



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

TESIS DE GRADO

TEMA:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA REDUCIR EL TIEMPO DE ENFRIAMIENTO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DEL CHOCOLATE EN LA MICRO-EMPRESA DE LOS HERMANOS MONJE UBICADOS EN EL CANTÓN PUJILI EN EL PERIODO 2014-2015”

Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Electromecánica

Autores:

Alex Geovanny Chancusig Casa

Darío Xavier Herrera Maldonado

Director:

Ing. Cristian F. Gallardo Molina

Asesor:

Dr. Galo Patricio Terán Ortiz

LITACUNGA - ECUADOR

JULIO 2015



FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado 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, los postulantes:

- **CHANCUSIG CASA ALEX GEOVANNY**
- **HERRERA MALDONADO DARIO XAVIER**

Con la tesis, cuyo título es:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA REDUCIR EL TIEMPO DE ENFRIAMIENTO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DEL CHOCOLATE EN LA MICRO-EMPRESA DE LOS HERMANOS MONJE UBICADOS EN EL CANTÓN PUJILI EN EL PERIODO 2014-2015”, Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

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

Latacunga, 14 de Agosto de 2015

Para constancia firman:

Ing. Mgc. Edwin Moreano
PRESIDENTE

Ing. Carlos Espinel.
OPOSITOR

Dr. Galo Terán
MIEMBRO

Ing. Cristian Gallardo
DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Unidad académica de ciencias de la ingeniería y aplicadas
Ingeniería Electromecánica

AUTORÍA

Yo, ALEX GEOVANNY CHANCUSIG CASA y DARÍO XAVIER HERRERA MALDONADO, egresados de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi certificamos que los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación es de nuestra completa autoría, **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA REDUCIR EL TIEMPO DE ENFRIAMIENTO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DEL CHOCOLATE EN LA MICRO-EMPRESA DE LOS HERMANOS MONJE UBICADOS EN EL CANTÓN PUJILI EN EL PERIODO 2014-2015”**, a la vez confiero derechos de tutoría a la Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

.....
Alex Geovanny Chancusig Casa
C.C. 050355532-8

.....
Darío Xavier Herrera Maldonado
C.C. 050357625-8



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Unidad académica de ciencias de la ingeniería y aplicadas
Ingeniería Electromecánica

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

**HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE COTOPAXI.**

Cumpliendo con lo estipulado en el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Capítulo V, Art. 9 literal (f), en calidad de Director de Tesis del tema: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA REDUCIR EL TIEMPO DE ENFRIAMIENTO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DEL CHOCOLATE EN LA MICRO-EMPRESA DE LOS HERMANOS MONJE UBICADOS EN EL CANTÓN PUJILI EN EL PERIODO 2014-2015”**, me permito informar que los postulantes egresados de la carrera de ingeniería electromecánica: CANCUSIG CASA ALEX GEOVANNY Y HERRERA MALDONADO DARIO XAVIER, han desarrollado el trabajo investigativo de grado cumpliendo con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Tesis que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de La Ingeniería y Aplicadas designe, para su correspondiente estudio y calificación, cumpliendo así sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que la presente Tesis de Grado se encuentra habilitada para presentarse al acto de defensa.

Latacunga, 14 de Agosto de 2015

.....
Ing. Gallardo Molina Cristian Fabián

050284769-2

DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Unidad académica de ciencias de la ingeniería y aplicadas
Ingeniería Electromecánica

AVAL DEL ASESOR METODOLÓGICO

**HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE COTOPAXI.**

Cumpliendo con lo estipulado en el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Capítulo V, Art. 9 letra (f), el calidad de Asesor Metodológico del tema: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA REDUCIR EL TIEMPO DE ENFRIAMIENTO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DEL CHOCOLATE EN LA MICRO-EMPRESA DE LOS HERMANOS MONJE UBICADOS EN EL CANTÓN PUJILI EN EL PERIODO 2014-2015”**, me permito informar que los postulantes egresados de la carrera de ingeniería electromecánica: CANCUSIG CASA ALEX GEOVANNY Y HERRERA MALDONADO DARIO XAVIER, han desarrollado su Tesis de grado en forma teórica bajo mi dirección y supervisión el mismo que está redactado de acuerdo a los planteamientos formulados en el plan de trabajo de investigación de grado de la universidad, cumpliendo sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que la presente Tesis de Grado se encuentra habilitada para presentarse al acto de defensa.

Latacunga, 14 de Agosto de 2015

.....
Dr. Galo Patricio Terán Ortiz

050067610-1

ASESOR METODOLÓGICO DE TESIS

CERTIFICACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN

Latacunga, 14 de Agosto de 2015

Señor.

Ing. Ms.c Hugo Armas
DIRECTOR DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA
INGENIERÍA Y APLICADAS

Presente:

De mi consideración:

Yo, **Henry Wilfrido Monge Herrera**, con cedula de identidad N.050195523-1- en calidad de propietario de la Micro-Empresa Hnos. Monge del Cantón Pujilí, hago llegar a usted y a todos quienes conforman tan noble institución un afectuoso y cordial saludo a su vez desearle éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente tiene la finalidad de **CERTIFICAR** que el trabajo de graduación o titulación de los señores, **CANCUSIG CASA ALEX GEOVANNY Y HERRERA MALDONADO DARIO XAVIER**, bajo el tema: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA REDUCIR EL TIEMPO DE ENFRIAMIENTO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DEL CHOCOLATE EN LA MICRO-EMPRESA DE LOS HERMANOS MONJE UBICADOS EN EL CANTÓN PUJILI EN EL PERIODO 2014-2015”**, el mismo que fue implementado en mi pequeña Micro-Empresa teniendo un resultado muy favorable hacia mi persona.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad. Por la atención a la presente agradezco y suscribo.

Atentamente,

.....
Henry Wilfrido Monge Herrera
PROPIETARIO DE LA MICRO-EMPRESA HERMANOS MONGE
CI.050195523-1

AGRADECIMIENTO

En la culminación de este trabajo de grado quiero Agradecer infinitamente a mi “VIRGENCITA DEL QUINCHE” quien me supo cubrir con su manto bendito y darme la sabiduría para realizarme profesionalmente.

A mi Dios que gracias a su infinita bondad tengo a unos maravillosos Padres, ANIBAL y LUISA quienes me dieron la vida, me impulsaron a ser la persona que soy ahora corrigiéndome y en ocasiones escarmentando por las acciones incorrectas, gracias por ser mis padres. A mis Hermanos: Edison, Nancy, Freddy, Fernanda que siempre estuvieron en los momentos más difíciles de mi vida ayudándome a seguir siempre levantándome de las caídas que he tenido. A mi Amada Olguita que es mi inicio de una nueva vida y con el incremento de mi Familia.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación profesional.

Alex Chancusig

DEDICATORIA

Este presente proyecto de investigación se la dedico a Dios quien supo guiarme por el camino del bien, dándome fuerzas para seguir adelante a pesar de los problemas que se presentaron, sin desmayar y siempre con su bendición.

Para mis padres por su apoyo, confianza, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, principios, carácter, empeño, perseverancia, coraje para cumplir con mis objetivos y metas planteadas.

Para mi Esposa y mi hija Lupita que son el impulso para seguirme superando, las personas que me están cambiando la vida y siempre están a mi lado a pesar de las adversidades que se presentan.

Alex Chancusig

AGRADECIMIENTO

Agradezco este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre María, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi padre Luis, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí. A mi esposa Joselyn quien es la persona responsable de mí felicidad dándome un hijo maravilloso Mathyas, a quien los amo infinitamente. A mis hermanos y cuñados los cuales me acompañaron en toda mi carrera levantándome con sus ánimos cada vez que sentía rendirme. A mis tíos y a toda mi familia que a pesar de las adversidades siempre conté con el apoyo incondicional de todos ellos, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuestos a escucharme y ayudarme en cualquier momento. A mi compañero de equipo Alex, con la ayuda de Gustavo y Edwin, no hubiera logrado esta meta. Pero, principalmente mi agradecimiento está dirigido hacia la excelente educación de los profesores de esta prestigiosa Universidad quienes nos dotaron de conocimientos y sin cual no hubiésemos podido salir adelante.

DARÍO HERRERA

DEDICATORIA

La concepción de este proyecto está dedicada a mis padres, María Maldonado y Luis Castellano, pilares fundamentales en mi vida, sin ellos jamás hubiese podido conseguir éste sueño anhelado.

Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general.

También dedico este proyecto a mi mujer Joselyn e hijo Mathyas mis amores, mi esposa compañera inseparable de cada jornada. Ella representó gran esfuerzo y tesón en momentos de decline y cansancio.

A ellos este proyecto, que sin ellos, no hubiese podido ser.

DARÍO HERRERA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PRELIMINARES

FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	ii
AUTORÍA.....	iii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS	iv
AVAL DEL ASESOR METODOLÓGICO	v
CERTIFICACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN.....	xxiv
ABSTRACT.....	xxv
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xxvi
INTRODUCCIÓN	xxvii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Fundamentación Teórica.....	1
1.2 Alimentos a base de cacao	3
1.3 Cacao.....	4
<i>1.3.1 Proceso para la elaboración de tabletas de chocolate</i>	4
1.3.1.1 Horneado/Tostado	5
1.3.1.2 Desmenuzado/Pelado	5
1.3.1.3 Molida	6
1.3.1.4 Mezcla de ingredientes.....	7
1.3.1.5 Moldeado	8
1.3.1.6 Enfriamiento.....	9
1.4 Refrigeración para Alimentos	9
<i>1.4.1 Sistemas de refrigeración</i>	10
1.4.1.1 Refrigeración doméstica.....	11
1.4.1.2 Refrigeración comercial. “food retail”	12
1.4.1.3 Refrigeración industrial.....	13
<i>1.4.2 Tipos de sistemas de refrigeración</i>	14
1.4.2.1 Refrigeración por aire	14
1.4.2.2 Refrigeración por agua.....	15
1.4.2.3 Refrigeración al vacío	16

1.4.2.4 Túnel de refrigeración	16
1.5 Elementos utilizados en un sistema de control automático.....	17
1.5.1 Plc´s	18
1.5.2 Pulsadores.....	19
1.5.3 Contactores	20
1.5.4 Relés	20
1.5.5 Fusible.....	21
1.5.6 Motorreductores.....	22
1.6 Diseño e implementación de un sistema automático de refrigeración.....	23
1.6.1 Diseño	23
1.6.3 Implementación	24
1.7 Diseño de un túnel continuo de refrigeración	24
1.7.1 Sistema de Transportación.....	25
1.7.1.1 Cálculos para un sistema de transportación	26
1.7.2 Sistema de refrigeración.....	34
1.7.2.1 Ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor	36
1.7.3 Estructura para un túnel de enfriamiento	39
1.7.3.1 Acero inoxidable	40
1.7.3.2 Unión de piezas por soldadura	40
1.7.3.3 Electrodo para uniones soldadas	42
1.8 Ji-Cuadrado	43
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	45
2.1 Históricos de la Micro-Empresa Hermanos Monge.....	45
2.1.1 Misión.....	46
2.1.2 Visión	46
2.2 Diseño Metodológico	46
2.2.1 Métodos de Investigación.....	46
2.2.2. Tipo de Investigación	48
2.2.3 Técnicas de la investigación	48
2.2.4 Instrumentos de la Investigación	49
2.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA REALIZADA A PROPIETARIOS Y TRABAJADORES DE LA MICROEMPRESA DE LOS HNOS. MONJE.	51
2.4 Verificación de Hipótesis	61
2.4.1 Hipótesis planteada.....	61
2.4.2 Hipótesis nula	61

2.4.3	Calculo de Ji-cuadrado.....	61
PROPUESTA	64
3.1	Desarrollo de la propuesta.....	64
3.1.1	Tema.....	64
3.1.2	Justificación.....	64
3.1.3	Objetivos.....	65
3.1.3.1	Objetivo general.....	65
3.1.3.2	Objetivos específicos.....	65
3.1.4	Factibilidad técnica.....	65
3.2	Diseño de un sistema de enfriamiento automático.....	66
3.2.1	Cálculos del diseño de un sistema de enfriamiento.....	66
3.2.2	Unidades condensadoras.....	66
3.2.2.1	Cálculo de la remoción de calor.....	69
3.2.2.2	Liberación de calor.....	69
3.2.3	Compresores herméticos.....	70
3.2.3.1	Calculo de potencia y eficiencia del compresor.....	70
3.2.3.2	Coficiente de funcionamiento.....	71
3.2.3.3	Calor a remover de un producto.....	72
3.2.4	Cálculos del diseño de un sistema de transportación.....	72
3.2.4.1	Velocidad de la banda.....	72
3.2.4.1	Selección de las chumaceras.....	73
3.2.5	Ángulos de contacto.....	74
3.2.6	Selección de la cinta de transportación.....	75
3.2.6.1	Tensiones de una banda.....	76
3.2.7	Selección del elemento motriz.....	78
3.2.7.1	Cálculos para el eje del tambor.....	80
3.2.8	Construcción de la estructura metálica.....	83
3.2.9	Selección de los ventiladores.....	84
3.2.10	Paneles aislados.....	85
3.2.11	Filtro de humedad.....	85
3.3	Análisis del funcionamiento del sistema de refrigeración.....	86
3.4	Selección de elementos eléctricos para la automatización.....	88
3.4.1	Selección del Plc Logo.....	88
3.4.2	Programación del Plc Logo SR1 A101FU.....	89
3.4.3	Aparatos de maniobra.....	90
3.5	Elementos de conexión.....	91

3.5.3 Montaje de las partes del sistema de enfriamiento.....	92
3.5.4 Análisis de factibilidad del sistema.....	92
RECOMENDACIONES	95
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	97

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO.....	1
1.1 Fundamentación Teórica.....	1
1.2 Alimentos a base de cacao	3
1.3 Cacao.....	4
<i>1.3.1 Proceso para la elaboración de tabletas de chocolate</i>	4
1.3.1.1 Horneado/Tostado	5
1.3.1.2 Desmenuzado/Pelado	5
1.3.1.3 Molida	6
1.3.1.4 Mezcla de ingredientes.....	7
1.3.1.5 Moldeado	8
1.3.1.6 Enfriamiento.....	9
1.4 Refrigeración para Alimentos	9
1.4.1 Sistemas de refrigeración.....	10
1.4.1.1 Refrigeración doméstica	11
1.4.1.2 Refrigeración comercial. “food retail”	12
1.4.1.3 Refrigeración industrial.....	13
1.4.2 Tipos de sistemas de refrigeración	14
1.4.2.1 Refrigeración por aire.....	14
1.4.2.2 Refrigeración por agua	15
1.4.2.3 Refrigeración al vacío	16
1.4.2.4 Túnel de refrigeración.....	16
1.5 Elementos utilizados en un sistema de control automático.....	17

1.5.1 Plc's	18
1.5.2 Pulsadores.....	19
1.5.3 Contactores	20
1.5.4 Relés	20
1.5.5 Fusible.....	21
1.5.6 Motorreductores.....	22
1.6 Diseño e implementación de un sistema automático de refrigeración.....	23
1.6.1 Diseño	23
1.6.3 Implementación.....	24
1.7 Diseño de un túnel continuo de refrigeración	24
1.7.1 Sistema de Transportación.....	25
1.7.1.1 Cálculos para un sistema de transportación	26
1.7.1.1.1 Velocidad de la banda.	26
1.7.1.1.2 Ángulos de contacto.....	27
1.7.1.1.3 Longitud de banda.....	27
1.7.1.1.4 Tensiones de una banda.	28
1.7.1.1.5 Cálculos del motorreductor.	31
1.7.1.1.6 Cálculos para el eje del tambor.	32
1.7.2 Sistema de refrigeración.....	34
1.7.2.1 Ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor.....	36
1.7.2.1.1 Cálculo de la remoción de calor.....	37
1.7.2.1.2 Liberación de calor.....	37
1.7.2.1.3 Calculo de potencia y eficiencia del compresor.....	38
1.7.2.1.3 Coeficiente de funcionamiento.	38
1.7.2.1.4 Calor a remover de un producto.....	39
1.7.3 Estructura para un túnel de enfriamiento.....	39
1.7.3.1 Acero inoxidable	40
1.7.3.2 Unión de piezas por soldadura	40
1.7.3.3 Electrodo para uniones soldadas.....	42

1.8 Ji-Cuadrado	43
-----------------------	----

CAPÍTULO II

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	45
2.1 Históricos de la Micro-Empresa Hermanos Monge.....	45
2.1.1 Misión.....	46
2.1.2 Visión	46
2.2 Diseño Metodológico	46
2.2.1 Métodos de Investigación.....	46
2.2.2. Tipo de Investigación	48
2.2.3 Técnicas de la investigación	48
2.2.4 Instrumentos de la Investigación	49
2.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA REALIZADA A PROPIETARIOS Y TRABAJADORES DE LA MICROEMPRESA DE LOS HNOS. MONJE.	51
2.4 Verificación de Hipótesis.....	61
2.4.1 Hipótesis planteada.....	61
2.4.2 Hipótesis nula	61
2.4.3 Calculo de Ji-cuadrado.....	61

CAPÍTULO III

FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	ii
AUTORÍA.....	iii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iv
AVAL DEL ASESOR METODOLÓGICO	v
CERTIFICACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN.....	xxiv
ABSTRACT.....	xxv
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xxvi
INTRODUCCIÓN	xxvii

CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Fundamentación Teórica.....	1
1.2 Alimentos a base de cacao	3
1.3 Cacao.....	4
1.3.1 <i>Proceso para la elaboración de tabletas de chocolate</i>	4
1.3.1.1 Horneado/Tostado	5
1.3.1.2 Desmenuzado/Pelado	5
1.3.1.3 Molida	6
1.3.1.4 Mezcla de ingredientes.....	7
1.3.1.5 Moldeado	8
1.3.1.6 Enfriamiento.....	9
1.4 <i>Refrigeración para Alimentos</i>	9
1.4.1 <i>Sistemas de refrigeración</i>	10
1.4.1.1 Refrigeración doméstica.....	11
1.4.1.2 Refrigeración comercial. “food retail”	12
1.4.1.3 Refrigeración industrial.....	13
1.4.2 <i>Tipos de sistemas de refrigeración</i>	14
1.4.2.1 Refrigeración por aire	14
1.4.2.2 Refrigeración por agua.....	15
1.4.2.3 Refrigeración al vacío	16
1.4.2.4 Túnel de refrigeración	16
1.5 Elementos utilizados en un sistema de control automático.....	17
1.5.1 <i>Plc´s</i>	18
1.5.2 <i>Pulsadores</i>	19
1.5.3 <i>Contactores</i>	20
1.5.4 <i>Relés</i>	20
1.5.5 <i>Fusible</i>	21
1.5.6 <i>Motorreductores</i>	22
1.6 Diseño e implementación de un sistema automático de refrigeración.....	23
1.6.1 <i>Diseño</i>	23
1.6.3 <i>Implementación</i>	24
1.7 Diseño de un túnel continuo de refrigeración	24
1.7.1 <i>Sistema de Transportación</i>	25
1.7.1.1 Cálculos para un sistema de transportación	26
1.7.1.1.1 Velocidad de la banda.	26

1.7.1.1.2	Ángulos de contacto.....	27
1.7.1.1.3	Longitud de banda.....	27
1.7.1.1.4	Tensiones de una banda.....	28
1.7.1.1.5	Cálculos del motorreductor.....	31
1.7.1.1.6	Cálculos para el eje del tambor.....	32
1.7.2	Sistema de refrigeración.....	34
1.7.2.1	Ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor.....	36
1.7.2.1.1	Cálculo de la remoción de calor.....	37
1.7.2.1.2	Liberación de calor.....	37
1.7.2.1.3	Calculo de potencia y eficiencia del compresor.....	38
1.7.2.1.3	Coeficiente de funcionamiento.....	38
1.7.2.1.4	Calor a remover de un producto.....	39
1.7.3	Estructura para un túnel de enfriamiento.....	39
1.7.3.1	Acero inoxidable.....	40
1.7.3.2	Unión de piezas por soldadura.....	40
1.7.3.3	Electrodo para uniones soldadas.....	42
1.8	Ji-Cuadrado.....	43
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....		45
2.1	Históricos de la Micro-Empresa Hermanos Monge.....	45
2.1.1	Misión.....	46
2.1.2	Visión.....	46
2.2	Diseño Metodológico.....	46
2.2.1	Métodos de Investigación.....	46
2.2.2	Tipo de Investigación.....	48
2.2.3	Técnicas de la investigación.....	48
2.2.4	Instrumentos de la Investigación.....	49
2.3	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA REALIZADA A PROPIETARIOS Y TRABAJADORES DE LA MICROEMPRESA DE LOS HNOS. MONJE.....	51
2.4	Verificación de Hipótesis.....	61
2.4.1	Hipótesis planteada.....	61
2.4.2	Hipótesis nula.....	61
2.4.3	Calculo de Ji-cuadrado.....	61
PROPUESTA.....		64
3.1	Desarrollo de la propuesta.....	64
3.1.1	Tema.....	64

3.1.2	<i>Justificación</i>	64
3.1.3	<i>Objetivos</i>	65
3.1.3.1	Objetivo general	65
3.1.3.2	Objetivos específicos	65
3.1.4	<i>Factibilidad técnica</i>	65
3.2	Diseño de un sistema de enfriamiento automático	66
3.2.1	Cálculos del diseño de un sistema de enfriamiento	66
3.2.2	Unidades condensadoras	66
3.2.2.1	Cálculo de la remoción de calor	69
3.2.2.2	Liberación de calor	69
3.2.3	Compresores herméticos	70
3.2.3.1	Calculo de potencia y eficiencia del compresor	70
3.2.3.2	Coficiente de funcionamiento	71
3.2.3.3	Calor a remover de un producto	72
3.2.4	Cálculos del diseño de un sistema de transportación	72
3.2.4.1	Velocidad de la banda	72
3.2.4.1	Selección de las chumaceras	73
3.2.5	Ángulos de contacto	74
3.2.6	Selección de la cinta de transportación	75
3.2.6.1	Tensiones de una banda	76
3.2.7	Selección del elemento motriz	78
3.2.7.1	Cálculos para el eje del tambor	80
3.2.8	Construcción de la estructura metálica	83
3.2.9	Selección de los ventiladores	84
3.2.10	Paneles aislados	85
3.2.11	Filtro de humedad	85
3.3	Análisis del funcionamiento del sistema de refrigeración	86
3.4	Selección de elementos eléctricos para la automatización	88
3.4.1	Selección del Plc Logo	88
3.4.2	Programación del Plc Logo SR1 A101FU	89
3.4.3	Aparatos de maniobra	90
3.5	Elementos de conexión	91
3.5.1	Gabinete Metálico	91
3.5.2	Cables	91
3.5.3	Montaje de las partes del sistema de enfriamiento	92
3.5.4	Análisis de factibilidad del sistema	92

RECOMENDACIONES	95
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	97

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. 1 Mezcla de ingredientes	7
TABLA 2. 1 Muestra	50
TABLA 2. 2 Existencia de sistemas automáticos para enfriar el chocolate	51
TABLA 2. 3 Sistema automático de enfriamiento del chocolate facilita el trabajo	52
TABLA 2. 4 Complejidad en el manejo del sistema de enfriamiento del chocolate	53
TABLA 2. 5 La implementación de un sistema de enfriamiento aumenta la producción del chocolate.....	54
TABLA 2. 6 El tiempo de enfriamiento del chocolate es prolongado.....	55
TABLA 2. 7 Disminución del tiempo de enfriamiento del chocolate.	56
TABLA 2. 8 El tiempo del enfriamiento del chocolate influye en la obtención del chocolate de calidad.	57
TABLA 2. 9 Influencia del tiempo de enfriamiento del chocolate en la producción de la empresa.....	58
TABLA 2. 10 Conveniencia de implementar un sistema de enfriamiento del chocolate.	59
TABLA 2. 11 Condiciones para adquirir un sistema de enfriamiento.....	60
TABLA 2. 12 Tabla de frecuencias	62
TABLA 2. 13 Cálculo de Ji-cuadrado.....	63
TABLA 3. 1 Peso que soporta la estructura.....	83
TABLA 3. 2 Consumo de energía anual.....	87
TABLA 3. 3 Criterio para la selección del Logo Plc.....	88

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. 1 Granos de cacao	4
FIGURA 1. 2 Máquina tostadora de cacao	5
FIGURA 1. 3 Descascarado	6
FIGURA 1. 4 Molida de cacao	7
FIGURA 1. 5 Mezcla de ingredientes	8
FIGURA 1. 6 Moldeado de chocolate	8
FIGURA 1. 7 Enfriamiento del chocolate.....	9
FIGURA 1. 8 Alimentos frescos	10
FIGURA 1. 9 Refrigeración doméstica.....	11
FIGURA 1. 10 Refrigeración comercial	12
FIGURA 1. 11 Refrigeración industrial.....	13
FIGURA 1. 12 Tipos de refrigeración	14
FIGURA 1. 13 Refrigeración por aire.....	15
FIGURA 1. 14 Refrigeración por agua	15
FIGURA 1. 15 Refrigeración al vacío	16
FIGURA 1. 16 Túnel de enfriamiento	16
FIGURA 1. 17 Sistema de control automático	17
FIGURA 1. 18 Sistema de control a lazo cerrado.....	18
FIGURA 1. 19 PLC's.....	19
FIGURA 1. 20 Pulsadores	19
FIGURA 1. 21 Contactores.....	20
FIGURA 1. 22 Relés de activación.....	21
FIGURA 1. 23 Fusibles	21
FIGURA 1. 24 Motorreductores	23
FIGURA 1. 25 Sistema de transportación.....	26
FIGURA 1. 26 Tensión T1 y T2	30
FIGURA 1. 27 Sistema de enfriamiento	35
FIGURA 1. 28 Acero para alimentos.....	40
FIGURA 1. 29 Uniones soldadas.....	41
FIGURA 1. 30 Tipos de uniones	41

FIGURA 1. 31 Electrodo E-6010.....	42
FIGURA 1. 32 Electrodo E-7018.....	43
FIGURA 3. 1 Condensadores	67
FIGURA 3. 2 Compresor hermético	70
FIGURA 3. 3 Túnel de enfriamiento	73
FIGURA 3. 4 Chumaceras tipo puente	74
FIGURA 3. 5 Cinta de poliéster.....	75
FIGURA 3. 6 Motor reductor.....	78
FIGURA 3. 7 Rodillos	83
FIGURA 3. 8 Estructura del bastidor.....	84
FIGURA 3. 9 Ventiladores	84
FIGURA 3. 10 Filtros	85
FIGURA 3. 11 Unidad condensadora	87
FIGURA 3. 125 Plc Logo SR1 A101FU	89
FIGURA 3. 13 Aparatos de maniobra.....	90
FIGURA 3. 14 Gabinete Metálico	91
FIGURA 3. 15 Cable eléctrico.....	92

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO 1. 1 Túnel de enfriamiento.....	24
GRAFICO 1. 2 Ángulos de contacto	27
GRAFICO 1. 3 Análisis de fuerzas.....	32
GRAFICO 1. 4 Ciclo invertido de Carnot	35
GRAFICO 1. 5 Refrigeración por compresión de vapor	36
GRÁFICO 2. 1 Complejidad en el manejo del sistema de enfriamiento del chocolate	53
GRÁFICO 2. 2 La implementación de un sistema de enfriamiento aumenta la producción del chocolate.....	54
GRÁFICO 2. 3 El tiempo de enfriamiento del chocolate es prolongado.	55
GRÁFICO 2. 4 Disminución del tiempo de enfriamiento del chocolate.	56
GRÁFICO 2. 5 El tiempo del enfriamiento del chocolate influye en la obtención del chocolate de calidad.	57
GRÁFICO 2. 6 Influencia del tiempo de enfriamiento del chocolate en la producción de la empresa.....	58
GRÁFICO 2. 7 Conveniencia de implementar un sistema de enfriamiento del chocolate	59
GRÁFICO 2. 8 Condiciones para adquirir un sistema de enfriamiento	60
GRAFICO 3. 1 Diagrama T/s	68
GRAFICO 3. 2 Esfuerzo Mecánico	80
GRAFICO 3. 3 Diagramas de momentos	81
GRAFICO 3. 4 Diseño de tambores	82



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Unidad académica de ciencias de la ingeniería y aplicadas
Ingeniería electromecánica

TEMA: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA REDUCIR EL TIEMPO DE ENFRIAMIENTO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DEL CHOCOLATE EN LA MICRO-EMPRESA DE LOS HERMANOS MONJE UBICADOS EN EL CANTÓN PUJILI EN EL PERIODO 2014-2015”

Autores: Chancusig Casa Alex Geovanny
Herrera Maldonado Diario Xavier

RESUMEN

La implementación de este sistema automático de enfriamiento continuo de tabletas de chocolate, tuvo lugar en la provincia de Cotopaxi en el cantón Pujilí; en la micro-empresa de los Hnos. Monje. Dicha empresa se dedica a elaboración de chocolate artesanal la cual en la actualidad posee maquinaria para realizar la elaboración de este producto. Pero carece de sistemas autónomos que le permitan realizar los mismos procesos en un menor tiempo, por esta razón el propietario proporciono el apoyo necesario para el desarrollo del diseño e implementación de un túnel de enfriamiento. Basado en el ciclo invertido de Carnot; por ser el más utilizado en construcción de sistemas de refrigeración domésticos e industriales. El cual permite el enfriamiento de las tabletas mediante un sistema de refrigeración por compresión de vapor. Este trabajo de investigación fue diseñado para optimizar el tiempo empleado en el enfriamiento, el funcionamiento de esta máquina es de manera automática por medio de cada uno de los dispositivos eléctricos y electrónicos que permiten realizar la automatización, remplazando así el método tradicional utilizado para el atemperado de las tabletas de chocolate. Satisfaciendo las necesidades del propietario.

Descriptor: Sistemas, Enfriamiento, Refrigeración, Ciclo de Carnot, Compresión de vapor, PLC.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Unidad académica de ciencias de la ingeniería y aplicadas
Ingeniería electromecánica

TOPIC: “DESING AND IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATIC SYSTEM OF THE CHOCOLATE MOLDING IN THE PRODUCTION LINE AT THE MICRO-ENTERPRISE OF THE BROTHERS MONGE IN PUJILÍ CANTON DURING THE PERIOD 2013 - 2014”

AUTHORS: Chancusig Casa Alex Geovanny

Herrera Maldonado Diario Xavier

ABSTRACT

The implementation of this automatic continuous cooling of chocolate, it took place at Cotopaxi Province in Pujilí Canton; in the micro-enterprise of the Hnos. Monje. This company is dedicated to the elaboration of artisan chocolate which now owns machinery for perfon the preparation of this product. But lacking of autonomous systems that allow perform the same processes in less time, for this reason the owner provided the necessary support for its development of designing and implementation of a cooling tunnel. Based on the inverted cycle of Carnot; for being the most used in construction of domestic refrigeration systems and industrial refrigeration. Which allows the cooling of the tablets through a refrigeration system by vapor compression. This research work was designed to optimize spending cooling time; the functioning of this machine is automatically by each electrical and electronic devices that allow the automation, replacing the traditional method used for tempering of chocolate tablets. To meet the needs of the owner.

Descriptor: Systems, Cooling, Refrigeration, Carnot cycle, vapor compression PLC.

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 de tesis al Idioma Inglés presentado por el señores Egresados de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias Ingeniería y Aplicadas: **CHANCUSIG CASA ALEX GEOVANNY y HERRERA MALDONADO DARIO XAVIER**, cuyo título versa “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA REDUCIR EL TIEMPO DE ENFRIAMIENTO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DEL CHOCOLATE EN LA MICRO-EMPRESA DE LOS HERMANOS MONJE UBICADOS EN EL CANTÓN PUJILI EN EL PERIODO 2014-2015**”, 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, julio del 2015

Atentamente,

.....
Lic. Marcelo Pacheco Pruna

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

C.C. 050261735-0

INTRODUCCIÓN

Las empresas a nivel mundial se plantean la automatización de diferentes procesos; con el objeto de mejorar la productividad, aumentar la calidad del producto final e incrementar la seguridad en el trabajo. Es por ello que desde la implementación de estos sistemas de Automatización han aumentado producción y reducido costos, cuidando la integridad del operador y evitando la manipulación directa del producto con la mano del hombre, dando así como resultado un producto de mejor calidad y mejorando la productividad.

En la provincia de Cotopaxi, el enfriamiento del chocolate artesanal se realiza de forma manual mediante la utilización de un ventilador el mismo que a más de ser un riesgo para el trabajador, el tiempo de enfriamiento es muy elevado. Hoy en día gracias al avance tecnológico se han desarrollado máquinas automáticas capaces de realizar el mismo proceso en menor tiempo posible y con el menor riesgo.

Es así que en la micro-empresa hermanos Monje del cantón Pujilí; con el transcurrir de estos avances tecnológicos, ha visto la necesidad de optimizar sus máquinas, motivo por el cual el tema de tesis está enfocado en el diseño e implementación de un sistema de enfriamiento de chocolate.

El diseño sigue los parámetros de ingeniería, aplicando al presente trabajo la metodología de diseño, que paso a paso lleva a la solución del problema y así obtener las características necesarias y deseables del objetivo planteado.

El proyecto de investigación es una aplicación académica que permitirá optimizar el tiempo de enfriamiento del chocolate mediante la implementación de tecnología en la microempresa Hermanos Monje.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Unidad académica de ciencias de la ingeniería y aplicadas

Ingeniería electromecánica

CAPÍTULO I.- Abarca los conceptos teóricos del proceso de elaboración de chocolate, además posee los tipos de refrigeración que existen, y los parámetros necesarios para el diseño de un sistema de enfriamiento continuo.

CAPÍTULO II.- Detalla la tabulación de las encuestas realizadas al grupo de investigación, y el análisis e interpretación de resultados aplicado al propietario y trabajadores de la Micro-Empresa Hnos. Monje, por último el empleo de un método estadístico para la verificación de la hipótesis mediante el JI-CUADRADO.

CAPÍTULO III.- Contiene el diseño e implementación de un sistema automático de enfriamiento continuo de tabletas de chocolate, también se explica la selección de cada uno de los dispositivos y elementos, eléctricos, electrónicos y mecánicos, además contiene análisis económico y factibilidad de la implementación de este sistema.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Fundamentación Teórica

Una vez realizado el planteamiento del tema se dio paso a la recolección de los antecedentes bibliográficos, similares al proyecto de investigación. Debido a que el establecimiento no posee estudios previos, sobre sistemas de refrigeración aplicado a la industria alimentaria; así que investigación es innovadora y la primera para la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Por esta razón los criterios para el diseño e implementación de un sistema de refrigeración se tomaran, de los proyectos realizados en otros establecimientos los cuales se mencionan a continuación.

En el 2010 se realizó el trabajo de titulación con el tema DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE CONSERVACIÓN PARA EL LABORATORIO, elaborado por los señores: Luis Efrén Buenaño Sánchez y Marcelo Ruperto Esparza Montero; dicho trabajo contiene criterios para el diseño de sistemas de refrigeración. Y en su resumen menciona lo siguiente:

El banco de conservación permite realizar prácticas reales del funcionamiento de un sistema de refrigeración ya que contiene elementos como: PLC, válvulas, sensores de temperatura, evaporadores entre otros. El diseño de un sistema de refrigeración se encuentra inmerso en muchas aplicaciones del sector industrial.

En la misma tesis citada menciona las siguientes conclusiones:

En el sistema de congelación el control, para el funcionamiento del compresor se ha realizado en función de la caída de presión es decir aquí va a trabajar el presóstato en lado de baja presión.

El control del sistema de conservación se ha realizado en función de la temperatura es decir mediante ésta se controla el encendido y apagado del compresor.

Con estas conclusiones de la tesis antes mencionada podemos decir que estamos de acuerdo con las opiniones ya que el funcionamiento del compresor se lo realiza cuando la presión empieza a bajar, esto implica que entre en funcionamiento el presóstato de baja presión, a la vez permitiendo el encendido y apagado del compresor de acuerdo a su temperatura.

En el mismo año en la ciudad de México se desarrolló la tesis titulada DISEÑO DE UN TÚNEL DE ENFRIAMIENTO PARA UNA MÁQUINA FORMADORA DE PALANQUETAS DE AMARATO CON CHOCOLATE, realizado por el señor José Salas Gutiérrez, el cual contiene similitud con la presente investigación. Y en su resumen destaca lo siguiente:

Hoy en día se encuentran aplicaciones de la refrigeración en el hogar, el comercio, en la industria y en laboratorios, por lo que se puede decir que la refrigeración es una parte muy importante e indispensable en la vida moderna. Para el diseño del túnel de enfriamiento se aplicó el método general de diseño en donde se consideran las cargas totales de calor, generadas por las paredes del túnel de enfriamiento, las del producto y las ganancias de calor por cambios de aire, estos parámetros son de suma importancia para calcular la potencia del equipo de refrigeración.

Las conclusiones mencionadas por la tesis citada son:

Con la recirculación del aire se logra disminuir aún más la temperatura.

La forma ovalada del túnel es el mejor diseño para lograr un buen manejo del aire frío, que es enviado a través de los tres ventiladores de flujo axial.

De acuerdo a estas conclusiones citadas por la tesis podemos decir que estamos de acuerdo que por medio de la recirculación del aire podemos obtener un mejor resultado en la disminución de la temperatura en una gran parte, pero no estamos totalmente de acuerdo con la forma ovalada del túnel de enfriamiento para un mejor enfriamiento ya que un sistema cerrado, tenga una forma cuadrada baja la temperatura enfriando así en grandes cantidades, de una manera rápida y eficaz tomando en cuenta la necesidad de la empresa o la temperatura a la cual desee dar al producto final.

1.2 Alimentos a base de cacao

El chocolate se ofrece al mercado en una variedad de productos a base de cacao como: en polvo, cremas de cacao, líquidas y sólidas como los bombones. La elaboración del chocolate es el conjunto de procesos que permiten elaborar productos, desde el grano de cacao a sus diversas formas. La industria chocolatera realizan varios procesos con el empleo de diversas máquinas que realizan funciones de horneado, desmenuzado, mezclado y prensado del cacao.

OLIVERAS, Juan. (2007) manifiesta que “Para la elaboración del chocolate se necesita una mezcla de cacao, o cacao en polvo, manteca de cacao y azúcar. Después, según, el producto que se quiera obtener se añade otros ingredientes como leche, almendras, avellanas, frutas, etc. Pág. 49.

Los productos que se obtienen en base de las almendras de cacao son muy comercializados en casi todas las regiones, debido a que es un majar muy dulce y de fácil elaboración.

1.3 Cacao

BATISTA, Lépido (2009) describe “El cacao es originario de América del Sur, del área del alto Amazonas, que comprende países como Colombia, Ecuador, Perú, y Brasil, donde se ha encontrado una alta variabilidad.” Pág. 12.

El cacao es un árbol que se encuentra en áreas amazónicas debido a sus características de clima y propiedades del suelo que necesita para subsistir y proveer frutos, en la actualidad el Ecuador posee distintas variedades de cacao las cuales han sido reconocidas a nivel mundial; por ser unos de los países con mayor exportación de cacao fino de aroma. **Ver Figura (1.1)**

FIGURA 1. 1 Granos de cacao



Fuente: Chocolates Monje
Elaborado por: Los postulantes

1.3.1 Proceso para la elaboración de tabletas de chocolate

Las tabletas de chocolate necesitan pasar por varios procesos para su elaboración y añadir algunos ingredientes para resaltar el sabor, los chocolates que comercializan los hermanos Monje son exquisitos y elaborados 100% a base cacao; de buena calidad.

La micro-empresa hermanos Monje realizan la elaboración de una forma artesanal la cual brinda una ventaja de conservar el aroma y sabor del chocolate; hoy en día constan de los siguientes procesos: Horneado / tostado, desmenuzado / pelada, molida, moldeado y atemperado / enfriado.

1.3.1.1 Horneado/Tostado

El proceso se realiza después de haber limpiado los granos de cacao, estos se tuestan para ayudar a desarrollar cualidades aromáticas y de sabor. El proceso de tueste se lleva acabo de forma automática a una temperatura en torno a 130 °C durante 15 a 20 min. OLIVERAS, Juan. (2007) **Ver Figura (1.2)**

FIGURA 1. 2 Máquina tostadora de cacao



Fuente: Chocolates Monje
Elaborado por: Los postulantes

1.3.1.2 Desmenuzado/Pelado

MACHAY, Edwin (2015) describe. “Como consecuencia del tostado, la cáscara que está adherida firmemente al grano en el cacao crudo, se separa de este facilitando la operación de descascarado este proceso se realiza en equipos

“trituradores”. En la que el cacao y las cáscaras triturados, caen a una zaranda donde las cáscaras por su forma y menor peso específico son arrastradas por una corriente de aire, despojando de esta manera el cacao de la cáscara”.

El pelado es un proceso que permite la limpieza de la almendra que se encuentra dentro cubierta por la cascara, para descascararla hay que tostarla. Para retirar la cascara del grano de cacao y así dejar libre de impurezas la almendra para su siguiente proceso. **Ver Figura (1.3)**

FIGURA 1. 3 Descascarado



Fuente: Chocolates Monje
Elaborado por: Los postulantes

1.3.1.3 Molida

MACHAY, Edwin (2015) describe. “La molienda tiene por objeto desmoronar o reducir el tamaño de las partículas de cacao. Por el contenido graso del cacao y por el calor generado por la fricción durante la molienda, el cacao se transforma en una pasta fluida llamada Licor de Cacao”.

El proceso de molienda tiene como objetivo disminuir los granos en una pasta o licor de cacao y a su vez dar una tonalidad café a las tabletas de chocolate, este proceso se realiza en un molino de acero el cual variado su fricción se obtiene varios tipos de tonalidades según el gusto. **Ver Figura (1.4)**

FIGURA 1. 4 Molida de cacao



Fuente: Chocolates Monje
Elaborado por: Los postulantes

1.3.1.4 Mezcla de ingredientes

En este proceso es, donde se añaden los ingredientes para darle sabor y aroma dependiendo al producto a elaborar, para la fabricación de chocolate artesanal podemos encontrar en tres variedades las cuales son: chocolate puro, chocolate dulce y amargo. **Ver Figura (1.5) y Tabla (1.1)**

TABLA 1. 1 Mezcla de ingredientes

Ingredientes para las tabletas De chocolate				
Clase	Cacao	Harina	Azúcar	Producto final
Puro	80 lb	-----	-----	80 lb
Amargo	80 lb	15 lb	6 lb	101 lb
Dulce	80 lb	50 lb	25 lb	155 lb

Fuente: Chocolates Monje
Elaborado por: Los postulantes

FIGURA 1. 5 Mezcla de ingredientes



Fuente: Chocolates Monje
Elaborado por: Los postulantes

1.3.1.5 Moldeado

MACHAY, Edwin (2015) describe. “El moldeado tiene como objeto evitar la formación de burbujas en las tabletas, cuando un conducto libera una cantidad de chocolate en el molde, éste comienza a expandirse mediante los golpes que se le aplica al molde. Debido a que el chocolate es un fluido cuya viscosidad varía con la temperatura”

El proceso del moldeado es la operación mediante la cual se realizan objetos o figuras mediante un molde, formando así la figura o tableta. **Ver Figura (1.6)**

FIGURA 1. 6 Moldeado de chocolate



Fuente: Chocolates Monje
Elaborado por: Los postulantes

1.3.1.6 Enfriamiento

El proceso de enfriamiento es un proceso constituido de partes y refrigerante que trabajan juntos para controlar la temperatura, estabilidad de un producto, facilitando su manejo y optimizando su almacenamiento **Ver Figura (1.7)**

FIGURA 1. 7 Enfriamiento del chocolate



Fuente: Chocolates Monje
Elaborado por: Los postulantes

1.4 Refrigeración para Alimentos

CENGEL, Yunus A. (2007) en su libro expone “la refrigeración retarda los procesos químicos y biológicos en los alimentos y el deterioro y la pérdida de calidad y de los nutrientes que lo acompañan.”

RODRÍGUEZ, José. (2007) en su publicación menciona que “La refrigeración es el tratamiento de conservación de alimentos más extendido y el más aplicado, tanto en el ámbito doméstico como industrial. Su aplicación tiene la clara ventaja de no producir modificaciones en los alimentos.”

Este es un método muy utilizado en tanto en hogar como en las industrias alimentarias gracias a sus beneficios, que ayudan a la conservación de frutas,

vegetales en otro por mucho más tiempo, a su vez no permite la formación de impurezas o bacterias en los alimentos. **Ver Figura (1.8)**

FIGURA 1. 8 Alimentos frescos



Fuente: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2002/04/02/1425.php>
Elaborado por: Los postulantes

1.4.1 Sistemas de refrigeración

Los sistemas frigoríficos o sistemas de refrigeración corresponden procesos mecánicos, que utilizan propiedades termodinámicas para transmitir energía térmica para eliminar el calor de cualquier cuerpo caliente.

La cual al disminuir la temperatura del producto almacenado en cámaras frigoríficas o cámaras de refrigeración se logra conservarlo al alimento en una forma fresca.

Entre un sistema frigorífico y uno de refrigeración, son diseños de varias maneras como; (abierto, semi-abierto, cerrado), con fluido (aire, agua, incluso gas

refrigerante), varían conforme la aplicación. Entre las principales se encuentran el enfriamiento de motores de combustión, enfriamiento de computadores, etc.

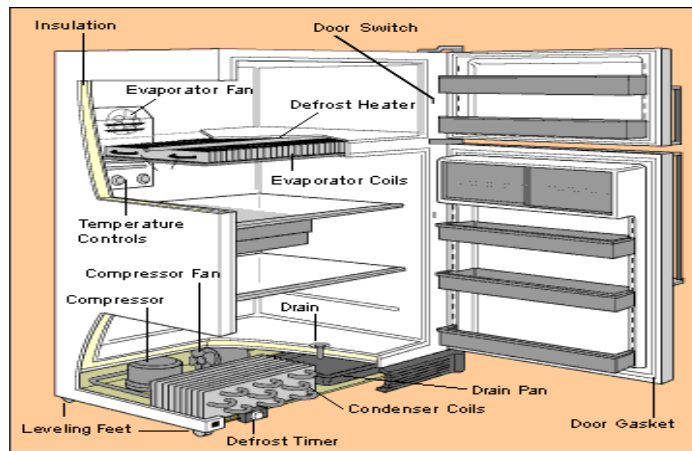
El diseño de estos sistemas son muy complejos ya que se aplican diversas materias como; la química y composición de los refrigerantes, la termodinámica, por su análisis de las propiedades de la materia y su energía interna y los criterios de la ingeniería electromecánica, para el análisis de eficiencia de los compresores de gas y para el control automático que estos sistemas.

1.4.1.1 Refrigeración doméstica

La refrigeración doméstica está limitada a refrigeradores y congeladores domésticos. Para los usos habituales del quehacer diario las personas, dichos sistemas son simples y pequeños, teniendo una capacidades de potencia entre 1/5 de CV (Caballos de Vapor) hasta 2 CV (Caballos de Vapor).

Los compresores son del tipo hermético de pistones o rotativos; las condensaciones por gravedad en las traseras de los equipos a igual que los evaporadores y la expansión directa de refrigerante por tubo capilar. **Ver Figura (1.9)**

FIGURA 1.9 Refrigeración doméstica



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/aire-acondicionado-y-refrigeracion-notas/aire-acondicionado-y-refrigeracion-notas.shtml>

Elaborado por: Los postulantes

1.4.1.2 Refrigeración comercial. “food retail”

La refrigeración comercial se refiere al diseño e instalación y mantenimiento de unidades de refrigeración del tipo que se tienen en establecimientos comerciales, donde su función es el almacenamiento de productos perecederos.

Una de sus características principales es el mueble frigorífico, que puede ser abierto mientras esté en funcionamiento, con una temperatura de $+7/+10^{\circ}\text{C}$, para frutas por ejemplo, hasta $-18/20^{\circ}\text{C}$ congelado con helados u otros productos.

Los Fluidos refrigerantes a usar son tipo freones y los sistemas de expansión y control pueden ser electrónicos utiliza un fluido ecológico, como el amoníaco, las instalaciones se suelen hacer con compresores del tipo semi-hermético de tornillo o alternativo según las necesidades de refrigeración. **Ver Figura (1.10)**

FIGURA 1. 10 Refrigeración comercial



Fuente: <http://www.datuopinion.com/sistema-frigorifico>
Elaborado por: Los postulantes

1.4.1.3 Refrigeración industrial

La refrigeración industrial posee aplicaciones de refrigeración de alta, media, baja y muy baja temperatura, mediante compresión mecánica hasta -60°C , son más grandes que los antes mencionados, su característica es que requieren equipos de mayor potencia. Sus mayores aplicaciones industriales son plantas de hielo, plantas almacenadoras de (carne, pescado, pollos, alimentos congelados, etc.), en plantas industriales tales como refinerías de petróleo, plantas químicas, etc.

El fluido utilizado en ocasiones es amoniaco y los sistemas de refrigeración de simple y doble etapa de compresión son sistemas baja temperatura, los compresores utilizados son esencialmente de tornillo, siempre con acoplamientos mecánicos, los sistemas de condensación en las plantas de gran capacidad son de sistemas evaporativos y en algún caso por aire. **Ver Figura (1.11)**

FIGURA 1. 11 Refrigeración industrial



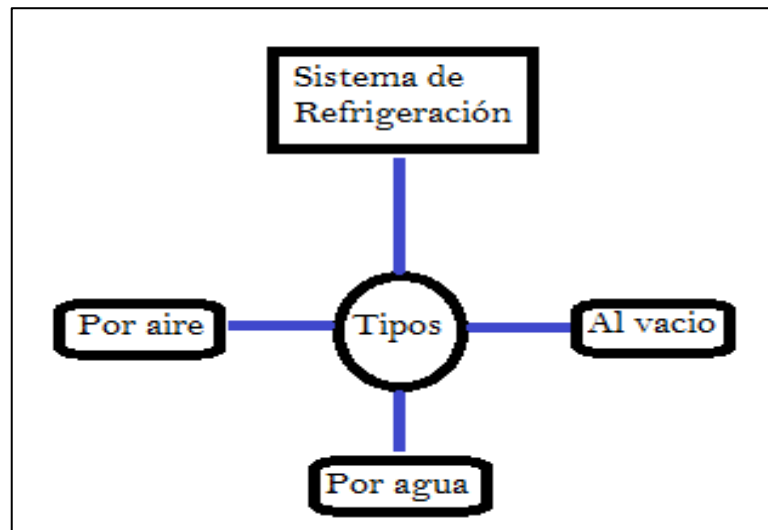
Fuente: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Planta_frigor%C3%ADfica_1.JPG

Elaborado por: Los postulantes

1.4.2 Tipos de sistemas de refrigeración

Actualmente existen varios tipos de sistemas de refrigeración pero todos realizan el mismo funcionamiento donde el aire comprimido saturado de humedad entra en un condensador que luego es dirigido al intercambiador, siendo enfriado por el aire para su retorno ya frío y seco. El aire entrante al intercambiador de calor, donde el fluido refrigerante lo enfría a 2° C, la humedad se condensa y forma gotas de agua que automáticamente purga el sistema. **Ver Figura (1.12)**

FIGURA 1. 12 Tipos de refrigeración



Fuente: <http://www.sabelotodo.org/aparatos/refrigeracion.html>

Elaborado por: Los postulantes

Finalmente teniendo el aire frío y seco vuelve circular por el sistema cumpliendo así el ciclo continuo. A continuación se mencionan las varias formas de un sistema de refrigeración:

1.4.2.1 Refrigeración por aire

Este tipo de refrigeración emplea como energía el aire la cual retira la mayor cantidad posible de calor cuando entra en contacto con un, la transferencia de

calor depende de la conductividad térmica del alimento y del espesor del mismo. A mayor velocidad del aire se logra mayor capacidad de refrigeración. Ver **Figura (1.13)**

FIGURA 1. 13 Refrigeración por aire



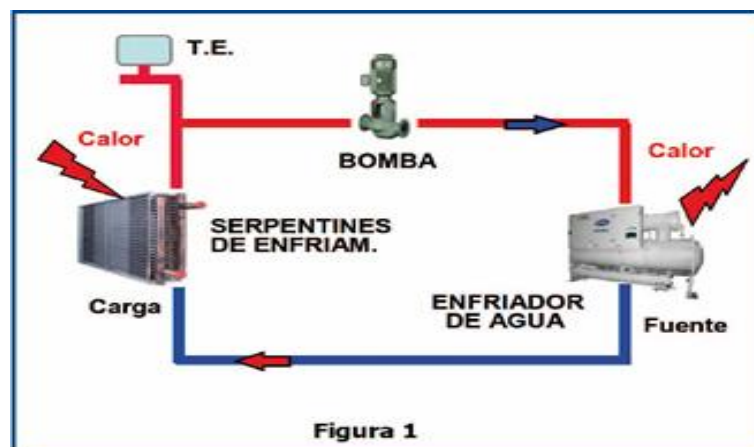
Fuente: <http://www.intec.com.co/refrigeracion-congelacion.html>

Elaborado por: Los postulantes

1.4.2.2 Refrigeración por agua

La refrigeración por agua presenta una elevada capacidad de retirar calor, gracias a su alto coeficiente de película, también se pueden emplear sistemas de aspersion o inmersión el caudal, es decir, la velocidad del agua suministrada regula la transferencia de calor directamente. Ver **Figura (1.14)**

FIGURA 1. 14 Refrigeración por agua



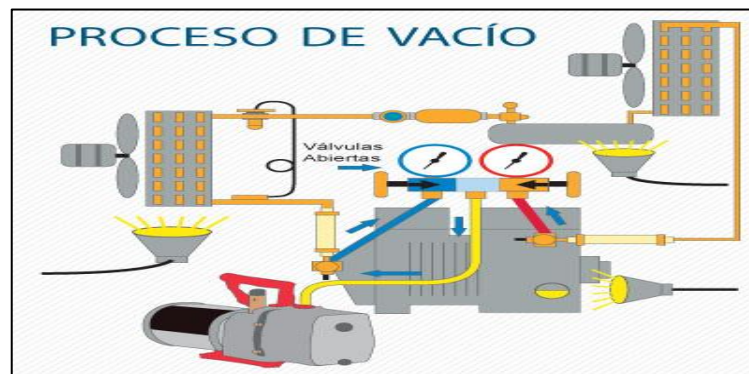
Fuente: <http://www.frioycalor.cl/105/tema2.htm>

Elaborado por: Los postulantes

1.4.2.3 Refrigeración al vacío

Este método se basa en disminuir la presión el agua la cual permitirá vaporizarla con mayor facilidad, el agua toma el calor del alimento y para luego vaporizarse en un tiempo es muy corto, entre 20-25 min. **Ver Figura (1.15)**

FIGURA 1. 15 Refrigeración al vacío



Fuente: <http://www.0grados.com.mx/proceso-de-vacio/>
Elaborado por: Los postulantes

1.4.2.4 Túnel de refrigeración

El sistema de enfriamiento rápido por túnel de enfriamiento es proceso continuo consiste en enfriar el producto mediante un sistema de refrigeración por ventilación forzada, junto con la ayuda de un sistema de transportación para la circulación del producto dentro del túnel. **Ver Figura (1.16)**

FIGURA 1. 16 Túnel de enfriamiento



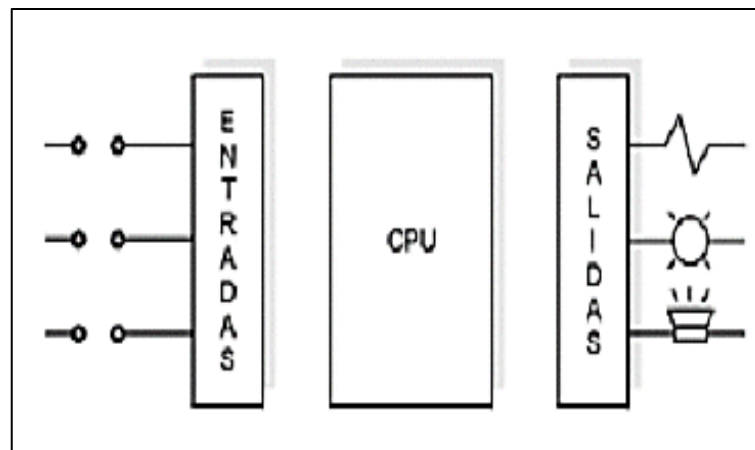
Fuente: <http://www.oproin.es/producto/tunel-de-enfriamiento-tde-007/>
Elaborado por: Los postulantes

La principal ventaja de este tipo de sistema son las mismas que los demás métodos de enfriamiento. El sistema continuo de refrigeración consiste en el montaje de un tren de ventilación, que serán los responsables del enfriamiento del producto mediante la conducción del aire a través del túnel.

1.5 Elementos utilizados en un sistema de control automático

El control de un sistema automático es un proceso que se lleva a cabo con elementos o dispositivos eléctricos y electrónicos, cuyo objetivo es controlar el funcionamiento del mismo, de forma que se pueda operar por sí solo mediante la operalización de sus entradas con respecto a sus salidas sin intervención humana. **Ver Figura (1.17)**

FIGURA 1. 17 Sistema de control automático

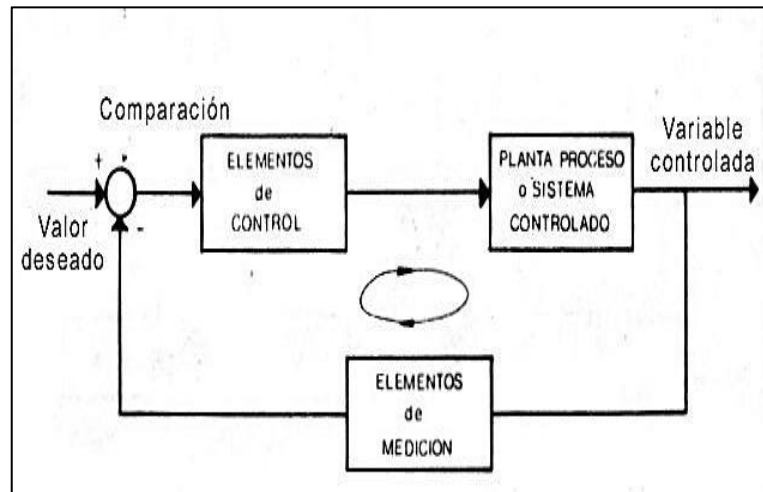


Fuente: <http://html.rincondelvago.com/disenio-de-un-controlador-logico-programable.html>

Elaborado por: Los postulantes

Debido a que un sistema automático es considerado como un control a lazo cerrado, debe disponer de todos sus elementos; ya sean eléctricos, electrónicos, mecánicos y sensores entre otros. Para realizar la retroalimentación y así el control. **Ver Figura (1.18)**

FIGURA 1. 18 Sistema de control a lazo cerrado



Fuente: <http://descom.jmc.utfsm.cl/sgeywitz/sub-paginas/Piping/control%20de%20procesos.htm>

Elaborado por: Los postulantes

A continuación se describen los elementos que intervienen un sistema de control automático para cualquier tipo de procesos:

1.5.1 Plc's

El denominado controlador lógico programable, o más conocido en inglés como PLC o (programmable logic controller), es una es un dispositivo electrónico utilizado en la rama de la automatización industrial, para optimizar los procesos electromecánicos y facilitar el control de maquinaria.

Los PLC son utilizados en las industrias, está diseñado para manipular o controlar múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura, son inmunes al ruido eléctrico. Utilizan lenguaje no informático es decir su funcionamiento dependerá de las instrucciones a seguir realizando una relación de entradas y salidas. **Ver Figura (1.19)**

FIGURA 1. 19 PLC's



Fuente: www.siemens.com/industry
Elaborado por: Los postulantes

1.5.2 Pulsadores

Un pulsador es un elemento electromecánico cuya función es muy simple la cual permite el encendido o apagado de cualquier aparato eléctrico. Es decir, es un interruptor el cual permite el paso o interrupción de la corriente eléctrica mientras esté presionada o accionada. **Ver Figura (1.20)**

FIGURA 1. 20 Pulsadores



Fuente: <http://mejoreslinks.masdelaweb.com/pulsadores-de-marcha-y-paro/>
Elaborado por: Los postulantes

1.5.3 Contactores

Son dispositivos electromecánicos utilizados para realizar control eléctrico y automatización, se pone en funcionamiento cuando la bobina se energiza genera un campo magnético, de manera que el núcleo atrae a la armadura, permitiendo así el paso de la corriente. Para que los contactos vuelvan a su posición anterior es necesario desenergizar la bobina, es decir, la desconexión de la bobina. **Ver Figura (1.21)**

FIGURA 1. 21 Contactores

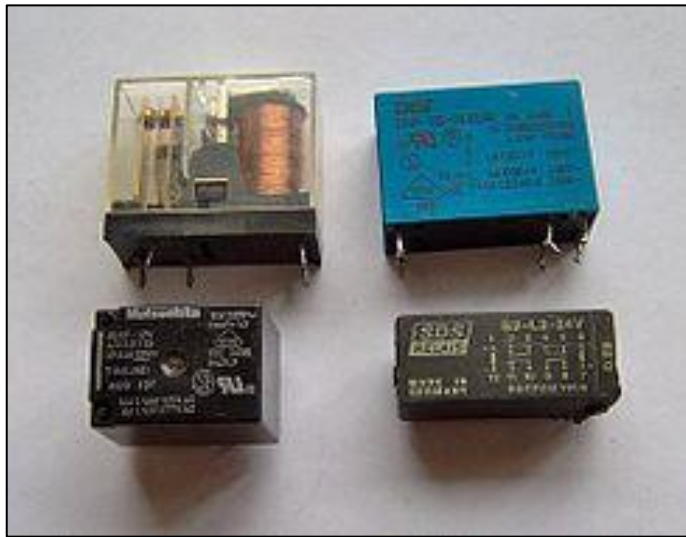


Fuente: <http://foremfe10.wordpress.com/page/4/>
Elaborado por: Los postulantes

1.5.4 Relés

Es un dispositivo electromecánico funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico, al igual que el contactor tiene en su interior una bobina y un electroimán, los cuales se accionan abriendo o cerrando contactos que permiten abrir o cerrar un circuitos eléctricos independientes. Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, como un amplificador eléctrico. **Ver Figura (1.22)**

FIGURA 1. 22 Relés de activación



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>

Elaborado por: Los postulantes

1.5.5 Fusible

Son dispositivos eléctricos conformados por un soporte y un filamento o lámina de metal, capaces de fundirse ante una subida de Voltaje o un cortocircuito, abriendo el circuito, lo que evita riesgos de incendio o destrucción de los equipos.

Ver Figura (1.23)

FIGURA 1. 23 Fusibles



Fuente: <http://www.bricolajecasero.com/electricidad/concepto-de-fusibles-y-sus-aplicaciones.php>

Elaborado por: Los postulantes

1.5.6 Motorreductores

FIDEL, Marco (2015) manifiesta que: “Los Reductores o Motorreductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente”.

Los motorreductores son considerados elementos para realizar automatización, apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, donde se necesitan reducir velocidad en una forma segura y eficiente. Al emplear el uso de los motorreductores se pueden obtener varios para la reducción de la velocidad entre las cuales se destacan las siguientes:

- Buena regularidad en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.
- Mayor seguridad en la transmisión.
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

Los motorreductores normalmente poseen dos partes acopladas; una unidad reductora y un motor eléctrico asincrónico tipo jaula de ardilla, totalmente cerrado y refrigerado por ventilador para conectar a redes trifásicas de 220/440 voltios a la frecuencia de 60 Hz.

Para proteger eléctricamente un motorreductor es necesario poner un guarda motor que limite la intensidad y un relé térmico de sobrecarga. Dependiendo de las aplicaciones existen varios tipos de motorreductores. **Ver Figura (1.24)**

FIGURA 1. 24 Motorreductores



Fuente: www.siemens.com/industry
Elaborado por: Los postulantes

1.6 Diseño e implementación de un sistema automático de refrigeración

1.6.1 Diseño

NISBETT, J. (2008) “En la industria los procesos pueden ser monitoreados o controlados ya sean en el sitio exacto de la aplicación o bien desde otro lugar en el cual se concentra la mayor parte de la información.” (Pág. 4).

El diseño para la carrera de ingeniería en Electromecánica es el arte de aplicar los conocimientos científicos, tecnológicos, para dar solución a problemas que se generan dentro de la industria y la sociedad con el único objetivo de crear y optimizar cualquier tipo de procesos.

1.6.3 Implementación

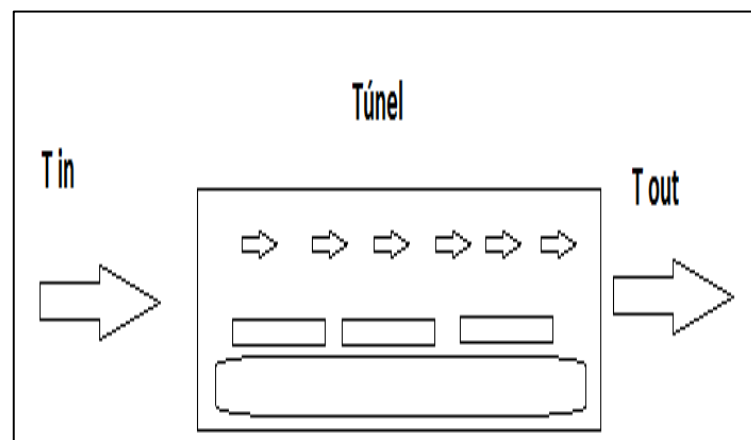
“La implementación es la realización de una aplicación, instalación o la ejecución de un plan, idea, modelo científico y diseño. En la implementación se involucra a los investigadores en el desarrollo de lo que se está realizando”. NISBETT, J. (1999) (pág. 12)

En ámbito de la producción industria el término implementación se basa en estudios previos de proyectos similares realizando un análisis de aceptación y de fiabilidad dentro de un sistema de integración, para aumentar la eficiencia de un proceso que este fallando.

1.7 Diseño de un túnel continuo de refrigeración

El diseño e implementación de un sistema de refrigeración van a depender del tipo y las características del producto a ser enfriado, mediante la cantidad del producto. Dichos sistema se componen de dos subsistemas esenciales como es: un sistema de transportación; es aquel que realiza el desplazamiento del producto a través del túnel y un sistema de refrigeración; es el encargado de enfriar el producto mientras está en movimiento. **Ver Gráfico (1.1)**

GRAFICO 1. 1 Túnel de enfriamiento



Elaborado por: Los postulantes

Al realizar el diseño de un túnel de refrigeración continua, se deben tomar varios aspectos que intervienen al instante de implementar este tipo de sistemas; como son: temperatura de entrada y salida del producto, temperatura de exterior y al interior del túnel.

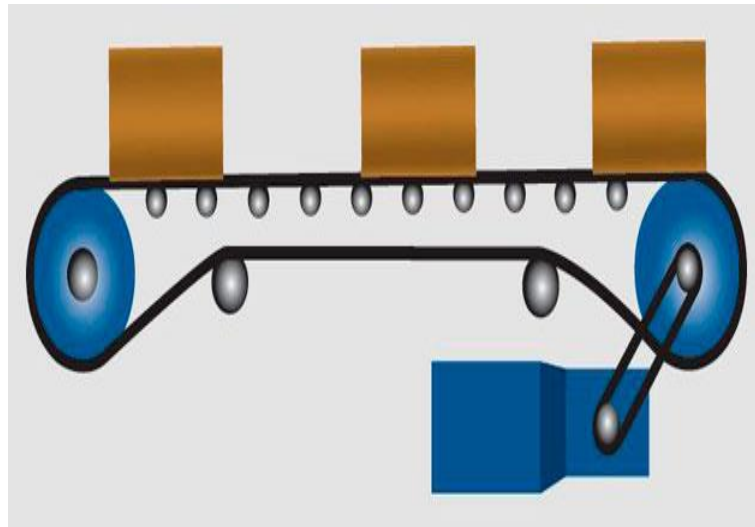
Para el sistema de transportación se tomara como referencia la tesis titulada: Diseño. Construcción e implementación de un módulo didáctico. Con un sistema de posicionamiento de una banda transportadora controlada por medio de PLC y TD-200 para el laboratorio de la unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, de la Universidad Técnica de Cotopaxi; desarrollado por el señor Vizúete Alejandro. Por facilitarnos los cálculos del diseño de un sistema de transportación.

Para el diseño del sistema de refrigeración se tomara los criterios de la termodinámica de Yunus A. Cengel y Michaela Boles, por contener el parámetro de diseño de los sistemas de refrigeración. Además también se utilizará los criterios de la transferencia de calor y masa de Cengel.

1.7.1 Sistema de Transportación

Este sistema es utilizado para deslizar un objeto desde un punto a otro sin necesidad de trasladarlo uno mismo, para diseñar una cinta transportadora se deben tomar algunos parámetros y realizar una serie de cálculos que permiten conocer dimensiones y los elementos que se necesitarán dentro del sistema; básicamente se compone de una cinta, tambor motriz y conducido, tensores de la banda y la estructura metálica. **Ver Figura (1.25)**

FIGURA 1. 25 Sistema de transportación



Fuente: http://www.dirind.com/dim/monografia.php?cla_id=14

Elaborado por: Los postulantes

1.7.1.1 Cálculos para un sistema de transportación

Los parámetros para el diseño de un sistema de transportación de cualquier tipo ya sean grandes, medianas o pequeñas necesitan como mínimo los siguientes cálculos:

1.7.1.1.1 Velocidad de la banda.

Es la magnitud de la velocidad con la que la banda se deslizara esto dependerá de la longitud del sistema de transportación de acuerdo a un tiempo, y se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$V_t = \frac{L}{t} \quad \text{Ecu 1.1}$$

Dónde:

V_t = Velocidad de transportación [m/s]

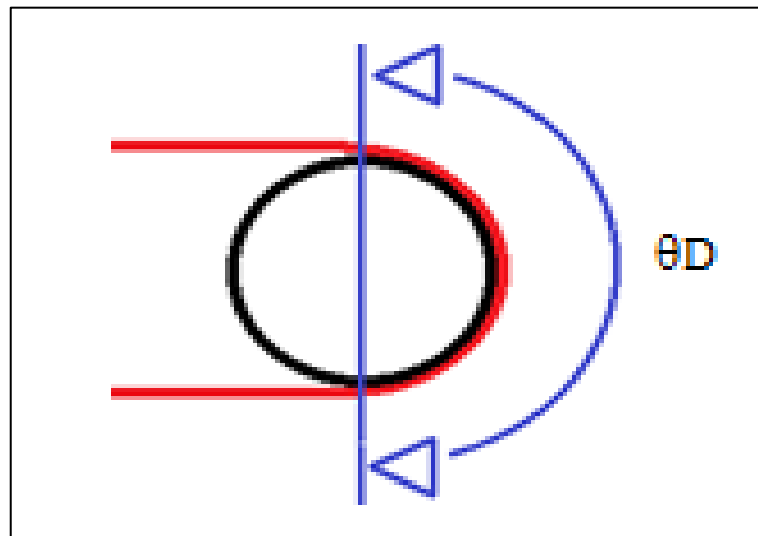
L = Distancia entre centros [m]

t = Tiempo en recorrer la distancia L [seg]

1.7.1.1.2 Ángulos de contacto.

Es el contacto que tiene el tambor con la cinta durante todo el proceso del movimiento a una determinada velocidad, la cual se puede calcular mediante la siguiente ecuación. **Ver Gráfico (1.2)**

GRAFICO 1. 2 Ángulos de contacto



Elaborado por: Los postulantes

$$\theta D = \pi + 2 \sin^{-1} \frac{(D_r - d_r)m}{2(L)}$$

Ecu 1.2

Dónde:

θD = Ángulo del tambor motriz

D_r = Diámetro del tambor motriz [m]

d_r = Diámetro del tambor conducido [m]

L = Distancia entre centros [m]

1.7.1.1.3 Longitud de banda.

Es la dimensión total de banda o cinta transportadora, tomando en cuenta las medidas de la longitud y el diámetro de los tambores como se puede observar a continuación:

$$L_b = 2(L) + 1.57 \times (D_r + d_r) + \frac{(D_r - d_r)}{4(L)} \quad \text{Ecu 1.3}$$

Dónde:

L_b = Longitud de la banda [m]

L = Distancia entre centros de rodillos [m]

D_r = Diámetro del rodillo motriz [m]

d_r = Diámetro del rodillo conducido [m]

1.7.1.1.4 Tensiones de una banda.

Dentro del diseño de una banda transportadora es necesario seleccionar una maquina impulsora, la cual se debe realizar unos cálculos anteriores como son las tensiones. Para conocer la tensión efectiva o necesaria primeramente se deberá calcular $[T_x]$ y $[T_y]$ las cuales son tenciones iniciales las cuales ocupando las siguientes expresiones se obtienen los dichos valores:

$$T_x = u \cdot L \cdot W_m \quad \text{Ecu 1.4}$$

Dónde:

T_x = Tensión para mover la banda vacía [N]

u = Coeficiente de fricción entre la banda y el tambor (0.3)

L = Distancia entre centros [m]

W_m = Peso de las piezas en movimiento [Kg/m]

Antes de calcular la tensión en $[T_y]$ se procederá a obtener el valor de $[Q]$, que viene a ser la razón de carga dentro del sistema es decir la máxima capacidad a la cual estará sometido el sistema. Y se obtiene a través de la siguiente ecuación.

$$Q_t = m_q \times \# \text{ de objetos a transportar} \quad \text{Ecu 1.5}$$

$$Q = \frac{33.3 \times Q_t}{V_t} \quad \text{Ecu 1.6}$$

Dónde:

Q= Razón de carga [Kg/m]

Q_t= Capacidad de transportación [ton/hora]

m_q= Peso de la carga [Kg]

V_t= Velocidad de transportación [m/s]

Después de obtener la razón de carga reemplazamos en la siguiente expresión de la [Ty].

$$T_y = u \cdot L \cdot Q \quad \text{Ecu 1.7}$$

Dónde:

T_y = Tensión para mover la banda en horizontal [N]

u = Coeficiente de fricción entre la banda y el tambor (0.3)

L = Distancia entre centros [m]

Q= Razón de carga [Kg/m]

A continuación se procederá obtener el valor de la tensión necesaria o efectiva para el sistema, empleando la siguiente formula:

$$T_e = T_x + T_y \pm T_z \quad \text{Ecu 1.8}$$

Dónde:

T_e = Tensión efectiva [N/m]

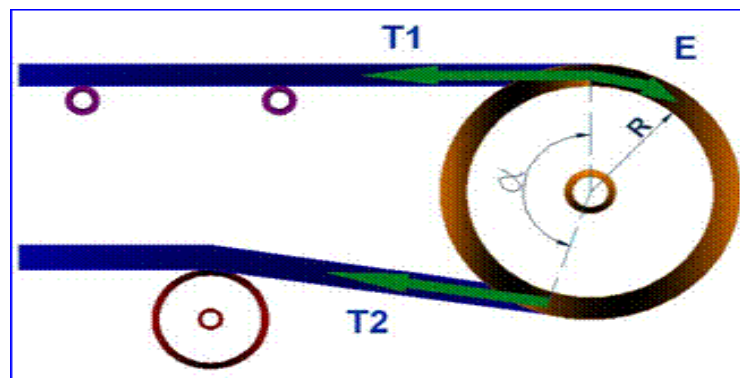
T_x = Tensión para mover la banda vacía [N]

T_y = Tensión para mover la banda en horizontal [N]

T_z = Tensión para bajar o elevar una carga [N]

Una vez obtenido las tenciones [T_e] se procede a calcular las [T_1] y [T_2], las cuales son la tensión del lado tenso y la tensión del lado flojo. Las cuales se obtienen mediante las siguientes expresiones: **Ver Figura (1.26)**

FIGURA 1. 26 Tensión T1 y T2



Fuente: Kauman

Elaborado por: Los postulantes

$$T_2 = K \cdot T_e$$

Ecu 1.9

Dónde:

T_2 = Tensión lado flojo [N/m]

K = Factor de transmisión (1.64)

T_e = Tensión efectiva [N/m]

$$T_1 = e^{u\theta} \cdot T_2$$

Ecu 1.10

Dónde:

T1 = Tensión lado tenso [N/m]

$e^{\mu\theta}$ = Coeficiente entre ángulo de contacto y coeficiente de fricción (2.57)

T2 = Tensión lado flojo [N/m]

1.7.1.1.5 Cálculos del motorreductor.

La selección de la maquina impulsora se tomar en cuenta los siguientes parámetros tales como el torque necesario, y la velocidad angular de la misma a igual que la potencia. Dichos parámetros se obtiene mediante las siguientes formulas:

$$T_n = (T_1 - T_2)r \quad \text{Ecu 1.11}$$

Dónde:

Tn= Torque necesario para mover la banda [N/m]

T1.T2= Tensiones de la banda [N]

r= Radio del tambor [m]

Para conocer la velocidad angular se obtendrá mediante la siguiente expresión.

$$n = \frac{60 \cdot V_t}{\pi \cdot D_r} \quad \text{Ecu 1.12}$$

Dónde:

n= Velocidad del tambor [Rpm]

Vt= velocidad de la banda [m/s]

r= Radio del tambor [m]

Dr= Diámetro del tambor [m]

El ultimo parámetro de la selección del elemento motriz es la potencia la cual obtiene mediante las tenciones de la banda y su velocidad correspondiente.

$$P = (T1 - T2)V_t \quad \text{Ecu 1.13}$$

Dónde:

P= Potencia del motor [Kw]

T1.T2= Tensiones de la banda [N]

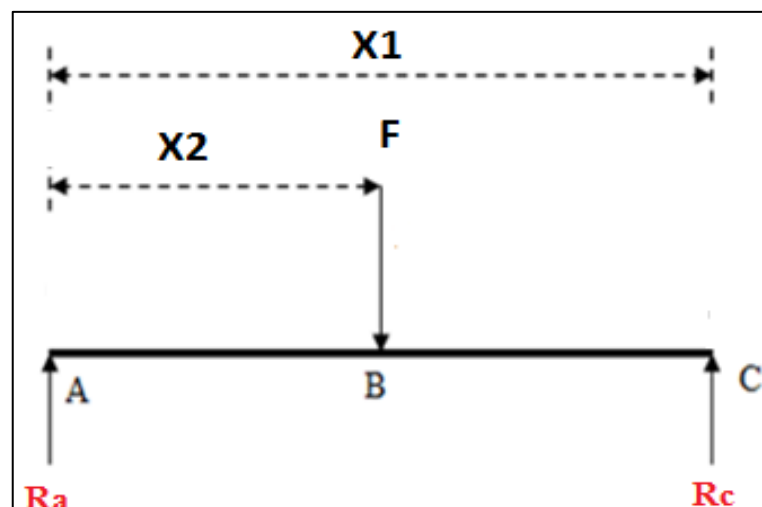
Vt= velocidad de la banda [m/s]

1.7.1.1.6 Cálculos para el eje del tambor.

El cálculo de los ejes de los tambores utiliza un análisis mecánico para conocer los esfuerzos a los que estarán sometidos, también los momentos flectores para el cálculo del diámetro del eje. Como lo explica VIZUETE, Alejandro.

El análisis mecánico se lo realiza con un estudio estático de fuerzas y raciones con las siguientes expresiones: **Ver Gráfico (1.3)**

GRAFICO 1. 3 Análisis de fuerzas



Elaborado por: Los postulantes

Primeramente se aplicará una sumatoria de fuerzas para obtener las reacciones

$$\sum F_y = 0$$

Donde reemplazando los valores se obtiene la siguiente igualdad.

$$R_a - F_y - R_c = 0 \quad \text{Ecu 1.14}$$

Después se procederá al realizar una sumatoria de momentos empleando las fuerzas y sus distancias.

$$\sum M_A = 0$$

Donde reemplazando los valores se obtiene la siguiente igualdad.

$$R_a(x) - F_y(x - x_1) + R_c(x_1) = 0 \quad \text{Ecu 1.15}$$

Después se realizará el cálculo del siguiente parámetro el cual es el momento torsionante mediante la fórmula:

$$M_T = \frac{P}{w_r} \quad \text{Ecu 1.16}$$

Dónde:

M_T = Momento torsionante [N.m]

P = potencia del motor [Kw]

w_r = Velocidad angular del tambor [Rpm]

A continuación se procede a reemplazar los valores en la siguiente expresión para la obtención de los diámetros de los ejes de cada tambor, como lo explica Vizueté Alejandro en su tesis de titulación.

$$d^3 = \frac{16 \cdot 2n_s}{\pi \cdot S_y} \sqrt{M_{BC}^2 + M_T^2} \quad \text{Ecu 1.17}$$

Dónde:

d= Diámetro del eje [m]

n_s = factor de seguridad

S_y = Resistencia de fluencia [Kg/m^2]

M_{BC} = Momento flector BC [N]

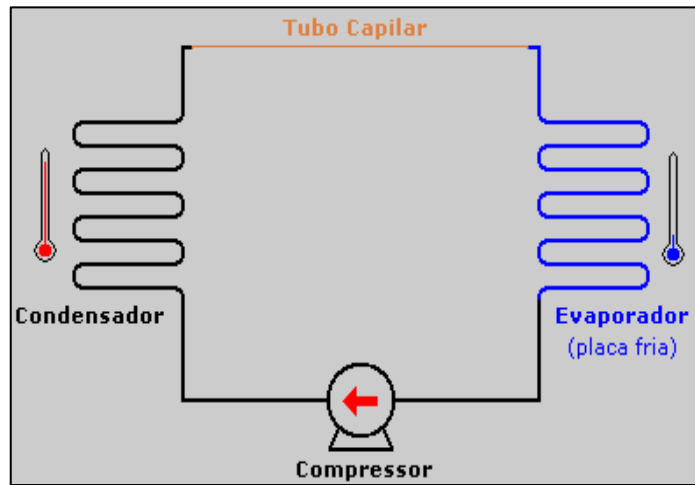
M_T = Momento torsionante [N]

1.7.2 Sistema de refrigeración

CENGEL, Yunus A. en su libro menciona “Todos saben por experiencia propia que el calor fluye en la dirección de las temperaturas decrecientes, esto es, de las regiones de alta temperatura a las bajas.” (Pág. 543)

Los sistemas de refrigeración son utilizados para disminuir la temperatura de un objeto caliente, a una temperatura deseada como por ejemplo para preservar a los alimentos por mucho mayor tiempo sin que sufra cambios químicos, es decir, sin que pueda podrirse. **Ver Figura (1.27)**

FIGURA 1. 27 Sistema de enfriamiento

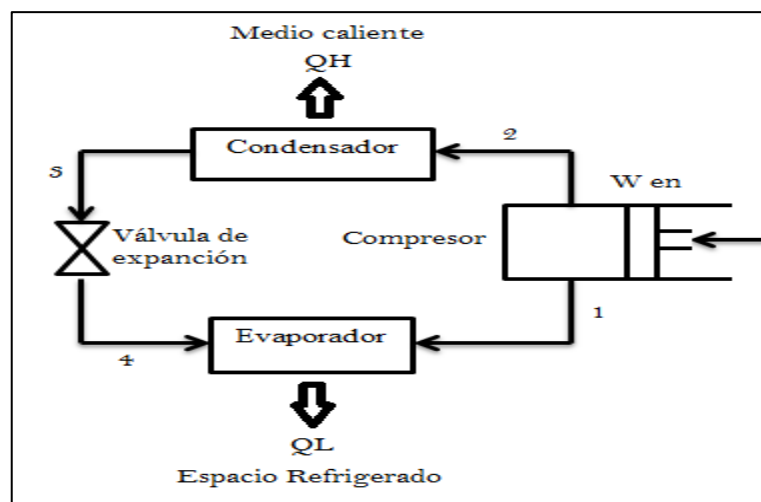


Fuente: <http://www.sabelotodo.org/aparatos/refrigeracion.html>

Elaborado por: Los postulantes

Para el diseño de este tipos de sistemas se deben conocer varios parámetros entre los cuales se encuentran los siguientes; temperatura de entrada y salida deseada del producto, temperatura en el interior, calor removido de la producto. A demás se realizara un análisis de termodinámico del ciclo ideal de la refrigeración, “Ciclo invertido de Carnot”. El cual es utilizado para el diseño de este tipo de sistemas.
Ver Gráfico (1.4)

GRAFICO 1. 4 Ciclo invertido de Carnot



Fuente: Cengel Yunus A.

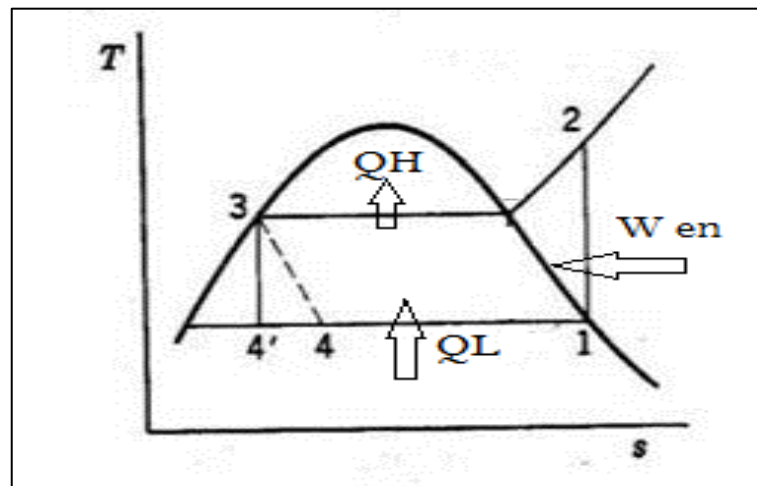
Elaborado por: Los postulantes

1.7.2.1 Ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor

El proceso de un ciclo ideal de refrigeración por la compresión de vapor es utilizado en la mayoría de los sistemas de enfriamiento como; los refrigeradores, congeladores, Frigoríficos, y sistemas de aire acondicionado.

Estos emplean el ciclo invertido de Carnot el cual debe cumplir las siguientes fases dentro del proceso: **Ver Gráfico (1.5)**

GRAFICO 1. 5 Refrigeración por compresión de vapor



Fuente: Cengel Yunus A
Elaborado por: Los postulantes

Dónde:

- 1-2 Compresión isotérmica en un compresor
- 2-3 Rechazo de calor a presión constante en un condensador
- 3-4 Estrangulamientos en un dispositivo de expansión
- 4-5 Absorción del calor a presión constante en un evaporador

El análisis del ciclo invertido de Carnot se lo realiza mediante las entalpías de cada uno, de sus puntos o fases del proceso; los parámetros más calculados dentro de este estudio son: la tasa de remoción de calor, tasa de liberación del calor al ambiente, la potencia del compresor y su eficiencia, por último el coeficiente de funcionamiento de la refrigeración.

1.7.2.1.1 Cálculo de la remoción de calor.

Es la cantidad de la tasa de remoción del calor que existe en el espacio interior del sistema de refrigeración, y se calcula mediante la expresión:

$$Q_L = \dot{m}(h_1 - h_4) \quad \text{Ecu 1.18}$$

Dónde:

Q_L = Tasa de remoción de calor [KW]

\dot{m} = Flujo másico de refrigerante [Kg/s]

$(h_1 - h_4)$ = Diferencia de entalpías en el punto 1 y 4 [Kj/Kg]

1.7.2.1.2 Liberación de calor.

Se denomina a la tasa de liberación del calor expulsado al ambiente, a través de los condensadores. Y se obtiene por la fórmula.

$$Q_H = \dot{m}(h_2 - h_3) \quad \text{Ecu 1.19}$$

Dónde:

Q_H = Tasa de remoción de calor [KW]

\dot{m} = Flujo másico de refrigerante [Kg/s]

$(h_2 - h_3)$ = Diferencia de entalpías en el punto 2 y 3 [Kj/Kg]

1.7.2.1.3 Calculo de potencia y eficiencia del compresor.

Esto permite conocer la potencia necesaria para el compresor de este sistema, además la eficiencia de dicho elemento a través de las siguientes ecuaciones.

$$W_{en} = \dot{m}(h_2 - h_1) \quad \text{Ecu 1.20}$$

Dónde:

W_{en} = Potencia del compresor [KW]

m = Flujo másico de refrigerante [Kg/s]

$(h_2 - h_1)$ = Diferencia de entalpías en el punto 2 y 1 [Kj/Kg]

A continuación la eficiencia isentrópica se obtiene por.

$$n_c = \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1} \quad \text{Ecu 1.21}$$

Dónde:

n_c = Eficiencia isoentrópica del compresor

$(h_{2s} - h_1)$ = Diferencia de entalpías en el punto 2s y 1 [Kj/Kg]

$(h_2 - h_1)$ = Diferencia de entalpías en el punto 2 y 1 [Kj/Kg]

1.7.2.1.3 Coeficiente de funcionamiento.

El coeficiente de funcionamiento de un sistema de refrigeración se obtiene de la relación de la tasa de remoción del calor del espacio de refrigeración y la potencia del compresor.

$$CDF_R = \frac{Q_L}{W_{en}} \quad \text{Ecu 1.22}$$

Dónde:

CDF_R = Coeficiente de funcionamiento del refrigerador

Q_L = Tasa de remoción de calor [KW]

W_{en} = Potencia del compresor [KW]

1.7.2.1.4 Calor a remover de un producto.

El calor removido de una fruta, otros alimentos se realiza mediante una ecuación, en la cual se debe considerar una temperatura inicial y una final, como el calor específico de un producto. Además se tomara en cuenta el tiempo teórico de enfriamiento en un sistema de túnel de refrigeración.

$$Q_{rp} = \frac{m_p \cdot C_p \cdot (T_e - T_s)}{\tau} \quad \text{Ecu 1.23}$$

Dónde:

Q_{rp} = Calor a remover de un producto [KW]

m_p = Cantidad de producto dentro del túnel

C_p = Calor específico del producto [j/Kg. °K]

T_e = Temperatura de entrada [°C]

T_s = Temperatura de salida [°C]

τ = Tiempo teórico de enfriamiento [Hrs]

1.7.3 Estructura para un túnel de enfriamiento

La estructura o bastidor para la mayoría de las máquinas empleadas para la elaboración de alimentos son construidas en acero inoxidable, gracia a sus beneficios que proporcional este tipo de materiales. Entre las cuales se puede mencionar; la no formación de bacteria que contaminen el producto fabricado además por su alta duración y por no producir oxidación.

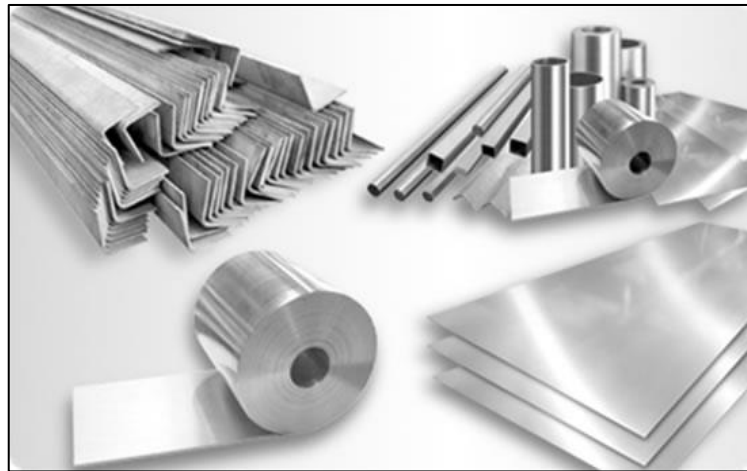
1.7.3.1 Acero inoxidable

Una lámina galvanizada es una lámina de acero que ha sido sometido a un proceso de inmersión en caliente que recubre la lámina al 100% de zinc.

Con la finalidad de prevenir la el fenómeno conocido como es la corrosión, la corrosión es un fenómeno que presenta todos los metales al paso del tiempo y al trabajo, también es causada por la exposición del acero a otros metales al oxígeno y agua. Pero este problema se puede corregir mediante un proceso de galvanizado o tratamientos térmicos para darles nuevas propiedades al material.

Ver Figura (1.28)

FIGURA 1. 28 Acero para alimentos



Fuente: <http://www.acerosytubosdelgolfo.com/inoxidables.html>

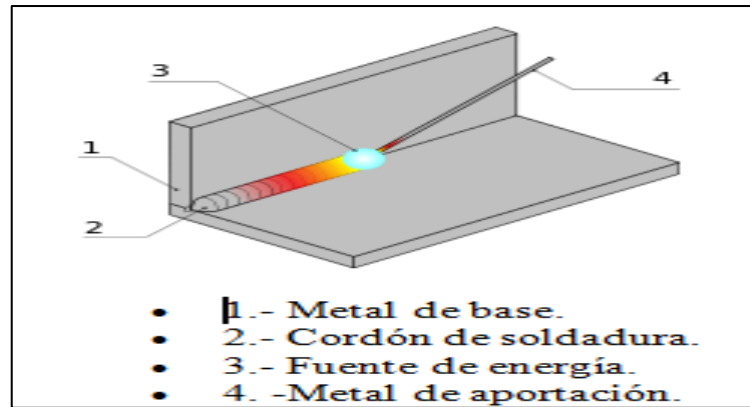
Elaborado por: Los postulantes

1.7.3.2 Unión de piezas por soldadura

La soldadura es un proceso de unión de dos o más piezas metálicas, normalmente se logrado a través de la fusión, es decir, las piezas son soldadas mediante el baño de soldadura y, al enfriarse, se convierte en una unión fija a la que se le denomina cordón. A veces la soldadura utiliza presión y calor, o solo presión esto depende de la máquina soldadora.

Ya que con la soldadura el objetivo es de tener la fusión entre piezas de trabajo de formar que se mantengan unidas entre ellos, sin fundir las piezas de trabajo. Ver **Figura (1.29)**

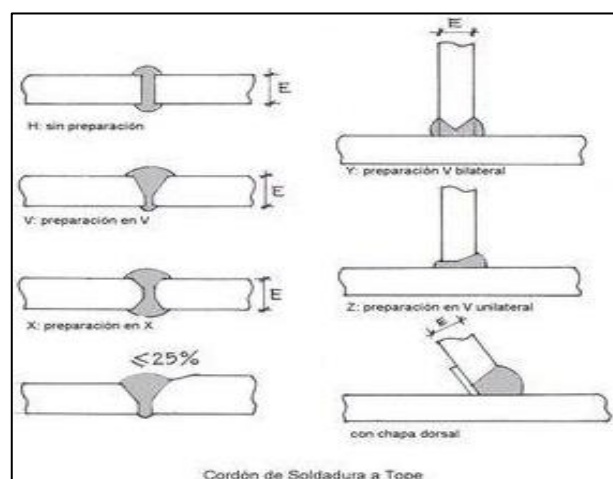
FIGURA 1. 29 Uniones soldadas



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura>
Elaborado por: Los postulantes

La Unión entre las Piezas que forman una estructura metálica, puede efectuarse mediante soldadura o con tornillería, pero el medio de unión más usado es la soldadura. Por su fácil empleo en cualquier forma de trabajo. Ver **Figura (1.30)**

FIGURA 1. 30 Tipos de uniones



Fuente: http://www.construmatica.com/construpedia/Uniones_por_Soldadura
Elaborado por: Los postulantes

1.7.3.3 Electrodo para uniones soldadas

Los electrodos son elementos mecánicos de aportación de materia para realizar las uniones, mediante el uso de una máquina soldadora; la cual realiza la unión de piezas metálicas con o sin material de aportación, a través de un arco eléctrico el cual funde el material base con la de aportación.

Existe varios tipos de electrodos en el mercado, pero los utilizados para construcción de maquinaria y estructuras metálicas son siguientes:

El electrodo “E-6010” es de alta penetración, fue diseñado para soldadura de aceros galvanizados e inoxidables, puede ser empleado en cualquier posición, excelente desempeño en aplicaciones verticales y horizontales. Sus principales aplicaciones: tubería, estructuras, tanques, reparaciones y en materiales base oxidado o con residuos de aceite o pintura. **Ver Figura (1.31)**

FIGURA 1. 31 Electrodo E-6010



Fuente: http://www.vmaindustrial.cl/productos_electrodos_acerocarbono_6010.htm

Elaborado por: Los postulantes

Otro de los electrodos empleados en la construcción de maquinaria es el “E-7018”, posee un arco suave y estable permitiendo una soldadura limpia y uniforme. El cual es muy resistente a fisuras se emplean donde los se someterán los esfuerzos. Es muy ideal para estructuras, recipientes, tuberías y maquinaria de mediano esfuerzos mecánicos. **Ver Figura (1.32)**

FIGURA 1. 32 Electrodo E-7018



Fuente: http://ferreteriaturper.com.mx/index.php?route=product/product&product_id=2773

Elaborado por: Los postulantes

1.8 Ji-Cuadrado

QUEVEDO, Fernando (2008) define al Ji-Cuadrado como “La distribución de probabilidad del mismo nombre, sirve para someter a prueba hipótesis referidas a distribuciones de frecuencias. En términos generales, esta prueba contrasta frecuencias observadas con las frecuencias esperadas de acuerdo con la hipótesis nula”

Para este método se necesita una tabla de frecuencias, para cada valor o intervalo estos valores son la frecuencia absoluta observada o la empírica. La cual permitirá realizar una sumatoria de frecuencias para obtener su valor y luego compararlo con un valor establecido en una tabla. Para su cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E} \quad \text{Ecu 1.24}$$

Dónde:

X^2 = Valor a calcularse de Ji-cuadrado

Σ = sumatoria

O = frecuencia observada, datos de la investigación

E = frecuencia teórica o esperada

Para la verificación de la hipótesis se debe comparar los dos valores de distribución del Ji-cuadrado, los cuales son el calculado y el de tabla; para obtener el valor de tabla se utiliza el grado de significancia y los grados de libertad. Mediante la siguiente expresión

$$gl = (c - 1)(K - 1) \qquad \text{Ecu 1.25}$$

Dónde:

gl = Grados de libertad

c = Número de columnas

K = Número de filas

El grado de significancia será para la mayoría de los casos de 0.05.

Una vez teniendo los valores del Ji-cuadrado, se procede a la respectiva comparación en la cual se debe plantear una hipótesis planteada una hipótesis nula en donde el criterio principal menciona que:

“Si el X_c es mayor que el X_t se acepta la hipótesis planteada y se rechaza la nula”

CAPÍTULO II

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1 Históricos de la Micro-Empresa Hermanos Monge

Wilfrido Monge propietario de la micro-empresa relata que la producción del chocolate artesanal tuvo lugar en el año 1914 por intermedio de la Sra. Tomasa Herrera, quien realizaba este proceso de una manera manual en esta época la preparación de dicho producto se llevaba a cabo en una piedra moler granos por la dificultad que presentaba la elaboración de este producto alcanzaba a producir 1/2 qq a la semana. Después del acallamiento de la Sra. Tomasa Herrera continuó con esta fabricación su hija la Sra. Josefina Herrera en 1964 incrementando su producción en un 50% gracias a la nueva técnica empleadas en la elaboración del chocolate artesanal.

En la actualidad este proceso lo van desempeñado los hijos de la Sra. Josefina Herrera quienes le ponen nombre a esta pequeña industria asiéndola llamar chocolates monje con sus habilidades construyeron maquinas acorde a sus necesidades llegando a tener una producción de 6qq a la semana en tres variedades que son: especial, primera y segunda los cuales son comercializados a nivel del país.

La materia prima empleada en la elaboración de dicho manjar es adquirida en la ciudad de Guayaquil, en el Cantón Duran y en el Cantón Naranjal. Por lo que se sienten orgullosos de mantener esta tradición que viene dándose desde años atrás.

2.1.1 Misión

Mantener una constante innovación en todos los sectores de la microempresa, de manera que siempre exista motivación, creatividad y excelencia, apoyados en la experiencia para alcanzar el bienestar de los consumidores al proporcionarles productos de calidad.

2.1.2 Visión

Ser una empresa competitiva, brindando productos de alta calidad, garantizando un eficiente servicio y proporcionando rentabilidad a la organización.

2.2 Diseño Metodológico

El desarrollo del presente trabajo de investigación se utilizó mediante el empleo de los siguientes métodos, técnicas e instrumentos de investigación.

2.2.1 Métodos de Investigación

Método Inductivo

El método inductivo permitió realizar la selección de las partes de un sistema a ser implementado para optimización del tiempo de cualquier tipo de procesos, además el método se enfoca en la formación de hipótesis de la investigación y su verificación.

Método Deductivo

El método deductivo facilita los principios previamente descubiertos a casos similares a la implementación del sistema de enfriamiento continuo, realizando una relación de las variables para el diseño.

Método Descriptivo

Al emplear este método de descripción se puede mencionar todas las partes involucradas en la implementación de un sistema automático de enfriamiento, el cual es capaz de realizar el enfriamiento del chocolate en un menor tiempo a diferencia de realizarlo manualmente.

Método Experimental

Esta investigación nos ayudará a llevar a cabo nuestro proyecto ya que estamos iniciando desde un punto cero y refiriéndonos a un enfoque de implementación de un sistema automático para el enfriamiento del chocolate la misma que ha sido muy poca investigada en nuestra provincia y específicamente en nuestra ciudad, esta investigación nos servirá de ayuda con la finalidad de establecer prioridades para investigaciones posteriores o sugerir afirmaciones verificables ya sea mediante videos, fotos o documentación.

A partir de los conocimientos previos del diseño se procederá a realizar un sistema que nos permita optimizar el tiempo para el enfriamiento que a la vez nos emitirá una mejora en la producción del chocolate artesanal que se elabora en la provincia de Cotopaxi- Cantón Pujilí.

Observación

La observación es un método con el cual estableceremos una relación concreta e intensiva entre los investigadores y su entorno, para la obtención de datos que luego se sistematizan para el desarrollo de un sistema automático de moldeo. Este método es importante para el desarrollo del proyecto ya que con él se podría encontrar una solución para disminuir el tiempo del proceso manual.

Hipótesis

¿La implementación de un sistema automático, en la línea de producción de chocolate, reducirá el tiempo de enfriamiento en la Micro-empresa hermanos Monje?

2.2.2. Tipo de Investigación

Investigación Aplicada

Este tipo de investigación es la que permite emplear los conocimientos previamente adquiridos durante el tiempo estudiantil, para mantenernos al día con el avance tecnológico y así poder brindar una ayuda y dar soluciones a problemas que existen en la sociedad.

Investigación de Campo

La investigación de campo o aplicada es empleada para resolver algunos de los problemas que se presentan durante la investigación. Además su análisis se basa en las fuentes de consulta de los datos más relevantes y que contengan similitud a lo que se está investigando para luego ser analizados a profundidad.

2.2.3 Técnicas de la investigación

Observación

La observación es una de las técnicas más antiguas en el campo de la investigación, con la cual los investigadores y su entorno se encuentran entrelazados, para la obtención de datos que luego serán analizados para el

desarrollo de un sistema automático de enfriamiento continuo. Que permita encontrar una solución para disminuir el tiempo en esta parte del proceso.

Encuesta

La encuesta es una técnica que facilita la recolección información a un grupo de investigación, esencialmente a los beneficiarios directos del diseño e implementación del proyecto.

La obtención de la información será mediante un cuestionario que contenga solamente preguntas cerradas. Dichos datos pasaran a una tabulación de sus respuestas para ser analizadas.

Subrayado

La técnica del subrayado permite tener un alto grado eficiencia en investigación del proyecto, ya que dicha técnica permite marcar las ideas esenciales de un texto. Con el único objetivo de leer únicamente lo subrayado; para la realización del marco teórico del presente trabajo.

Es un instrumento muy útil al momento considerar una idea o párrafo de interés para la investigación que se encuentran en libros o revistas.

2.2.4 Instrumentos de la Investigación

Cuestionario

El cuestionario permite la extracción de la información del grupo enfocado en la investigación, sobre todo ayudara a conocer la factibilidad o la necesidad de incorporar un sistema automatizado de enfriamiento del chocolate para la

empresa. El cuestionario estará estructurado con una serie de preguntas cerradas que para facilitar el análisis estadístico.

Población y Muestra

La población del estudio investigativo estuvo conformado directamente a las personas a ser beneficiadas. Con la implementación de estos sistemas, es decir, a los trabajadores que se encuentran laborando en la micro-empresa de los Hermanos Monje ubicada en el cantón Pujilí, que conforman un total de 15 personas contando con el propietario. Debido que el grupo de investigación es muy pequeño no se puede aplicar la fórmula para obtener la muestra, por esa razón se realizara el análisis a todo el grupo. **Ver Tabla (2.1)**

TABLA 2. 1 Muestra

ENCUESTADOS	NÚMERO
Propietarios	5
Empleados de la micro-empresa	10
Total	15

Elaborado por: Los postulantes

2.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA REALIZADA A PROPIETARIOS Y TRABAJADORES DE LA MICROEMPRESA DE LOS HNOS. MONJE.

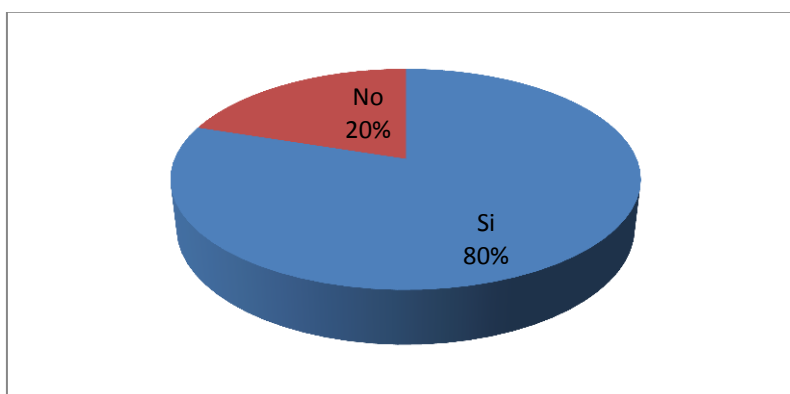
¿Conoce usted que existen sistemas automáticos para enfriar el chocolate?

TABLA 2. 2 Existencia de sistemas automáticos para enfriar el chocolate

ITEMS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	12	80
No	3	20
TOTAL	15	100

Fuente: Encuesta realizada a trabajadores y propietarios de la Microempresa “Hermanos Monje”
Elaborado por: Los postulantes

GRAFICO 2. 1 Existencia de sistemas automáticos para enfriar el chocolate



Fuente: Micro-empresa Hermanos Monje
Elaborado por: Los postulantes

Análisis

Se observa que el 20% de las personas no conocen ningún sistema automático para el enfriamiento del chocolate, un 80% de las personas si conocen un sistema automático de enfriamiento del chocolate.

Interpretación

Es indudable que hay un número de personas que no tiene conocimiento de sistemas automáticos de enfriamiento del chocolate, sin embargo la mayoría conoce la existencia de estos sistemas automáticos, ante lo cual es necesario capacitaciones continuas por parte de la empresa sobre aspectos tecnológicos en la producción de chocolate, situación que permitirá ser aliados tecnológicamente.

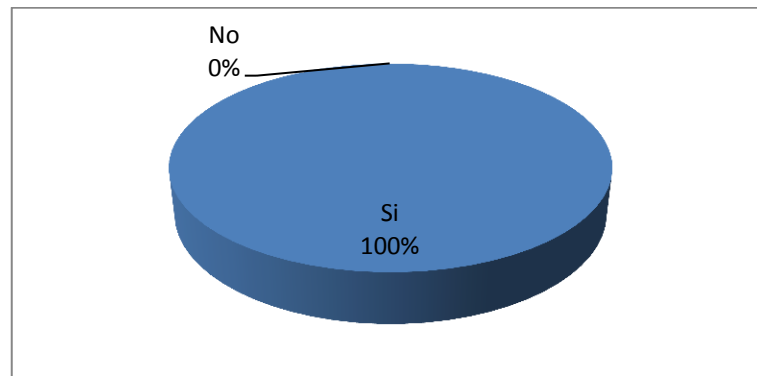
¿Cree usted que la implementación de un sistema de enfriamiento automático hará más eficiente su labor diaria?

TABLA 2. 3 Sistema automático de enfriamiento del chocolate facilita el trabajo

ITEMS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	15	100
No	0	0
TOTAL	15	100

Fuente: Encuesta realizada a trabajadores y propietarios de la Microempresa “Hermanos Monje”
Elaborado por: Los postulantes

GRAFICO 2. 2 Sistema automático de enfriamiento del chocolate facilita el trabajo



Fuente: Micro-empresa Hermanos Monje
Elaborado por: Los postulantes

Análisis

De acuerdo a la tabla 2.3 y gráfico 2.2, se observa que un 100% de las personas dicen que la implementación de un sistema de enfriamiento del chocolate hará más fácil su trabajo.

Interpretación

Definitivamente el trabajo artesanal en toda empresa pequeña, mediana o grande necesita de potencializar sus recursos, porque la labor manual es ardua. Con la automatización de los procesos de producción se facilita el trabajo de todos los obreros, situación que los trabajadores tienen muy clara, razón por la cual muestran la inquietud de facilitar el trabajo con la automatización.

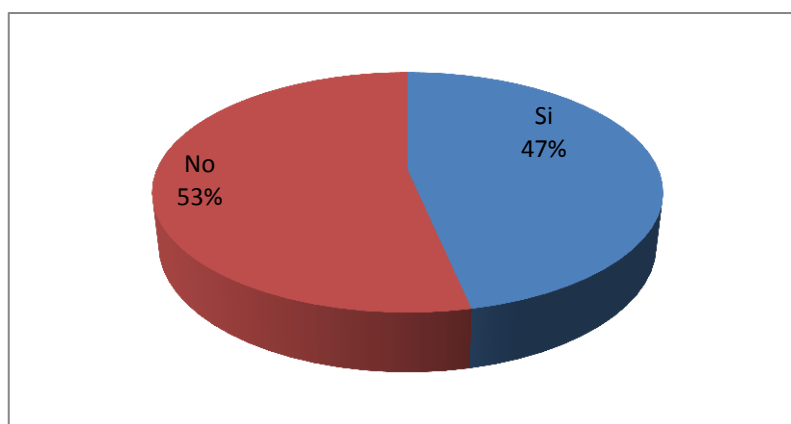
¿Considera usted que es complicado el manejo de un sistema de enfriamiento para el chocolate?

TABLA 2. 4 Complejidad en el manejo del sistema de enfriamiento del chocolate

ITEMS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	7	47
No	8	53
TOTAL	15	100

Fuente: Encuesta realizada a trabajadores y propietarios de la Microempresa “Hermanos Monje”
Elaborado por: Los postulantes

GRÁFICO 2. 1 Complejidad en el manejo del sistema de enfriamiento del chocolate



Fuente: Micro-empresa Hermanos Monje
Elaborado por: Los postulantes

Análisis

Tomando en cuenta lo expresado en la tabla 2.4 y gráfico 2.3, se observa que el 53% de las personas dicen que no es complicado el manejo del sistema de enfriamiento del chocolate, en cambio el 47% de las personas dicen que si es complicado el manejo del sistema de enfriamiento del chocolate.

Interpretación

Al trabajar en un medio artesanal, la mayoría de personas temen al cambio y se imaginan que el manejo de la tecnología es complicado; sin embargo ello no es del todo cierto, puesto que con una adecuada capacitación por parte de la empresa se obtienen excelentes resultados de manejo de maquinaria y eficiencia en el trabajo. Con ésta investigación se planea disipar estas falencias.

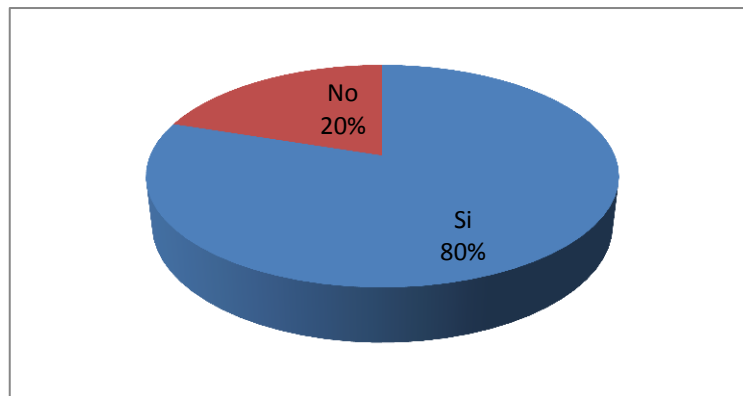
¿Cree usted que implementando un sistema de enfriamiento aumentará la producción de chocolate?

TABLA 2. 5 La implementación de un sistema de enfriamiento aumenta la producción del chocolate.

ITEMS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	12	80
No	3	20
TOTAL	15	100

Fuente: Encuesta realizada a trabajadores y propietarios de la Microempresa “Hermanos Monje”
Elaborado por: Los postulantes

GRÁFICO 2. 2 La implementación de un sistema de enfriamiento aumenta la producción del chocolate.



Fuente: Micro-empresa Hermanos Monje
Elaborado por: Los postulantes

Análisis

Analizando la tabla 2.5 y gráfico 2.4, el 20% de las personas dicen que la implementación de un sistema de enfriamiento del chocolate no aumentara la producción, mientras que el 80% de las personas piensan lo contrario.

Interpretación

La mayoría de personas tiene el criterio que un sistema de enfriamiento efectivamente permite mayor producción de chocolate, por cuanto se disminuye tiempos de enfriamiento. La presente investigación debe enfocar este aspecto ante las personas que no están conscientes de los beneficios de un sistema de producción automatizado.

¿Piensa usted que el tiempo de enfriamiento del chocolate es muy prolongado?

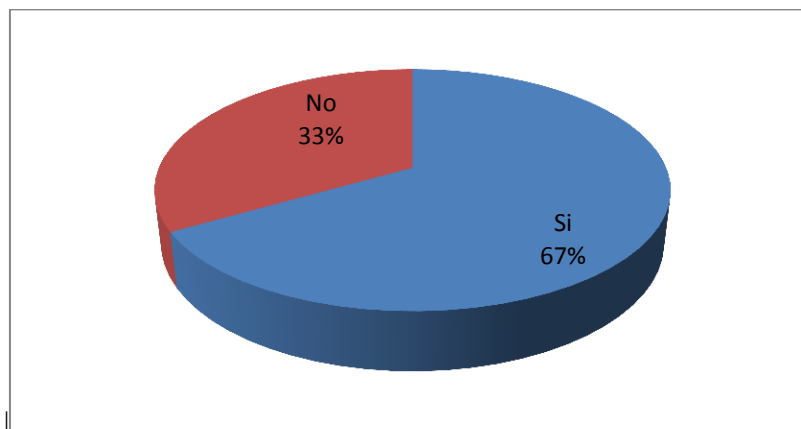
TABLA 2. 6 El tiempo de enfriamiento del chocolate es prolongado.

ITEMS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	10	67
No	5	33
TOTAL	15	100

Fuente: Encuesta realizada a trabajadores y propietarios de la Microempresa “Hermanos Monje”

Elaborado por: Los postulantes

GRÁFICO 2. 3 El tiempo de enfriamiento del chocolate es prolongado.



Fuente: Micro-empresa Hermanos Monje

Elaborado por: Los postulantes

Análisis

Considerando la tabla 2.6 y gráfico 2.5, que el 33% de las personas dicen que el tiempo de enfriamiento del chocolate no es muy prolongado, en cambio un 67% de las personas dicen que el tiempo de enfriamiento del chocolate es prolongado.

Interpretación

Se puede observar que en el campo artesanal, los tiempos son prolongados al momento de realizar el enfriamiento de chocolate; pero si se compara con la aplicación de tecnología se verifica que se puede reducir tiempos, entonces la diferencia de tiempos es amplia, por lo tanto la propuesta de la presente investigación está encaminada a reducir tiempos y presentar beneficios a todos quienes hacen la empresa Hnos. Monje.

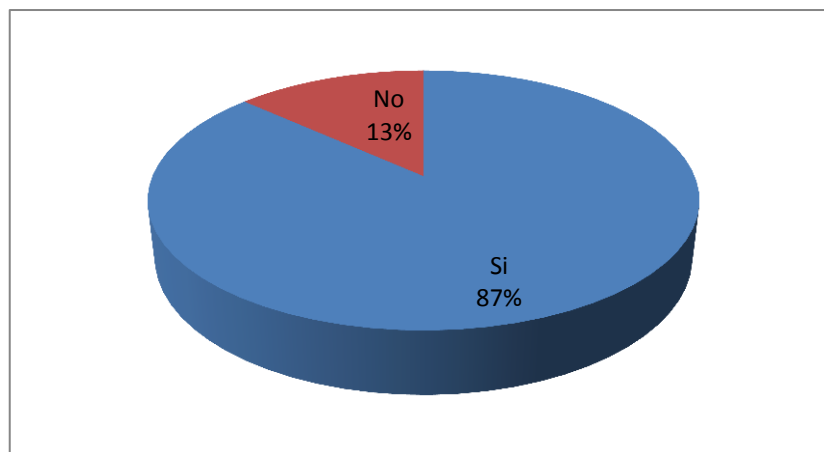
¿Considera usted que se debe disminuir el tiempo de enfriamiento del chocolate?

TABLA 2. 7 Disminución del tiempo de enfriamiento del chocolate.

ITEMS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	13	100
No	2	0
TOTAL	15	100

Fuente: Encuesta realizada a trabajadores y propietarios de la Microempresa “Hermanos Monje”
Elaborado por: Los postulantes

GRÁFICO 2. 4 Disminución del tiempo de enfriamiento del chocolate.



Fuente: Micro-empresa Hermanos Monje
Elaborado por: Los postulantes

Análisis

Conforme a lo representado en la tabla 2.7 y gráfico 2.6, se tiene que el 87% de las personas dicen que si es necesaria la disminución del tiempo en el enfriamiento del chocolate, un 13% no está de acuerdo con ésta afirmación.

Interpretación

La gran parte de trabajadores están conscientes que la producción de chocolate necesita reducir tiempos, y uno de los procesos más próximos de ser verificados es el de enfriamiento, ante lo cual es necesario reducir tiempos para optimizar recursos y alcanzar mayor productividad en la empresa.

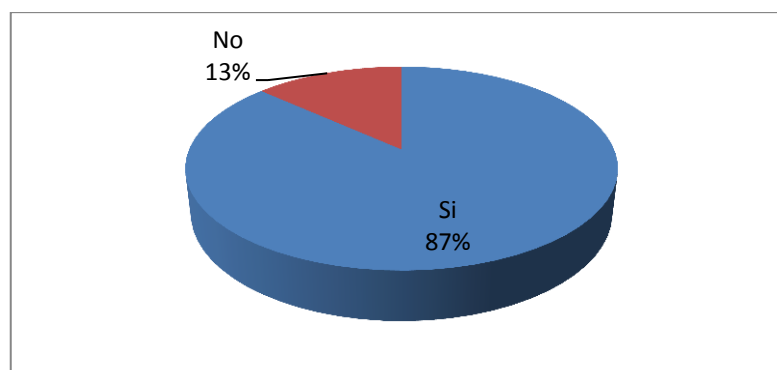
¿Cree usted que el tiempo que se emplea en el enfriamiento del chocolate influye en la obtención de chocolate de calidad?

TABLA 2. 8 El tiempo del enfriamiento del chocolate influye en la obtención del chocolate de calidad.

ITEMS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	13	87
No	2	13
TOTAL	15	100

Fuente: Encuesta realizada a trabajadores y propietarios de la Microempresa “Hermanos Monje”
Elaborado por: Los postulantes

GRÁFICO 2. 5 El tiempo del enfriamiento del chocolate influye en la obtención del chocolate de calidad.



Fuente: Micro-empresa Hermanos Monje
Elaborado por: Los postulantes

Análisis

Con lo expresado en la tabla 2.8 y gráfico 2.7, el 13% de las personas dicen que no influye el tiempo en la obtención del chocolate de calidad, un 87% de las personas dicen que si influye el tiempo en la obtención del chocolate de calidad.

Interpretación

Una de las etapas claves para obtener chocolate de calidad es su enfriamiento, porque a partir de tiempos y temperaturas adecuadas se alcance mejores resultados organolépticos que hacen preferir un producto. Por lo tanto el tiempo de enfriamiento si influye en la calidad del producto, aquellas personas que aún lo dudan deben los investigadores capacitar sobre ésta situación.

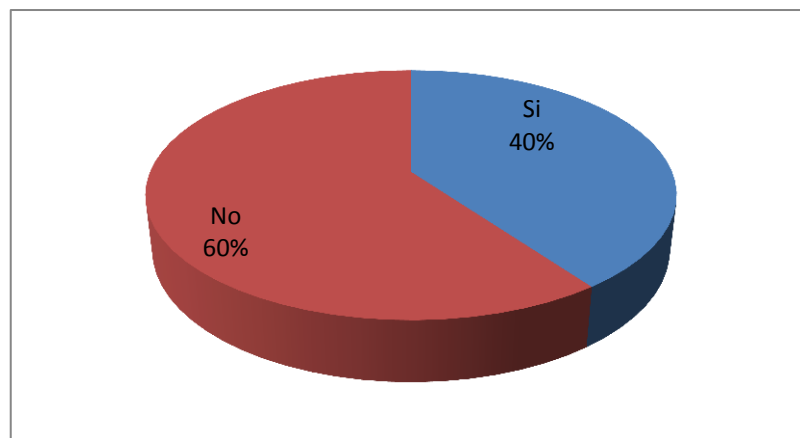
¿Cree usted que el tiempo que se utiliza en enfriar el chocolate influye en la reducida producción de chocolate de la microempresa?

TABLA 2. 9 Influencia del tiempo de enfriamiento del chocolate en la producción de la empresa.

ITEMS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	6	40
No	9	60
TOTAL	15	100

Fuente: Encuesta realizada a trabajadores y propietarios de la Microempresa “Hermanos Monje”
Elaborado por: Los postulantes

GRÁFICO 2. 6 Influencia del tiempo de enfriamiento del chocolate en la producción de la empresa.



Fuente: Micro-empresa Hermanos Monje
Elaborado por: Los postulantes

Análisis

Conforme a lo expuesto en la tabla 2.9 y gráfico 2.8, se observa que el 60% de las personas dicen que el tiempo en el enfriamiento del chocolate no influye en la producción de la empresa, un 40% de las personas dicen que el tiempo en el enfriamiento del chocolate si influye en la producción de la empresa.

Interpretación

Al ocupar tiempos prolongados en la etapa de enfriamiento, obviamente que afecta a la producción de la empresa, es necesario que este aspecto sea tomado en cuenta para optimizar tiempos y producir mayor cantidad de chocolate al automatizar la producción, lo que significa mayor rentabilidad.

¿Considera usted que es conveniente diseñar e implementar un sistema automático de enfriamiento en la empresa?

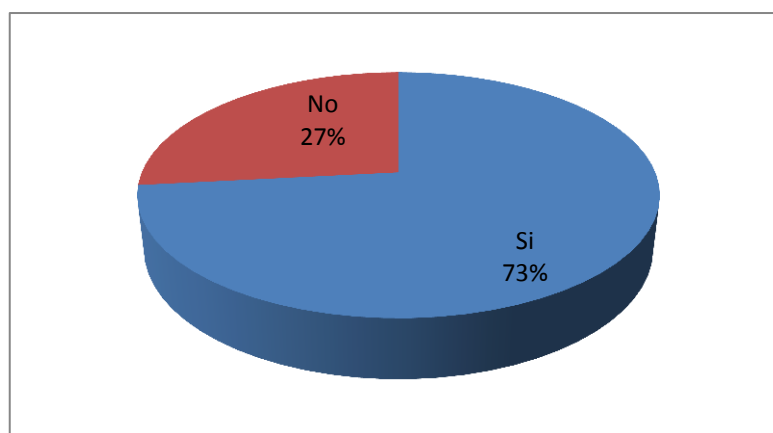
TABLA 2. 10 Conveniencia de implementar un sistema de enfriamiento del chocolate.

ITEMS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	11	73
No	4	27
TOTAL	15	100

Fuente: Encuesta realizada a trabajadores y propietarios de la Microempresa “Hermanos Monje”

Elaborado por: Los postulantes

GRÁFICO 2. 7 Conveniencia de implementar un sistema de enfriamiento del chocolate



Fuente: Micro-empresa Hermanos Monje

Elaborado por: Los postulantes

Análisis

Estableciendo la tabla 2.10 y grafico 2.9, se observa que el 27% de las personas creen que no conviene implementar un sistema de enfriamiento del chocolate, un 73% de las personas creen que si se debería implementar un sistema de enfriamiento del chocolate.

Interpretación

Definitivamente es conveniente implementar un sistema automático para el enfriamiento; y es lo que aseveran los trabajadores de la empresa, por tanto al reducido número que no considera este aspecto como positivo, es conveniente darles nuevos paradigmas sobre la industrialización chocolatera.

¿Cree que la empresa está en condiciones de adquirir un sistema de enfriamiento basado en un túnel de enfriamiento?

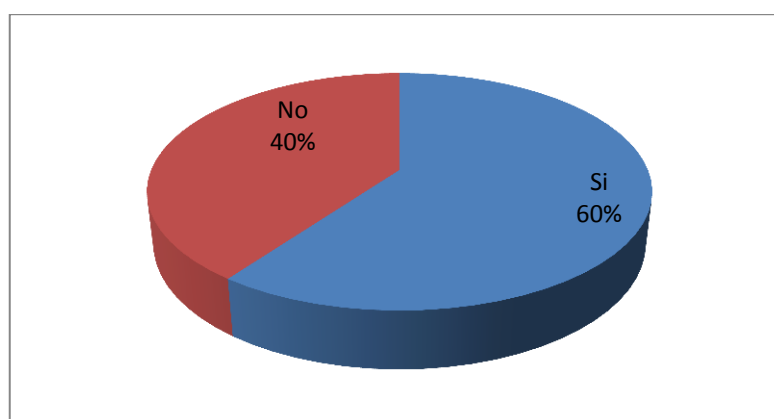
TABLA 2. 11 Condiciones para adquirir un sistema de enfriamiento.

ITEMS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	9	60
No	6	40
TOTAL	15	100

Fuente: Encuesta realizada a trabajadores y propietarios de la Microempresa “Hermanos Monje”

Elaborado por: Los postulantes

GRÁFICO 2. 8 Condiciones para adquirir un sistema de enfriamiento



Fuente: Micro-empresa Hermanos Monje

Elaborado por: Los postulantes

Análisis

Interpretando la tabla 2.11 y gráfico 2.10, se observa que el 40% de las personas dicen, la empresa no tiene las condiciones para adquirir un sistema de enfriamiento del chocolate, un 60% de las personas dicen que si tienen las condiciones para adquirir un sistema de enfriamiento del chocolate.

Interpretación

Con la adquisición del sistema de enfriamiento del chocolate, se inicia una aplicación tecnológica en la producción de chocolate de la empresa, que en términos económicos es conveniente, porque los recursos aplicados a este proyecto, más tarde dará su beneficio económico y social abundante.

2.4 Verificación de Hipótesis

2.4.1 Hipótesis planteada

El diseño e implementación de un sistema automático de enfriamiento, permitirá disminuir el tiempo de enfriamiento de las tabletas chocolate.

2.4.2 Hipótesis nula

El diseño e implementación de un sistema automático de enfriamiento, no permitirá disminuir el tiempo de enfriamiento de las tabletas chocolate.

2.4.3 Calculo de Ji-cuadrado

Para la comprobación de la hipótesis se procederá a calcular el ji-cuadrado de la tabla "Xt". La cual se obtiene mediante la **Ecu 1.25**. Y su grado de significancia que para este caso será igual a 00.5.

$$gl = (c - 1)(K - 1)$$

$$gl = (10 - 1)(2 - 1)$$

$$gl = 9$$

Rspt. 2.1

Con ocho grados de libertad y un nivel de significancia 0,05, de acuerdo a la tabla Chi cuadrado tabular se obtiene: $x^2_t = 16,92$

A continuación se procede a calcular el Ji-cuadrado mediante un la siguiente la **Ecu 1.24**

$$x^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Con la ayuda de una tabla de contingencia la cual contiene las respuestas de cada variable. Expresadas en frecuencias esperadas y frecuencias observadas. Ver

TABLA (2.12)

TABLA 2. 12 Tabla de frecuencias

Preguntas		Si	No	Total
1	O	12	3	15
	E	10.8	4.2	
2	O	15	0	15
	E	10.8	4.2	
3	O	7	8	15
	E	10.8	4.2	
4	O	12	5	15
	E	10.8	4.2	
5	O	10	5	15
	E	10.8	4.2	
6	O	13	2	15
	E	10.8	4.2	
7	O	13	2	15
	E	10.8	4.2	
8	O	6	9	15
	E	10.8	4.2	
9	O	11	4	15
	E	10.8	4.2	
10	O	9	6	15
	E	10.8	4.2	
Total		108	42	150

Fuente: Encuesta realizada a trabajadores y propietarios de la Microempresa “Hermanos Monje”

Elaborado por: Los postulantes

A partir de la tabla 2.12, se procede al cálculo de la sumatoria del ji-cuadrado.
Ver TABLA (2.13)

TABLA 2. 13 Cálculo de Ji-cuadrado

Nº	O	E	(O-E)2	(O-E)2/E
1	12	38,6	707,56	18,33
2	15	10,5	20,25	1,93
3	7	16,9	98,01	5,80
4	12	38,6	707,56	18,33
5	10	10,5	0,25	0,02
6	13	16,9	15,21	0,90
7	13	38,6	655,36	16,98
8	6	10,5	20,25	1,93
9	11	16,9	34,81	2,06
10	9	38,6	876,16	22,70
TOTAL				88,98

Fuente: Encuesta realizada a trabajadores y propietarios de la Microempresa “Hermanos Monje”
Elaborado por: Los postulantes

Entonces el ji-cuadrado calculado es $X_c = 88,98$.

De acuerdo con la comparación de los valores X_t y X_c del ji-cuadrado se puede notar claramente que el X_c es mayor que el X_t .

$$X_c = 88,98 > X_t = 16,92$$

Rspt. 2.2

Debido a éstos valores, se puede determinar que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, esto significa que el diseño e implementación de un sistema automático de enfriamiento en la línea de producción de chocolate, reducirá el tiempo de enfriamiento del chocolate en la Microempresa de los “Hermanos Monje”

CAPÍTULO III

PROPUESTA

3.1 Desarrollo de la propuesta

3.1.1 Tema

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA REDUCIR EL TIEMPO DE ENFRIAMIENTO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DEL CHOCOLATE EN LA MICRO-EMPRESA DE LOS HERMANOS MONJE UBICADOS EN EL CANTÓN PUJILI EN EL PERIODO 2014-2015”

3.1.2 Justificación

Es importante ir incorporando maquinaria a los procesos manuales para facilitar y optimizar el tiempo empleado, también a vez agilitamos la producción en los procedimientos para la producción alimentaria u otra.

La presente investigación permitirá obtener una solución para disminuir el tiempo del enfriamiento del chocolate, mediante el diseño y la implementación de un sistema de enfriamiento continuo. El cual estará diseñado para aplicar. Hoy en día el propietario de la micro-empresa posee maquinaria para la elaboración del chocolate, pero al no poseer un sistema de enfriamiento tarda mucho tiempo al realizar este proceso ya que de una forma tradicional, es decir, al aire libre. Es así que pierden más tiempo de lo debido y esto genera pérdidas de en la producción y a la vez esto se transforma en pérdidas económicas durante la producción.

La implementación beneficiara a los Hermanos Monje, por otra parte también serán beneficiados los consumidores de este producto. Porque se permitirá distribuir el tiempo y para así posiblemente aumentar la producción.

3.1.3 Objetivos

3.1.3.1 Objetivo general

Implementar un túnel de refrigeración para tabletas de chocolate, mediante un sistema automático de enfriamiento. Para reducir el tiempo empleado en este proceso.

3.1.3.2 Objetivos específicos

Poner en práctica los métodos, técnicas e instrumentos de investigación. Para delimitar el problema y obtener las posibles soluciones.

Conocer cada uno de los parámetros que interviene en el diseño y la construcción de un túnel de enfriamiento.

Implementar un sistema de control automático para el enfriamiento continuo de chocolate mediante el ciclo invertido de Carnot, para la transferencia de su calor.

3.1.4 Factibilidad técnica

El diseño e implantación de un sistema automático de enfriamiento continuo de tabletas de chocolate, pose un factor de factibilidad técnica muy alto ya que dicho sistema. Está conformado con todos los parámetros del diseño y poseerá factores e indicadores de seguridad hacia él operario; además su funcionamiento no es muy complejo y es un eficiente. El montaje y mantenimiento no es necesario realizarlo continuamente ya que sus partes y elementos son cuidadosamente seleccionados para su mejor desempeño.

3.2 Diseño de un sistema de enfriamiento automático

El diseño de un sistema de refrigeración continua para el enfriamiento de tabletas de chocolate, es necesario realizar los siguientes cálculos para la selección de los materiales y los elementos que integrará el sistema; además para conocer las temperaturas de su funcionamiento.

3.2.1 Cálculos del diseño de un sistema de enfriamiento

El diseño de un sistema de enfriamiento requiere algunos cálculos del ciclo invertido de Carnot o también más conocidas como máquinas de enfriamiento a partir de la termodinámica de Yunus Cengel.

Se desea diseñar un sistema de enfriamiento para las tabletas de chocolate, en un sistema de túnel continuo en donde las temperaturas de sistema serán las siguientes: $[T_l]$ o temperatura de enfriamiento y congelación para el chocolate son; -18°C para la congelación y 3°C para su enfriamiento y $[T_h]$ o temperatura expulsado al ambiente es de 25°C . La cual sale del serpentín de los condensadores.

Como fluido de trabajo se empleará refrigerante R-134 a una presión de 0.14 [MP], 0.8 [MP], por último parámetro el flujo másico del refrigerante es de 0.05 [Kg/S]. Dichos datos fueron tomados de un sistema de refrigeración común en los hogares por proporcionar las temperaturas requeridas para el sistema de refrigeración a diseñarse.

3.2.2 Unidades condensadoras

Este dispositivo se encarga de condensar el gas refrigerante que proviene del compresor a alta presión y alta temperatura, el condensador recibirá el refrigerante en estado gaseoso para que emitir su calor al ambiente exterior; de esta manera

convertir todo el gas en líquido. Mediante un serpentín con unas aletas transversales de un material altamente conductor de calor (que normalmente suele ser aluminio). Ver Figura (3.1)

FIGURA 3. 1 Condensadores



Elaborado por: Los postulantes

A continuación se procederá a obtener las entalpias de acuerdo a las presiones en cada uno de las fases del proceso de refrigeración, ayuda del ANEXO (12). Se procederá a buscar los siguientes valores, de cada uno de las fases del ciclo de Carnot y realiza el diagrama T/s.

Fases de proceso	Presión	H “Entalpias”
P1= Ingreso del refrigerante	0.14 MPa	236.04 Kj/Kg
P2= Compresión del refrigerante	0.8 MPa	272.05 Kj/Kg
P3= Estrangulación de la válvula	0.8 MPa	93.42 Kj/Kg
P4= Retorno de refrigerante al P1		94.42 Kj/Kg

$$P_1 = 0.14 \text{ MPa} \rightarrow h_1 = 236.04 \text{ Kj/Kg}$$

$$P_2 = 0.8 \text{ MPa} \rightarrow h_2 = 272.05 \text{ Kj/Kg}$$

Para la entalpía de h_3 se tomara la misma presión porque del paso de 2 a 3 se encuentra a presión constante

$$P_3 = 0.8 \text{ MPa} \rightarrow h_3 = 93.42 \text{ Kj/Kg}$$

La entalpía de h_4 es igual a la de h_3 por el estrangulamiento de la válvula.

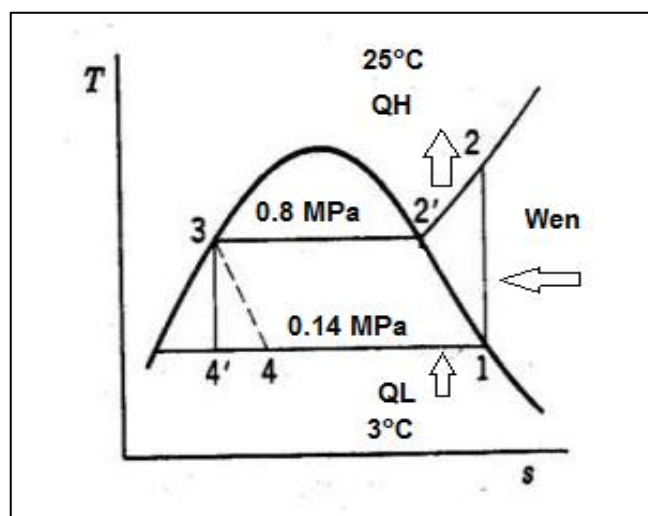
$$h_4 \cong h_3(\text{Estrangulamiento}) \rightarrow h_4 = 94.42 \text{ Kj/Kg}$$

Entonces diagrama T/s del ciclo de refrigeración. Para el diseño de un sistema de enfriamiento continuo es el siguiente. **Ver Gráfico (3.1)**

Tabla de análisis del diagrama T/s Ver Gráfico (3.1)

Descripción del proceso	Fase	Presión	Temp.
Compresión isotrópica en un compresor	1-2		
Rechazo de calor a presión constante en un condensador	2-3	0.8 MP	25° C
Estrangulamientos en un dispositivo de expansión	3-4		
Absorción del calor a presión constante en un evaporador	4-1	0.14 MP	3° C

GRAFICO 3. 1 Diagrama T/s



Elaborado por: Los postulantes

A partir del siguiente diagrama T/s realizamos los siguientes cálculos.

3.2.2.1 Cálculo de la remoción de calor

Es la tasa de remoción del calor que existirá en el espacio interior del sistema de refrigeración, y se calcula mediante la **Ecu 1.18**:

$$Q_L = \dot{m}(h_1 - h_4)$$

$$Q_L = 0.05 \text{ Kg/s}(236.04 - 93.42) \text{ KJ/Kg}$$

$$Q_L = 0.05 \text{ Kg/s}(142.64) \text{ Kj/kg}$$

$$Q_L = 7.131 \text{ KW}$$

Rspt. 3.1

3.2.2.2 Liberación de calor

Es la tasa de liberación del calor expulsado al ambiente, a través de serpentín de los condensadores. Mediante **Ecu 1.19**.

$$Q_H = \dot{m}(h_2 - h_3)$$

$$Q_H = 0.05 \text{ Kg/s}(272.05 - 93.42) \text{ KJ/Kg}$$

$$Q_H = 0.05 \text{ Kg/s}(178.63) \text{ Kj/kg}$$

$$Q_H = 8.932 \text{ KW}$$

Rspt. 3.2

3.2.3 Compresores herméticos

Este tipo de compresores son los más utilizados para sistemas de enfriamiento es el motivo por el cual utilizamos, por lograr una disminución de tamaño y costo a diferencia de los compresores tradicionales, son utilizado en equipos de escasa potencia. Posee un motor eléctrico el cual se encuentra montado directamente en el cigüeñal del compresor, en el interior del cuerpo o carcasa metálica sellada con soldadura. **Ver Figura (3.2)**

FIGURA 3. 2 Compresor hermético



Elaborado por: Los postulantes

3.2.3.1 *Calculo de potencia y eficiencia del compresor*

La potencia necesaria para el compresor del este sistema, se calcula con la **Ecu 1.20**.

$$W_{en} = \dot{m}(h_2 - h_1)$$

$$W_{en} = 0.05 \text{ Kg/s}(272.05 - 236.04) \text{ KJ/Kg}$$

$$W_{en} = 0.05 \text{ Kg/s}(36.01) \text{ Kj/kg}$$

$$W_{en} = 1.80 \text{ KW}$$

Rspt. 3.3

A continuación se calculará la eficiencia isentrópica del compresor para el cual se empleará la **Ecu 1.21**.

Pero antes se obtendrá el valor de h_{2s} , de la tabla de propiedades que es igual a [0.9606 Kj/Kg.K] y expresado en KJ/Kg es igual 281.05. **Ver Anexo (12)**.

Remplazando los valores tenemos:

$$n_c = \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1}$$

$$n_c = \frac{(281.05 - 236.04) \text{ KJ/Kg}}{(272.05 - 236.04) \text{ KJ/Kg}}$$

$$n_c = \frac{(45.01) \text{ KJ/Kg}}{(36.01) \text{ KJ/Kg}}$$

$$n_c = 1.23$$

Rspt. 3.4

3.2.3.2 Coeficiente de funcionamiento

El coeficiente de funcionamiento de un sistema de refrigeración se calcula empleando la **Ecu 1.22**.

$$CDF_R = \frac{Q_L}{W_{en}}$$

$$CDF_R = \frac{8.932 \text{ KW}}{1.80 \text{ KW}}$$

$$CDF_R = 4.962$$

Rspt. 3.5

3.2.3.3 Calor a remover de un producto

Para conocer el calor que se va a remover del chocolate se obtiene mediante la **Ecu 1.23**. Donde la temperatura de entrada de la tableta de chocolate es igual a 15°C y de salida es de 5°C, la cantidad del producto dentro del túnel es igual a 5 moldes. Y su calor específico de chocolate es igual a 200[J/kg°C]

$$Q_{rp} = \frac{m_p \cdot C_p \cdot (T_e - T_s)}{\tau}$$

$$Q_{rp} = \frac{3 \cdot 200 \left[\frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot ^\circ\text{K} \right] \cdot (15 - 5)^\circ\text{C}}{8 \text{ Hrs}}$$

$$Q_{rp} = \frac{600 \left[\frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot ^\circ\text{K} \right] \cdot (10)^\circ\text{C}}{8 \text{ Hrs}}$$

$$Q_{rp} = \frac{6000 \left[\frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot ^\circ\text{K} \right]}{8 \text{ Hrs}}$$

$$Q_{rp} = 750 \text{ KW}$$

Rspt. 3.6

3.2.4 Cálculos del diseño de un sistema de transportación

Los parámetros para el diseño de un sistema de transportación de cualquier tipo ya sean grandes, medianas o pequeñas necesitan como mínimo los siguientes cálculos:

3.2.4.1 Velocidad de la banda

La velocidad del sistema de transportación se la obtiene por medio de la **Ecu 1.1**:

$$Vt = \frac{L}{t}$$

$$Vt = \frac{2.5 \text{ m}}{21 \text{ seg}}$$

$$Vt = 0,166 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

Rspt. 3.7

Tomando los cálculos previamente realizados se procede a construir las piezas y elementos que conformaran la cinta transportadora para el deslizamiento del producto atreves del túnel de enfriamiento, para disminuir el tiempo de enfriado de las tabletas de chocolate. Para su empaque y distribución. **Ver Figura (3.3)**

FIGURA 3. 3 Túnel de enfriamiento



Elaborado por: Los postulantes

3.2.4.1 Selección de las chumaceras

Las chumaceras que se utilizaron fueron de acuerdo a los cálculos realizados tomando como referencia el (**Anexo 16**). De las siguientes medidas, un diámetro interior de 1” pulgada del tipo puente de marca NTN. **Ver Figura (3.4)**.

FIGURA 3. 4 Chumaceras tipo puente



Elaborado por: Los postulantes

3.2.5 Ángulos de contacto

Es el ángulo de contacto que existe entre los tambores con la cinta transportadora durante todo el proceso del movimiento, y se calcula con el empleo de la **Ecu 1.2**.

$$\theta D = \pi + 2 \sin^{-1} \frac{(Dr - dr)m}{2(L)}$$

$$\theta D = \pi + 2 \sin^{-1} \frac{(0.05 - 0.05)m}{2(2.5 \text{ m})}$$

$$\theta D = \pi + 2 \sin^{-1} 0$$

$$\theta D = \pi$$

$$2\pi = 360^\circ$$

$$\pi \approx 180^\circ$$

$$\theta D = 180^\circ$$

Rspt. 3.8

3.2.6 Selección de la cinta de transportación

De igual manera se procedió a seleccionar la cinta o banda de acuerdo con las medidas obtenidas: ancho de la cinta de 700 mm y largo de 5157 mm. De acuerdo a los cálculos obtenidos y al alto costo que implican las bandas utilizadas en el sector industrial, se optó por utilizar las cintas de poliéster AT1100DTX, los mismos que soportan las variaciones de temperatura dentro del túnel de enfriamiento, por sus características de durabilidad y resistencia a los cambios brusco de temperaturas en el ambiente de acuerdo al (Anexo 2). Ver Figura (3.5)

FIGURA 3. 5 Cinta de poliéster



Elaborado por: Los postulantes

Es la dimensión real que tendrá la cinta o banda transportadora, dentro del sistema empleando la **Ecu 1.3**:

$$L_b = 2(L) + 1.57 \times (Dr + dr) + \frac{(Dr - dr)}{4(L)}$$
$$L_b = 2(2.5m) + 1.57 \times (0.05 + 0.05) + \frac{(0.05 - 0.05)}{4(2.5m)}$$
$$L_b = 2(2.5m) + 1.57 \times (0.1) + \frac{(0)}{4(2.5m)}$$
$$L_b = 2(2.5m) + 0.157 + 0$$
$$L_b = 5.157m \approx 5157 \text{ mm}$$

$$L_b = 5157\text{mm}$$

Rspt. 3.9

3.2.6.1 Tensiones de una banda

La tensión efectiva o necesaria de un sistema de transportación primeramente se deberá calcular [Tx] y [Ty], con las **Ecu 1.4**:

$$T_x = u \cdot L \cdot W_m$$

$$T_x = (0.3)(2.5\text{m}) \left(15 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \right)$$

$$T_x = 11.25\text{Kg} \times \frac{9.8\text{N}}{1\text{Kg}}$$

$$T_x = 110.25 \text{ N}$$

Rspt. 3.10

Después de calcular la tensión [Tx] se procederá calcular el valor de [Q], o razón de carga. Pero antes se deberá calcular la máxima capacidad a la cual estará sometido el sistema con la **Ecu 1.5**.

$$Q_t = m_q \times \# \text{ de objetos a transportar}$$

$$Q_t = 3 \text{ Kg (80)}$$

$$Q_t = 240 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$Q_t = 0.24 \frac{\text{Tn}}{\text{h}}$$

Rspt. 3.11

Ahora remplazamos el valor obtenido de Q_t en la **Ecu 1.6**

$$Q = \frac{33.3 \times Q_t}{V_t}$$

$$Q = \frac{33.3 \times 0.24 \frac{\text{tn}}{\text{h}}}{0.166 \frac{\text{m}}{\text{seg}}}$$

$$Q = \frac{7.99}{0.166}$$

$$Q = 48.13 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \quad \text{Rspt. 3.12}$$

Luego de calcular la razón de carga reemplazamos en la siguiente expresión de la [Ty]. **Ecu 1.7**

$$T_y = u \cdot L \cdot Q$$

$$T_y = (0.3)(2.5\text{m}) \left(48.13 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \right)$$

$$T_y = 36 \text{ Kg} \times \frac{9.8\text{N}}{1\text{Kg}}$$

$$T_y = 352.8 \text{ N} \quad \text{Rspt. 3.13}$$

A continuación se calculara la tensión necesaria o efectiva para el sistema, empleando la **Ecu 1.8**:

$$T_e = T_x + T_y \pm T_z$$

$$T_e = 110.25 \text{ N} + 352.8 \text{ N} \pm 0$$

$$T_e = 463.05 \text{ N} \quad \text{Rspt. 3.14}$$

Tz = 0 porque la banda es horizontal

Una vez obtenido [Te] se procede a calcular las tensiones [T1] tensión del lado tenso y [T2] tensión del lado flojo, mediante las **Ecu 1.9**. Lado flojo de la banda.

$$T2 = K \cdot T_e$$

$$T2 = 1.64(463.05 \text{ N})$$

$$T2 = 759.4\text{N}$$

Rspt. 3.15

Después se calcula la tensión del lado tenso con la **Ecu 1.10**.

$$T1 = e^{u\theta} \cdot T2$$

$$T1 = 2.57(759.4\text{N})$$

$$T1 = 1951.7 \text{ N}$$

Rspt. 3.16

3.2.7 Selección del elemento motriz

De acuerdo con las especificaciones del sistema de enfriamiento y los cálculos, se utilizará como parte motriz motor-reductor de 45 rpm y una potencia de 190 W. Ver **Anexo (18)**. Dicho motor posee alto torque mecánico apropiado para mover la banda de transportación en vacío y a plena carga. Ver **Figura (3.6)**.

FIGURA 3. 6 Motor reductor



Elaborado por: Los postulantes

Para el cálculo del motorreductor se basara tomando en cuenta los siguientes parámetros: El torque necesario mediante la **Ecu 1.11**

$$T_n = (T_1 - T_2)r$$

$$T_m = (1951.7 \text{ N} - 463.05 \text{ N}) 0.025 \text{ m}$$

$$T_m = (1488.65 \text{ N})0.025 \text{ m}$$

$$T_m = 37.21 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Rspt. 3.17

Para conocer la velocidad angular se obtendrá mediante la **Ecu 1.12**.

$$n = \frac{60 \cdot V_t}{\pi \cdot D_r}$$

$$n = \frac{60 \cdot \left(0.119 \frac{\text{m}}{\text{seg}}\right)}{\pi(0.05 \text{ m})}$$

$$n = \frac{7.14 \frac{\text{m}}{\text{seg}}}{0.157 \text{ m}}$$

$$n = 45.47 \approx 45 \text{ rpm}$$

$$n = 45 \text{ rpm}$$

Rspt. 3.18

Para la potencia del motorreductor se utilizara la **Ecu 1.13**.

$$P = (T_1 - T_2)V_t$$

$$P = (1951.7 \text{ N} - 463.05 \text{ N})0.119 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

$$P = (1488.7 \text{ N})0.119 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

$$P = 177 \text{ W} \approx 180 \text{ W}$$

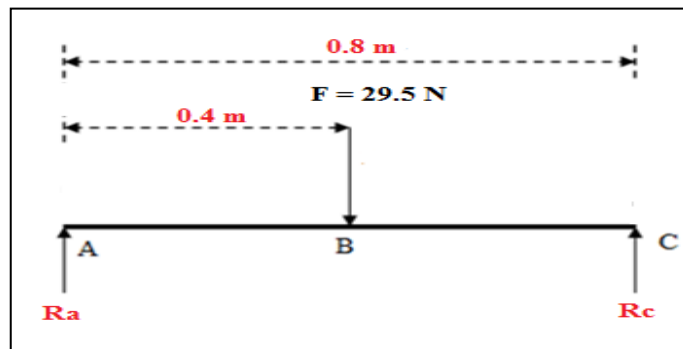
Rspt. 3.19

3.2.7.1 Cálculos para el eje del tambor

El cálculo de los ejes de los tambores utiliza un análisis mecánico para conocer los esfuerzos y los momentos flectores para el cálculo del diámetro del eje.

El análisis mecánico se debe realizar con un estudio estático de fuerzas y reacciones. **Ver Gráfico (3.2)**

GRAFICO 3. 2 Esfuerzo Mecánico



Elaborado por: Los postulantes

Primeramente se aplicará una sumatoria de fuerzas. $\sum F_y = 0$. Empleando la **Ecu 1.14**.

$$R_a - F_y - R_c = 0$$

$$R_a - 29.5 \text{ N} - R_c = 0$$

$$R_a = 29.5 \text{ N} - R_c$$

Rspt. 3.20

Donde reemplazando los valores obtenemos Ra. Después se procederá al realizar una sumatoria de momentos empleando las fuerzas. $\sum M_A = 0$. Para calcular la reacción Rc. Con la **Ecu 1.15**.

$$R_a(x) - F_y(x - x_1) + R_c(x_1) = 0$$

$$R_c(0) - 29.5 \text{ N}(0.8 - 0.4) + R_a(0.8)\text{m} = 0$$

$$R_a = \frac{29.5 \text{ N} (0.8 - 0.4)}{(0.8)\text{m}}$$

$$R_a = 14.75 \text{ N}$$

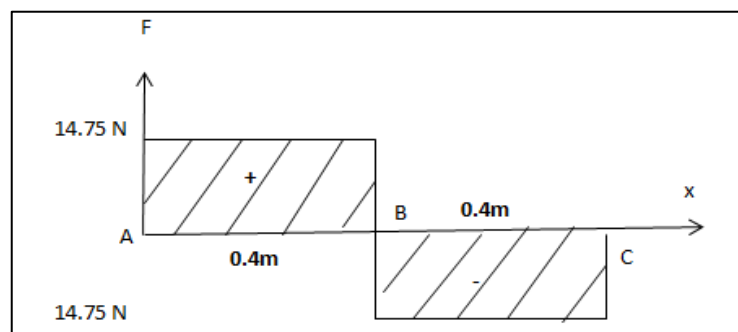
Rspt. 3.21

$$R_a = R_c$$

Nota: Entonces según los cálculos s puede notar claramente que las R_a y R_c son iguales por la razón de que la fuerza sometida es pequeña y se encuentra en el centro de los tambores.

Es decir que los momentos flectores también serán iguales como lo puede observar en el siguiente diagrama. **Ver GRÁFICO (3.3).**

GRAFICO 3. 3 Diagramas de momentos



Elaborado por: Los postulantes

Entonces el momento flector AB será igual a:

$$M_{AB} = 5.9 \text{ Kg. m}$$

De igual manera el momento flector entre BC será:

$$M_{BC} = 5.9 \text{ Kg. m}$$

Después se realizara el cálculo los momentos flectores entre los tramos AB y BC se procederá a calcular el momento torsionante mediante la **Ecu 1.16:**

$$M_T = \frac{P}{w_r}$$

$$M_T = \frac{180 \text{ W}}{45 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \times \frac{2 \pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}}}$$

$$M_T = 3.89 \text{ Kg. m}$$

Rspt. 3.22

Para el cálculo de los diámetros de los ejes del tambor, se empleara la **Ecu 1.17** que utilizó Vizuite Alejandro en su tesis de titulación.

$$d^3 = \frac{16 \cdot 2n_s}{\pi \cdot S_y} \sqrt{M_{BC}^2 + M_T^2}$$

$$d^3 = \frac{16 \cdot 2(5)}{\pi \times 23979591.84 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}} \sqrt{(5.9)^2 + (3.89)^2} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}}\right)$$

$$d = \sqrt[3]{1.4994028 \times 10^{-5} \text{ m}}$$

$$d = 0.0246 \text{ m}$$

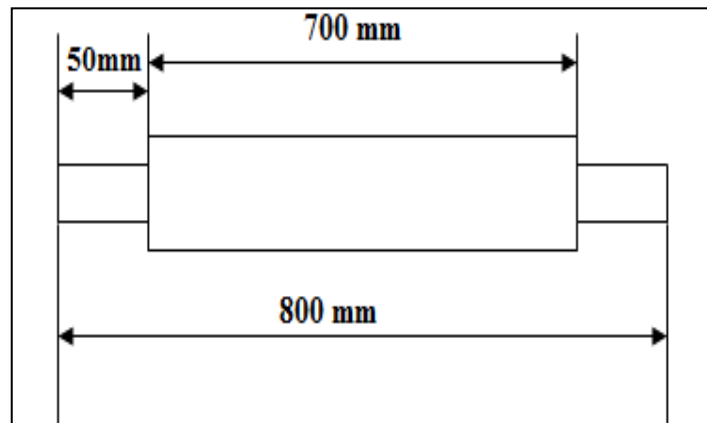
$$d \approx 24.6 \text{ mm}$$

$$d = 25 \text{ mm}$$

Rspt. 3.23

Entonces las medidas obtenidas para el sistema de transportación son las siguientes **Ver GRÁFICO (3.4)**

GRAFICO 3. 4 Diseño de tambores



Elaborado por: Los postulantes

De acuerdo con los resultados obtenidos en los cálculos se procede a maquinar un tambor motriz y un conducido con las siguientes medidas: diámetro del tambor 50mm, diámetro del eje del tambor 25mm y el largo de 700 mm, con 50 mm de ancho de los ejes. **Ver Figura (3.7)**

FIGURA 3. 7 Rodillos



Elaborado por: Los postulantes

3.2.8 Construcción de la estructura metálica

Para la construcción de la estructura se utilizó como material tubo cuadrado de 2” (Pulgadas), gracias a propiedades mecánicas que permite soportar alto grado de cargas. Es soldable y comercial y resistente a la oxidación. **Ver Figura (3.8)**

De acuerdo al peso que va a soportar tenemos el siguiente cuadro:

TABLA 3. 1 Peso que soporta la estructura

Cantidad	Elemento	Peso Kg
1	Motorreductor	5
2	Chumaceras	2
1	Grupo Evaporador	14
3	Paneles Aislados	9
		Total = 30

Con este resultado y con la ayuda del **(Anexo 3)** podemos seleccionar el tubo cuadrado de 2” por su soporte a grandes pesos.

FIGURA 3. 8 Estructura del bastidor

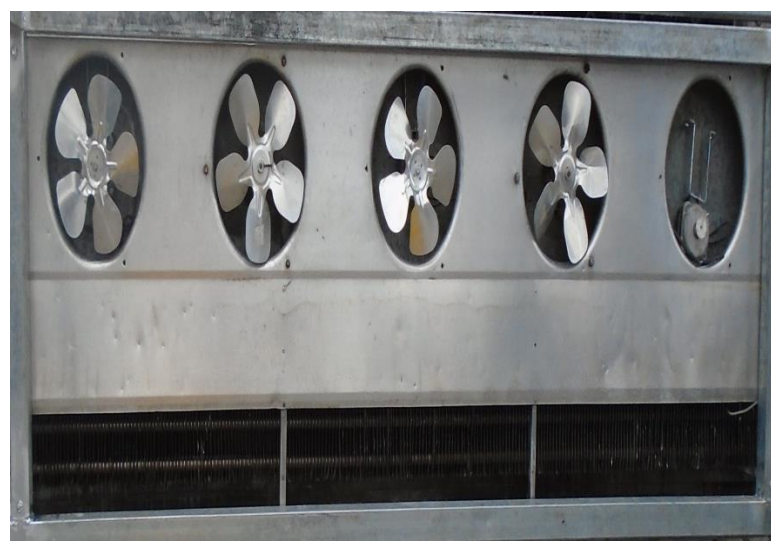


Elaborado por: Los postulantes

3.2.9 Selección de los ventiladores

Los ventiladores seleccionados para el enfriamiento por evaporación ayuda a aumentar el enfriamiento producido a través del movimiento de aire, los sistemas de enfriamiento tradicionales son los más utilizados en las industrias de producción de alimentos para la conservación. El sistema de enfriamiento consta de cinco ventiladores los cuales proporcionara aire frio dentro del túnel. **Ver Figura (3.7) Ver Anexo (19), (8).**

FIGURA 3. 9 Ventiladores



Elaborado por: Los postulantes

3.2.10 Paneles aislados

Dicho túnel de enfriamiento de tabletas de chocolate es conformado por paneles aislados térmicamente con material de poliestireno, para no dejar salir el aire refrigerado al exterior del túnel. Se utilizó el Poliestireno de uso general para la implementación de nuestro proyecto, por sus propiedades físicas, mecánicas, eléctricas y sobretodo las térmicas. Ver. **Ver Anexo (4)**

3.2.11 Filtro de humedad

Utilizamos esta unidad de expansión, para que de esta manera evite que existan impurezas dentro del sistema y no pueda ser obstruido, ya que podría resultar fatal para el funcionamiento de la máquina. También filtran las posibles gotitas de humedad que puedan recorrer el circuito y así evitar que lleguen al compresor. **Ver Figura (3.13)**

FIGURA 3. 10 Filtros



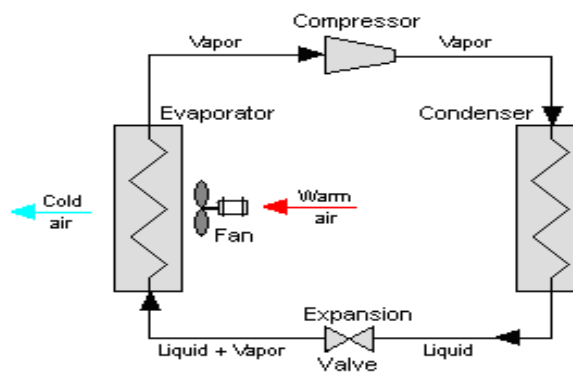
Elaborado por: Los postulantes

3.3 Análisis del funcionamiento del sistema de refrigeración

El diseño e implementación de un sistema automático de enfriamiento para tabletas de chocolate tiene como principal objetivo, el disminuir el tiempo en el enfriamiento de este producto; además su principal función es de circular, el fluido refrigerante y optimizar su absorción de calor.

El compresor absorbe el refrigerante, como un gas a baja presión y baja temperatura, y lo mueve comprimiéndolo hacia el área de alta presión, el mismo refrigerante pasa a ser una mezcla de gas y líquido de alta presión y de alta temperatura. Al circular por medio del condensador el calor del refrigerante se puede eliminar al ambiente. **Ver Gráfico (3.1)**

GRÁFICO 3. 1 Funcionamiento del sistema



Elaborado por: Los postulantes

Como se puede observar en gráfico anterior, a través de una válvula de tres vías, que separa las áreas de alta y baja presión, al bajar la presión, la temperatura de saturación del refrigerante baja, al mismo tiempo permitiendo que absorba calor. Una vez que se encuentre en el lado de baja presión, el refrigerante llega a la válvula de expansión que está ubicado en el evaporador, el cual absorbe el calor del ambiente, después pasa otra vez al compresor, cerrando el ciclo y repitiéndose el ciclo constantemente.

De acuerdo con estudios realizados se puede observar que los sistemas de refrigeración, utilizan el siguiente consumo de energía al año según análisis realizado por: *José Juan Chapa Cepeda* Actualmente lleva la gerencia de

ingeniería en Grupo Aislacon, donde desarrolla diversos proyectos de refrigeración. **Ver tabla (3.1)**

TABLA 3. 2 Consumo de energía anual

	Impacto en el consumo total de energía	kW / año
Compresor	Una unidad condensadora de 3 HP con compresor Hermético	14,026
Evaporador	Un evaporador con motor tipo PSC (total 4 ventiladores)	3,189
	TOTAL	18,139

Elaborado por: Los postulantes

El evaporador absorbe el calor, al sucederse el cambio de estado del refrigerante, mientras el líquido se va evaporando en baja temperatura en el interior del intercambiador de calor este absorbe el calor del aire que circula por las paredes exteriores del evaporador, a mismo instante, el suministro de refrigerante es controlado por una válvula de expansión. **Ver Figura (3.14)**

FIGURA 3. 11 Unidad condensadora



Elaborado por: Los postulantes

Para el sistema de enfriamiento continuo de tabletas de chocolate está herméticamente aislada y térmicamente, con la cual se pudo minimizar o eliminar

el paso del calor por la estructura. Esto se logra mediante la utilización de paneles contruidos con polímeros, poliuretano de bajo coeficiente para el paso de calor. Además constad de los siguientes elementos o dispositivos que se utilizaron en el desarrollo de este proyecto las cuales son:

- ✚ Compresor
- ✚ Condensador
- ✚ Evaporador
- ✚ Dispositivo de expansión
- ✚ Termostato
- ✚ Ventilador
- ✚ Filtro de humedad
- ✚ Depósito de refrigerante líquido

3.4 Selección de elementos eléctricos para la automatización

3.4.1 Selección del Plc Logo

En la automatización del sistema de enfriamiento del chocolate, se tomó en cuenta algunos aspectos de selección tales como: el número de acciones de entradas y de la salida a ser controlados, el voltaje de alimentación, al igual que los elementos eléctricos que serán accionados en el proceso. **Ver Tabla (3.2)**

TABLA 3. 3 Criterio para la selección del Logo Plc

Entradas del Logo	
I1	Paro de emergencia
I2	Encendido (grupo de evaporador)
I3	Encendido de banda transportadora
I4	Apagado de banda transportadora
I5	Fin de ciclo
Salidas del Logo	
Q1	Ventiladores
Q2	Compresor
Q3	Banda Transportadora
Voltaje de alimentación	
110V - 220V	

De acuerdo a los parámetros de necesario de control se procedió a la elección del logo **SR1 A101FU**, con (6 input AC y 4 output relais) las cuales se utilizó 5 entradas dejando la una entrada como posibles cambios que se puede dar en un futuro, de la misma manera de utilizo tres salidas dejando la uno para los posibles cambios, marca **TELEMECANIQUE**, **Ver Figura (3.15)**. **Ver Anexo (6)**

FIGURA 3. 125 Plc Logo SR1 A101FU



Elaborado por: los postulantes

3.4.2 Programación del Plc Logo SR1 A101FU

Este tipo de componente tiene dos métodos de programación, el primero es manualmente mediante las teclas y el display incorporado en su base, mediante FUP (compuertas lógicas). La segunda forma es mediante un computador y un programa que facilita la programación (lader o escalera).

En este caso se utilizó el método de KOP (lader o escalera, mediante el software (LOGO Confort V 6.0), la programación se puede visualizar en el **Anexo (9)**.

Presionando **I2** se enciende **Q1** (Grupo evaporador, Ventiladores), **I3** se enciende **Q2** (Banda Transportadora, Compresor), **Q2** está relacionado con el encendido el compreso dentro de un lapso de 10 minutos de encendido la banda transportadora se apaga el compresor, dejando en funcionamiento solo al grupo evaporador, **I4** apagado **Q3** (Banda Transportadora), **I5** apago de maquinaria **Q2-Q3** para iniciar

un nuevo ciclo, **I1** enciende el paro de emergencia, apagando todas las salidas del Logo Plc. **Ver anexo (10).**

3.4.3 Aparatos de maniobra

El control de proceso se realizó por medio de aparatos de mando, los mismos que están diseñados para cumplir operaciones de conexión y desconexión de la maquina o sistema eléctrico con mayor seguridad para el operador. El sistema de enfriamiento consta con los siguientes aparatos de maniobra: Un pulsador de paro general (emergencia con retención), dos pulsadores NA (Normalmente abiertos) de encendido de grupo evaporador e encendido de banda transportadora respectivamente, un pulsador apagado de banda transportador. **Ver figura (3.13)**

FIGURA 3. 13 Aparatos de maniobra



Elaborado por: los postulantes

3.5 Elementos de conexión

3.5.1 Gabinete Metálico

El gabinete metálico se seleccionó de acuerdo al número de elementos que intervinieron en la máquina, cumpliendo la función de integrar en su interior todos los elementos de control y conexión, cubriéndolo de cualquier daño a los elementos internos, su dimensión es: 30cm por 30cm con una profundidad de 10cm. **Ver figura (3.14)**

FIGURA 3. 14 Gabinete Metálico



Elaborado por: los postulantes

3.5.2 Cables

El conductor que se utilizó para la conexión de los elementos que se uso en el sistema de frio, se obtuvo tomando como recomendación de cualquier instalación eléctrica de bajo voltaje, la corriente a ser soportada por el conductor es de 9 amperios, de acuerdo al (**Anexo 11**) el calibre del cable será #12 AWG. Para la conexión de los elementos y maniobra y para la conexión de los elementos de control se utilizó el cable #21 para soportar un amperaje de 1Amperio. **Ver Figura (3.15).**

FIGURA 3. 15 Cable eléctrico



Elaborado por: los postulantes

3.5.3 Montaje de las partes del sistema de enfriamiento

Luego de haber obtenido todos los materiales se realiza la suelta de la estructura, luego se procede al montaje de todas las partes mecánicas, incluyendo el grupo evaporador, se realiza las conexiones eléctricas, y por último el acabado de la maquina (pintura), dejándolo en óptimas condiciones de funcionamiento. **Ver Anexo (15).**

Para la implementación de este sistema se utilizó los siguientes elementos: 4 ángulos de 2", 3 planchas de tool 1/8, 1 grupo evaporador, 2 chumaceras, 2 rodillos de 2", 1 banda transportadora, 2 pulsadores NA, 1 pulsador NC, una caja metálica, 7m Cable eléctrico # 14, 1 tarro de pintura, 1 motor de 1Hp, u1 moto reductor de ¼ Hp, 1 logo SR1 A101FU, 1 paro de emergencia.

3.5.4 Análisis de factibilidad del sistema

En la tabla 3.3, se puede observar la inversión realizada en este proyecto de investigación.

TABLA 3.3 Costo de la investigación del proyecto

Costo del proyecto de investigación			
Numero	Descripción	Costo unitario	Total
4	Angulo de 2 pulgadas	20	80
3	Planchas de tool 1/8	25	75
1	Grupo evaporador	1500	1500
1	Cinta transportadora	50	50
1	Motor y moto reductor	180	180
1	Logo SR1A101FU	100	100
3	Pulsadores 2NA, 1NC	3	9
2	Contactores	55	110
1	Paro de emergencia	12	12
2	Luces de señalización	2	4
12	Conductor flexible #14	0,8	9,6
2	Chumaceras	15	30
2	Rodillo	20	40
50	Electrodos	0,15	7,5
1	Pintura	15	15
2	Braker	6	12
1	Consumibles	600	600
1	Caja Metalica	25	25
1	Montaje del proyecto	300	300
COSTO DEL PROYECTO			\$ 3.159,10

Elaborado por: los postulantes

Los costos que representa la Tabla 3.3 corresponden a lo utilizado en esta investigación, lo cual consta materiales eléctricos como mecánicos teniendo un gasto invertido de 3.159,10 dólares americanos.

Dentro de este presupuesto el mayor costo que interviene es el grupo evaporador dando un significado del 48% del monto establecido, ya que es un elemento muy esencial en este proyecto.

CONCLUSIONES

- Para el diseño de sistemas de refrigeración o enfriamiento automático como primera aparte de implementación se debe realizar los análisis los estudios de la termodinámica y la transferencia de calor.
- La aplicación de la estadística inferencia permite la comprobación de cualquier tipo de hipótesis de una forma matemática con la ayuda de encuestas y un grupo a investigar.
- Para la implementación de un sistema de enfriamiento continuo de tabletas de chocolate se la realizo mediante el empleo de un PLC logo por ser muy económico y comercial.
- Para obtener la temperatura deseada se empleó evaporador de cinco ventiladores para realizar un mayor enfriamiento dentro del túnel.
- De igual forma para el funcionamiento de este sistema se utilizó un condensador con un compresor de 3h el cual es, un compresor hermético de la familia de los frigoríficos.
- Debido al gran esfuerzo a la que se encontrara sometido el sistema, la estructura se construyó en materia de tubo cuadrado de 2” pulgadas por ser resistente a las cargas de grandes fuerzas.
- Se pudo concluir que el desarrollo de la propuesta fue muy satisfactorio para el propietario solucionando así sus necesidades empresariales y de producción

RECOMENDACIONES

- El sistema de refrigeración fue implementado de acuerdo con sus características y parámetros de diseño así que se recomienda operarlo de una mejor manera, para que su funcionalidad sea al 100%.
- Una forma más sencilla para la comprobación de la hipótesis es mediante los métodos estadísticos así que se recomienda utilizar el que se crea conveniente.
- Para construcción de cualquier tipo de estructuras o bastidores base de un sistema se recomienda que se realice un análisis de fuerzas a la que se encontrara el sistema para así seleccionar el tipo de material adecuado.
- Si se desea realizar automatización en proceso de una forma sencilla y eficiente se recomienda la utilización de un autómata programable, como es el Logo 230 RC de siemens los cual están al alcance económico. Y su programación es fácil.
- Se recomienda para la implementación de sistemas de enfriamiento tradicionales utilizar el sistema de refrigeración por medio de compresión por ser muy baratos y no ocupar mucho espacio.

- Para aislar térmicamente un lugar y mantenerlo frío se recomienda el empleo de paneles o paredes aislantes, gracias a su alta conductividad térmica y no permitir que entre salga el aire refrigerado al exterior.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Automático

Sistema capaz de controlarse por sí solo.

Control

Termino denominado así por realizar la manipulación de alguna máquina

Compresor

Elemento eléctrico que genera aire comprimido a una presión constante

Ciclo de Carnot

Diagramas utilizados para comprender el funcionamiento de un sistema de refrigeración

Esfuerzos

Capacidad de soportar fuerzas sometidas alrededor de un elemento

Filtros

Elemento o dispositivo para filtrar impurezas de cualquier fluido

Hermético

Termino denominado así por permitir que el aire no entre o ni salga de un cuerpo sellado

Válvula

Dispositivo utilizado para permitir o sellar el paso de un fluido en un circuito

Refrigeración

Denominado a un sistema capaz de enfriar cuerpos o elementos en altas temperaturas

Termodinámica

Estudios que del comportamiento del calor en cuerpo

Termostato

Elemento utilizado para medir la magnitud de la temperatura

Transferencia de calor

Estudios encargados al análisis de cómo se transfiere el calor a través de un elemento o dispositivo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografías citadas

- CADENA, Fanny (2015) "Diseño del Proceso para la Elaboración de una Bebida Energética a partir de Excedentes de Cacao" ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL Litoral (Pág. 3)

- NISBETT; J. (2008). "Diseño en Ingeniería Mecánica (SHIGLEY)"; Octava edición; Editorial Mc. Graw Hill; México; (Pág. 4).

- QUEVEDO, Fernando. 2008 "Prueba del Ji-Cuadrado".

- MACHAY, Edwin y ANALUISA, Gustavo. (2015). "Diseño e implementación de un sistema automático del moldeado de chocolate en la línea de producción de la micro-empresa de los hermanos monge del cantón Pujilí en el periodo 2013–2014". Director: Ing. Cristian Gallardo. Universidad Técnica de Cotopaxi. (Pág. 7), (Pág. 8), (Pág. 9), (Pág. 15)

- BUWNAÑO, Luis y ESPARZA, Marcelo. (2010). "Diseño y construcción de un sistema de refrigeración de conservación para el laboratorio".

- RODRIGUEZ, José. (2007) "Sistemas SCADA- 2da edición"; Marcombo Ediciones Técnicas; España; (Pág. 38).

- BATISTA, Lapido. (2009). “Guía Técnica el cultivo del cacao” [En línea]. Disponible en Web: file:///C:/Users/usuario/Downloads/cacao.pdf. (Pág. 10) (Pág. 12) (Pág. 22) (Pág. 24).

- BUDYNA, Richard G y NISBETT J, Keith. Diseño en Ingeniería Mecánica

- ÇENGEL, Yunus A. (2007) .Transferencia de calor y masa, Tercera edición. México: McGraw HILL / INTERAMERICANA EDITORIALES, SA. DE CV.

- ÇENGEL, Yunus. Y BOLES, Michael. (2003) .Termodinámica, Cuarta edición. México: McGraw HILL / INTERAMERICANA EDITORIALES, SA. DE CV.

- SALAS, José. (2011) .“Diseño de un túnel de enfriamiento para una máquina de palanquetas de amarato con chocolate”.

Bibliografías consultadas

- MOTT P, Robert L. (2006) .Diseño de elementos de máquinas, Cuarta edición. México: PEARSON EDUCACIÓN. (Pág. 407)

- NORTON, Robert. Diseño de máquinas. (2011). “Un enfoque integrado”, Cuarta edición. México: Editorial PRENTICE HALL. (Pág. 543), (Pág. 791)

- PAREDES ANDRADE, Nelly. (2009). Manual de cultivo de cacao “Para la Amazonía Ecuatoriana” [En línea]. Disponible en Web: file:///C:/Users/usuario/Downloads/cacao%20ff.pdf. (Pág. 5)

- SPOTTS, Merhyle F. y SHOUP, Terry E. (1999). Elementos de Maquinas, Séptima Edición. España: Prentice Hall.

Paginas virtuales

- **Autómatas Programables;**
http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/plc_resumen.pdf

- **Descarga de Archivo PDF Logo;**
<file:///C:/Users/usuario/Downloads/0000007836.6039BRO-es1210.pdf>

- **Manual de cálculo de cintas transportadoras;**
http://www.martinezgambino.com.ar/catalogo_cintas_transportadoras.pdf

- **Fichas técnicas de las bandas transportadoras;**
http://www.kauman.com/fichas_tecnicas/es_Bases_para_el_Calculo_de_una_%20Banda_Transportadora.pdf

- **Funcionamiento del sistema de enfriamiento;**
<http://www.elsitioavicola.com/articles/2396/camo-funcionan-los-sistemas-de-enfriamiento-por-evaporacion-2/#sthash.afbBytnb.dpuf>

ANEXOS

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI****UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS****CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA****ENCUESTA A PROPIETARIOS Y TRABAJADORES DE LA EMPRESA HNOS. MONJE**

TEMA: “Diseño e Implementación de un Sistema Automático para Reducir el Tiempo de Enfriamiento en la Línea de Producción del Chocolate en la Micro-empresa de los Hermanos Monje Ubicada en el Cantón Pujilí en el Periodo 2014-2015”

INSTRUCCIÓN: Lea la pregunta y señale con una X en el cuadro que corresponde a su respuesta

1. ¿Conoce usted que existen sistemas automáticos para enfriar el chocolate?

Sí

No

2. ¿Cree usted que la implementación de un sistema de enfriamiento automático hará más eficiente su labor diaria?

Sí

No

3. ¿Considera usted que es conveniente adquirir un túnel de enfriamiento del chocolate para acelerar los procesos?

Sí

No

4. ¿Cree usted que implementando un túnel de enfriamiento se aumentará la producción?

Sí

No

5. ¿Piensa usted que el tiempo de enfriamiento del chocolate es muy alto?

Sí

No

1. ¿Considera usted que se debe disminuir el tiempo de enfriamiento del chocolate?

Sí

No

2. ¿Cree usted que el tiempo que se emplea en el enfriamiento del chocolate influye en la obtención de chocolate de calidad?

Sí

No

3. ¿Cree usted que el tiempo que se utiliza en enfriar el chocolate influye en la reducida producción de chocolate de la empresa?

Sí

No

4. ¿Considera usted que es conveniente diseñar e implementar un sistema automático de enfriamiento en la empresa?

Sí

No

5. ¿Cree que la empresa está en condiciones de adquirir un túnel de enfriamiento?

Sí

No

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Composición: Polyester AT 1100 DTX.
Amplia gama de tonalidades a elegir.
Peso: 670 gr/m ² .
Espesor: 0,54 mm.
Resistencia al desgarre (trama): 25 daN.
Resistencia tracción (trama): 230 daN/5cm.
Adherencia: 10 daN/5cm.
Ignífugo M2: el color blanco.
Resistencia temperatura: -40° / +120°.
Resistencia a la luz y agentes atmosféricos: Muy alta.
Máxima resistencia a rotura por tracción.
Gran estabilidad dimensional.
Máxima resistencia a la putrefacción.
Máxima resistencia a la contaminación ambiental.

Fuente: <http://www.toldos-mallorca.com/lonas-pvc-caracteristicas/>



DIPAC[®]
PRODUCTOS DE ACERO

DISERVICIOS

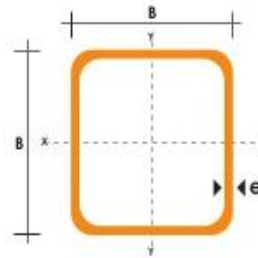
TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6 mts.
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 20mm a 100mm
Espesor	Desde 2,0mm a 3,0mm



DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A mm	ESPELOR mm	PESO Kg/m	AREA cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	8,48	1,91
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,69	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
75	4,0	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,60	3,99
100	3,0	9,17	11,41	176,95	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	226,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,36	270,57	54,11	3,84



Fuente: www.dipacmanta.com



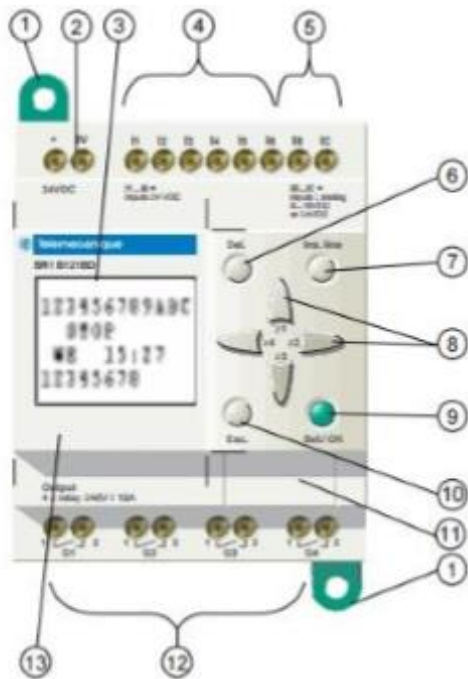
ASTM o Pruebas UL	Propiedad	Poliestireno de Uso General	Poliesterieno Alto Impacto
FISICAS			
D792	Densidad (lb/in ³) (g/cm ³)	0.043 1.05	0.043 1.04
D570	Absorción de agua, 24 hrs (%)	0.06	0.01
MECANICAS			
D638	Fuerza de tension (psi)	7,500	4,000
D638	Módulo de tension (psi)	450,000	260,000
D638	Porcentaje de elongación en el punto de ruptura (%)	47	55
D790	Resistencia a la flexión (psi)	6,100	8,700
D790	Módulo de flexión (psi)	475,000	280,000
D695	Resistencia de compresión (psi)	14,500	7,500
D785	Dureza Rockwell	75M	56L
D256	Impacto IZOD (ft-lb/in)	0.8	2
TERMICAS			
D696	Coefficiente de expansión lineal térmica (x 10 ⁻⁵ in./in./°F)	4.0	4.2
D648	Temperatura de deflección por calor (°F / °C) at 264 psi	200 / 95	195 / 92
D3418	Temperatura de reblandecimiento Vicat (°F / °C)	224 / 107	214 / 102
-	Max Operating Temp (°F / °C)	150 / 65	140 / 60
C177	Thermal Conductivity (BTU-in/ft ² -hr-°F) (x 10 ⁻⁴ cal/cm-sec-°C)	--	--
UL94	Flamabilidad	H-B	H-B
ELECTRICAS			
D149	Resistencia dieléctrica (V/mil) a corto plazo 1/8" de espesor	60	45
D149	Constante dieléctrica a 1MHZ	2.5	2.7
D495	Resistencia de Arco (sec)	70	100
D257	Resistencia de volúmen (ohm-cm)at 50% RH	>10 ¹⁶	>10 ¹⁶

Fuente: <http://www.plasticbages.com/caracteristicaspolielieno.html>

Tabla orientativa para selección de la protección de motores trifásicos 60 Hz - 4 polos ¹⁾							Corriente Nominal In (A)	Rango de Ajuste de Corriente Nominal In (A)	Disparo Magnético Instantáneo Im (A)	Referencia	Peso kg
220-240 V cv / kW	380-415 V cv / kW	440-480 V cv / kW	500 V cv / kW	550-600 V cv / kW	680 V cv / kW						
-	-	-	-	-	-	0,16	0,1...0,16	2,08	MPW/25-3-U016	0,36	
-	-	-	-	-	0,16/0,12	0,25	0,16...0,25	3,25	MPW/25-3-U025		
-	-	0,16/0,12	0,16/0,12	0,16/0,12	0,25/0,18	0,4	0,25...0,4	5,2	MPW/25-3-U004		
-	0,16/0,12	0,25/0,18	0,25/0,18	0,33/0,25	0,33/0,25	0,63	0,4...0,63	8,19	MPW/25-3-U063		
0,16/0,12	0,33/0,25	0,33/0,25	0,5/0,37	0,5/0,37	0,75/0,55	1	0,63...1	13	MPW/25-3-U001		
0,33/0,25	0,5/0,37	1/0,75	1/0,75	1/0,75	1,5/1,1	1,6	1...1,6	20,8	MPW/25-3-U016		
0,5/0,37	1/0,75	1,5/1,1	1,5/1,1	1,5/1,1	2/1,5	2,5	1,6...2,5	32,5	MPW/25-3-U025		
1/0,75	2/1,5	2/1,5	2/1,5	3/2,2	4/3	4	2,5...4	52	MPW/25-3-U004		
1,5/1,1	3/2,2	4/3	4/3	5/3,7	5,5/4	6,3	4...6,3	81,9	MPW/25-3-U063		
3/2,2	6/4,5	7,5/5,5	5,5/4	7,5/5,5	10/7,5	10	6,3...10	130	MPW/25-3-U010		
5/3,7	10/7,5	12,5/9,2	12,5/9,2	15/11	15/11	16	10...16	208	MPW/25-3-U016		
7,5/5,5	12,5/9,2	15/11	15/11	-	20/15	20	16...20	260	MPW/25-3-U020		
-	15/11	-	20/15	20/15	25/18,5	25	20...25	325	MPW/25-3-U025		
12,5/9,2	20/15	20/15	25/18,5	30/22	30/22	32	25...32	416	MPW/25-3-U032		



Fuente: <http://electricworks.cl/web/guardamotor-MPW25-3-U032-weg>



- 1 - Patillas de fijación retráctiles
- 2 - Alimentación 24 VCC en SR1 ●●●●BD, 100/240 VCA en SR1 ●●●●FU
- 3 - Pantalla LCD, 4 líneas, 12 caracteres
- 4 - Regleta de terminales con tornillos de las entradas 24 VCC en SR1 ●●●●BD, 100/240 VCA en SR1 ●●●●FU
- 5 - En SR1 ●●●●BD entradas analógicas 0-10 voltios utilizables en TOR 24 VCC
- 6 - Botón de suprimir
- 7 - Botón de inserción de línea
- 8 - Botones de navegación o después de configuración botones pulsadores Z
- 9 - Botón de selección y validación
- 10 - Botón de escape
- 11 - Emplazamiento memoria de archivo o cable de conexión a un PC
- 12 - Regleta de terminales salidas relés
- 13 - Emplazamiento para etiqueta modificable

Producto	10 E/S		20 E/S	
Referencias	SR1-A101FU	SR1-B101FU	SR1-A201FU	SR1-B201FU
Reloj Semanal	NO	SI	NO	SI
Alimentación	100/240 V ~ (mín. 85 V ~ / máx. 264 V ~)			
Corriente nominal de entrada	< 46 mA a 115 V ~ < 36 mA a 240 V ~			
Entradas TON Nb	6		12	
Corriente nominal Tensión nominal	11/13 mA a 50/60 Hz 100/240 V ~			
Salidas Relés Nb	4		8	
Tensión	5 ... 150 V = / 24 ... 250 V ~ ~15 0,9A/230 V = 13 0,6A/24 V			

Fuente: http://www.iesdonbosco.com/data/electricidad/Manual_Zelio.pdf

REFRICENTER *International*

AIR CONDITIONING & REFRIGERATION DISTRIBUTORS English

PAGINA PRINCIPAL	PRODUCTOS	OFERTAS	LOCALIDADES	CALCULADORA BTU/H	SOBRE NOSOTROS	CONTACTENOS	LOGIN CLIENTE
------------------	-----------	---------	-------------	-------------------	----------------	-------------	---------------

Unidad Condensadora Hermética

[Regresar](#)



Marca: Copeland



Modelo: FFAP, FGAH

DESCRIPCION

- Compresor Scroll o Hermetico.
- Método de condensación: Aire o Agua
- Capacidades disponibles: 2 - 5 HP
- Refrigerantes: R-22, R-404A, R-134A
- Aplicaciones: Alta, media y baja temperatura.

Especificaciones

» **Especificaciones FFAP**

23/9/2013

Más productos en Refrigeración



Fuente: http://www.refricenter.net/product-details.asp?idioma=sp&id_product=125



Características generales:

Nuestros paquetes aleteados de alta eficiencia están fabricados con aletas de aluminio de perfil especial y tubo de cobre de $\varnothing 12$ mm de alta calidad. Los intercambiadores de calor se suministran limpios en el interior de las tuberías y probados a una presión de 30 bar.

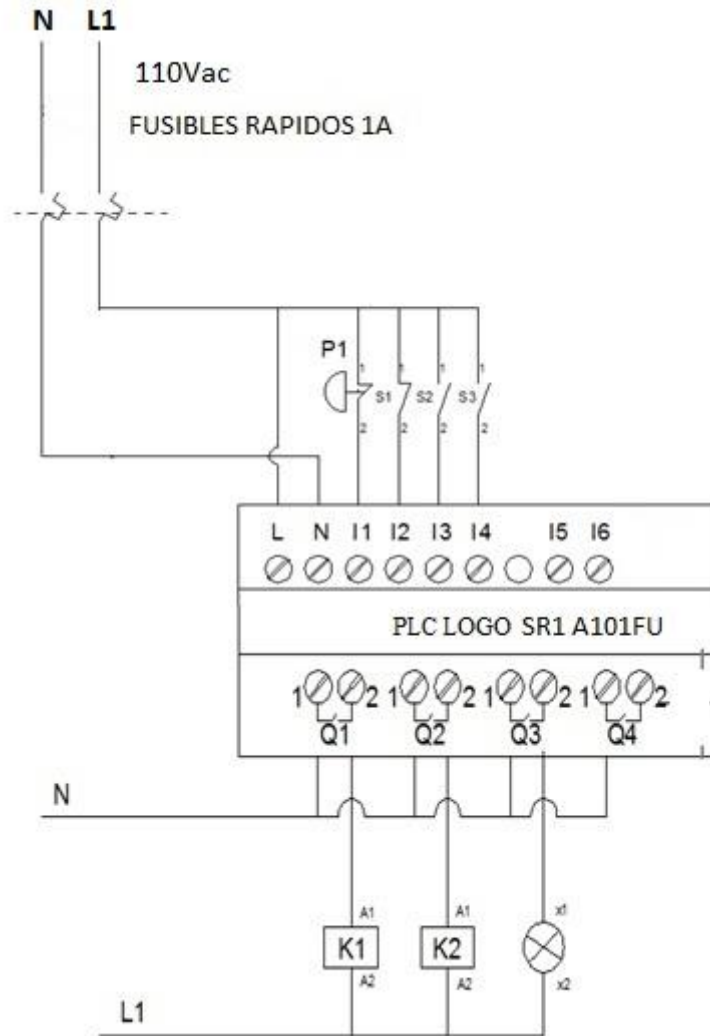
- **La Carcasa:**
De aluminio pintado blanco al polvo electrostático, con alta resistencia contra la corrosión y los impactos. No produce residuos tóxicos.
- **Los Ventiladores:**
Todos con motor axial de rotor externo con alto estándar de seguridad y adaptados a la carcasa con un sistema anti-vibración.
- **Sistema de Desescarche:**
Proporcionado por resistencias de acero inoxidable enfundadas en tubos de aluminio localizados en el paquete aleteado y en la bandeja de desagüe.

Espacio entre aletas: 4 mm / Con resistencia : $R_t \geq 0^\circ\text{C}$

Modelo	Capacidad		Superficie M ²	Volumen interno (dm ³)	Peso Neto (kg)	Peso Neto (kg)
	R404A/R507 A (kw)					
	$t_e = -8^\circ\text{C}$ DTI=8K	$t_e = -25^\circ\text{C}$ DTI=7K				
HEA 2501 09 4D	1.73	1.26	9	1.8	14	14
HEA 2502 17 4D	3.35	2.44	17	3.2	25	25

Modelo	Ventilador con Motor Axial						Descarche Eléctrico			
	Diametro (\varnothing mm)	Nº	Voltaje (V, 50/60Hz)	Potencia (W)	Intensidad (A)	Flujo de Aire (m ³ /h)	Air Throw (m)	Aletas Coil (W)	Desague (W)	Total (W)
HEA 2501 09 4D	250	1	-220	45/60	14	1000	4	2 x 44019	1 x 440	1320
HEA 2502 17 4D	250	2	-220	90/120	25	2000	6	2 x 730	1 x 730	2190

Fuente: <http://www.galpaexport.com/media/downloads/148.pdf>



Fuente: Los postulantes

Nota: para ver el esquema de programación VER ANEXO 18

Comprobación para el ji-cuadrado

Grados de libertad	p = 0.05	p = 0.01	p = 0.001	Grados de libertad	p = 0.05	p = 0.01	p = 0.001
1	3.84	6.64	10.83	13	22.36	27.69	34.53
3	7.82	11.35	16.27	14	23.69	29.14	36.12
4	9.49	13.28	18.47	15	25.00	30.58	37.70
5	11.07	15.09	20.52	16	26.30	32.00	39.25
6	12.59	16.81	22.46	17	27.59	33.41	40.79
7	14.07	18.48	24.32	18	28.87	34.81	42.31
8	15.51	20.09	26.13	19	30.14	36.19	43.82
9	16.92	21.67	27.88	20	31.41	37.57	45.32
10	18.31	23.21	29.59	21	32.67	38.93	46.80
11	19.68	24.73	31.26	22	33.92	40.29	48.27
12	21.03	26.22	32.91	23	35.17	41.64	49.73

Fuente: los postulantes

Amperaje que soporta el cable de cobre

Número AWG	Diámetro (mm)	Número espiras por cm.	Kg. por Km.	Resistencia (O/Km.)	Capacidad (A)
0	8,252			0,317	150
1	7,348		375	1,4	120
2	6,544		295	1,5	96
3	5,827		237	1,63	78
4	5,189		188	0,8	60
5	4,621		149	1,01	48
6	4,115		118	1,27	38
7	3,665		94	1,7	30
8	3,264		74	2,03	24
9	2,906		58,9	2,56	19
10	2,588		46,8	3,23	15
11	2,305		32,1	4,07	12
12	2,053		29,4	5,13	9,5
13	1,828		23,3	6,49	7,5
14	1,628	5,6	18,5	8,17	6
15	1,45	6,4	14,7	10,3	4,8
16	1,291	7,2	11,6	12,9	3,7
17	1,15	8,4	9,26	16,34	3,2
18	1,024	9,2	7,3	20,73	2,5
19	0,9116	10,2	5,79	26,15	2
20	0,8118	11,6	4,61	32,69	1,6
21	0,723	12,8	3,64	41,46	1,2
22	0,6438	14,4	2,89	51,5	0,92
23	0,5733	16	2,29	56,4	0,73
24	0,5106	18	1,82	85	0,58
25	0,4547	20	1,44	106,2	0,46
26	0,4049	22,8	1,14	130,7	0,37
27	0,3606	25,6	0,91	170	0,29

Fuente: http://eliseosebastian.com/wp-content/uploads/2013/04/Amperajes.AWG_.png

Elaborado por: grupo investigador

Refrigerante 134a saturado - Tabla de presión

Presión, PMPa	Temp., T_{sat} °C	Volumen específico, m ³ /kg		Energía interna, kJ/kg		Entalpía, kJ/kg			Entropía, kJ/kg · K	
		Liq. sat., v_f	Vap. sat., v_g	Liq. sat., u_f	Vap., sat., u_g	Liq. sat., h_f	Evap., h_{fg}	Vap. sat., h_g	Liq. sat., s_f	Vap. sat., s_g
0.06	-37.07	0.0007097	0.3100	3.41	206.12	3.46	221.27	224.72	0.0147	0.9599
0.08	-31.21	0.0007184	0.2366	10.41	209.46	10.47	217.92	228.39	0.0440	0.9477
0.10	-26.43	0.0007258	0.1917	16.22	212.18	16.29	215.06	231.35	0.0678	0.9385
0.12	-22.36	0.0007323	0.1614	21.23	214.50	21.32	212.54	233.86	0.0879	0.9304
0.14	-18.80	0.0007381	0.1395	25.66	216.52	25.77	210.27	236.04	0.1055	0.9232
0.16	-15.62	0.0007435	0.1229	29.66	218.32	29.78	208.18	237.97	0.1211	0.9295
0.18	-12.73	0.0007485	0.1098	33.31	219.94	33.45	206.26	239.71	0.1352	0.9253
0.20	-10.09	0.0007532	0.0993	36.69	221.43	36.84	204.46	241.30	0.1481	0.9253
0.24	-5.37	0.0007618	0.0834	42.77	224.07	42.95	201.14	244.09	0.1710	0.9197
0.28	-1.23	0.0007697	0.0719	48.18	226.38	48.39	198.13	246.52	0.1911	0.9197
0.32	2.48	0.0007770	0.0632	53.06	228.43	53.31	195.35	248.66	0.2089	0.9177
0.36	5.84	0.0007839	0.0564	57.54	230.28	57.82	192.76	250.58	0.2251	0.9177
0.4	8.93	0.0007904	0.0509	61.69	231.97	62.00	190.32	252.32	0.2399	0.9143
0.5	15.74	0.0008056	0.0409	70.93	235.64	71.33	184.74	256.07	0.2723	0.9143
0.6	21.58	0.0008196	0.0341	78.99	238.74	79.48	179.71	259.19	0.2999	0.9097
0.7	26.72	0.0008328	0.0292	86.19	241.42	86.78	175.07	261.85	0.3242	0.9097
0.8	31.33	0.0008454	0.0255	92.75	243.78	93.42	170.73	264.15	0.3459	0.9066
0.9	35.53	0.0008576	0.0226	98.79	245.88	99.56	166.62	266.18	0.3656	0.9066
1.0	39.39	0.0008695	0.0202	104.42	247.77	105.29	162.68	267.97	0.3838	0.9043
1.2	46.32	0.0008928	0.0166	114.69	251.03	115.76	155.23	270.99	0.4164	0.9043
1.4	52.43	0.0009159	0.0140	123.98	253.74	125.26	148.14	273.40	0.4453	0.9043
1.6	57.92	0.0009392	0.0121	132.52	256.00	134.02	141.31	275.33	0.4714	0.8982
1.8	62.91	0.0009631	0.0105	140.49	257.88	142.22	134.60	276.83	0.4954	0.8982
2.0	67.49	0.0009878	0.0093	148.02	259.41	149.99	127.95	277.94	0.5178	0.8934
2.5	77.59	0.0010562	0.0069	165.48	261.84	168.12	111.06	279.17	0.5687	0.8893
3.0	86.22	0.0011416	0.0053	181.88	262.16	185.30	92.71	278.01	0.6156	0.8735

Fuente: Termodinámica Yunus Cengel

Elaborado por: Grupo Investigador

	Aceros inoxidables austeníticos	Aceros al carbono	Observaciones
Punto de fusión (Tipo 304)	1400 - 1450 °C	1540 °C	El Tipo 304 requiere menos calor para producir la fusión, lo cual significa una soldadura más rápida para el mismo calor, o menos calor para la misma velocidad
Respuesta magnética	No magnético a todas las temperaturas ⁽¹⁾	Magnético hasta más de 705 °C	Los aceros inoxidables al níquel no están sujetos a la sopladura de arco
Velocidad de conductividad térmica A 100 °C A 650 °C	28% 66%	100 % 100%	El Tipo 304 conduce el calor mucho más lentamente que los aceros al carbono, lo cual produce gradientes de temperatura más pronunciados. Esto acelera la deformación. Una difusión más lenta del calor a través del metal de base significa que la zona soldada permanece caliente por más tiempo, resultado de lo cual puede ser una mayor precipitación de carburos, a menos que se usen medios artificiales para extraer el calor, tales como barras enfriadoras, etc
Resistencia Eléctrica (aleado) (microhm.cm, aprox.) a 20 °C a 885 °C	72.0 126.0	12.5 125	Esto es importante en los métodos de fusión eléctrica. La resistencia eléctrica más grande del tipo 304 resulta en la generación de más calor para la misma corriente, o la misma cantidad de calor con menos corriente, comparado con los aceros al carbono. Esta propiedad, junto con una menor velocidad de conductividad térmica, resulta en la efectividad de los métodos para soldadura por resistencia del Tipo 304
Expansión térmica en el rango indicado pulg./pulg./°C x 10 ⁻⁵	17.6 (20 - 500 °C)	11.7 (20 - 628 °C)	El tipo 304 se expande y contrae a una velocidad más alta que el acero al carbono, lo cual significa que se debe permitir expansión y contracción a fin de controlar la deformación y el desarrollo de tensiones térmicas después del enfriamiento. Por ejemplo, para el acero inoxidable deben usarse más puntos de soldadura que para el acero al carbono

Fuente: <http://es.slideshare.net/cristiandr/propiedades-de-los-aceros-inoxidables-y-otros>

Elaborado por: Grupo Investigador.

PROPIEDADES MECÁNICAS			
Calidad	Fluencia (MPa)	Resistencia (MPa)	Elongación %
CS Comercial	—	—	25 mín
SS G33 (230)	230	310	20 mín
SS G40 (275)*	275	380	16 mín
SS G50 (350)**	350	450	-

* a partir de material superior a 0.75 mm

** a partir de material superior a 1.20 mm

PROPIEDADES TÉRMICAS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Material	Densidad(kg/m ³)	Calor específico(J/(kg·K))	Conductividad térmica(W/(m·K))	Difusividad térmica (m ² /s) (x10 ⁻⁶)
Acero galvanizado	7850	460	47-58	13,01-16,06

Propiedades eléctricas

Material	Conductividad eléctrica	Resistividad eléctrica
Acero	(19)*10 ⁶ s m ⁻¹	20* 10 ⁻⁸ [Ω/m]

Fuente: file:///C:/Users/windows/Downloads/115765490-Acero-Galvanizado.pdf

Elaborado por: Grupo de Investigación

Advertencia: lea detenidamente el manual de esta máquina antes de encenderla para su correcto funcionamiento.

CONTENIDO

INTRODUCCION

El sistema de enfriamiento de chocolate es un equipo que posee mecanismos, mecánicos y eléctricos. Para su correcto funcionamiento se recomienda leer este manual para conocer los componentes importantes y señalética de los componentes.



ESTRICTAMENTE ROHIBIDA



ADVERTENCIA PELIGROSA

PRECAUCION

Antes de usar el equipo compruebe que es limpio de cualquier desperdicio y cumpla con los siguientes aspectos.

Advertencia



Verificar las conexiones eléctricas esté en buen estado.
--

Compruebe que las partes mecánicas se encuentren en su posición inicial y no fuera de ellas

Recuerde antes de encender poner el logo en modo arranque (run).
--

Desconectar el Equipo cuando no esté en uso.
--

Este equipo no debe ser usado por niños.
--

Prohibido

No tocar con las manos mojadas las conexiones eléctricas
No colocar las manos en las partes mecánicas
No realizar el mantenimiento de la maquina encendida
No cambiar la polaridad de la maquina
No manipular la maquina si encuentra algún desperfecto.

SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

Por seguridad recuerde tener en cuenta las siguientes señalizaciones pegadas en la maquina:

PARO DE EMERGENCIA



Paralización de la maquina total

ATRAPAMIENTO



Cuidado con la cadena

RIESGO ELECTRICO

Tenga cuidado con los cables eléctricos

OPERACIÓN DE LA MÁQUINA

Este túnel, las secciones de enfriamiento están integradas en el diseño, que se puede configurar para obtener una solución del enfriamiento del chocolate.

Durante el proceso, el producto se distribuye uniformemente por todo el ancho de la cinta transportadora, donde se refresca usando aire frío. Primero, el aire se enfría en el túnel, el túnel están dimensionado de tal forma que la escarcha se pueda depositar en las rejillas sin afectar a la capacidad ni al periodo de producción. Luego, se hace circular el aire frío por toda la cinta y el producto mediante ventiladores.

La distribución precisa del aire promueve un enfriamiento uniforme de cada producto. El diseño de los ventiladores permite una distribución uniforme del aire por todo lo ancho de la cinta. Además, el diseño está concebido con especial atención a las velocidades del aire y a la descompresión dentro de la configuración.

- Encendido de la maquina, evaporador
- Encendido la banda transportadora, logo.
- Ingreso de la materia prima.
- Producto final.

Ventajas importantes

- Ahorro de tiempo en el enfriamiento del chocolate.
- Interior hecho completamente de acero inox 304.
- Fácil acceso para inspección, limpieza y mantenimiento.
- Consumo energético de los ventiladores muy bajo gracias al diseño optimizado.
- Bajos costes de mantenimiento gracias al número mínimo de componentes móviles.

Tolerancia de eje y velocidades permisibles

Inserto rodam. básico	Diámetro del eje		Cargas altas - altas velocidades				Aplicaciones normales				Cargas ligeras - velocidades bajas						
			Vel. máxima rev/min	Tolerancia del eje ISO h6		Vel. máxima rev/min	Tolerancia del eje ISO h7		Vel. máxima rev/min	Tolerancia del eje ISO h9							
				unidades en 0.001mm alta	unidades en 0.0001 pulg. baja		unidades en 0.001mm alta	unidades en 0.001mm baja		unidades en 0.001mm alta	unidades en 0.0001 pulg. baja						
mm	pulg.																
1017	12-17	1/2-1 1/16	7000	0	-11	0	-4	5000	0	-18	0	-7	2000	0	-43	0	-17
1020	20	3/4	6700	0	-13	0	-5	4200	0	-21	0	-8	1700	0	-52	0	-20
1025	25	1 3/16-1	6250	0	-13	0	-5	3600	0	-21	0	-8	1350	0	-52	0	-20
1030	25-30	7/8-1 1/4	5300	0	-13	0	-5	3100	0	-21	0	-8	1100	0	-52	0	-20
1035	30-35	1 1/8-1 7/16	4500	0	-16	0	-6	2700	0	-25	0	-10	900	0	-62	0	-24
1040	35-40	1 3/8-1 9/16	4000	0	-16	0	-6	2400	0	-25	0	-10	750	0	-62	0	-24
1045	40-45	1 1/2-1 3/4	3700	0	-16	0	-6	2200	0	-25	0	-10	600	0	-62	0	-24
1050	45-50	1 5/8-2	3400	0	-16	0	-6	1950	0	-25	0	-10	500	0	-62	0	-24
1055	50-55	1 7/8-2 3/16	3100	0	-19	0	-7	1800	0	-30	0	-12	450	0	-74	0	-29
1060	55-60	2 1/8-2 7/16	2800	0	-19	0	-7	1600	0	-30	0	-12	400	0	-74	0	-29
1065	65	2 1/2	2600	0	-19	0	-7	1500	0	-30	0	-12	350	0	-74	0	-29
1070	60-70	1 7/16-2 1/16	2450	0	-19	0	-7	1400	0	-30	0	-12	300	0	-74	0	-29
1075	65-75	2 1/16-2 3/16	2300	0	-19	0	-7	1300	0	-30	0	-12	280	0	-74	0	-29
1080	75-80	2 3/16-3/4	2150	0	-19	0	-7	1200	0	-30	0	-12	250	0	-74	0	-29
1085	80-85	3 3/16-3 7/16	2000	0	-22	0	-9	1100	0	-35	0	-14	220	0	-87	0	-34
1090	85-90	3 7/16-3 1/2	1900	0	-22	0	-9	1050	0	-35	0	-14	200	0	-87	0	-34
3095	95-100	3 15/16-4	1600	0	-22	0	-9	1000	0	-35	0	-14	180	0	-87	0	-34

Lubricación

Unidad	Intervalo de temp. de la unidad	Grasa	Proveedor
Inserto estándar	De -20°C a +110°C	Alvania S2	Shell
Inserto HLT	De -40°C a 180°C	Kluberquiet BQH72-102	Kluber

Pares de apriete recomendados para las unidades de manguito adaptador

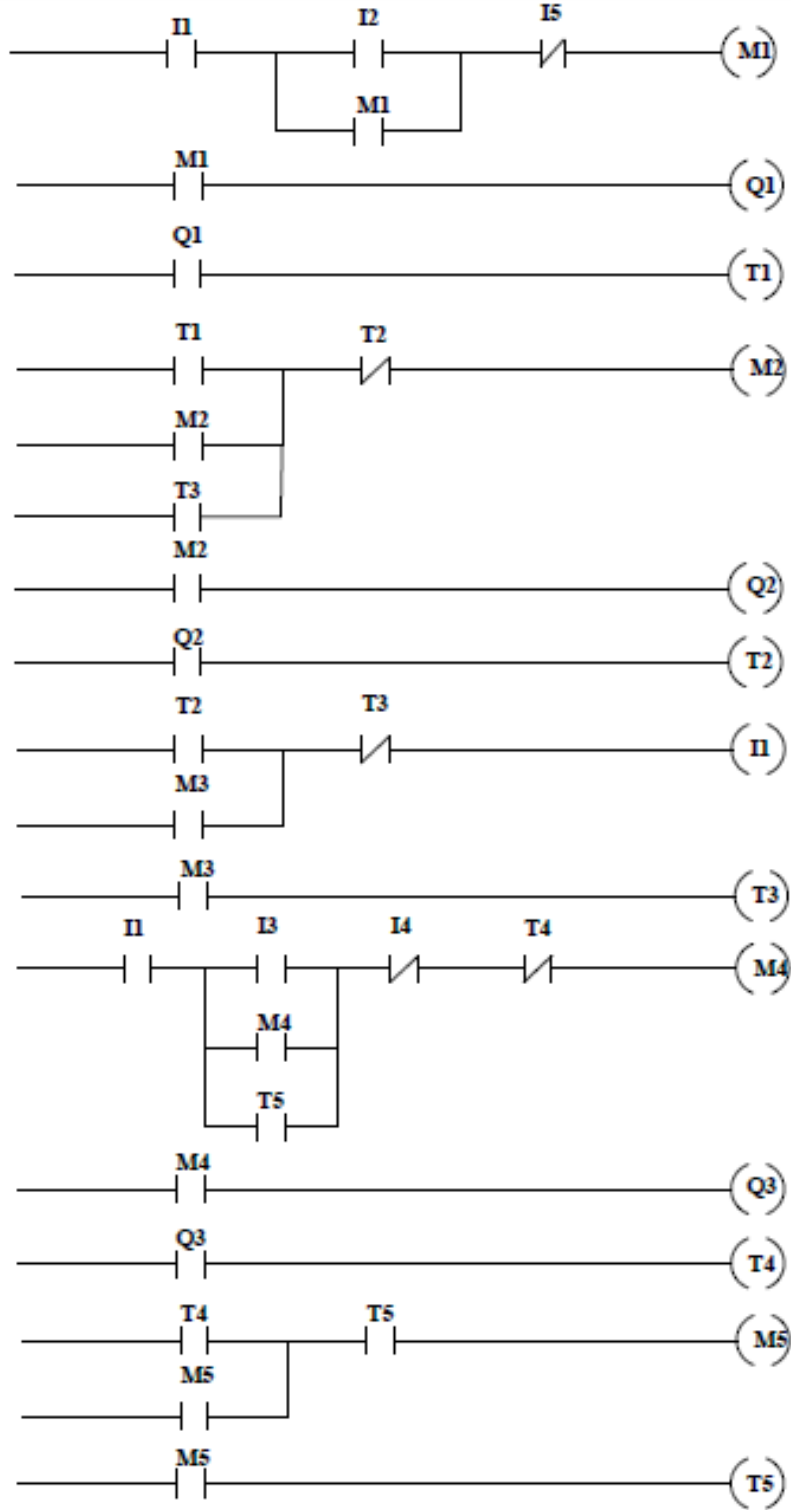
Tamaño del diámetro interno del manguito	Pares de apriete	
	Nm	libras de fuerza-pulgadas
20mm, 3/4"	30	265
25mm, 1", 1"	40	355
30mm, 1 1/8", 1 3/16"	50	440
35mm, 1 1/4", 1 1/2"	60	530
40mm, 1 3/8", 1 3/4"	65	575
45mm, 1 7/16", 1 7/8"	75	660
50mm, 1 9/16", 2"	85	750

Fuente: <https://es.scribd.com/doc/58232379/CATALOGO-DE-CHUMACERAS-NTN-ESPANOL>

Duración del servicio Tiempo total de operación por día	Clasificación de carga Máquina movida								
	Con Motor Eléctrico			Con Motor Combustión (un cilindro)			Con Motor de combustión (multicilindro)		
	Uniforme	Choque moderado	Choque pesado	Uniforme	Choque moderado	Choque pesado	Uniforme	Choque moderado	Choque pesado
Ocasionales ½ hr.	0.80	0.90	1.00	1.00	1.25	1.50	.90	1.00	1.25
Intermitente 2 hrs.	0.90	1.00	1.25	1.25	1.50	1.75	1.00	1.25	1.50
Hasta 10 hrs.	1.00	1.25	1.50	1.50	1.75	2.00	1.25	1.50	1.75
Hasta 24 hrs.	1.25	1.50	1.75	1.75	2.00	2.25	1.50	1.75	2.00

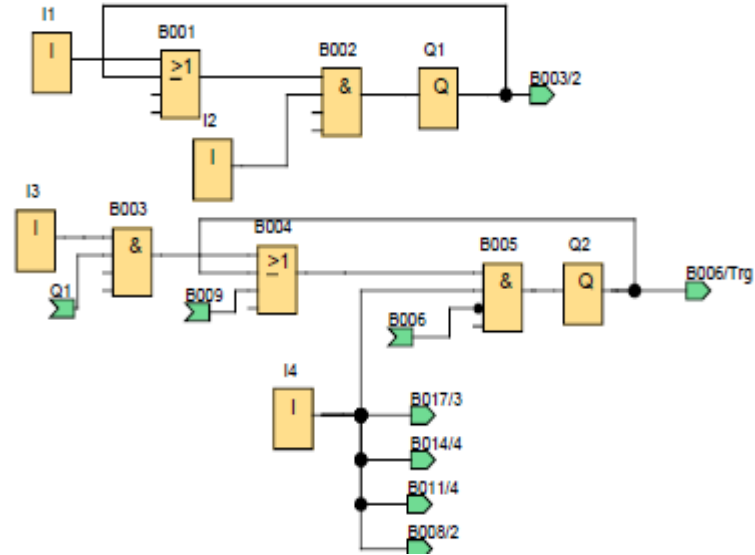
Reduccion Nominal	Descripcion de la capacidad	Velocidad de entrada		
		1750	1150	870
5	Pot. Entrada HP	2.4	1.98	1.73
	Pot. Salida HP	2.12	1.7	1.5
	Par Salida Kg-cm	460	564	646
	Vel. Salida RPM	350	230	174
7.5	Pot. Entrada HP	2	1.65	1.44
	Pot. Salida HP	1.72	1.4	0.12
	Par Salida Kg-cm	548	676	759
	Vel. Salida RPM	233	153	116
10	Pot. Entrada HP	1.61	1.34	1.12
	Pot. Salida HP	1.32	1.06	0.89
	Par Salida Kg-cm	600	759	836
	Vel. Salida RPM	175	115	87
15	Pot. Entrada HP	1.22	1	0.85
	Pot. Salida HP	0.97	0.9	0.65
	Par Salida Kg-cm	647	792	862
	Vel. Salida RPM	117	77	58
20	Pot. Entrada HP	1.02	0.82	0.69
	Pot. Salida HP	0.71	0.56	0.46
	Par Salida Kg-cm	740.6	835	899
	Vel. Salida RPM	88	58	44
25	Pot. Entrada HP	0.86	0.69	0.57
	Pot. Salida HP	0.58	0.45	0.36
	Par Salida Kg-cm	714.3	836	897
	Vel. Salida RPM	70	46	35
30	Pot. Entrada HP	0.72	0.6	0.51
	Pot. Salida HP	0.47	0.38	0.31
	Par Salida Kg-cm	690	834	903
	Vel. Salida RPM	58	38	29
40	Pot. Entrada HP	0.58	0.46	0.39
	Pot. Salida HP	0.36	0.28	0.23
	Par Salida Kg-cm	703	808	858
	Vel. Salida RPM	44	29	22

Fuente: <http://www.raisaslp.com.mx/Catalogo.pdf>

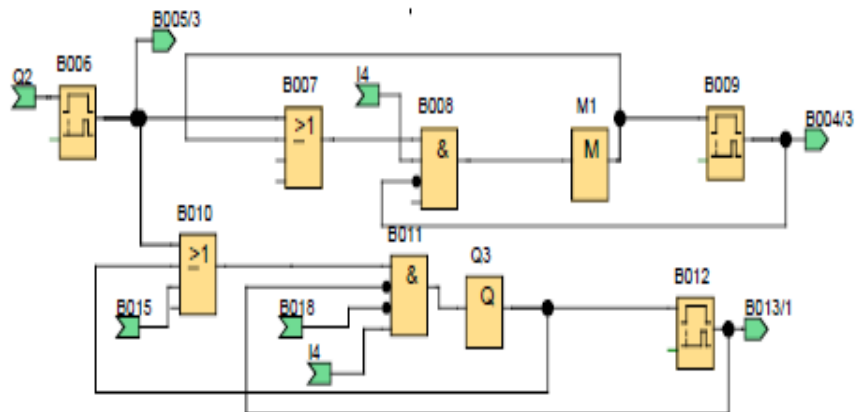


Fuente: Los postulantes

Accionamiento del sistema de enfriamiento



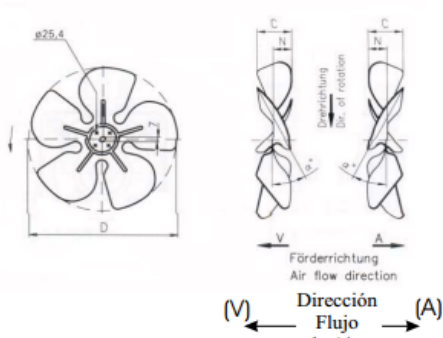
Accionamiento de la banda Transportadora



Fuente: Los postulantes

Tipo Hélice

Hélices



MODELO	INCLINACIÓN Aspas	DIRECCIÓN de FLUJO de AIRE
V-154	34°	(V) Aspirante
V-200	28°	(V) Aspirante
V-230	28°	(V) Aspirante
V-230	34°	(V) Aspirante
V-254	22°	(V) Aspirante
V-254	28°	(V) Aspirante
V-254	34°	(V) Aspirante
V-300	22°	(V) Aspirante
V-300	28°	(V) Aspirante
V-300	34°	(V) Aspirante
A-300	28°	(A) Impelente
A-300	34°	(A) Impelente



MODELO	HÉLICE Diámetro [mm]/ Inclinación [°] / Caudal [m ³ /h]	ALIMENTACION Volt/Hz	POTENCIA W (Salida)	POTENCIA W (Entrada)	CONSUMO Amp
M4Q-5	154 / 34° / 140 200 / 28° / 300	220/60	5	29	0,19

Fuente: http://www.antartic.cl/Pdf/Cat_2002C1.pdf

Planos para el sistema de enfriamiento