que el rotor rompa la inercia y comience a girar sobre su eje en el mismo sentido de las manecillas del reloj en unos casos, o en sentido contrario, de acuerdo con la forma que se encuentre conectada al circuito como se muestra en la figura 8 la conexión del cambio de giro.

FIGURA 8 CONEXIÓN DE INVERSIÓN DE GIRO.



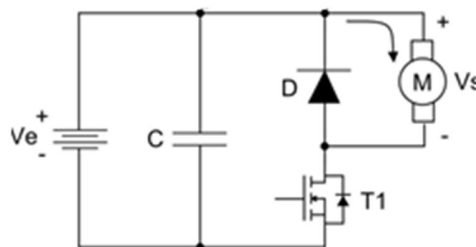
FUENTE. Motores de Corriente Continua de ROLDÁN

CONTROL DE VELOCIDAD DE MOTORES DE CORRIENTE CONTINÚA

Según (BECERRA, 2011). Los motores de corriente continua giran a una velocidad proporcional al voltaje aplicado. El fabricante da a conocer la tensión máxima que soporta el motor, a este voltaje máximo la velocidad es máxima. Si aplicamos una tensión menor el motor girara más lento.

Se puede usar convertidores electrónicos para conseguir un control eficiente y versátil. Típicamente se usan circuitos reductores de voltaje como se muestra en la figura 9, para regular la velocidad de este tipo de motores, cuyo control de voltaje se realiza por medio de modulación de ancho de pulso (PWM) de la señal de encendido del transistor T1, el cual opera como interruptor, permitiendo el paso de corriente y cortándolo abruptamente a alta frecuencia.

FIGURA 9 CIRCUITO DE CONTROL DE VELOCIDAD



FUENTE:<http://smartdreams.cl/control-de-velocidad-de-motores-c-c/>

Según (SMARTDREAMS, 2014) manifiesta que dada la naturaleza inductiva de los enrollados del motor, es necesario incorporar un diodo en paralelo con éste para permitir la circulación de corriente durante el tiempo en que el transistor no conduce, así se evitan sobretensiones potencialmente peligrosas. Finalmente, el condensador es capaz de proveer altas corrientes por cortos períodos de tiempo para el arranque y además estabiliza el voltaje V_e .

CADENA DE RODILLOS.

Una cadena de rodillos está formada por la unión alternativa de unos conjuntos que llamamos eslabones interiores y otros llamados exteriores. Los eslabones interiores se forman con dos placas o bridas interiores unidas por presión o dos casquillos, sobre los cuales giran libremente los rodillos de la cadena y los eslabones exteriores se forman con placas o bridas exteriores unidas a dos ejes que se remachan lateralmente una vez incorporado a los eslabones interiores.

La Cadena de Rodillos, puede acoplarse con suavidad a un piñón dentado ejerciendo una función de transmisión entre uno o más ejes que pueden estar distanciados, siendo ésta una de las principales aplicaciones de las Cadenas de Trasmisión.

CADENAS EUROPEAS BS

Los tamaños de paso van de 6mm, (0,236pulg) a 114,3mm, (4,500pulg). Se caracteriza por tener mejor resistencia al desgaste en función de la mayor zona de apoyo. El sistema de numeración BS: por ejemplo, una cadena de doble hilera de $\frac{1}{2}$ pulgada corresponde a 08B-2.

Los dos primeros dígitos son el tamaño del paso en 1/16 de pulgada, por tanto 08=8/16 o $\frac{1}{2}$ pulg. La letra B indica la norma europea. El sufijo 2 indica la cantidad de hileras de la cadena como se muestra en la tabla 7.

TABLA 7 CADENAS EUROPEAS BS.

N° Cadena BS/ISO	Paso	Diámetro del rodillo	Distancia entre placas interiores	Diámetro del pasador	Longitud del pasador		Altura de la placa interior	Espesor de la placa		Paso transversal
	p	d ₁ max	b ₁ min	d ₂ max	L max	L _c max	h ₂ max	t max	T max	Pt
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm
04B-1	6,000	4,00	2,80	1,85	6,80	7,8	5,00	0,60	0,60	-
05B-1	8,000	5,00	3,00	2,31	8,20	8,9	7,10	0,80	0,80	-
06B-1^	9,525	6,35	5,72	3,28	13,15	14,1	8,20	1,30	1,30	-
08B-1	12,700	8,51	7,75	4,45	16,70	18,2	11,80	1,60	1,60	-
10B-1	15,875	10,16	9,65	5,08	19,50	20,9	14,70	1,70	1,70	-
12B-1	19,050	12,07	11,68	5,72	22,50	24,2	16,00	1,85	1,85	-
16B-1	25,400	15,88	17,02	8,28	36,10	37,4	21,00	4,15	3,10	-
20B-1	31,750	19,05	19,56	10,19	41,30	45,0	26,40	4,50	3,50	-
24B-1	38,100	25,40	25,40	14,63	53,40	57,8	33,20	6,00	4,80	-
28B-1	44,450	27,94	30,99	15,90	65,10	69,5	36,70	7,50	6,00	-
32B-1	50,800	29,21	30,99	17,81	66,00	71,0	42,00	7,00	6,00	-
40B-1	63,500	39,37	38,10	22,89	82,20	89,2	52,96	8,50	8,00	-
48B-1	76,200	48,26	45,72	29,24	99,10	107,0	63,80	12,00	10,00	-
56B-1	88,900	53,98	53,34	34,32	114,60	123,0	77,80	13,50	12,00	-
64B-1	101,600	63,50	60,96	39,40	130,00	138,5	90,17	15,00	13,00	-
72B-1	114,300	72,39	68,58	44,48	147,40	156,4	103,60	17,00	15,00	-

FUENTE: <http://www.skf.com/binary/87-133515/46.Chain>

Cadena con aletas de paso simple.

Las cadenas con aletas de paso simple están basadas en cadenas de rodillos con aletas añadidas a fin de hacerlas adecuadas para las aplicaciones de transporte. Debido al paso de cadena más pequeño, este tipo de cadena es ideal para las distancias cortas al centro y el transporte de artículos pequeños y ligeros. La cadena con aletas de paso simple tiene características de transferencia suave y de bajo ruido y se puede usar en velocidades de transporte relativamente moderadas.

ALETA SA

Para la aleta SA, la placa se extiende sobre un lado de la cadena y se instalan uno o dos orificios para perno. Se denomina SA-1 o SA-2 según la cantidad de orificios para perno. Estas aletas se pueden adaptar para usarlas con ganchos o listones. La Aleta SA, puede recibir fuerzas de flexión y de torsión según la dirección de la cargas, en la tabla 8 se observa los tipos de cadenas.

FIGURA 10 CADENA SA-1.



FUENTE:http://www.joresa.com/1/cadena_rodillos_roller_chain_637302.html

TABLA 8 CADENA ESTÁNDAR CON ADITAMENTO RECTO SA-1-UN HUECO-UNA LADO-CADA EXTERNO.

N° Cadena ANSI	N° Cadena BS/ISO	P	G	C	F	T	d ₄	Designación
-	-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-
35-1	06C-1	9,53	7,90	9,50	14,55	1,30	3,40	PHC 35-1...
40-1	08A-1	12,70	9,50	12,70	19,05	1,50	3,40	PHC 40-1...
41-1	085-1	12,70	9,50	11,85	16,55	1,30	3,60	PHC 41-1...
50-1	10A-1	15,88	12,70	15,90	25,25	2,03	5,50	PHC 50-1...
60-1	12A-1	19,05	15,90	18,30	29,33	2,42	5,50	PHC 60-1...
80-1	16A-1	25,40	19,10	24,60	34,70	3,25	6,80	PHC 80-1...
100-1	20A-1	31,75	25,40	31,80	43,30	4,00	9,20	PHC 100-1...
120-1	24A-1	38,10	28,60	36,50	51,60	4,80	9,80	PHC 120-1...
140-1	28A-1	44,45	34,90	44,50	62,00	5,60	11,40	PHC 140-1...
160-1	32A-1	50,80	38,10	50,80	69,85	6,40	13,10	PHC 160-1...
200-1	40A-1	63,50	50,80	63,50	88,90	8,00	16,30	PHC 200-1...
-	06B-1^	9,53	8,00	9,52	13,50	1,30	3,50	PHC 06B-1...
-	08B-1	12,70	9,50	13,35	18,90	1,60	4,30	PHC 08B-1...
-	10B-1	15,88	14,30	16,50	22,95	1,70	5,30	PHC 10B-1...
-	12B-1	19,05	16,00	21,45	28,60	1,85	6,40	PHC 12B-1...
-	16B-1	25,40	19,10	23,15	34,00	3,10	6,40	PHC 16B-1...
-	20B-1	31,75	35,00	30,50	45,70	3,50	9,00	PHC 20B-1...

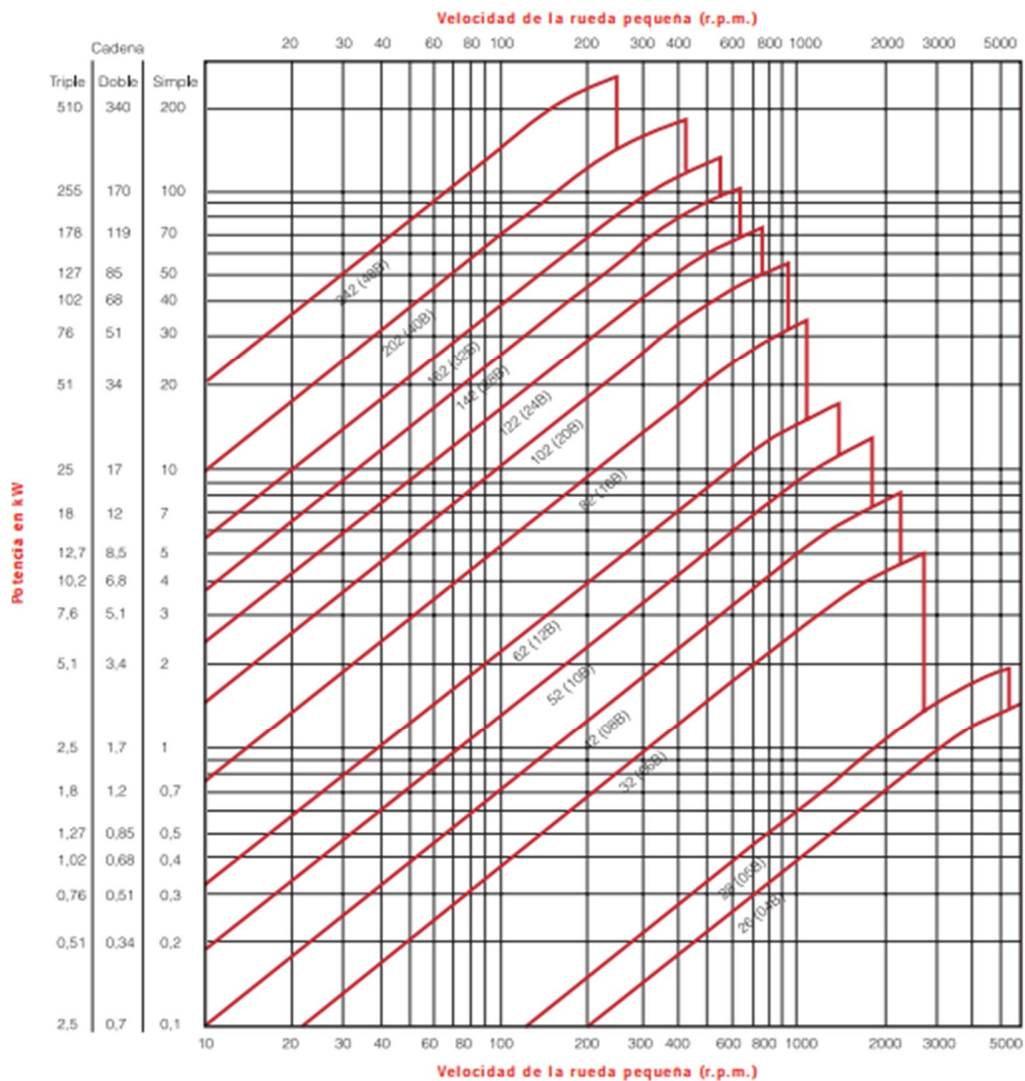
FUENTE:<http://www.skf.com/binary/87-133515/46.Chain>

CURVA DE SELECCIÓN DE CADENA.

Para elegir la cadena más adecuada a una transmisión se pueden utilizar la tabla 9, aplicables para cadenas de norma europea. El proceso de cálculo parte de la potencia a transmitir en Kw, y de la velocidad del piñón o rueda pequeña en r.p.m. Estos datos nos permiten determinar sobre los gráficos de las tablas 9, según proceda, la cadena mínima necesaria para la aplicación proyectada.

En general, el problema tiene varias soluciones porque se puede elegir una cadena simple o múltiple de varias filas de rodillos.

TABLA 9 GRÁFICO PARA LA SELECCIÓN DE CADENAS NORMA ISO 606 (SERIE EUROPEA)



FUENTE: http://www.joresa.com/1/upload/cadena_transmision_calculo.pdf

PIÑÓN MECANISMO.

El piñón a la rueda de un mecanismo de cremallera o a la rueda más pequeña de un par de ruedas dentadas, ya sea en una transmisión directa por engranajes o indirecta a través de una cadena de transmisión o una correa de transmisión dentada. Ver tabla 10 y 11.

TABLA 10 PIÑONES DENTADOS 06B

Z	d _e	d _p	SIMPLE			DOBLE			TRIPLE		
			d _m	D ₁	A	d _m	D ₁	A	d _m	D ₁	A
8	28,0	24,89	15	6	22						
9	31,0	27,85	18	8	22						
10	34,0	30,82	20	8	22						
11	37,0	33,80	22	8	25						
12	40,0	36,80	25	8	25	25	10	25	25	12	35
13	43,0	39,79	28	10	25	28	10	25	28	12	35
14	46,3	42,80	31	10	25	31	10	25	31	12	35
15	49,3	45,81	34	10	25	34	10	25	34	12	35
16	52,3	48,82	37	10	28	37	12	30	37	12	35
17	55,3	51,83	40	10	28	40	12	30	40	12	35
18	58,3	54,85	43	10	28	43	12	30	43	12	35
19	61,3	57,87	45	10	28	46	12	30	46	12	35
20	64,3	60,89	46	10	28	49	12	30	49	12	35
21	68,0	63,91	48	12	28	52	12	30	52	14	40
22	71,0	66,93	50	12	28	55	12	30	54	14	40
23	73,5	69,95	52	12	28	58	12	30	58	14	40
24	77,0	72,97	54	12	28	61	12	30	61	14	40
25	80,0	76,00	57	12	28	64	12	30	64	14	40
26	83,0	79,02	60	12	28	67	12	30	67	14	40
27	86,0	82,05	60	12	28	70	12	30	70	14	40
28	89,0	85,07	60	12	28	73	12	30	73	14	40
29	92,0	88,09	60	12	28	76	12	30	76	14	40
30	94,7	91,12	60	12	30	79	12	30	80	14	40
31	98,3	94,15	65	14	30						
32	101,3	97,17	65	14	30	80	16	30	80	16	40
33	104,3	100,20	65	14	30						
34	107,3	103,23	65	14	30						
35	110,4	106,26	65	14	30	80	16	30	80	16	40
36	113,4	109,29	70	16	30	90	16	30	90	16	40
37	116,4	112,32	70	16	30						
38	119,5	115,35	70	16	30	90	16	30	90	16	40
39	122,5	118,37	70	16	30						
40	125,5	121,40	70	16	30	90	16	35	90	16	48

Piñón 3/8" x 7/32"
para cadena de rodillos según DIN 8187-8188 ISO/R 606 - ANSI B. 29.1

PIÑÓN	ISO mm	ASA-35 mm
Radio diente r ₃	10	10
Ancho radio C	1	1,2
Ancho radio piñón B ₁	5,3	4,3
Ancho radio piñón b ₁	5,2	4,1
Ancho radio piñón B ₂	15,4	14,3
Ancho radio piñón B ₃	25,6	24,4

CADENA	mm	mm
Paso	9,525	9,525
Ancho interior	5,72	4,77
Ø Rodillo	6,35	5,08

FUENTE:http://www.lindis.com/pdf/Pinones-Martin_ESP.pdf

TABLA 11 PIÑONES DENTADOS 08B

Z	d _e	d _p	SIMPLE			DOBLE			TRIPLE		
			d _m	D ₁	A	d _m	D ₁	A	d _m	D ₁	A
8	37,2	33,18	20	10	25						
9	41,0	37,13	24	10	25						
10	45,2	41,10	26	10	25	26	10	32			
11	48,7	45,07	29	10	25	26	10	32			
12	53,0	49,07	33	10	28	35	12	35	34	14	50
13	57,4	53,06	37	10	28	38	12	35	38	14	50
14	61,8	57,07	41	10	28	42	12	35	42	14	50
15	65,5	61,09	45	10	28	46	12	35	46	14	50
16	69,5	65,10	50	12	28	50	14	35	50	16	50
17	73,6	69,11	52	12	28	54	14	35	54	16	50
18	77,8	73,14	56	12	28	58	14	35	58	16	50
19	81,7	77,16	60	12	28	62	14	35	62	16	50
20	85,8	81,19	64	12	28	66	14	35	66	16	50
21	89,7	85,22	68	14	28	70	16	40	70	20	55
22	93,8	89,24	70	14	28	70	16	40	70	20	55
23	98,2	93,27	70	14	28	70	16	40	70	20	55
24	101,8	97,29	70	14	28	75	16	40	75	20	55
25	105,8	101,33	70	14	28	80	16	40	80	20	55
26	110,0	105,36	70	16	30	85	20	40	85	20	55
27	114,0	109,40	70	16	30	85	20	40	85	20	55
28	118,0	113,42	70	16	30	90	20	40	90	20	55
29	122,0	117,46	80	16	30	95	20	40	95	20	55
30	126,1	121,50	80	16	30	100	20	40	100	20	55
31	130,2	125,54	90	16	30						
32	134,3	129,56	90	16	30	100	20	40			
33	138,4	133,60	90	16	30						
34	142,6	137,64	90	16	30	100	20	40			
35	146,7	141,68	90	16	30	100	20	40	110	20	55
36	151,0	145,72	90	16	35	110	20	40	120	25	55
37	154,6	149,76	90	16	35						
38	158,6	153,80	90	16	35	110	20	40	120	25	60
39	162,7	157,83	90	20	35						
40	166,8	161,87	90	16	35	110	20	45			

Piñón 1/2" x 5/16"
para cadena de rodillos según DIN 8187-8188 ISO/R 606 - ANSI B. 29.1

PIÑÓN	ISO mm	ASA-40 mm
Radio diente r ₃	13	13,5
Ancho radio C	1,3	1,6
Ancho radio piñón B ₁	7,2	7,2
Ancho radio piñón b ₁	7	7
Ancho radio piñón B ₂	21	21,4
Ancho radio piñón B ₃	34,9	35,8

CADENA	mm	mm
Paso	12,7	12,7
Ancho interior	7,75	7,94
Ø Rodillo	8,51	7,94

FUENTE:http://www.lindis.com/pdf/Pinones-Martin_ESP.pdf

NUMERO DE DIENTES DEL PIÑÓN

Para calcular el número de dientes del piñón se tiene en cuenta la ecuación 1.

$$Z = \frac{1.000xV}{Pxn} \quad \text{Ecu. 1}$$

Dónde:

P	Paso de la cadena (mm)
Z	Número de dientes del piñón
n	Revoluciones por minuto del piñón.
V	Velocidad de la cinta.

RODAMIENTOS

Según (RODRÍGUEZ, 2005). Son elementos de máquina de tipo apoyo que sustituye el rozamiento producido por deslizamiento por el producido por rodadura. Se utiliza de soporte para elementos giratorios, tanto ejes como árboles, y se diseñan para soportar cargas puramente radiales, puramente axiales o una combinación de ambas.

Los rodamientos son una clase de apoyo o soporte de ejes, en los cuales la carga se trasmite a través de elementos que están en contacto rodante, y no deslizante como se puede observar en la figura 11.

Un rodamiento completo consta de:

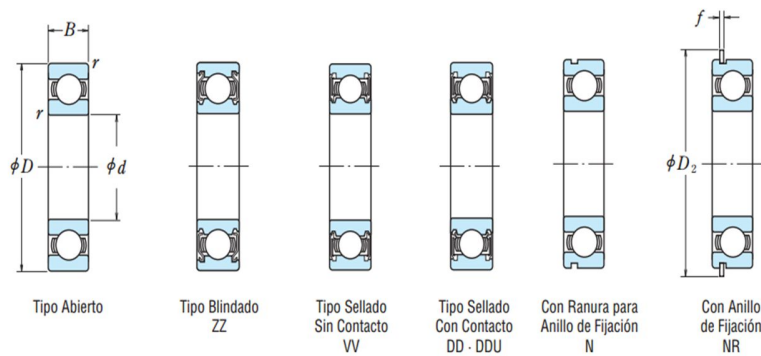
- Dos aros o anillos de pita (interior y exterior)
- Elementos rodantes dispuestos entre los aros. Algunos tipos son: bolas, cilindros, troncos de cono.
- Jaula: es una estructura o armadura que separa los elementos rodantes y los mantiene en su sitio durante el giro.

FIGURA 11 PARTES DEL RODAMIENTO



FUENTE: <http://bilbaoroller.blogspot.com/2006/12/limpieza-de-rodamientos.html>

TABLA 12 RODAMIENTOS RÍGIDOS DE UNA HILERA DE BOLAS.



Dimensiones (mm)	Índices de Carga Básica (N)				Factor		Velocidad Límite (rpm)			Números de Rodamiento					
	d	D	B	r min.	C_r	C_{or}	C_r	C_{or}	f_0	Grasa		Aceite			
										Abierto Z · ZZ V · VV	DU DDU	Abierto Z	Abierto	Blindado	Sellado
10	19	5	0.3		1 720	840	175	86	14.8	34 000	24 000	40 000	6800	ZZ	VV DD
	22	6	0.3		2 700	1 270	275	129	14.0	32 000	22 000	38 000	6900	ZZ	VV DD
	26	8	0.3		4 550	1 970	465	201	12.4	30 000	22 000	36 000	6000	ZZ	VV DDU
	30	9	0.6		5 100	2 390	520	244	13.2	24 000	18 000	30 000	6200	ZZ	VV DDU
12	35	11	0.6		8 100	3 450	825	350	11.2	22 000	17 000	26 000	6300	ZZ	VV DDU
	21	5	0.3		1 920	1 040	195	106	15.3	32 000	20 000	38 000	6801	ZZ	VV DD
	24	6	0.3		2 890	1 460	295	149	14.5	30 000	20 000	36 000	6901	ZZ	VV DD
	28	7	0.3		5 100	2 370	520	241	13.0	28 000	—	32 000	16001	—	—
15	28	8	0.3		5 100	2 370	520	241	13.0	28 000	18 000	32 000	6001	ZZ	VV DDU
	32	10	0.6		6 800	3 050	695	310	12.3	22 000	17 000	28 000	6201	ZZ	VV DDU
	37	12	1		9 700	4 200	990	425	11.1	20 000	16 000	24 000	6301	ZZ	VV DDU
	24	5	0.3		2 070	1 260	212	128	15.8	28 000	17 000	34 000	6802	ZZ	VV DD
15	28	7	0.3		4 350	2 260	440	230	14.3	26 000	17 000	30 000	6902	ZZ	VV DD
	32	8	0.3		5 600	2 830	570	289	13.9	24 000	—	28 000	16002	—	—
	32	9	0.3		5 600	2 830	570	289	13.9	24 000	15 000	28 000	6002	ZZ	VV DDU
	35	11	0.6		7 650	3 750	780	380	13.2	20 000	14 000	24 000	6202	ZZ	VV DDU
	42	13	1		11 400	5 450	1 170	555	12.3	17 000	13 000	20 000	6302	ZZ	VV DDU

FUENTE: http://www.nskamericas.com/cps/rde/dtr/na_es/Rodamientos.LR.pdf

LAMINA DE ACERO GALVANIZADA.

La lámina de acero galvanizada es laminada en frío con un recubrimiento de Zinc por ambas caras. Este recubrimiento le otorga propiedades especiales de durabilidad, maleabilidad, resistencia a la corrosión, economía y versatilidad. Los más comunes usos de la lámina de acero galvanizada son los trabajos metalmecánicos que quedan expuestos a la intemperie, canales de agua, industria de la refrigeración, automotrices, aires acondicionados, electrodomésticos, vallas publicitarias y metalmecánica en general.

El acero galvanizado cumple con las especificaciones de las normas ASTM A653, como se muestra en la tabla 13 las láminas de acero galvanizado comerciales.

TABLA 13 LÁMINAS DE ACERO GALVANIZADO COMERCIALES

Calibre	Espesor mm.	Ancho mt.	Largo mt.	Peso/pza Kg.
26	0.45	1.000	2.000	7.611
		1.200	2.440	11.143
		1.200	3.050	13.928
24	0.60	1.000	2.000	10.026
		1.200	2.440	14.678
		1.200	3.050	18.348
22	0.70	1.000	2.000	11.636
		1.200	2.440	17.035
		1.200	3.050	21.294
20	0.90	1.000	2.000	14.856
		1.200	2.440	21.749
		1.200	3.050	27.186
18	1.20	1.000	2.000	19.686
		1.200	2.440	28.820
		1.200	3.050	36.025
16	1.50	1.000	2.000	24.516
		1.200	2.440	35.905
		1.200	3.050	44.881
14	1.90	1.000	2.000	30.956
		1.200	2.440	45.320
		1.200	3.050	56.649

FUENTE:<http://www.codemsa.com.mx/laminas/polines.html>

DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS

Son aparatos que, para cumplir una tarea, utiliza energía eléctrica alterándola, ya sea para transformación, amplificación/reducción o interrupción.

Breaker

Son denominados también interruptores electromagnéticos, son dispositivos diseñados para permitir la conexión manual de un circuito cuando la corriente a través del mismo está dentro de los límites permisibles, y desconecta automáticamente, sin destruirse, cuando esa supera un valor predeterminado, en la tabla 14 se muestra las características.

Tabla 14 . Interruptores Automáticos Termo magnéticos

Referencias



24051



24077

tipo	In (A)	referencia curva		
		B	C	D
1P 1 polo protegido	0,5	-	24067	-
	1	24045	24395	24625
	2	24046	24396	24626
	3	24047	24397	24627
	4	24048	24398	24628
	6	24049	24399	24629
	10	24050	24401	24630
	16	24051	24403	24632
	20	24052	24404	24633
	25	24053	24405	24634
	32	24054	24406	24635
	40	24055	24407	24636
	50	24056	24408	24637
	63	24057	24409	24638
2P 2 polos protegidos	0,5	-	24068	-
	1	24071	24331	24653
	2	24072	24332	24654
	3	24073	24333	24655
	4	24074	24334	24656
	6	24075	24335	24657
	10	24076	24336	24658
	16	24077	24337	24660
	20	24078	24338	24661
	25	24079	24339	24662
	32	24080	24340	24663
	40	24081	24341	24664
	50	24082	24342	24665
	63	24083	24343	24666

FUENTE: www.schneider-electric.com.pe

CONTACTOR.

Según (BASTIÁN 2001). Son conmutadores accionados electromagnéticamente a distancia para potencias de conmutación grandes. Los circuitos con contactores tienen siempre dos circuitos, de mando y el principal. Se distingue, según su contenido y potencia de conmutación, entre contactos de mando y contactos principales, como se muestra en la figura 12.

FIGURA 12 CONTACTOR.



FUENTE: www.areatecnologia.com

CATEGORIAS DE EMPLEO AC

AC-1: Cargas no inductivas o ligeramente inductivas, hornos de resistencias. $\cos \varphi \geq 0,95$

AC-2: Motores de anillos, arranque, frenado a contracorriente y funcionamiento por sacudidas.

AC-3: Motores de jaula, arranque, corte del motor lanzado.

TABLA 15 CONTACTORES

Referencia	HP/KW 220/240V	HP/KW 440V	Amperios		Contactos Auxiliares
			AC3	AC1	
LC1 K0610..	2/1.5	3/2.2	6	-	1NA
LC1 K0910..	3/2.2	5/4	9	-	1NA
LC1 K1210..	4/8	7.4/5.5	12	20	1NA
LC1 K1610..	5.4/4	7.4/5.5	16	20	1NA

FUENTE: www.schneider-electric.com.co

POTENCIÓMETROS.

Es un dispositivo de resistencia variable, los potenciómetros limitan el paso de la corriente eléctrica (Intensidad) provocando una caída de tensión en ellos al igual que en una resistencia, pero en este caso el valor de la corriente y la tensión en el potenciómetro las podemos variar solo con cambiar el valor de su resistencia como se muestra en la figura 13.

FIGURA 13 POTENCIÓMETRO.



FUENTE: miarduinounotieneunblog.blogspot.com

TRANSFERENCIA DE CALOR.

Cuando exista una diferencia de temperaturas en uno, dos, tres, o más cuerpos debe ocurrir la transferencia de calor.

Según (KREITH, 1951). Siempre que exista un gradiente de temperatura en un sistema, o cuando se pone en contacto dos sistemas con temperaturas diferentes, se transfiere energía. El proceso mediante el cual tiene lugar el transporte de energía se conoce como transferencia de calor. Lo que se transporta, denominado calor, no se puede observar o medir de manera directa. Sin embargo sus efectos se puede identificar y cuantificar mediante mediciones y análisis.

Es importante identificar los mecanismos físicos que sirve de base a los modos de transferencia de calor, estos son:

CONDUCCIÓN.

Según (ESPLUGAS, 2000) Es el mecanismo de transmisión en sólidos y exclusivo en los mismos, aunque también se puede suponer que es el único que tiene lugar en los fluidos en reposo....Cuando en un medio material existe una gradiente de temperatura el calor fluye en sentido contrario a esta gradiente. La energía se trasmite debido al movimiento de átomos, moléculas, iones y electrones, que constituyen la sustancia sin movimiento aparente de la materia a nivel macroscópico.

CONVECCIÓN

La transmisión de calor por convección se produce mediante el movimiento de fluidos (líquido o gas) a escala macroscópica en forma de remolinos o corrientes de circulación, dicho fenómeno se produce en dos formas.

Convección libre o natural.

Se produce cuando las fuerzas ascensionales se originan debido a la variación de la densidad del fluido como consecuencia del contacto con una superficie de diferente temperatura. La velocidad de ascenso del fluido próximo a la superficie se adquiere únicamente por la diferencia de densidades.

CONVECCIÓN FORZADA.

Tiene lugar cuando una fuerza motriz exterior mueve un fluido con una velocidad (v), sobre una superficie que se encuentra a una temperatura T_s mayor o menor que la del fluido T_∞ . La velocidad del fluido en la convección forzada es mayor que la natural, por tanto se produce mayor transferencia de temperatura.

Según (COULSON, 1979). La potencia calorífica que se trasfiere por convección es proporcional al área de contacto entre el sólido y el fluido y a la diferencia de temperaturas de la superficie T_∞ y la del fluido en un punto alejado de esta superficie T_∞ .

La diferencia de temperaturas de la superficie y el fluido, se conoce como la ley de enfriamiento de Newton y se expresa en la ecuación 2.

$$q_c = h.A.(T_s - T_\infty) \quad \text{Ecu. 2}$$

Dónde:

- q_c Flujo de calor por convección (W/m^2)
- h Coeficiente de transferencia de calor por convección ($W/m.k$)
- A Área de contacto entre el sólido y el fluido (m^2)

T_s Temperatura superficial ($^{\circ}C$)

T_{∞} Temperatura del Fluido ($^{\circ}C$)

TABLA 16 VALORES TÍPICOS DEL COEFICIENTE DE TRASFERENCIA DE CALOR POR CONVECCIÓN

Proceso	h W/m ² .°K
Convección Libre	
Gases	2-25
Líquidos	50-1000
Convección Forzada	
Gases	25-250
Líquidos	50-20.000
Convección con cambio de fase Ebullición o condensación	2500-1000.000

FUENTE: INCROPERA Frank. Fundamentos de Transferencia de Calor

RADIACIÓN

Es energía emitida por la materia que se encuentra a una temperatura dada, se produce directamente desde la fuente hacia afuera en todas las direcciones. Esta energía es producida por el cambio en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas constitutivo y transportado por ondas electromagnéticas o fotones.

La masa en reposo de un fotón (que significa luz) es idénticamente nula. Por lo tanto, atendiendo a relatividad especial, un fotón viaja a la velocidad de la luz y no se puede mantener en reposo. La radiación electromagnética es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes y perpendiculares entre sí, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro.

LEYES DE RADIACIÓN.

Ley de Stefan.

Según, Mecanismos de Transferencia de Calor, disponible en: <http://old.dgeo.udec.cl/~juaninzunza/docencia/fisica/cap14.pdf> considerar la transferencia de radiación por una superficie de área A , que se encuentra a una temperatura T . La radiación que emite la superficie, se produce al partir de la energía térmica de la materia limitada por la superficie. La rapidez a la cual se libera energía se llama potencia de radiación H , su valor es proporcional a la cuarta potencia de la temperatura absoluta que representa en la ecuación 3.

$$H = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot T^4 \quad \text{Ecu. 3}$$

Dónde:

- H Potencia de radiación. (W/m^2)
- ε Propiedad radiativa de la superficie (emisividad)
- σ Constante de Stefan-Boltzmann ($5,67 \cdot 10^{-8} W/m^2 \cdot K^4$)
- A Área de la superficie (m^2)
- T Temperatura efectiva ($^{\circ}K$)

La energía que un cuerpo absorbe proviene de sus alrededores, los cuales también emiten energía radiante. Si un cuerpo se encuentra a temperatura T y el ambiente a una temperatura T_0 , la energía neta ganada o perdida por segundo como resultado de la radiación es la ecuación 4:

$$H_{neta} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (T^4 - T_0^4) \quad \text{Ecu. 4}$$

FLUJO MÁSICO

Es la velocidad a la que la masa de una sustancia pasa a través de una superficie dada. Matemáticamente es la diferencia de la masa con respecto al tiempo que representa en la ecuación 5.

$$\dot{m} = \rho \cdot V \cdot S \quad \text{Ecu. 5}$$

Dónde:

- \dot{m} Flujo másico (Kg / s)
- ρ Densidad (Kg / m^3)
- V Velocidad promedio de la masa (m / s)
- S Superficie (m^2)

ECUACIONES APLICADAS.

La velocidad de transportación

Para la velocidad se identifica de acuerdo a la ecuación 6. Según (ÁLVAREZ, 2011)

$$V = \frac{(N^{\circ} \text{paquetes} / \text{min} \times L)}{100} \quad \text{Ecu. 6}$$

Dónde:

- N° paquetes/minuto cantidad de paquetes a embalar en un minuto.
- V Velocidad de la cinta de transportación. (m/min)
- L Longitud o largo del paquete (cm/paquetes)
- 100 Factor de conversión de cm. a m.

LONGITUD DE LA CÁMARA DE TERMO ENCOGIDO

Se identifica con la ecuación 7.

$$L = \frac{V \times t}{60} \quad \text{Ecu. 7}$$

Dónde:

- L Longitud de la cámara de termo encogido (m)
- V Velocidad del sistema de transportación. (m/min)
- T Tiempo de encogimiento. (seg).

MASA A TRASPORTAR.

Considerando la masa de los componentes del paquete de yogurt se tiene con la ecuación 8.

$$m_{paquete} = m_{termoplastico} + (m_{envasePET} \times 6) + (m_{Liquido} \times 6) \quad \text{Ecu. 8}$$

ACELERACIÓN DE LA CINTA TRASPORTADORA.

Para calcular la aceleración de la cinta transportadora se considera la ecuación 9.

$$a = \frac{Vf - Vo}{t} \quad \text{Ecu. 9}$$

Dónde:

- a Aceleración de la cinta
- Vf Velocidad de transportación del producto o de la cinta.
- Vo Velocidad inicial de la cinta.
- t Tiempo que tarda en transportar el paquete del inicio a final del equipo.

FUERZA

Para identificar la fuerza de transporte se considera la ecuación 10.

$$F = m \times a \quad \text{Ecu. 10.}$$

Dónde:

- F Fuerza. (N)
- m Masa a transportar (Kg)
- a Aceleración de la cinta (m/seg²)

TRABAJO

El trabajo realizado se identifica en función de la ecuación 11.

$$W = F \times l \quad \text{Ecu. 11.}$$

Dónde:

- W Trabajo realizado. (J)
- m Fuerza ejercida (N)
- l Distancia de transporte (m)

POTENCIA

La potencia que se necesita para elegir un motor se calcula mediante la ecuación 12.

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{Ecu. 12}$$

Dónde:

- P Potencia. (W)

- W Trabajo realizado ejercida (N)
- t Tiempo de trasporte del paquete (seg)

Energía necesaria para calentar en paquete.

Para identificar la energía necesaria con la que se debe calentar el paquete se tomara en cuenta los siguientes aspectos.

Paquete de mayor tamaño, mismo que está compuesto por producto líquido (yogurt), envase (PET), termoplástico de polietileno.

Uno de los parámetros para identificar la energía necesaria para termo encoger el material con el que se embala el paquete es el flujo másico, el cual se calcula mediante la ecuación 13.

$$\dot{m} = m \times N^{\circ} \text{paquetes} / \text{min uto.} \quad \text{Ecu. 13}$$

Dónde:

\dot{m} Flujo másico (kg/seg)

m Masa (kg)

N° paquetes/minuto

Coefficiente global de transferencia de calor.

Para el coeficiente global de transferencia de calor aplicamos la ecuación 14. Según (ÁVAREZ 2011)

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h} + \left(\frac{e}{k}\right)_{\text{pelicula}} + \left(\frac{\ln(re / ri)}{2.\pi.k.L}\right)_{\text{envase}}} \quad \text{Ecu. 14}$$

Dónde:

U Coeficiente global de transferencia de calor (W/m2. °K)

- re Radio externo del envase (m)
- ri Radio interno del envase (m)
- L Altura del envase (m)
- K Conductividad térmica ($Wm^{-1}K^{-1}$)
- h Constante de proporcionalidad por convección ($W.m^2K^{-1}$)
- e espesor (m)

Una vez determinada la transferencia de calor global determinamos la temperatura del túnel o cámara de termo encogido mediante la ecuación 15. Según (ÁLVARES 2011)

$$T_{tunnel} = \frac{\overset{\circ}{m}_{polietileno} \cdot Cp_{comp} \cdot (T_{comp} - T_{o_{comp}})}{U \cdot A_{comp}} + \frac{T_{comp} + T_{o_{comp}}}{2}$$

Ecu. 15

Temperatura de los componentes

Para determinar la temperatura de salida de cada elemento del paquete al final del túnel se tendrá en cuenta la ecuación 16. Según (ÁLVAREZ, 2011)

$$T_{polietileno} = \frac{2 \cdot U \cdot A_{comp} \cdot T_{horno} + T_{o_{Polietileno}} \left(2 \cdot \overset{\circ}{m}_{polietileno} \cdot Cp_{polietileno} - U \cdot A_{com} \right)}{2 \cdot \overset{\circ}{m}_{Polietietileno} \cdot Cp_{polietileno} + U \cdot A_{comp}}$$

Ecu. 16

Calculo de la energía necesaria para alcanzar la temperatura deseada mediante la ecuación 17.

$$Q = \overset{\circ}{m} \cdot Cp (Ts - Te)$$

Ecu. 17

Para calcular la energía total requerida para calentar el paquete aplicamos la ecuación 18.

$$Q_{paquete} = Q_{polietilen} + Q_{envase} + Q_{yogurt}$$

Ecu. 18

7.- OBJETIVOS:

General

- Implementar un túnel de termo encogido mediante el control de temperatura en la microempresa de lácteos El Excelente para mejora la forma de empaque de los envases de yogurt

Específicos

- Realizar un diagnóstico de la zona de empaque de los embaces del yogur para determinar el proceso que se realiza para esta aplicación y el tiempo que se demora en la misma.
- Desarrollar el sistema de calentamiento y trasportación del túnel de termo encogido utilizando elemento mecánicos y dispositivos eléctricos.
- Identificar la temperatura y la velocidad deseada para termo encogido del producto.

8.- OBJETIVOS ESPECIFICOS, ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA

TABLA 17 OBJETIVOS, ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la metodología por actividad
Realizar un diagnóstico de la zona de empaque de los envases del yogur para determinar el proceso que se realiza para esta aplicación y el tiempo que se demora en la misma	Medir el tiempo que se emplea para el empaque del producto	Determinar el proceso que se realiza para empaque del producto	De Campo se basa en la toma de datos del tiempo del proceso
Desarrollar el sistema de calentamiento y trasportación del túnel de termo encogido utilizando elemento mecánicos y dispositivos eléctricos	Seleccionar los elementos adecuados que cumplan las condiciones esenciales para el proceso	Seleccionar los elementos adecuados para el sistema	De Campo se basa en la toma de datos para la selección de los elementos
Identificar la temperatura y la velocidad deseada para termo encogido del producto	Medir las variables de control para el termo encogido	Temperatura y velocidad	De Campo se basa en la toma de datos de la temperatura y velocidad

Elaborado: Grupo Investigador

9.- PRESUPUESTO

TABLA 18 PRESUPUESTO

Denominación	Cantidad	Costo USD
Lamina de acero galvanizado ASTM A653	1	22
Tubo cuadrado de hierro	2	24
Pintura	1	22
Garruchas	4	40
Breakers 2 polos	1	6,46
Breakers 1polo	3	10,14
Contactador	1	25,44
Inversor de corriente directa	1	20
Potenciómetro 150k 2w	1	2,25
Reductor	1	80
Motor de corriente continua	1	80
Sensor de temperatura tipo K	1	6,00
Conductor 10 AWG	10 m.	7,5
Conductor 12AWG	5m	2,25
Ventilador	1	120
Controlador de temperatura	1	18,26
Enchufe	1	1

Canaleta	2	6
Cadena transportadora	1	500
Resistencias de cuarzo	10	200
Cable 3 en 1 para acometida.	3m	15
Total		1208,30

Elaborado: Grupo Investigador

10.- DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

IMPLEMENTACIÓN DEL TERMO ENCOGIDO

Mediante la observación se analizó el proceso rudimentario del empaque del producto permitiendo determinar las condiciones iniciales para el diseño que debe conocer las características del producto, cantidad de envases a embalar, características térmicas de cada uno de los elementos que conforman el paquete.

Lácteos El Excelente cuenta con dos presentaciones de yogurt que la comercializan en paquetes de 12 unidades, si es de 120gramos y 6 unidades si es de 500 gramos; para determinar los parámetros que permitirá la construcción del túnel se escogió el producto que posee mayor dimensión.

Características del Producto (yogurt)

Masa del líquido (yogurt.)	0,5Kg
Masa del envase de politereftalato de etileno (PET).	0,026Kg
Altura del envase	185mm
Diámetro máximo del envase	70mm

Características del termoplástico de polietileno de baja densidad.

Masa	0,011 kg
Dimensiones del paquete en configuración 3x6	
Ancho	140mm
Altura	185mm
Longitud	210mm

PRODUCCIÓN DE YOGUR EN LÁCTEOS EL EXCELENTE

Lácteos El Excelente produce 3.000 unidades de yogurt de 500g semanalmente. Por tanto en un día producen 600 unidades en el cual diariamente deben realizar 100 paquetes de media docena.

TIEMPO DE TERMO ENCOGIDO.

Los tiempos de termo encogido, pueden variar en función del material, calibre del termoplástico y velocidad de trasportación del producto. En la tabla 19 se puede tomar valores de referencia.

TABLA 19 TIEMPO DE TERMO ENCOGIDO

TIPO PELÍCULA	ESPESOR (mm)	TIEMPO DE TERMOENCOGIDO	TEMPERATURA (°C)
PVC	0.02 – 0.06	5 - 10	110 - 130
PP	0.02 – 0.04	6 – 12	130 – 170
POP	0.02 – 0.10	8 – 16	130 – 170
POF	0.02 – 0.10	8 – 16	130 – 170

FUENTE: www.industriasovelma.com

De acuerdo a la tabla 18 el tiempo máximo de termo encogido para el termoplástico es 5seg, es decir un paquete debe tardar el tiempo mencionado para atravesar el túnel de calor.

Por lo tanto para determinar el número de paquetes a termo encoger en 1 minuto se aplica la siguiente igualdad.

$$\frac{1 \text{ paquete}}{N \text{ paquetes}} = \frac{5 \text{ seg}}{60 \text{ seg}}$$

$$N^{\circ} \text{ paquetes} = \frac{1 \text{ paquete} \times 60 \text{ seg}}{5 \text{ seg}}$$

$$N^{\circ} \text{ paquetes} = 12 \text{ paq}$$

Resp. 1

El número de producción de paquetes termo encogidos es demasiado bajo, por tanto se establece la cantidad de 20 paquetes en un minuto.

$$20 \text{ paquetes} / \text{min}$$

Velocidad de transportación del paquete.

Para un buen embalaje con material termo encogido, el fluido de aire caliente debe rodear todo el paquete, por esta razón se considera un espaciamento entre paquetes de 100mm. Más la longitud del paquete se tiene una distancia de 310mm.

La velocidad de transportación se aplica la ecuación 6.

$$V = \frac{(N^{\circ} \text{ paquetes} / \text{min} \times L)}{100}$$

Ecu.6

Entonces:

$$V = \frac{(20 \text{ paquetes} / \text{min} \times 31 \text{ cm} / \text{paquete})}{100}$$

$$V = 6,2 \text{ m} / \text{min} = 0,103 \text{ m} / \text{seg}$$

Resp. 2

Dimensiones de la cámara de termo encogido.

Tomando en cuenta la altura del paquete de 185mm. Se considerara una holgura de 5mm. Por lo que la altura de la cámara será de 190mm.

El ancho de la cámara será de 140mm (ancho del paquete), más una holgura a cada lado del paquete de 130mm. Por lo que la dimensión del ancho de la cámara será de 400mm.

Para determinar la longitud de la cámara, se considera la velocidad de la cinta transportadora calculada, y el mínimo tiempo de exposición al calor del material termo encogido.

Para los cálculos se escogerá el tiempo de termo encogido de 5 segundos de acuerdo a la tabla 19. Por tanto la longitud de la cámara se aplica la ecuación 7.

$$L = \frac{V \times t}{60} \quad \text{Ecu. 7.}$$

Entonces:

$$L = \frac{6,2m / \text{min} \times 5\text{seg}}{60}$$

$$L = 0,516m \quad \text{Resp. 3}$$

Sobredimensionando el equipo la longitud de la cámara de termo encogido será de 0,8m u 800mm.

La distancia de transporte del paquete será la longitud de la cámara de calor, más la distancia a los lados del túnel.

$$L_{\text{transporte}} = 1.100mm = 1,1m$$

Masa a transportar.

Considerando la masa de los componentes del paquete de yogurt se aplica la ecuación 8.

$$m_{\text{paquete}} = m_{\text{termoplastico}} + (m_{\text{envasePET}} \times 6) + (m_{\text{Liquido}} \times 6) \quad \text{Ecu. 8}$$

Masa del líquido (yogurt.) 0,5Kg

Masa del envase de poliuretano de etileno (PET). 0,026Kg

Masa del termoplástico.

0,011 kg

$$m_{paquete} = 0,011Kg + (0,026Kg \times 6) + (0,5Kg \times 6)$$

$$m_{paquete} = 3,167Kg$$

Resp. 4

La cinta transportadora tiene una masa de 12Kg. y se considera que sobre la misma se encuentran 4 paquetes simultáneamente, la masa a transportar es:

$$m_{transportar} = m_{cinta} + (m_{paquete} \times 4)$$

$$m_{transportar} = 12Kg + (3,167 \times 4)$$

$$m_{transportar} = 24,668Kg$$

Resp. 5

TIEMPO DE TRASPORTE DEL PAQUETE

El tiempo que tarda en transportar el paquete por el equipo es la siguiente:

Si por una longitud de 0,8 metros tarda 5segundos, en 1,1 metros toma un tiempo igual a:

$$\frac{0,8m}{1,1m} = \frac{5seg}{t}$$

$$t = \frac{1,1m \times 5seg}{0,8m}$$

$$t = 6,875seg.$$

Resp. 6

ACELERACIÓN DE LA CINTA TRANSPORTADORA.

Para calcular la aceleración de la cinta transportadora se aplica la ecuación 9.

$$a = \frac{Vf - Vo}{t}$$

Ecu. 9

$$a = \frac{0,103m / seg - 0}{6,87seg}$$

$$a = 0,015m / seg^2$$

Resp. 7

FUERZA

Para identificara la fuerza de trasporte se aplica la ecuación 10.

$$F = m \times a$$

Ecu. 10

Entonces.

$$F = 24,668Kg \times 0,015m / seg^2$$

$$F = 0,37(N)$$

Resp. 8

TRABAJO.

El trabajo realizado se identifica en función se aplica la ecuación 11.

$$W = F \times l$$

Ecu. 11

$$W = 0,37(N) \times 1.1m$$

$$W = 0,4J$$

Resp. 8

POTENCIA.

La potencia que se necesita para elegir un motor se aplica la ecuación 12.

$$P = \frac{W}{t}$$

Ecu. 12

Entonces:

$$P = \frac{0,4J}{6,87seg}$$

$$P = 0,058W$$

Resp.9

La potencia necesaria de un motor para hacer girar la cinta y trasportar paquetes por la cámara de calor es de 0,058W, debido a que no existen estos motores de dicha potencia se eligió un comercial de 50W. de las siguientes características técnicas como se muestra en la tabla 20.

TABLA 20 CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR

Motor de Corriente continua de imanes permanentes	
Voltaje	220 VDC
Amperaje	0,32 A
Revoluciones por minuto	2000 r/min.
Potencia	50W
Relación de transmisión del reductor	25:1

Elaborado: Grupo Investigador

ELECCIÓN DE CADENA Y PIÑONES PARA LA TRANSMISIÓN DE POTENCIA.

Para elegir la cadena de transmisión de potencia se puede considerar la Tabla 9 (Gráfico para la selección de cadenas Norma ISO 606).

Si se consideras transmitir la potencia del motor reductor (50W), y la gráfica indica que para transmitir hasta 1000W las cadenas apropiadas son 08B, 06B, 05B, 04B. Se eligió la cadena 06B-simple, porque puede transmitir potencia hasta de 1000W.

Las R.P.M. que proporciona el reductor en función a la relación de trasmisión

$$R.P.M.reductor = \frac{R.P.M.motor}{i}$$

Entonces:

$$R.P.M.reductor = \frac{2.000r / \text{min}}{25}$$

$$R.P.M.reductor = 80r / \text{min}$$

Resp. 10

NUMERO DE DIENTES DEL PIÑÓN

Para calcular el número de dientes del piñón se tiene en cuenta la ecuación 1.

$$Z = \frac{1.000 \times V}{P \times n}$$

Ecu. 1

Como datos se tiene:

P	9,525mm (cadena 06B)
n	80r/min
V	6,2m / min

$$Z = \frac{1.000 \times 6,2m / \text{min}}{9,525mm \times 80r / \text{min}}$$

$$Z = 8dientes$$

Resp. 11

En la tabla 8. (Piñones dentados 06B), se puede identificar el piñón de 8 dientes, pero como la velocidad de la cinta se va a calibrar de acuerdo al voltaje de alimentación del motor de corriente continua, se eligió el piñón 06B de 11 dientes para el conductor y para el conducido el piñón de 06B de 16 dientes.

Energía necesaria para calentar en paquete.

Para identificar la energía necesaria con la que se debe calentar el paquete se tomara en cuenta los siguientes aspectos.

Paquete de mayor tamaño, mismo que está compuesto por producto líquido (yogurt), envase (PET), termoplástico de polietileno. Uno de los parámetros para identificar la energía necesaria para termo encoger el material con el que se embala el paquete es el flujo másico, el cual se calcula mediante la ecuación 13.

$$\dot{m} = m \times N^{\circ} \text{paquetes} / \text{min} \text{ u} \text{to.} \quad \text{Ecu} 13$$

Flujo másico del polietileno de baja densidad.

$$\dot{m}_{PVC} = \frac{0,011\text{Kg}}{\text{Paquete}} \times \frac{20\text{paquetes}}{\text{minuto}} \times \frac{1\text{min}}{60\text{seg}}$$

$$\dot{m}_{PVC} = 3,67 \times 10^{-3} \text{ Kg} / \text{seg}$$

Flujo másico del envase de PET

$$\dot{m}_{PET} = \frac{0,156\text{Kg}}{\text{Paquete}} \times \frac{20\text{paquetes}}{\text{minuto}} \times \frac{1\text{min}}{60\text{seg}}$$

$$\dot{m}_{PET} = 0,052 \text{ Kg} / \text{seg} .$$

Flujo másico del producto (yogurt)

$$\dot{m}_{YOGURT} = \frac{2,88\text{Kg}}{\text{Paquete}} \times \frac{20\text{paquetes}}{\text{minuto}} \times \frac{1\text{min}}{60\text{seg}}$$

$$\dot{m}_{YOGURT} = 0,96 \text{ Kg} / \text{seg} .$$

Resp. 12

Coefficiente global de transferencia de calor, se aplica la ecuación 14. Según (ALAVARES, 2011)

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h} + \left(\frac{e}{k}\right)_{\text{pelicula}} + \left(\frac{\ln(re/ri)}{2.\pi.k.L}\right)_{\text{envase}}}$$

Ecu. 14

Remplazado datos en la ecuación global de transferencia de calor U tenemos:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{25W.m^2.K^{-1}} + \left(\frac{3 \times 10^{-5} m}{0,33W.m^{-1}.K^{-1}}\right)_{polietileno} + \left(\frac{\ln(0,07m / 0,068m)}{2.\pi \times 0,15W.m^{-1}.K^{-1} \times 0,185m}\right)_{envase}}$$

$$U = 4,99 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Resp. 13

Una vez determinada la transferencia de calor global determinamos la temperatura del túnel o cámara de termo encogido mediante la ecuación 15. Según (ALAVARES, 2011)

$$T_{tunel} = \frac{\overset{\circ}{m}_{polietileno} . Cp_{comp} . (T_{comp} - To_{comp})}{U . A_{comp}} + \frac{T_{comp} + To_{comp}}{2}$$

Ecu. 15

$$T_{tunel} = \frac{3,3 \times 10^{-3} kg / seg \times 1900J.K^{-1}.Kg^{-1}(130^{\circ}C - 17^{\circ}C)}{4,842W / m^2 \cdot K \times 1,36m^2} + \frac{130^{\circ}C + 17^{\circ}C}{2}$$

$$T_{tunel} = 181^{\circ}C$$

Resp. 14

Temperatura de los componentes

Para determinar la temperatura de salida de cada elemento del paquete al final del túnel se tendrá en cuenta la ecuación 16. Según (ALVARES, 2011).

$$T_{polietileno} = \frac{2.U.A_{comp}.T_{horno} + To_{Polietileno} \left(2.\overset{\circ}{m}_{polietileno} . Cp_{polietileno} - U.A_{com} \right)}{2.\overset{\circ}{m}_{Polietietileno} . Cp_{polietileno} + U.A_{comp}}$$

Ecu. 16

$$T_{polietileno} = \frac{2 \times 4,856W / m^2 \cdot K \times 1,36m^2 \times 181 + 17^{\circ}C (2 \times 3,3 \times 10^{-3} kg / seg \times 1900J.K^{-1}.Kg^{-1} - 4,856W / m^2 \cdot K \times 1,36m^2)}{2 \times 3,3 \times 10^{-3} kg / seg \times 1900JK^{-1}.Kg^{-1} + 4,856W / m^2 \cdot K \times 1,36m^2}$$

$$T_{polietileno} = 130^{\circ}C$$

Resp. 15

Remplazando datos para cada caso se obtiene los siguientes resultados.

$$T_{PET} = 30^{\circ}C$$

$$T_{yogurt} = 18,27^{\circ}C$$

Resp. 16

Con las temperaturas de salida de los elementos, calculamos la energía necesaria para alcanzar dicha temperatura, mediante la ecuación 17.

$$Q = \dot{m} \cdot Cp (Ts - Te) \quad \text{Ecu. 17}$$

$$Q_{polietilen} = 3,3 \times 10^{-3} \text{ Kg/seg} \times 1900 \text{ J}^{\circ} K^{-1} (403 - 290)^{\circ} K$$

$$Q_{polietileno} = 708,51 \text{ W}$$

Resp. 17

Remplazando datos para cada caso se obtiene los siguientes resultados.

$$Q_{PET} = 730,08 \text{ W}$$

$$Q_{yogurt} = 741,04 \text{ W}$$

Entonces la energía total requerida para calentar el paquete es la ecuación 18.

$$Q_{paquete} = Q_{polietilen} + Q_{envase} + Q_{yogurt} \quad \text{Ecu. 18}$$

$$Q_{paquete} = 708,51 \text{ W} + 730,08 \text{ W} + 741,04 \text{ W}$$

$$Q_{paquete} = 2179,63 \text{ W}$$

Resp. 18

Con el presente resultado se determina el número de resistencias para el equipo, se eligió resistencia de cuarzo de 600W.

$$N_R = \frac{E_{requerida}}{E_{resistencias}}$$

$$N_R = \frac{2179,63}{600W}$$

$$N_R = 3,63 \Rightarrow 4$$

Para tener un calentamiento rápido del equipo, se dispuso de 10 resistencias de cuarzo, distribuidas 3 a cada lado y 4 en parte inferior de la cámara de calor, las cuales van a ser activadas y desactivadas por un controlador, para que no exceda la temperatura del termo encogido.

ELECCIÓN DEL VENTILADOR

Para seleccionar la potencia del ventilador hay que aplicar la ecuación 2.

$$q_c = h.A.(T_s - T_\infty)$$

Ecua. 2

Como datos se tiene:

h Coeficiente de transferencia de calor por convección ($25W / m^2.k$)

A Área de contacto entre el sólido y el fluido ($0,32m^2$)

T_s Temperatura superficial del paquete ($17^\circ C$)

T_∞ Temperatura del Fluido o de la cámara de calor ($181^\circ C$)

Remplazando datos en la ecuación se tiene.

$$q_c = 25W / m^2 \cdot K \times 0,32m^2 (290^\circ K - 454^\circ K)$$

$$q_c = -1.312W$$

Resp. 19

El signo menos indica que el paquete recibe energía mas no trasmite.

La cámara de calor está compuesta por aislantes térmicos para evitar pérdidas y la entrada y final del túnel estará cerrado a base de cortinas de teflón para que el flujo de aire caliente se concentre a máximo en la cámara.

Por tanto se eligió colocar un motor comercial de 50W suficiente para realizar la transferencia de calor por convección, en la tabla 21 se observa las características del ventilador.

TABLA 21 CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR ELEGIDO

Motor Asíncrono Monofásico	
Voltaje	220 AC
Amperaje	0,3 A
Revoluciones por minuto	2800 r/min.
Potencia	40W
Frecuencia	60Hz

Elaborado: Grupo Investigador

POTENCIA ELÉCTRICA TOTAL DE LAS RESISTENCIAS DE CUARZO.

Se tiene 10 resistencias de cuarzo, cada una de 600W conectadas en paralelo, entonces calculamos la potencia total.

$$P.r.cuarzo = 600W \times \text{°}N\text{resistencias}$$

$$P.r.cuarzo = 600W \times 10$$

$$P.r.cuarzo = 6.000W$$

Para identificar la potencia total del circuito, se sumara todas las potencia consumida por las máquinas y dispositivos eléctricos, de acuerdo a las placas de características de los mismos.

$$P.circuito = P.r.cuarzo + R.ventilador + P.motoreductor$$

$$P.circuito = 6.000W + 40W + 50W$$

$$P.circuito = 6.090W$$

Una vez identificado la potencia total del circuito, calculamos la corriente que consume el mismo así:

Intensidad Total del circuito.

$$I.circuito = \frac{P.total}{Voltaje}$$

$$I.circuito = \frac{6.090W}{220V}$$

$$I.circuito = 27,68 Amperios$$

Con este dato de la intensidad del circuito, identificamos la corriente de protección para seleccionar el breaker de protección del circuito eléctrico de acuerdo a la TABLA 13.

Intensidad de protección.

$$I.protección = 1,25 \times I.total$$

$$I.protección = 1,25 \times 27,68A$$

$$I.protección = 34,6 Amperios$$

HIPÓTESIS

La implementación de un túnel termo encogido en la microempresa lácteos El Excelente mejorara el proceso de empaque de los productos

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES:**VARIABLE INDEPENDIENTE:** La implementación de un túnel termo encogido.

VARIABLE	CATEGORÍAS	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Es cuyo proceso los productos envueltos en material termoencogible se desplazan sobre una banda de velocidad variable y pasan a través de un flujo uniforme de aire a una Temperatura controlada para lograr el termoencogido del material	Resistencia de calor	Temperatura	°C	Medición	Termocupla
	Motor	Velocidad	m/seg^2	Calculo	Ecuación

Elaborado: Grupo Investigador

VARIABLE DEPENDIENTE: Proceso de empaque de los productos

VARIABLE	CATEGORÍAS	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
La envoltura de un producto que tiene la finalidad de contener, envolver y proteger el núcleo del producto, así como facilitar su manipulación, transporte y almacenamiento	Volumen	Volumen	m^3	Calculo	Ecuaciones
	Tiempo	Tiempo	seg	Medición	Cronometro

Elaborado: Grupo Investigador

COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.

Antes que se implemente este sistema la para el proceso de empaque del producto de 100 paquetes de media docena se utilizó un tiempo aproximado de dos horas con una persona y en la actualidad tenemos un tiempo aproximado de 20 minutos ya que el tiempo de transporte del empaque es de 6,87 seg. en configuración de 3x2. Como se puede observar con los datos obtenidos se comprueba la hipótesis que es la implementación de un túnel termo encogido en la microempresa lácteos El Excelente mejorara el proceso de empaque de los productos

.11.- CONCLUSIONES

- Con la implementación de este sistema se mejoró el tiempo de empaque en un aproximado a 20 minutos ya que el tiempo de transporte del empaque durante el túnel es de 6,87 seg.
- Al desarrollar el sistema de calentamiento y trasportación del túnel de termo encogido se utilizó los elementos mecánicos y dispositivos eléctricos acorde a las necesidades que se plantea en los cálculos del diseño que son aptos en la industria alimenticia.
- Al tener una temperatura de 180 °C en el túnel de termo encogido permite desinfectar el producto siendo este apto para el consumo humano
- El tiempo de termo encogido del material de polietileno varía en función de la temperatura interna del túnel y la velocidad del motor en la cinta transportadora permitiendo variar en función al tipo de material que va a utilizar.

12.- RECOMENDACIONES

- Aplicar las series de Fourier para determinar la potencia calorífica que se transfiere por conducción en la estructura del túnel
- Para tener una mayor eficiencia en el termo encogido, es recomendable calibrar la temperatura del túnel y la velocidad de transporte dependiendo del tipo de material que se va a utilizar.
- Una vez que termine el proceso de termo fijado es necesario dejar un tiempo de enfriamiento, mínimo a 60°C a la máxima velocidad del transportador, evitando así que algunos elementos sufran daños.

13.- BIBLIOGRAFIA

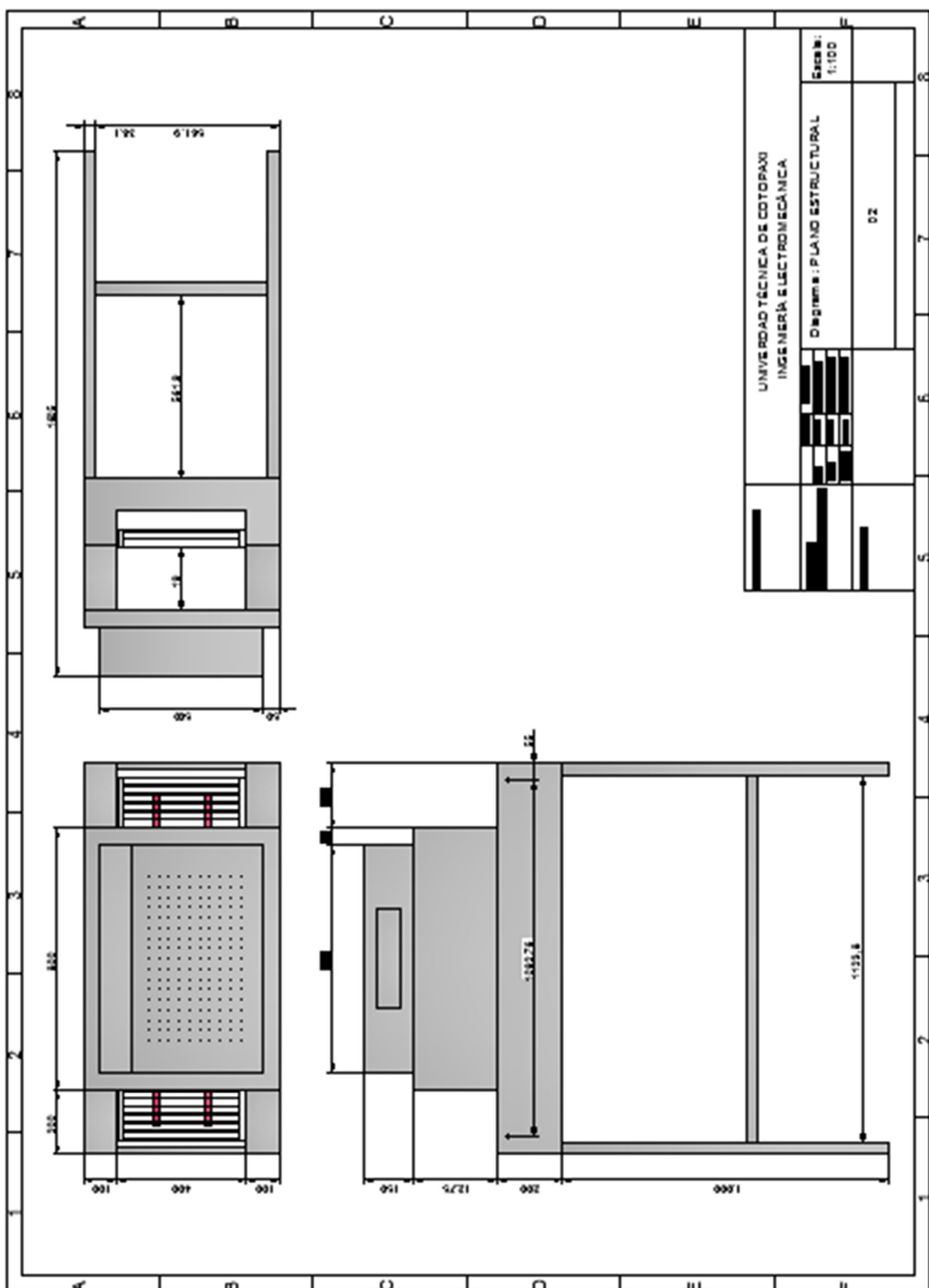
La bibliografía citada.

- BASTIÁN, Peter. Electrotecnia, 2001. Pág. 112
- CORTES, Manuel. Curso Moderno de Máquinas Eléctricas Rotativas, 2006. Pág. 151.
- COULSON J.M., Ingeniería Química, 1979.Pág. 275.
- ESPLUGAS, Santiago. Fundamentos de Trasmisión de calor. 2000. pág. 7.
- FALLAS, Juan. Diseño del Sistema de Calentamiento para Simulación del Flujo de Plasma en Tubo Cilíndrico, 2007. Pág. 61.
- KREITH, Frank. y otros.Principios de Transferencia de Calor, Pág. 3. 1951
- MARTÍNEZ, Amaya. Disminución de Costes Energéticos en la Empresa, 2006. Pág. 27.
- PARRA, Jhonny Rep. Diseño de túnel de calor para encoger sellos plásticos en la producción de envasado de vino, Universidad Autónoma de Occidente, Departamento de Energética y Mecánica. 2014.
- RODRÍGUEZ, Julián. Teoría de Máquinas Fundamentos y Aplicaciones, 2005. Pág. 33
- RUIZ, Antonio. Automatización y Telecontrol de Sistemas de Riego, 2010. Pág. 131
- SCHUCH, Wolfgang. Manual de la Técnica del Automóvil, 1996. Pág. 133.
- VIEDMA, Antonio. Teoría de Máquinas Hidráulicas, 1997. Pág. 13-1

Bibliografía Consultada

- KALPAKJIAN “Manufactura, ingeniería y tecnología” 2002. Pág. 19
- LLANO Constantino Física 1994.

ANEXOS



ANEXO C

PRODUCTO TERMINADO

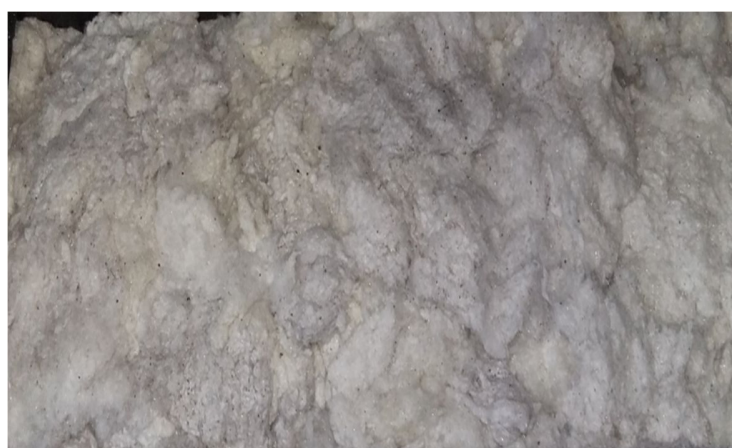


ANEXO D

FOTOS PARTES DE TÚNEL



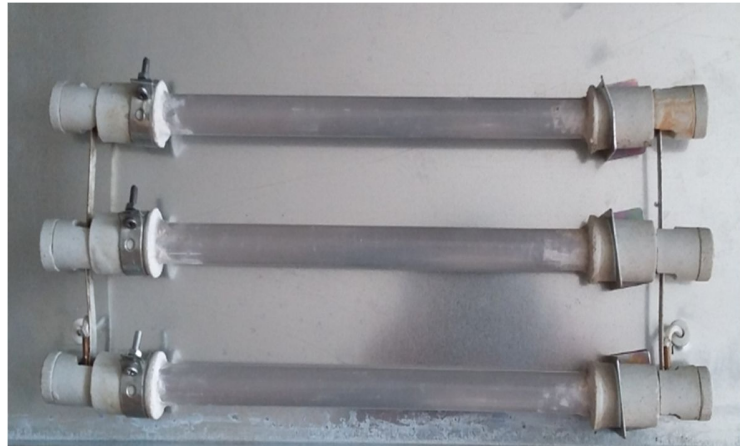
Estructura o carcasa del túnel



Aislante térmico lana de vidrio

ANEXO D

FOTOS PARTES DE TÚNEL



Resistencia de cuarzo 600W-220VAC

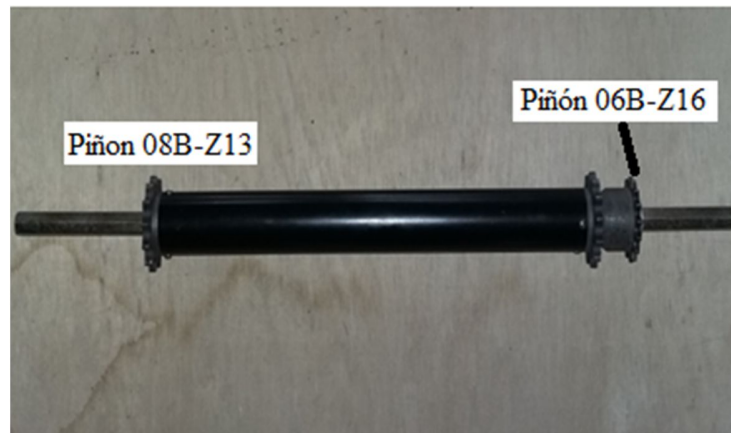


Piñón 08B-Z13					
z	dc	dp	Simple		
			dm	D1	A
13	57,4	53,06	37	10	28

Eje conducido con piñones 08B-Z13.

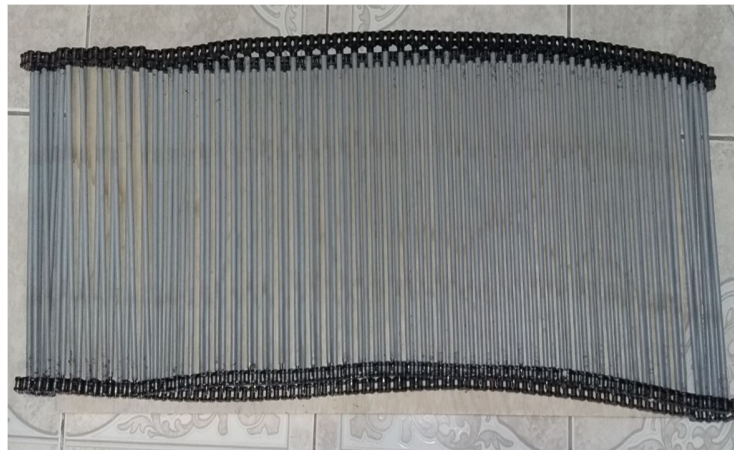
ANEXO D

FOTOS PARTES DE TÚNEL



Piñón 06B-Z16					
z	dc	dp	Simple		
			dm	D1	A
16	52,3	48,82	37	10	28

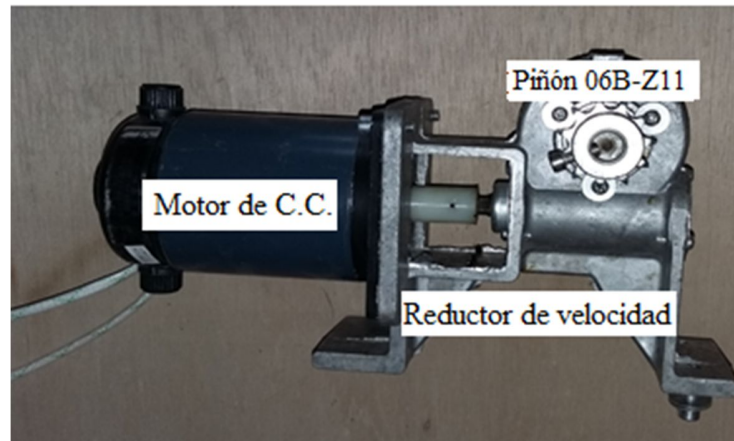
Eje motriz con piñón 08B-Z13 y piñón 06B-Z16 para transmitir el movimiento giratorio



Cinta transportadora-Cadena 08B-1 con aditamentos SA-1

ANEXO D

FOTOS PARTES DE TÚNEL



Motor reductor

Motor de Corriente continua de imanes permanentes	
Voltaje	220 VDC
Amperaje	0,32 A
Revoluciones por minuto	2000 r/min.
Potencia	50W
Relación de transmisión del reductor	25:1

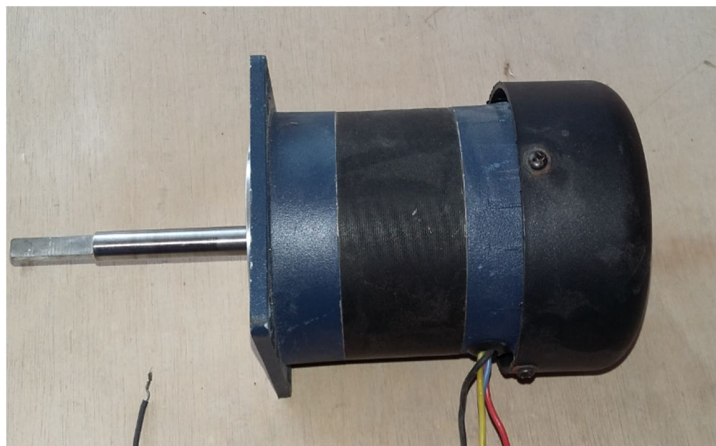
Piñón 06B-Z11					
z	dc	dp	Simple		
			dm	D1	A
11	37,0	33,80	22	8	25

ANEXO D

FOTOS PARTES DE TÚNEL



Cadena 06B



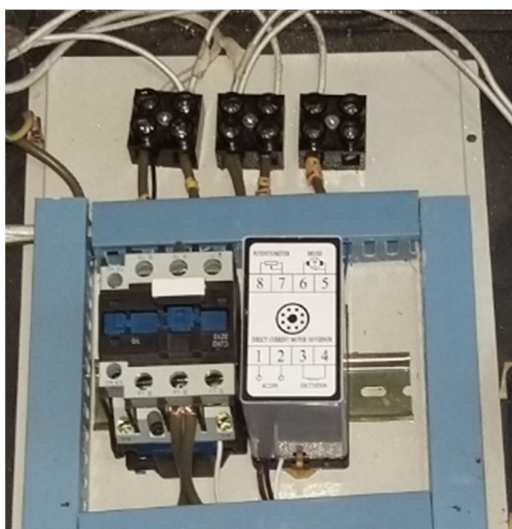
Motor Asincrono Monofásico	
Voltaje	220 AC
Amperaje	0,3 A
Revoluciones por minuto	2800 r/min.
Potencia	40W
Frecuencia	60Hz

ANEXO D

FOTOS PARTES DE TÚNEL



Turbina



Dispositivos eléctricos

ANEXO D

FOTOS PARTES DE TÚNEL



Tablero de protección y control

MANUAL DE OPERACIÓN

INTRODUCCIÓN

Lea y conserve cuidadosamente este manual.

GENERALIDADES.

Práctico, funcional túnel de termo encogido, para múltiples aplicaciones en el empaque de productos con material termo-encogible, de rápido calentamiento y ahorro de energía por el sistema de recirculación de aire.

Tiempos de termo encogido y temperaturas según el material.

Material	Espesor (mm)	Tiempo de termo encogido (seg.)	Temperatura	Velocidad de la cinta (m/min)
Polietileno	0,015-0,03	5-12	120-250	6,2-14,88
PP	0,02-0,04	6-12	130-170	7,44-14,88

INSTALACIÓN

1. Ubique el TÚNEL en el sitio de trabajo
2. Instale línea a tierra
3. Conecte la fuente de energía a una red de 220 Voltios.

PROCESO DE ENCENDIDO

1. Active el breaker principal para energizar el equipo.
2. Active el breaker para encender el motor reductor.
3. Active el breaker del ventilador.
4. Active el breaker de las resistencias
5. Calibra la temperatura en el controlador.
 - 5.1 Presionar SET en la pantalla indicara SP.

- 5.2 Con las teclas de subir y bajar calibrar la temperatura de trabajo.
- 5.3 Presionar SET en la pantalla indicara la temperatura real del túnel.
6. Calibrar la velocidad de trasportación de la banda.

APAGADO DEL EQUIPO.

1. Desactive el breaker de las resistencias para que se enfríe el equipo.
2. Luego de 5 minutos aproximadamente o hasta que el equipo este frio, desactive el breaker del motor reductor.
3. Desactive el breaker del ventilador
3. Desactive el breaker principal.

MANTENIMIENTO

1. El equipo debe estar desconectado para mantenimiento.
2. Limpie y lubrique periódicamente la cadena transportadora y del motorreductor.
- 3 Utilice aceite Móbil Pirolube 830 para 230°C o su equivalente para alta temperatura.
4. Realice limpieza periódica de la banda o lo ejes.
5. Limpie periódicamente el equipo, evite derrames al interior del túnel