



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA BIFUNCIONAL PARA LA
EXTRACCIÓN DE MIEL Y CERA DE ABEJA**

Proyecto de Titulación presentado previa a la obtención del Título de Ingeniero Electromecánico

Autores:

Chicaiza Clavijo John Mauricio

Molina Alvarez Henry Paúl

Tutor:

Luis Miguel Navarrete López Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

Abril – Septiembre 2020



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Chicaiza Clavijo John Mauricio** portador del número de cedula **172273972-7** y **Molina Alvarez Henry Paúl** portador del número de cedula **050369843-3**, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA BIFUNCIONAL PARA LA EXTRACCIÓN DE MIEL Y CERA DE ABEJA”**, siendo Ing. MS.c. Navarrete López Luis Miguel tutor del presente Trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 22 de septiembre 2020

Chicaiza Clavijo John Mauricio

C.C.172273972-7

Molina Alvarez Henry Paúl

C.C. 05036843-3



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA BIFUNCIONAL PARA LA EXTRACCIÓN DE MIEL Y CERA DE ABEJA”, de los ponentes: Chicaiza Clavijo John Mauricio y Molina Alvarez Henry Paúl, de la carrera de Ingeniería en Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 08 septiembre 2020

Ing. MS.c. Navarrete López Luis Miguel

C.C. 1803747284



APROBACIÓN DE TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Propuesta tecnológica de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de las Ingenierías y Aplicadas; por cuanto, los postulantes Chicaiza Clavijo John Mauricio portador del número de cedula 172273972-7 y Molina Alvarez Henry Paúl portador del número de cedula 050369843-3, con el título de Proyecto de titulación: **“DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA BIFUNCIONAL PARA LA EXTRACCIÓN DE MIEL Y CERA DE ABEJA”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al acto de Sustentación de Proyecto.

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

Latacunga, 18 Septiembre del 2020,

Para constancia firman:

Lector 1

PhD. Ing. Enrique Torres Tamayo

C.I.: 175712194-0

Lector 2

Ing. Héctor Luis Laurencio Alfonso Dr.C

C.I.: 175836725-2

Lector 3

Ing. Byron Paúl Corrales Bastidas MSc.

C.I.:050234776-8

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

De igual manera a mi Madre por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente en todo momento pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

Agradezco a mis tutores y a todos los docentes que, con su sabiduría, conocimiento y motivación ayudaron para desarrollarme como persona y profesional en la

Universidad Técnica de Cotopaxi.

John

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres que, con su esfuerzo y dedicación, ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

Así mismo agradezco a mi tío y hermanos que con sus palabras me dieron esperanzas y tuvieron fe en mí.

De igual forma agradezco a mi tutor de tesis y a todos los docentes de mi educación superior, quienes me han dado las pautas para mi formación profesional.

Henry

DEDICATORIA

A mi madre por brindarme todo el apoyo incondicional y motivación para poder alcanzar esta etapa tan importante en mi vida.

A mi hermano por brindarme su mano y sus consejos en los buenos y malos momentos.

John

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con todo cariño y amor a mis padres, por su apoyo constante, por llenar mi vida con sus valiosos consejos y ser un soporte muy fuerte en momentos de angustia y desesperación.

Henry

INDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	III
APROBCIÓN DE TRIBUNAL DE TITULACIÓN	III
AGRADECIMIENTO	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
DEDICATORIA	V
INDICE	VI
INDICE DE FIGURAS.....	XI
INDICE DE TABLAS.....	XIII
INDICE DE ECUACIONES	XIII
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
AVAL DE TRADUCCIÓN	XVII
1. INFORMACIÓN BÁSICA	1
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	3
2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	3
2.2. TIPO DE PROPUESTA ALCANCE.....	3
2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO	3
2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	3
2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN.....	3
2.5.1. Objeto de estudio	3
2.5.2. Campo de acción.....	3
2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA.....	4
2.6.1. Situación problemática	4
2.6.2. Problema.....	4
2.6.3. Hipótesis	5
2.7. OBJETIVOS	5
2.7.1. Objetivo general.....	5
2.7.2. Objetivos específicos.....	5
2.8. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS	5
3. MARCO TEÓRICO.....	8
3.1. La miel	8
3.1.1. Características físicas de la miel.....	8
3.2. Proceso de extracción de la miel de abeja.....	8
3.3. Métodos de extracción de la miel	9
3.3.1. Método de extracción por gravedad	9
3.3.2. Método de extracción por aplastamiento	9
3.3.3. Método de extracción por fuerza centrífuga	9
3.3.4. Método de extracción por flujo de colmena	10
3.4. Cera de abeja.....	10
3.4.1. Propiedades y composición de la cera de abeja.....	11

3.4.2.	Calidad de la cera de abejas.....	12
3.5.	Usos de la cera de abeja.....	13
3.5.1.	Velas con cera de abeja.....	13
3.5.2.	Labial con cera de abeja.....	13
3.5.3.	Crema hidratante con cera de abeja.....	14
3.6.	Clasificación de las ceras.....	14
3.7.	Composición de la cera de abeja.....	14
3.7.1.	Extracción y elaboración.....	15
3.7.2.	Cera de opérculos.....	15
3.7.3.	Cera de los panales.....	16
3.8.	Métodos de extracción de la cera.....	16
3.8.1.	Certificador solar.....	17
3.8.2.	Caldera de vapor.....	17
3.8.3.	Caldera de agua.....	18
3.9.	Tipos de máquinas centrífugas y sus características.....	18
3.9.1.	Máquina centrífuga tangencial.....	18
3.9.2.	Máquina centrífuga radial.....	19
3.9.3.	Máquina centrífuga paralela – radial.....	19
3.10.	Tipos de motores de corriente alterna.....	20
3.10.1.	Motores universales.....	20
3.10.2.	Motores sincrónicos.....	20
3.10.3.	Motores monofásicos.....	21
3.10.4.	Motores asincrónicos.....	21
3.10.5.	Motores trifásicos.....	22
3.11.	Motor reductor de velocidades.....	22
3.11.1.	Características de un motor-reductor.....	22
3.12.	Resistencia eléctrica tubular.....	23
3.13.	Normalización para la máquina extractora de miel.....	23
3.13.1.	Aplicación industrial alimenticia.....	23
3.13.2.	Aplicaciones AISI 304.....	24
3.14.	Acero 1020.....	25
3.14.1.	Propiedades Mecánicas mínimas estimadas según SAE.....	25
3.14.2.	Aplicaciones del acero 1020.....	25
3.15.	Retenedor.....	25
3.16.	Rodamiento de rodillo.....	26
3.17.	Medidas de seguridad en general.....	26
4.	METODOLOGÍA.....	27
4.1.	Declaración de variables.....	27
4.1.1.	Variables independientes.....	27
4.1.2.	Variables dependientes.....	27
4.2.	Matriz de relación de variables.....	27
4.3.	Funcionalidades de la extractora de miel y cera.....	28
4.4.	Técnicas para el diseño de la máquina extractora de miel y cera.....	29
4.5.	Diseño del marco.....	29
4.5.1.	Densidad y volumen de la miel y cera.....	30

4.5.2.	Cálculo de la masa de la miel y cera.....	30
4.5.3.	Masa del marco con miel y cera	31
4.5.4.	Masa total de los marcos.....	31
4.5.5.	Peso de todos los marcos	31
4.6.	Diseño del mecanismo giratorio (hexágono)	32
4.6.1.	Masa total del mecanismo giratorio (hexágono)	32
4.6.2.	Peso del mecanismo giratorio (hexágono).....	32
4.7.	Selección del Motor	33
4.7.1.	Aceleración angular	33
4.7.2.	Torque.....	33
4.7.3.	Potencia.....	33
4.8.	Diseño del árbol	34
4.8.1.	Fuerza de tensión del árbol al arranque	34
4.9.	Diseño de la base del árbol	34
4.10.	Diseño del tanque	35
4.10.1.	Resistencia por conductividad en el AISI 304.....	36
4.10.2.	Pérdidas de calor a través de la pared de AISI 304	36
4.11.	Selección de la resistencia	36
4.11.1.	Calentamiento del volumen de un sólido.....	36
4.11.2.	Densidad de potencia	37
4.12.	Diseño de la base del tanque.....	37
4.13.	Selección de los tamices	38
4.14.	Selección de la caja reductora.....	38
4.15.	Selección del retenedor.....	39
4.16.	Selección de la caja de elementos.....	39
4.16.1.	Cable conductor.....	39
4.16.2.	Corriente de sobrecarga	40
4.17.	Plano eléctrico	40
4.18.	Automatización.....	40
4.18.1.	Primera etapa (sistema de seguridad para la puerta)	40
4.18.2.	Segunda etapa (extracción de miel).....	40
4.18.3.	Tercera etapa (extracción de cera).....	40
4.19.	Selección de entradas y salidas del logo.....	40
4.19.1.	Diagrama de flujo	41
5.	ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	43
5.1.	Proceso de extracción de miel y cera	43
5.1.1.	Densidad de la miel y cera.....	43
5.1.2.	Cálculo de la masa de la miel y cera.....	43
5.2.	Diseño de los marcos	43
5.2.1.	Cálculo de la masa del marco con miel y cera.....	44
5.2.2.	Cálculo de la masa total de todos los marco.....	44
5.2.3.	Cálculo del peso de todos los marcos	44
5.3.	Diseño del elemento giratorio (hexágono).....	44
5.3.1.	Cálculo de la masa total del mecanismo giratorio (hexágono).....	45
5.3.2.	Cálculo del peso del elemento móvil (hexágono).....	45

5.4.	Análisis del mecanismo giratorio.....	45
5.5.	Selección del motor.....	49
5.5.1.	Cálculo de la aceleración angular.....	49
5.5.2.	Cálculo del torque.....	49
5.5.3.	Cálculo de la potencia.....	50
5.5.4.	Selección por catálogo.....	50
5.6.	Diseño del árbol.....	50
5.6.1.	Fuerza de tensión del árbol al arranque.....	51
5.6.2.	Análisis del árbol.....	51
5.7.	Diseño de la base del árbol.....	55
5.7.1.	Análisis de la base del árbol.....	56
5.8.	Diseño del tanque.....	60
5.8.1.	Diseño térmico del tanque.....	60
5.8.2.	Resistencia por conductividad en el AISI 304.....	61
5.8.3.	Pérdidas de calor a través de la pared de AISI 304.....	61
5.9.	Selección de la resistencia.....	61
5.9.1.	Análisis térmico del tanque.....	62
5.10.	Diseño de la base del tanque.....	65
5.10.1.	Análisis de la base del tanque.....	65
5.11.	Selección de los tamices.....	69
5.12.	Cálculo de la selección de la caja reductora.....	70
5.13.	Selección del retenedor.....	70
5.14.	Selección de la caja de elementos de control.....	71
5.14.1.	Selección del diámetro del conductor.....	71
5.14.2.	Corriente de sobrecarga.....	71
5.15.	Diseño eléctrico.....	71
5.15.1.	Diagrama de fuerza.....	71
5.15.2.	Diagrama de control.....	72
5.16.	Automatización.....	72
5.16.1.	Primera etapa (encendido, apagado y sistema de seguridad para la puerta).....	72
5.16.2.	Segunda etapa (extracción de miel).....	73
5.16.3.	Tercera etapa (extracción de cera).....	74
5.17.	Selección de los elementos de la automatización.....	75
5.18.	Partes de la extractora de miel y cera.....	76
6.	ANÁLISIS DE IMPACTOS Y COSTOS.....	77
6.1.	Análisis financiero.....	77
6.1.1.	Costos directos.....	77
6.1.2.	Costo por mano de obra.....	78
6.1.3.	Costos indirectos.....	79
6.1.4.	Inversión total.....	79
6.1.5.	Cálculo de VAN y TIR.....	79
7.	ANÁLISIS DE IMPACTOS Y COSTOS.....	80
7.1.	Impacto practico.....	80
7.2.	Impacto tecnológico.....	80
7.3.	Impacto ambiental.....	80

7.4. Impacto social	80
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	81
8.1.1. Conclusiones.....	81
8.1.2. Recomendaciones	82
9. REFERENCIAS.....	83
ANEXO.....	85

INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1.- Extracción de miel por gravedad	9
Figura 3.2.- Extracción de miel por aplastamiento.....	9
Figura 3.3.- Extracción para fuerza centrífuga	10
Figura 3.4.- Extracción por flujo de colmena.....	10
Figura 3.5.- Cera.....	11
Figura 3.6.- Vela con cera de abeja	13
Figura 3.7. Labial con cera de abeja.....	13
Figura 3.8.- Crema hidratante	14
Figura 3.9.- Cera de opérculos.....	16
Figura 3.10-. a) Panal viejo b) Panal nuevo.....	16
Figura 3.11.- Certificador solar	17
Figura 3.12.- Caldero de vapor.....	17
Figura 3.13.- Caldero de vapor.....	18
Figura 3.14.- Extracción tangencial de miel.....	19
Figura 3.15.- Extracción radial de miel	19
Figura 3.16.- Extracción paralela radial de miel.....	20
Figura 3.17.- Motor universal.....	20
Figura 3.18.- Motores sincrónicos.....	21
Figura 3.19.- Motores monofásicos	21
Figura 3.20.- Motores Asincrónicos	22
Figura 3.21.- Motores Trifásicos	22
Figura 3.22.- Motor reductor de velocidad.....	23
Figura 3.24.- Retenedor	25
Figura 3.25.- Rodamiento de rodillo.....	26
Figura 3.26.- Proceso de evaluación de riesgos de acuerdo con ISO 12100.....	26
Figura 4.1.- Guía para el diseño del marco.....	30
Figura 4.2.- Diseño de la estructura hexagonal.	32
Figura 4.3.- Diseño del árbol	34
Figura 4.4.- Diseño de la base del árbol	35
Figura 4.5.- Diseño del tanque.....	35
Figura 4.6.- Diseño de la base del tanque.....	38
Figura 4.7.- Diagrama de flujo de control	42
Figura 5.1.- Marco diseñado en el software SolidWorks	43
Figura 5.2.- Mecanismo giratorio (hexágono) diseñado en el software SolidWorks	44
Figura 5.3.- Información del Mecanismo giratorio (hexágono) diseñado en el software SolidWorks.....	45
Figura 5.4.- Cargas aplicadas en el Mecanismo giratorio (hexágono)	46
Figura 5.5.- Información de la malla.	46
Figura 5.6.- Modelo del Mecanismo giratorio (Hexágono) analizar.....	47
Figura 5.7.- Análisis de tensiones del Mecanismo giratorio (Hexágono).	47
Figura 5.8.- Análisis de desplazamiento del Mecanismo giratorio (Hexágono).	48
Figura 5.9.- Análisis de desplazamiento del Mecanismo giratorio (Hexágono).	48

Figura 5.10.- Análisis de factor de seguridad del Mecanismo giratorio (Hexágono).....	49
Figura 5.11.- Árbol escalonado diseñado en el software SolidWorks.....	51
Figura 5.12.- Información del árbol diseñado en el software SolidWorks.....	51
Figura 5.13.- Cargas aplicadas en el árbol.....	52
Figura 5.14.- Información de la malla.	52
Figura 5.15.- Modelo del Árbol a analizar.	53
Figura 5.16.-Análisis de Tensión en el Árbol.....	53
Figura 5.17.-Análisis de Desplazamiento en el Eje.....	54
Figura 5.18.-Análisis de Deformación unitaria en el Eje.	54
Figura 5.19.-Análisis de Factor de seguridad en el Eje.	55
Figura 5.20.- Base del árbol escalonado diseñado en el software SolidWorks.....	55
Figura 5.21.- Información de la Base del árbol diseñado en el software SolidWorks.....	56
Figura 5.22.- Carga aplicada en la Base del árbol.	56
Figura 5.23.- Información de la malla.	57
Figura 5.24.- Modelo de la Base del árbol a analizar.	57
Figura 5.25.-Análisis de Tensión de la Base del árbol.	58
Figura 5.26.-Análisis de Desplazamiento en la Base del árbol.	58
Figura 5.27.-Análisis de Deformación Unitaria en la Base del árbol.....	59
Figura 5.28.-Análisis de Factor de seguridad en la Base del árbol.....	59
Figura 5.29.- Tanque diseñado en el software SolidWorks.....	60
Figura 5.30.- Información de la Resistencia en el software SolidWorks.	62
Figura 5.31.- Análisis térmico.....	63
Figura 5.32.- Informe de la malla.....	64
Figura 5.33.- Modelado del tanque a analizar.....	64
Figura 5.34.- Análisis térmico.....	65
Figura 5.35.- Diseño de la base.	65
Figura 5.36.- Información de la Base del Tanque diseñado en el software SolidWorks.....	66
Figura 5.37.- Carga aplicada en la Base del Tanque.	66
Figura 5.38.- Información de la malla.	67
Figura 5.39.- Modelo de la Base del tanque a analizar.....	67
Figura 5.40.-Análisis de Tensión de la Base del tanque.....	68
Figura 5.41.-Análisis de Desplazamiento de la Base del tanque.....	68
Figura 5.42.-Análisis de Deformación en la Base del tanque.....	69
Figura 5.43.-Análisis de Factor de seguridad en la Base del tanque.....	69
Figura 5.44.- Diseño del tamiz grueso (0.05 mm.....	70
Figura 5.46- Planos eléctricos de fuerza.....	72
Figura 5.48.- Planos eléctricos de control.	72
Figura 5.49.- Control general.....	73
Figura 5.50.- Sistema de seguridad.....	73
Figura 5.51.- Extracción de la miel.	74
Figura 5.52.- Extracción de la cera.	74
Figura 5.53.- Parte del extractor bifuncional.	76

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.- Causa y efecto.....	4
Tabla 2.2.- Tareas y actividades propuestas	6
Tabla 3.1.- Propiedades físicas de la miel.....	8
Tabla 3.2.- Propiedades de la cera	11
Tabla 3.4.- Clasificación de la cera.....	14
Tabla 3.5.- Composición de la cera.....	15
Tabla 3.6.- Tipo de aceros inoxidables	23
Tabla 3.7.- Composición y propiedades del aisi 304	24
Tabla 4.1.- Matriz de variables	27
Tabla 4.2.- Funcionalidad de la extractora de miel y cera	28
Tabla 4.3.- Selección del espesor.....	35
Tabla 4.4.- Calibres de cobre-Amperaje	39
Tabla 4.5.- Uso de las entradas y salidas del logo	41
Tabla 5.1.- Selección del conductor (AWG).....	50
Tabla 5.2.- Selección del espesor para el tanque	60
Tabla 5.3.- Calibres de cobre-Amperaje	71
Tabla 5.4.- Elementos para la automatización	75
Tabla 6.1.- Costo de materiales.....	77
Tabla 6.2.- Costo por mano de obra.....	78
Tabla 6.3.- Material indirecto	79
Tabla 6.4.- Inversión total.....	79
Tabla 6.5.- Flujo de caja cálculo de VAN y TIR de la propuesta tecnología	79

INDICE DE ECUACIONES

EC. (1).....	30
EC. (2).....	30
EC. (3).....	30
EC. (4).....	31
EC. (5).....	31
EC. (6).....	31
EC. (7).....	32
EC. (8).....	32
EC. (9).....	33
EC. (10).....	33
EC. (11).....	33
EC. (12).....	34
EC. (13).....	36
EC. (14).....	36
EC. (15).....	36
EC. (16).....	37
EC. (17).....	38

EC.(18).....38
EC. (19).....39
EC. (20).....40

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

TITULO: DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA BIFUNCIONAL PARA LA EXTRACCIÓN DE MIEL Y CERA DE ABEJA

Autores:

Chicaiza Clavijo John Mauricio

Molina Alvarez Henry Paúl

RESUMEN

El objetivo primordial de esta propuesta tecnológica es el diseñar una máquina bifuncional automatizada extractora de miel y cera. La cual puede ser utilizada en el campo de la apicultura, permitiendo obtener miel apta para el consumo humano y cera libre de impurezas usada para la elaboración de cosméticos.

Luego de realizar un estudio de la extracción de la miel y la cera, usando métodos analíticos y de diseño, se obtuvo el plan de diseño de una máquina centrífuga paralela radial, la cual tiene una capacidad máxima de 6 marcos (bastidores), una velocidad máxima de rotación de 190 rpm, una temperatura de 35°C y un tiempo de 3 minutos por cada lado, para la extracción de miel y un tiempo de 5 minutos para la extracción de cera.

Las impurezas de la miel quedarán retenidas en los tamices, uno de poros gruesos (0.05 mm) y otro de poros finos (0.03 mm)

La operación se realizará utilizando un controlador lógico programable para la temporización de la extracción, un sistema de seguridad basado en sensores capacitivos que no permiten realizar ningún proceso mientras estén abiertas las puertas, una termocupla para el control de temperatura en el momento de la extracción de la cera y un variador de frecuencia para el control de la velocidad del motor que es de 1 HP.

El material de construcción del tanque de extracción se lo realizó en acero inoxidable AISI 304 por sus propiedades idóneas para los procesos alimenticios.

Palabras Claves: diseño, automatizar, extracción, miel, cera, impurezas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

THEME: “A DESIGN ON BIFUNCTIONAL AUTOMATED MACHINE FOR BEE HONEY AND WAX EXTRACTION.”

Authors:

Chicaiza Clavijo John Mauricio

Molina Alvarez Henry Paúl

ABSTRACT

The main goal research is to design a bifunctional automated machine which can be applied in Apiculture field. It will help to get honey suitable for human consumption and wax without impurities for production cosmetics.

After of this study on honey and wax extraction by using analytical and design methods; a plan for the design of a radial parallel centrifugal machine was generated with the following characteristics: maximum capacity of 6 frames, rotation maximum capacity of 190rpm, a temperature of 35°C and a maximum time of 5 minutes for the wax extraction.

The impurities honey will be retained in the sieves, one of thick pores (0.05mm) and another of thin ones (0.03mm). The process will be carried out by using a programmable logic controller for the extraction timing; a security system based on capacitive sensors which do not allow any other process to be executed while the doors are open.

Also, a thermocouple for the temperature control at the moment of the wax extraction and a frequency variator for the velocity control of the 1 HP engine. The material used for the machine was AISI 304 stainless steel suitable for food processes.

Key Words: design, automate, extraction, honey, wax, impurities.

AVAL DE TRADUCCIÓN



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de **ELECTROMECAÁNICA** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS**, señores: **CHICAIZA CLAVIJO JOHN MAURICIO** y **MOLINA ALVAREZ HENRY PAÚL**, cuyo título versa **“A DESIGN ON BIFUNCTIONAL AUTOMATED MACHINE FOR BEE HONEY AND WAX EXTRACTION.”** lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, Septiembre del 2020

Atentamente,

Mg. Amparo de Jesús Romero Palacios
DOCENTE DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS-UTC
C.C. 0501369185



CENTRO
DE IDIOMAS

1. INFORMACIÓN BÁSICA

PROPUESTO POR:

Chicaiza Clavijo John Mauricio

Molina Alvarez Henry Paúl

TEMA APROBADO:

DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA BIFUNCIONAL PARA LA EXTRACCIÓN DE MIEL Y CERA DE ABEJA

CARRERA: Ingeniería Electromecánica

DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:

Luis Miguel Navarrete López Mg.

EQUIPO DE TRABAJO:

Luis Miguel Navarrete López Mg.

Chicaiza Clavijo John Mauricio

Molina Alvarez Henry Paúl

LUGAR DE EJECUCIÓN:

Cotopaxi, Latacunga, Parroquia de “La Victoria”

TIEMPO DE DURACIÓN DEL PROYECTO:

6 meses

FECHA DE ENTREGA:

15 de septiembre de 2020

LÍNEAS Y SUBLÍNEAS DE INVESTIGACIÓN A LAS QUE SE ASOCIA EL PROYECTO:

Líneas de investigación: De acuerdo a lo establecido por el departamento de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, línea 4: Procesos Industriales. El proyecto que está enfocado es para la construcción de una máquina bifuncional que permita mejorar el rendimiento productivo de las materias primas (miel y cera). Así como diseñar sistemas de automatización para la producción de materia prima con el fin de contribuir al desarrollo socioeconómico de los artesanos apicultores del país.

Sublíneas de investigación: Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

TIPO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA:

La extracción de cera y miel como procesos industriales se inició con la construcción de máquinas manuales, para mejorar la extracción se aplicará en el proyecto que se pretende a construir una máquina bifuncional automatizada ya que permitirá reducir el tiempo de extracción de la materia prima basándose con las normativas, dando resolución del problema afines de los sistemas electromecánicos como elaboración de componentes y mecanismos que permitan la aplicación en la actividad laboral.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Diseño de una máquina automatizada bifuncional para la extracción de miel y cera de abeja.

2.2. TIPO DE PROPUESTA ALCANCE

El presente proyecto tiene como alcance, dimensionar, diseñar por medio de software y simular pruebas de funcionamiento de una máquina bifuncional extractora de miel y cera, mediante el proceso de centrifugado y control automático.

2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO

330000 CIENCIAS TECNOLÓGICAS

3306 Ingeniería y Tecnología Eléctricas

- 3306.03 Motores Eléctricos

3310 Tecnología Industrial (Ver 5311)

- 3310.03 Procesos Industriales

3311 Tecnología de la Instrumentación

- 3311.01 Tecnología de la Automatización

3313 Tecnología E Ingeniería Mecánicas

- 3313.07 Maquinaria Para la Industria de la Alimentación (Ver 3309)
- 3313.15 Diseño de Máquinas

2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

En presente propuesta tecnológica se va a diseñar una máquina automatizada bifuncional para la extracción de miel y cera en el que nos permitirá ayudar a reducir el tiempo de extracción de la materia prima, aumentando la calidad de los productos y mitigando los riesgos físicos de los apicultores.

2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.5.1. Objeto de estudio

Automatización del proceso de extracción de miel y cera para el mejoramiento del producto final y reducción del tiempo de extracción.

2.5.2. Campo de acción

Automatización, extracción, filtrado y control.

2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA

2.6.1. Situación problemática

En el Ecuador la actividad apícola solo se explota el 6% únicamente con la miel, sin tomar en cuenta otros derivados [1] por lo cual se ha venido incrementando en los últimos tiempos y con ello el uso de máquinas centrífugas, las mismas que poseen características propias de cada una y que comúnmente utilizan la rotación para generar la fuerza centrífuga necesaria con el fin de lograr desprender la miel contenida en los marcos. [2]

En Cotopaxi con el aumento en producción de miel de los sectores se ha visto en la necesidad de trabajar con procesos manuales las mismas que conllevan pérdida de tiempo y por ende dinero. De igual forma las máquinas utilizadas en la extracción de miel son cada vez más automatizadas, con el objetivo de lograr procesos de extracción más rápidos y libres de impurezas obteniendo un producto de mejor la calidad. [3]

En Latacunga los sectores apícolas tienen solo 92 apicultores [4] que realizan este tipo de trabajo manual, optarían a implementar una máquina automatizada de extracción de miel para desprenderla de los panales, a su vez con la misma máquina lograr el derretimiento de la cera y extraerlo de forma eficiente.

2.6.2. Problema

La falta de automatización de las extractoras manuales, ya que los extractores manuales provocan un gran desperdicio, mayor manipulación, mayor tiempo de extracción y agotamiento físico del apicultor.

Tabla 2.1.- Causa y efecto

CAUSA	EFEECTO
Extracción de miel de abeja por máquinas centrífugas manuales.	Tiempo prolongado de extracción de miel de abeja.
Agotamiento físico del apicultor en la extracción de la miel.	Cansancio muscular del apicultor durante el proceso de extracción de miel de abeja.
Inexistencia de máquinas centrífugas bifuncionales para la extracción de miel y cera de abeja	Deficiencia en el aprovechamiento de una materia prima utilizada en diversos productos.

2.6.3. Hipótesis

Mediante la automatización de la máquina extractora de miel y cera, se reducirá en gran medida el tiempo de extracción y el agotamiento físico del operario, al ser un proceso automatizado. Obteniendo un producto libre de impurezas apto para el consumo humano.

2.7. OBJETIVOS

2.7.1. Objetivo general

Diseñar una máquina bifuncional de extracción de miel y cera con un sistema automatizado, a través de investigación bibliográfica, que cumpla con los estándares de calidad.

2.7.2. Objetivos específicos

1. Investigar los componentes que tiene una máquina centrífuga automática, para la extracción de miel y cera.
2. Seleccionar los componentes necesarios para el control y automatización de la extracción de miel y cera.
3. Diseñar la máquina bifuncional con su respectiva simulación y esquema eléctrico.

2.8. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS

Es importante realizar la descripción del desarrollo de las actividades y tareas propuestas, con los objetivos establecidos para encaminar el proceso del proyecto, cada actividad a realizar cumple funciones importantes en la consecución del proyecto tecnológico. La Tabla 2.2 muestra el sistema de tareas en base a los objetivos planteados.

Tabla 2.2.- Tareas y actividades propuestas

OBJETIVO ESPECÍFICOS	TAREAS	RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES	MÉTODOS - TÉCNICAS
<p>1. Investigar los componentes que tiene una máquina centrífuga automática, para la extracción de miel y cera.</p>	<p>a. Investigar los tipos de máquinas centrifugadoras para la extracción de miel y cera</p>	<p>Seleccionar la máquina centrifugadora más adecuada para los dos procesos de extracción</p>	<p>Investigación bibliográfica</p>
	<p>b. Investigar las características de todos los elementos de una máquina centrifugadora</p>	<p>Observar los elementos de la máquina centrifugadora que se utilizarán</p>	<p>Investigación bibliográfica</p>
	<p>c. Elaborar un flujograma para la automatización de la extracción de miel y cera</p>	<p>Realizar un diagrama de bloques sobre la estructura del sistema de control</p>	<p>Investigaciones bibliográficas Flujograma para la extracción automática de miel y cera</p>
<p>2. Seleccionar los componentes necesarios para el control y automatización de la extracción de miel y cera.</p>	<p>a. Analizar el software necesario para el sistema de control y automatización.</p>	<p>Identificar las características del software necesarios para la automatización.</p>	<p>Investigación bibliográfica</p>
	<p>b. Investigar las características de los elementos de control y automatización.</p>	<p>Establecer los componentes actuadores y elementos de</p>	<p>Observación del diseño de control.</p>

		censado necesarios para la máquina.	
	c. Elaborar una tabla de todos los componentes que se utilizarán en el control y automatización de la extractora de miel y cera.	Conocer las entradas salidas en proceso de control	Investigación bibliográfica Diagrama de control
3. Diseñar la máquina bifuncional con su respectiva simulación y esquema eléctrico	a. Diseñar los componentes mecánicos con sus respectivos análisis	Verificar los diseños por medio de análisis en software.	Analizar en el software SolidWorks
	b. Diseñar el sistema eléctrico y sistema de control que se utilizará para la máquina bifuncional extractora de miel y cera.	Verificar del funcionamiento del sistema de control y automatización	Analizar en el software Logo Confort 8
	c. Ensamblar el prototipo modelado en el programa SolidWorks	Revisión del funcionamiento del modelado realizado.	Analizar en el software SolidWorks

3. MARCO TEÓRICO

3.1. La miel

La miel se define como, una mezcla variable de diversas sustancias, en función de la composición del néctar y los mielatos a partir del cual se obtiene este producto, siendo incluso diferente por cada abeja debido a que cada individuo segrega una distinta cantidad de enzimas [5].

3.1.1. Características físicas de la miel

La composición de la miel de abeja depende de la procedencia floral y de las sustancias propias que liberan las abejas.

Tabla 3.1.- Propiedades físicas de la miel

Característica	Valor	Observación
Densidad	1 410 – 1 435 kg/m ³	Estos valores varían dependiendo en contenido de agua o la madurez de la miel.
Viscosidad	10 kg/m. s	La viscosidad de la miel depende directamente a la temperatura, cuando sobrepasa los 35 °C la miel es menos viscosa.
Conductividad Térmica	0,04 W/m. K	La conductividad térmica es 14 veces más conductora que el agua.
Punto de congelación		La miel se cristaliza por debajo de los 14 °C se cristaliza. Pero el agua que contiene la misma no lo hace hasta llegar bajas temperaturas.

Fuente1: (PIERRRE, 2007)

3.2. Proceso de extracción de la miel de abeja

El proceso de recolección de miel apta para el consumo humano se divide en 5 etapas:

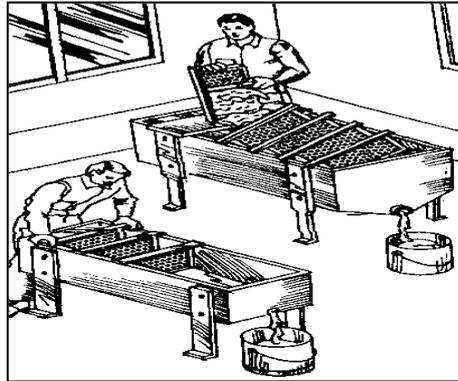
- Extracción de los marcos del panal
- Desoperculación
- Extracción de miel de los cuadros desoperculados
- Filtrado de la miel
- Almacenamiento

3.3. Métodos de extracción de la miel

3.3.1. Método de extracción por gravedad

Este método quita la pared de cera que cubre la miel en los marcos, se colocan sobre una malla de acero inoxidable o tela, utilizado como filtro por el cual cae la miel hacia un recipiente por efecto de la gravedad la única desventaja es que cada extracción tarda alrededor de tres horas.

Figura 3.1.- Extracción de miel por gravedad



Fuente: (SAGARPA, 2015)

3.3.2. Método de extracción por aplastamiento

Este proceso consiste en prensar los panales, la desventaja principal en este proceso es la destrucción total de la cera y el producto final contiene residuos de cera [6].

Figura 3.2.- Extracción de miel por aplastamiento



Fuente: <http://www.sabor-artesano.com>

3.3.3. Método de extracción por fuerza centrífuga

Consiste en utilizar máquinas extractoras las cuales facilitan la reutilización de los marcos y su extracción se lo hace en un tiempo que va de 5 a 20 minutos dependiendo del tipo de máquina que se use, siendo esta la manera más eficaz con relación a los dos métodos anteriores [7].

Figura 3.3.- Extracción para fuerza centrífuga



Fuente: <http://www.mieldealiste.es/produccion>

3.3.4. Método de extracción por flujo de colmena

Es una invención moderna de una colmena artificial, la cual permite cosechar la miel sin necesidad de abrir la colmena ya que mediante un mecanismo se logra abrir todos los panales y así fluye por gravedad con el menor trastorno posible a las abejas. Las colmenas son compuestas por marcos no naturales y accesorios los cuales son de un costo más elevado [8].

Figura 3.4.- Extracción por flujo de colmena



Fuente: (ANDERSON)

3.4. Cera de abeja

La cera es el material del que están compuestos los paneles, las abejas segregan un líquido que se endurece al contacto con el aire, Las abejas fabrican los alvéolos hexagonales a partir de esta cera. Estos alvéolos endurecidos, forman los paneles de abejas y van a proteger la miel y el polen para las abejas. La abeja reina deposita en el panel de cera sus huevos. Hay diferentes tipos de cera de abeja según el tipo de abeja [10].

Figura 3.5.- Cera



Fuente: <http://www.mielarlanza.com/es/contenido/?iddoc=97>

Los tipos de cera de abeja son 2, cera blanca (cera alba) o cera amarilla (cera flava), también se la conoce como cera virgen.

3.4.1. Propiedades y composición de la cera de abeja

La cera de abeja es una sustancia que está compuesta por 284 componentes distintos, Se compone por monoésteres saturados e insaturados, hidrocarburos saturados e insaturados e hidroxipoliésteres. Tiene grandes beneficios para la piel y para el cabello. Mantiene la humedad, protege la piel de los factores ambientales, y protege contra los elementos externos. También es un hidratante natural, antiinflamatorio, antibacteriano, alérgico y antioxidante. Insustituible para los labiales [10].

Tabla 3.2.- Propiedades de la cera

Sólido cuyo color varía	Blanco, amarillo a pardo grisáceo
Bajo peso, pero resiste tracciones o pesos relativamente importantes	
Peso específico	0.96 y 0.972
La densidad	0.939 a 0.987
Se ablanda	38°C
El punto de fusión de la cera de abejas	62 a 65 °C
Punto de la solidificación	61.5 a 63 °C
Evaporándose	250°C

Olor	Parecido a la miel y un sabor leve característico
Fría es algo frágil	Fractura no cristalina, opaca y granular
Insoluble en agua	levemente soluble en alcohol frío, parcialmente soluble en alcohol caliente y éter
Completamente soluble en aceites fijos o volátiles	Cloroformo, éter, bencina (a 30°C), carburina y disulfuro de carbono (a 30°C).

Fuente: Autor

Algunos apicultores estiman que, para producir medio kilogramo de cera, las abejas consumen de 3 a 4 kilogramos de miel o jarabe.

Tabla 3.3.- Composición de la cera

Composición	Porcentaje
Monoésteres	35%
Hidrocarburos	14%
Diésteres	14%
Ácidos libres	12%
Hidróxido poliésteres	8%
Sin identificar	6%
Hidróxido monoésteres	4%
Triésteres	3%
Ácidos poliestéricos	2%
Ácidos estéricos	1%
Alcoholes libres	1%

Fuente2: (Daniel, 2018)

3.4.2. Calidad de la cera de abejas

La calidad de la cera toma su valor a partir de su pureza y color. La cera con mayor calidad es de color claro, ya que la oscura puede estar sobre calentada o estar contaminada. La cera más fina, es la cera con la que las abejas cubren los obérculos, es decir, es la cera con la que tapan la miel cuando ya está fabricada. Esta cera es pura y es de color blanco, con el polen puede ganar un color amarillo.

La cera pasa por diversos pasos de calentamiento y eliminación de impurezas. Conocer estos pasos te ayudará a conocer la calidad de la cera. Ver limpieza de cera de abeja [10].

3.5. Usos de la cera de abeja

Tiene muchos usos tradicionales y otros modernos. Por su alto precio se utiliza cada vez menos en algunos sectores, como en la fabricación de velas. Vamos a ver aquí los usos principales [10].

3.5.1. Velas con cera de abeja

Uno de los usos primitivos de la cera de abeja es la realización de velas. En los últimos tiempos se utiliza menos para realizar velas de abeja por su alto coste, no obstante, las velas de cera de abeja son las velas más apreciadas.

Figura 3.6.- Vela con cera de abeja



Fuente: <http://www.ceradeabeja.net/velas-cera-abeja/>

3.5.2. Labial con cera de abeja

La cera de abeja es un emulsionante natural y por ello es ideal en la fabricación de labiales o cremas hidratantes. Vamos a ver cómo hacer labial con cera de abeja.

Figura 3.7. Labial con cera de abeja



Fuente: <http://www.ceradeabeja.net/labial-cera-abeja/>

3.5.3. Crema hidratante con cera de abeja

La cera de abeja es un componente con el que vas a poder hacer una crema hidratante. En la crema tendrás las propiedades de la cera de abeja, así como de los aceites que le agregues para hacer tu crema. Al hacer una crema hidratante con cera de abeja, hay varias recetas posibles. Lo importante es la mezcla de aceites, o aceite que elijas y la cera de abeja. También puedes agregar infusiones de esencias naturales (romero, lavanda) para dar más propiedades a tus cremas.

Figura 3.8.- Crema hidratante



Fuente: <http://www.ceradeabeja.net/crema-hidratante-cera-abeja/>

3.6. Clasificación de las ceras

Tabla 3.4.- Clasificación de la cera

Ceras de origen natural			Ceras sintéticas
Animal	Vegetal	Mineral y fósiles	
Cera de abejas Lanolina	Carnauba Candelilla	Cera de montaña Parafina	Polipropileno PP Poliétileno PE Poliétileno de alta densidad PTFE
Lanocerin Gomalaca Ozoquerita	Jjoba Ouricourt Japonesa	Microcristalinas Ceresina	Politetrafluoroetileno PTFE Multiwax Poliamida
Cera China			Cosmolloid

Fuente: Autor

3.7. Composición de la cera de abeja

La cera de abeja está formada principalmente por los siguientes componentes [11]:

Tabla 3.5.- Composición de la cera

Composición	Porcentaje
Monoésteres	35%
Hidrocarburos	14%
Diésteres	14%
Ácidos libres	12%
Hidróxido poliésteres	8%
Sin identificar	6%
Hidróxido monoésteres	4%
Triésteres	3%
Ácidos poliestéricos	2%
Ácidos estéricos	1%
Alcoholes libres	1%

Fuente3: (Daniel, 2018)

3.7.1. Extracción y elaboración

Los apicultores modernos obtienen cera de tres fuentes principales.

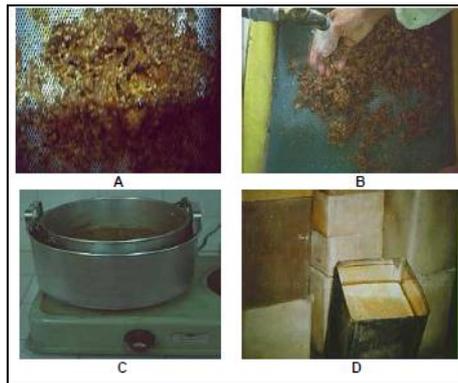
3.7.2. Cera de opérculos

Resulta de dar opercular los panales con miel y dejarlos escurrir en el recipiente de desoperculación por 24 horas. Después de este tiempo, se los lava para retirar el untado de miel, que aún les queda, se los coloca en un recipiente con agua, a fuego lento para derretirlos y luego pasar a moldes de plásticos o de aluminio, para que se enfríen y formen bloques o tortas que se venden por kilogramos.

Se muestra la cera de opérculos y algunos de los pasos para su elaboración:

- a) Producto de la desoperculación y filtrado de la miel
- b) Limpieza del resto de unto de miel
- c) Calentamiento del producto limpio
- d) Ubicación en moldes de aluminio

Figura 3.9.- Cera de opérculos



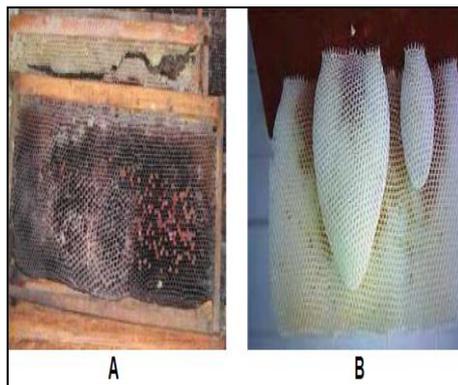
Fuente: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/medellin/b4040/lecciones/cap04/4-2.html>

3.7.3. Cera de los panales

Se debe procesar por separado la cera de los panales viejos y la cera de los panales nuevos. Los panales viejos producen poca cera y de calidad inferior.

En porcentaje, se encuentra la mayor cantidad de cera en los rincones superiores del cuadro y la cantidad menor en el centro, debido a la acumulación de capullos en esa parte [12]

Figura 3.10.- a) Panal viejo b) Panal nuevo



Fuente: http://www.mieldemalaga.com/data/Las_abejas_y_la_apicultura.pdf

3.8. Métodos de extracción de la cera

La cera es uno de los tantos subproductos que se producen en la colmena dentro del sistema para la extracción de cera se basa en tres métodos principales para extraer la cera: certificador solar, caldera a vapor y caldera de agua. [13]

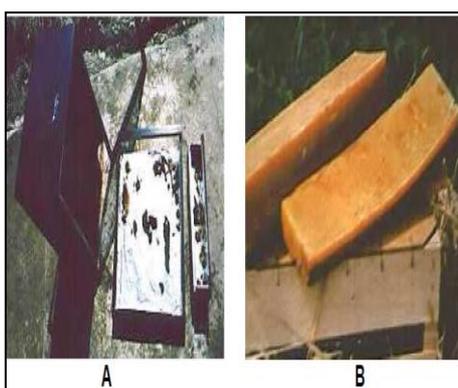
Cuando la cera se extrae directamente sin agua o cuando se somete a temperatura superiores a los 80°C suele alterarse el calor. Igualmente ocurre si se coloca sobre algún recipiente metálico [11].

3.8.1. Certificador solar

Consiste en una caja bien aislada, con una tapa de cristal dirigida al sol, contiene una cubeta cerrada por una malla fina. Los panales viejos colocados sobre la malla liberan por exposición al sol, una cera de primera calidad, aunque demasiado oscurecida.

Las materias extrañas mudas de las crías, polen, restos diversos, se comportan como esponjas, empapándose de cera fundida. Con este método, solo se recupera una pequeña parte de la cera contenida en los panales viejos [14].

Figura 3.11.- Certificador solar



Fuente: <http://www.mielarlanza.com/es/contenido/?iddoc=97>

3.8.2. Caldera de vapor

Los opérculos o los viejos panales son introducidos en un recipiente colocado encima de una caldera cuyo vapor los atraviesa; la cera fundida se desliza a los moldes. Los restos de la caldera, pasan a una prensa cuando aún están calientes, liberando una nueva cantidad de cera. [14].

Figura 3.12.- Caldero de vapor



Fuente: <http://www.mielarlanza.com/es/contenido/?iddoc=97>

3.8.3. Caldera de agua

Se introducen los panales o los opérculos en una caldera con agua muy caliente (entre 80 y 90 grados), cuando el agua caliente ha arrastrado toda la cera que son capaces de liberar los panales, se vierte todo en espuertas (sacos de esparto), que se apilan sobre el plato de la prensa y se riegan con agua hirviendo durante el prensado.

El chorro resultante (mezcla de agua y cera), pasa a un depósito decantado, donde la cera fundida menos pesada que el agua sube a la superficie, después es bombeada a los moldes definitivos, donde se enfría y solidifica [14].

Figura 3.13.- Caldero de vapor



Fuente: <http://www.mielarlanza.com/es/contenido/?iddoc=97>

3.9. Tipos de máquinas centrífugas y sus características

3.9.1. Máquina centrífuga tangencial

En este tipo de máquinas los marcos son colocados tangencialmente alrededor del recipiente cilíndrico en el porta marcos, lo que conlleva a que la extracción se dé por un solo lado, teniendo que girar manualmente el marco para la extracción de su otra cara [5].

Entre las principales ventajas que ofrece este tipo de máquina es la de extraer la miel por un periodo de 5 a 10 minutos con daños mínimos a los panales de cera y en cuanto a su desventaja como ya se ha dicho anteriormente este tipo de máquina solo extrae la miel de un lado del marco debiendo ser centrifugado dos veces [7].

Figura 3.14.- Extracción tangencial de miel



Fuente: <http://www.tecnopedia.org>

3.9.2. Máquina centrífuga radial.

En este tipo de máquina, los marcos se distribuyen radialmente y su extracción se da de manera más lenta, con un tiempo aproximado de 10 a 15 minutos, la ventaja es, extraer por ambas caras de los marcos adicionalmente lleva más cantidad de marcos que el extractor tangencial. la desventaja principal es que, extrae una pequeña cantidad de cera lo que origina un producto con mucha más impureza teniendo que eliminarlas mediante un buen filtrado [7].

Figura 3.15.- Extracción radial de miel



Fuente: <http://detodo.yoreparo.com>

3.9.3. Máquina centrífuga paralela – radial

La ubicación de los marcos para la extracción de miel, con este tipo de máquina es ubicada paralelamente al círculo del cuerpo de la máquina y perpendicular al radio del círculo. Se debe tener en cuenta que, para lograr la extracción total de cada marco, se debe dar la vuelta manualmente [9].

Figura 3.16.- Extracción paralela radial de miel



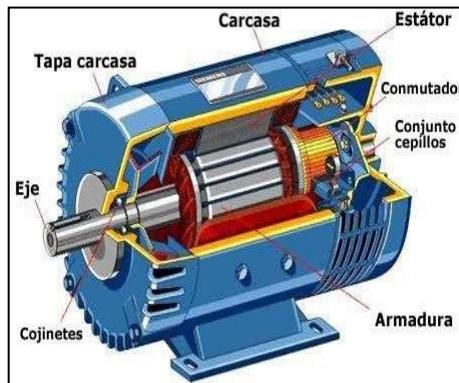
Fuente: <http://marinariimplementos.all.biz/goods>

3.10. Tipos de motores de corriente alterna

3.10.1. Motores universales

Este motor usa corriente continua o corriente alterna dependiendo de la función que se tenga. Ya que una característica principal de este motor es generar grandes revoluciones con cargas pequeñas. Otra característica de estos motores es que generan alta cantidad de ruido [15].

Figura 3.17.- Motor universal.

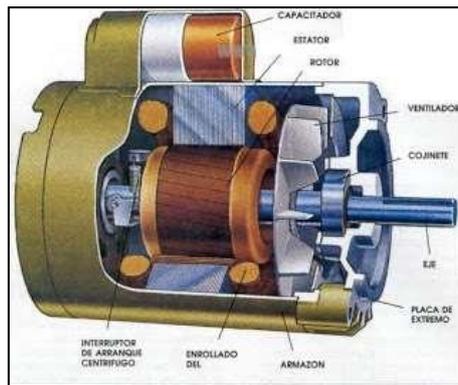


Fuente: <http://www.mielarlanza.com/es/contenido/?iddoc=97>

3.10.2. Motores sincrónicos

Se los denomina motores sincrónicos debido a que su velocidad de giro depende de la frecuencia de la corriente de alimentación y del número de polos. Además, la velocidad de este motor está dada por la relación entre la frecuencia de la red y el número de polos del conductor (f/p), generando así una velocidad de sincronismo [16].

Figura 3.20.- Motores Asincrónicos

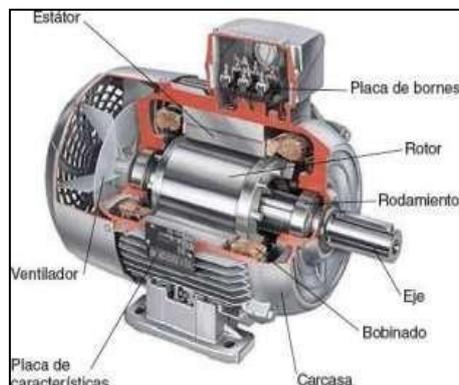


Fuente: <https://prezi.com/vmqykaqx6uy5/motores-sincronos-y- asincronos/>.

3.10.5. Motores trifásicos

Son los que más utilizados en la industria por su sistema forma un campo magnético rotatorio, el cual a través del motor trifásico puede tener un cambio, es decir, invierte dos puntas del estator generando que el campo magnético gire en dirección opuesta [17].

Figura 3.21.- Motores Trifásicos



Fuente: <https://es.slideshare.net/Jag0606/manualdemotoreselectricos>

3.11. Motor reductor de velocidades

La función de un motor reductor es disminuir la velocidad (rpm) para generar un excelente funcionamiento de las máquinas agregando potencia [18].

3.11.1. Características de un motor-reductor

- **Potencia:** dada en Horse Power (HP), de entrada y salida.
- **Velocidad:** en RPM, de entrada y de salida.
- **PAR (o torque):** a la salida del mismo, en KG/m.
- **Relación de reducción:** índice que detalla la relación entre las RPM de entrada y salida.

Figura 3.22.- Motor reductor de velocidad



Fuente: <https://es.slideshare.net/Jag0606/manualdemotoreselectricos>

3.12. Resistencia eléctrica tubular

Dispositivo eléctrico cuyo objetivo es la producción de calor. Su funcionamiento se basa en el Efecto Joule. Las resistencias eléctricas tubulares pueden realizar el calentamiento tanto por, conducción.

3.13. Normalización para la máquina extractora de miel

3.13.1. Aplicación industrial alimenticia

AISI

Es una norma de clasificación de aceros y aleaciones de materiales no ferrosos. A continuación, damos la correspondencia entre las siglas AISI y EN 10088 para algunos tipos de aceros inoxidables austeníticos de uso habitual en exteriores.

Tabla 3.6.- Tipo de aceros inoxidables

	AISI	EN 10088
Austeníticos AISI 304	304	14301
	304L	14307
	321	14541
Austeníticos AISI 316	316	14401
	316L	14404
	316Ti	14571

Fuente: (Cárdenes, 2011)

AISI 304

AISI 304 corresponde al acero inoxidable austenítico. Es el más comúnmente utilizado debido a que combina unas características mecánicas excelentes con una alta resistencia a los medios corrosivos

entre -263 °C,560 °C y como un calor específico 0,12kcal/kg°C. Se utiliza fundamentalmente en la industria química en general, alimentación, refinerías, industria lechera, etc. Los números 304 son designaciones elegidas por el instituto o la asociación que normaliza los tipos de acero, esos números no guardan ninguna relación con su composición, la serie 300 corresponde a aceros inoxidables

Tabla 3.7.- Composición y propiedades del aisi 304

PROPIEDADES MECÁNICAS			
Resistencia mecánica (N/mm ²)	Punto de fluencia (N/mm ²)	Elongación % Mínimo	Dureza ROKWELL B
520	220	20	249- 278

Fuente: (Cárdenes, 2011)

3.13.2. Aplicaciones AISI 304

Industrias alimenticias, cerveceras, azucarera, utensilios domésticos, industria del cuero, farmacéutica, dental, etc.

Ventajas de acero inoxidable

- Alta resistencia a la corrosión
- Resistencia mecánica adecuada
- Facilidad de limpieza
- Baja rugosidad superficial
- Apariencia higiénica
- Material inerte
- Facilidad de conformado y de unión
- Resistencia a altas temperaturas
- Resistencia a temperaturas criogénicas (debajo de 0 °C)
- Resistencia a variaciones bruscas de temperatura
- Acabados superficiales y formas variadas
- Fuerte atractivo visual (modernidad, ligereza y prestigio)
- Relación coste/ beneficio favorable
- Bajo coste de mantenimiento
- Material reciclable

- Durabilidad

3.14. Acero 1020

El acero 1020 es el más común del mercado por sus características, baja dureza para usos convencionales de baja exigencia. Cuando se requiere una superficie muy dura pero un centro tenaz, este acero cementado cumple perfectamente, estirado en frío mejora sus valores de resistencia mecánica y su maquinabilidad.

3.14.1. Propiedades Mecánicas mínimas estimadas según SAE

Figura 3.23.- Propiedades mecánicas de SAE J1397

Tipo de proceso y acabado	Resistencia a la tracción		Límite de Fluencia		Alargamiento en 2"	Reducción de área (%)	Dureza (HB)	Relación de maquinabilidad 1212 EF =100%
	PSI	MPa	PSI	MPa				
Caliente y maquinado	58000	400	32000	2200	25	50	116	70
Estirado en frío	64000	440	53600	3700	15	40	126	

Fuente: <https://www.ferrocortes.com.co/aisi-sae-1020/>

3.14.2. Aplicaciones del acero 1020

Se puede usar en Bases de matrices, soportes, engranajes, pernos de anclaje, árbol, cadenas, bujes, tornillería corriente y pasadores de baja resistencia. Por su ductilidad es ideal para procesos de transformación en frío como doblar, estampar, recalcar, entre otros.

3.15. Retenedor

Los retenedores son incorporados en diseños mecánicos para prevenir tal escape en los puntos donde confluyen diferentes partes del montaje.

Figura 3.24.- Retenedor



Fuente: <https://www.vdc.com.co/site/productos/informacion-tecnica/>

3.16. Rodamiento de rodillo

Los rodamientos de rodillos cilíndricos son rodamientos capaces de soportar altas cargas radiales. Esta tipología cuenta con gran resistencia a aceleraciones rápidas y en altas velocidades, gracias al contacto de línea entre rodillos y caminos de rodadura

Figura 3.25.- Rodamiento de rodillo



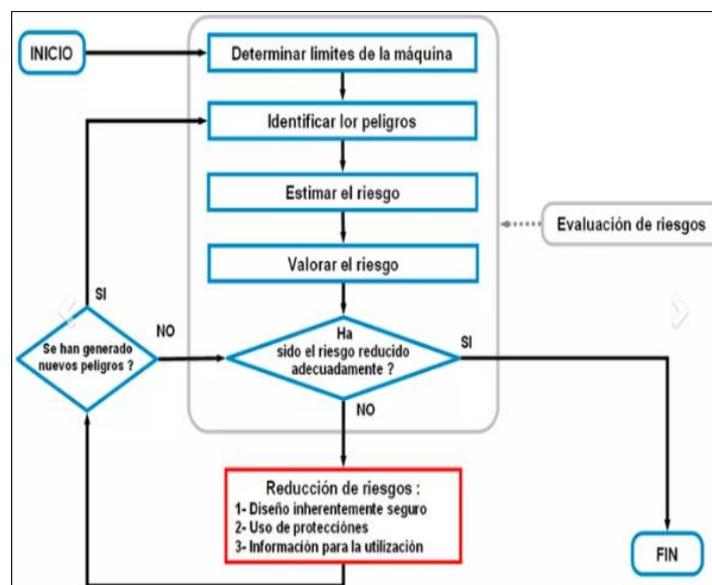
Fuente: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2F>

3.17. Medidas de seguridad en general

El método más eficaz de eliminar riesgos es hacerlo en la fase de diseño, con ello conseguiremos:

- Analizar y valorar los riesgos ante la exposición a un peligro.
- Proporcionar al diseñador una herramienta para conseguir Máquinas Intrínsecamente Seguras.

Figura 3.26.- Proceso de evaluación de riesgos de acuerdo con ISO 12100.



Fuente: S. d. P. y. S. L. d. Madrid

4. METODOLOGÍA

Para el diseño de la máquina bifuncional extractora de miel y cera de abeja, se parte desde el diseño de los marcos, donde las abejas depositarán la cera y posteriormente la miel, que será diseñado y simulado en el programa SolidWorks.

4.1. Declaración de variables

Las variables que se presentan en el proyecto se analizarán para determinar cómo afecta el funcionamiento de la máquina y se dividen en 2 grupos:

4.1.1. Variables independientes

- Calidad de la miel
- Calidad de la cera
- Humedad de la miel
- Peso de los marcos

4.1.2. Variables dependientes

- Tiempo de extracción de la miel
- Tiempo de extracción de cera
- Cantidad de miel
- Cantidad de cera
- Temperatura del tanque

4.2. Matriz de relación de variables

Tabla 4.1.- Matriz de variables

Variable	Descripción	Unidad	Técnicas	Instrumentos
Variable independiente	Calidad de la miel	-	Comparación	-
Variable independiente	Calidad de la cera	-	Comparación	-
Variable independiente	Humedad de la miel	%	Medición	Refractómetro
Variable independiente	Peso de los marcos	Kg	Medición	Balanza
Variable dependiente	Tiempo de extracción de la miel	Minutos	Cronometrar	Cronometro

Variable dependiente	Tiempo de extracción de cera	Minutos	Cronometrar	Cronometro
Variable dependiente	Cantidad de miel	L	Medición	-
Variable dependiente	Cantidad de cera	L	Medición	-
Variable dependiente	Temperatura del tanque	°C o °F	Medición	Termocupla

Fuente: (Autores)

4.3. Funcionalidades de la extractora de miel y cera

La máquina bifuncional extractora de miel y cera debe cumplir con ciertos requerimientos (**R**) y necesidades (**N**) para un correcto funcionamiento, en comparación de otro tipo de extractora de miel y cera que existan en el mercado.

Tabla 4.2.- Funcionalidad de la extractora de miel y cera

	Funcionalidades	
Funciones	La máquina debe extraer 6 marcos de miel y cera	R
	La máquina debe tener un sistema de control y seguridad	R
Energía	La máquina debe trabajar en la línea de tensión de 220 v	R
	La máquina deberá tener un sistema de protección de sobrecarga	N
Seguridad	La máquina debe ser hermética para evitar fugas del producto	R
	La máquina deberá tener la salubridad de la miel	N
Ergonomía	La máquina debe ser accesible para manipular el tablero de control	R
	La máquina debe ser accesible a la limpieza total de sus componentes	R
	La máquina debe ser accesible al mantenimiento	N
Señales	La máquina deberá realizar el proceso de extracción de forma visible	N
	la máquina debe tener luces de señalización de funcionamiento, control y seguridad	R

Control	La máquina debe tener un paro de emergencia	R
	La máquina debe tener un control de tiempo para la extracción de miel y cera	R
Funcionamiento	La máquina debe funcionar en condiciones de seguridad visibles	R

Fuente: (Autores)

4.4. Técnicas para el diseño de la máquina extractora de miel y cera

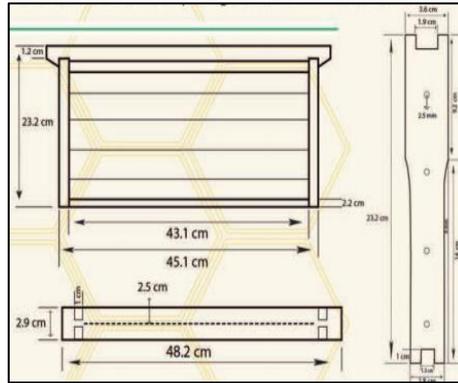
Las técnicas son; pasos que se deben seguir para poder realizar el proceso de diseño de la máquina extractora de miel y cera. Se inicia con:

- El diseño del marco donde se aloja la miel y cera a través del modelado por medio de software.
- Seguidamente se diseña el porta marcos y hexágono para la extracción de miel y cera a través del modelado por medio de software.
- Se diseña el tanque en acero inoxidable y la base donde va colocado el hexágono a través del modelado por medio de software.
- Se diseña la base del tanque a través del modelado por medio de software.
- La selección de los materiales se lo realizara a través de selección por medio de simulaciones de dichos materiales a través de software.
- La selección de los elementos eléctricos, electrónicos y de control de la extractora de miel y cera, se utilizará la selección por catálogos y por medio de cálculos.
- La automatización de la máquina extractora de miel y cera se lo hará por medio de programación y control de software.

4.5. Diseño del marco

Los marcos realizan la recolección de la miel y cera, para lo cual se tomó como guía el Compendio de fichas apícolas [19] que se centra en el diseño de marcos para panales, el cual nos indica que se realizar un panal con las siguientes dimensiones.

Figura 4.1.- Guía para el diseño del marco.



Fuente: ([17])

4.5.1. Densidad y volumen de la miel y cera

Densidad: Esta magnitud de la materia, es una medida del grado de compactación de un material o sustancia que se calcula con la Ec. 1.

$$\delta \frac{kg}{l} \left| \frac{1L}{0.001m^3} \right| = \delta \frac{kg}{m^3} \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde:

δ =Densidad (kg/m³)

Volumen: Es la propiedad física de la materia de un cuerpo en el espacio que ocupa y se calcula con la Ec. 2.

$$2.5L \left| \frac{1L}{0.001m^3} \right| = m^3 \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde:

v=Volumen (m³)

4.5.2. Cálculo de la masa de la miel y cera

El cálculo de la masa de la miel se lo realiza a través de la Ec. 3.

$$m_{mc} = \delta \times v \quad \text{Ec. (3)}$$

Donde:

m_{mc} =masa de la miel y cera (kg)

δ =Densidad (kg/m³)

v=Volumen (m^3)

4.5.3. Masa del marco con miel y cera

En este paso se procede a calcular la masa del marco combinada a la masa de la miel y cera para tener la masa total de un solo marco y se lo realiza a través de la Ec. 4.

$$m_{mmc} = m_{mc} + m_m \quad \text{Ec. (4)}$$

Donde:

m_{mmc} =masa del marco con miel y cera (kg)

m_{mc} =masa de la miel y cera (kg)

m_m =masa del marco (kg)

4.5.4. Masa total de los marcos

En este paso se calcula la masa total de los 6 marcos con miel y cera para poder diseñar el hexágono que extrae la miel y cera y se lo realiza a través de la Ec. 5.

$$m_{mmct} = m_{mmc} \times \#_{marcos} \quad \text{Ec. (5)}$$

Donde:

m_{mmct} =masa de los marcos total con miel y cera (kg)

m_{mmc} =masa del marco con miel y cera (kg)

$\#_{marcos}$ =cantidad de marcos utilizados (*adimencional*)

4.5.5. Peso de todos los marcos

En este paso se calcula el peso de los 6 marcos y se lo realiza a través de la Ec. 6.

$$w_{mmct} = m_{mmct} \times 9,8 \frac{m}{s^2} \quad \text{Ec. (6)}$$

Donde:

w_{mmct} =peso total de los marcos (N)

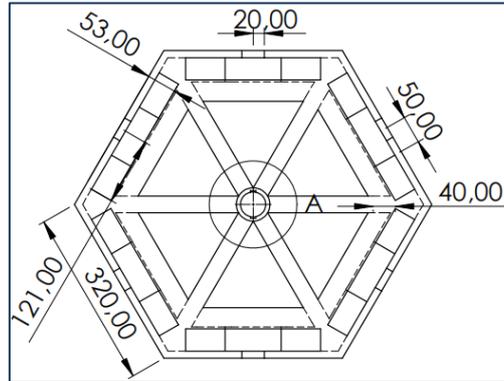
m_{mmct} =masa de los marcos total con miel y cera (kg)

$9.8 \frac{m}{s^2}$ =gravedad

4.6. Diseño del mecanismo giratorio (hexágono)

Para realizar el diseño de la estructura hexagonal de la máquina centrífuga es necesario considerar el diseño geométrico del porta marcos ya que este va alojarse dentro de la estructura hexagonal, después se consideran los pesos de los seis marcos llenos de miel y cera con un volumen de 2L a 3L, utilizando acero inoxidable AISI 316 de uso alimenticio.

Figura 4.2.- Diseño de la estructura hexagonal.



Fuente: (Autores)

4.6.1. Masa total del mecanismo giratorio (hexágono)

El cálculo de la masa de este elemento es de gran importancia para el diseño de la base que soporta el peso final del tanque, elementos de control y se lo realiza a través de la Ec. 7.

$$m_{ht} = m_h + m_{mmct} \quad \text{Ec. (7)}$$

Donde:

m_{ht} = masa del hexágono total (kg)

m_h = masa del hexágono (kg)

m_{mmct} = masa de los marcos total con miel y cera (kg)

4.6.2. Peso del mecanismo giratorio (hexágono)

En este paso se, calcula el valor del peso total mecanismo giratorio y se lo realiza a través de la Ec. 8.

$$w_h = m_{ht} \times 9,8 \frac{m}{s^2} \quad \text{Ec. (8)}$$

Donde:

w_h = peso del hexágono (N)

m_{ht} =masa del hexágono total (*kg*)

$9,8 \text{ m/s}^2$ =gravedad

4.7. Selección del Motor

En esta sección se procederá a la selección del motor en HP por medio del catálogo de Siemens para motores, la selección está conformada de tres pasos:

- Cálculo de la aceleración angular
- Cálculo del torque
- Cálculo de la potencia

4.7.1. Aceleración angular

La aceleración angular se calcula mediante la Ec. 9.

$$\alpha = \frac{w}{t} \quad \text{Ec. (9)}$$

Donde:

α =aceleración angular (*adimensional*)

w =#rpm

t =tiempo (*seg*)

4.7.2. Torque

El torque se calcula mediante la Ec. 10.

$$T = I \times \alpha \quad \text{Ec. (10)}$$

Donde:

T =Torque (*N.m*)

I =momento de inercia (*kg/m²*)

α =aceleración angular (*adimensional*)

4.7.3. Potencia

La potencia se calcula mediante la Ec. 11.

$$P = \frac{T \times \#_{RPM}}{7120,91} \quad \text{Ec. (11)}$$

Donde:

P=Potencia (*Hp*)

T=Torque (*N. m*)

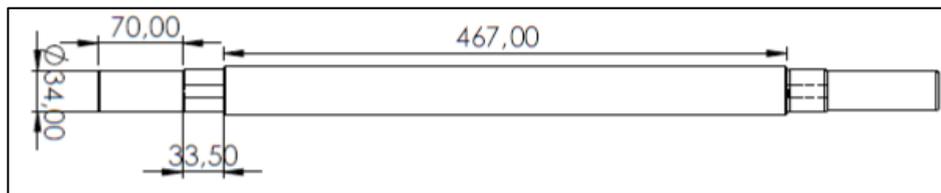
#*RPM*=Números de rpm

Constante =7120.91 (*adimencional*)

4.8. Diseño del árbol

El diseño del árbol se lo realizará a través del catálogo de Ferrum que distribuye el acero 1020 que es el más comercializado para este tipo de proyectos.

Figura 4.3.- Diseño del árbol



Fuente: (Autores)

4.8.1. Fuerza de tensión del árbol al arranque

La Fuerza de tensión se calcula mediante la Ec. 12.

$$F_T = \frac{T}{r} \quad \text{Ec. (12)}$$

Dónde:

F_T =Fuerza de tensión (*N*)

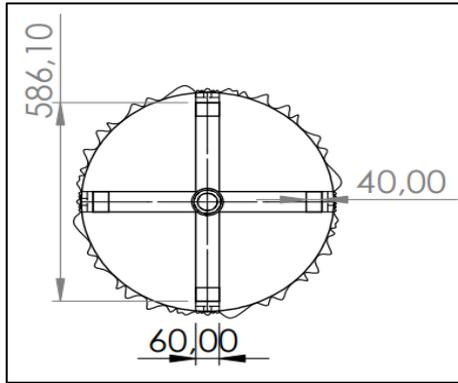
T=Torque del motor (*N. m*)

r=radio del árbol (*m*)

4.9. Diseño de la base del árbol

Se realizará el análisis de la base del árbol ya que en este punto se puede analizar con todos los elementos ya diseñados y montados por lo cual nos dará una lectura muy real, si el diseño de la base del árbol soportara el peso, se realizará dos análisis, primero el análisis de Tensión y el de Factor de seguridad (FDS).

Figura 4.4.- Diseño de la base del árbol



Fuente: (Autores)

4.10. Diseño del tanque

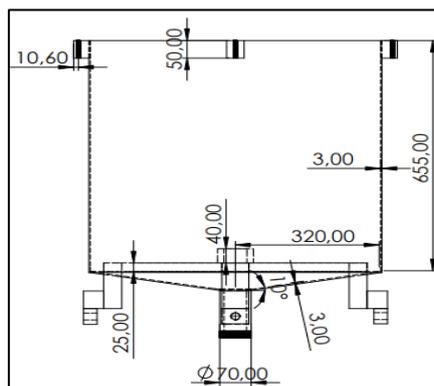
El diseño de la estructura del tanque, se lo realiza tomando en cuenta las medidas del hexágono, para tener el espacio suficiente que necesita la miel y la cera, se optó por usar el acero inoxidable 304 ya que es de uso general en procesos alimenticios. Para la selección del espesor más adecuado, se procederá a realizar una tabla de selección basado en ciertos criterios requeridos y diversos espesores habidos en el mercado que sean utilizables en este proyecto.

Tabla 4.3.- Selección del espesor

Características	Espesor de 0.08 mm	Espesor de 1.5 mm	Espesor de 3 mm
Deformación	-	-	-
Costo	-	-	-
Disponibilidad	-	-	-
Total	-	-	-

Fuente: (Autores)

Figura 4.5.- Diseño del tanque.



Fuente: (Autores)

4.10.1. Resistencia por conductividad en el AISI 304

Para calcular de la resistencia por conductividad se determina con la Ec. 13.

$$R_{cond} = \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2 \times \pi \times K \times L} \quad \text{Ec. (13)}$$

Donde:

\ln = Logaritmo natural (*adimensional*)

r_1 = Radio interno del tanque

L = Longitud del tanque (m)

K = Conductividad térmica del AISI 304 (W/m.K)

R_{cond} = Resistencia por conducción (W/K)

4.10.2. Pérdidas de calor a través de la pared de AISI 304

Para el cálculo de las pérdidas de calor totales a través de la pared se determina con la Ec. 14.

$$q_{(x)} = \frac{T_2 - T_1}{R_{cond}} \quad \text{Ec. (14)}$$

Donde:

T_2 = Temperatura interna del tanque (°K)

T_1 = Temperatura externa del tanque al ambiente (°K)

R_{cond} = Resistencia de conducción (W/K)

$q_{(x)}$ = Perdidas de calor (W)

4.11. Selección de la resistencia

Para el proceso de extracción de cera es necesario elevar la temperatura del tanque con el fin de lograr que la cera se derrita y se desprenda de los marcos se determina con las Ec. (15) y Ec. (16).

4.11.1. Calentamiento del volumen de un sólido

$$P = \frac{V \times \rho \times Cp \times (t_2 - t_1) \times 1,2}{860 \times T} \quad \text{Ec. (15)}$$

Donde:

P = Potencia a instalar en kW

V = Volumen a calentar en l.(o dm³)

p = *Peso en Kg/dm³*

V_p = *Peso a calentar en Kg*

t_1 = *Temperatura inicial en °C*

t_2 = *Temperatura final en °C*

C_p = *Calor específico en $\frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}^\circ\text{C}$*

T = *Temperatura de calentamiento en horas*

1.2

= Coef. de seg. considerando tolerancias sobre tensión del sector y sobre valor óhmico de la resistencia

4.11.2. Densidad de potencia

$$\frac{W}{\text{cm}^2} = \frac{P}{S} \quad \text{Ec. (16)}$$

Donde:

$\frac{W}{\text{cm}^2}$ = *Cargade la superficie W/cm²*

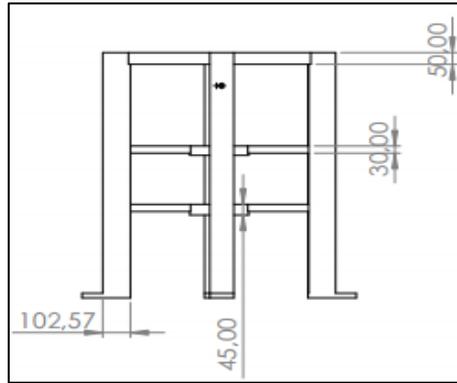
P = *Potencia del catucho calefactor (W)*

S = *Superficie (cm²) = diámetro(unidad en cm)*

4.12. Diseño de la base del tanque

Se procede a diseñar la base que soportará todo el peso total y movimiento de la extracción para lo cual se realizará un análisis, en el programa de diseño y simulación SolidWorks como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 4.6.- Diseño de la base del tanque.



Fuente: (Autores)

Se lo realizará con 3 aceros los cuales son Acero ASTM A36 el Acero AISI 1035 y el Acero al carbono NO aleado para poder seleccionar el material más idóneo a través de un análisis de cada material.

4.13. Selección de los tamices

La selección de los tamices se divide en dos. El primer tamiz filtrará las impurezas más grandes, mientras el segundo tamiz se encargará de limpiar las impurezas que se colaron por el primer tamiz de esta forma se obtendrá una miel y cera más limpia, para eso se utilizará tamices de acero inoxidable que estará en contacto directo con la miel.

4.14. Selección de la caja reductora

La selección de la caja reductora, se lo realizará por medio de un catálogo de Siemens y a través de las Ec. 17 y la Ec. 18 que indica el catálogo.

$$P_1 = \frac{T_2 \times n_2}{9550 \times n} \times f_s \quad \text{Ec. (17)}$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} \quad \text{Ec.(18)}$$

Dónde:

P_1 =Potencia de entrada al reductor (kW)

T_2 =Torque a la salida del reductor (requerido por la carga en Nm)

N_2 =Velocidad de salida del reductor (requerida por la carga en rpm)

N_1 =Velocidad de entrada del reductor (salida del motor en rpm)

η =Eficiencia del reductor

F_S =Factor de servicio de la máquina o aplicación accionada

I =Relación de reducción

4.15. Selección del retenedor

El retenedor que es esencial para mantener los fluidos del rodamiento de rodillo con el fin de no contaminar la miel y la cera, se lo realiza a través de la toma de datos:

- Diámetro del árbol,
- Diámetro de alojamiento del árbol
- Altura del alojamiento del árbol.

4.16. Selección de la caja de elementos

4.16.1. Cable conductor

Se aplica la Ec. 19 para seleccionar el calibre del conductor por medio de una tabla de Calibres-Amperaje que soporta tomando como guía la [20].

$$I_N = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times \cos \varphi} \quad \text{Ec. (19)}$$

Dónde:

I_N =Corriente nominal (A)

P=Potencia (Hp)

V=Voltaje (V)

φ =Factor de potencia (*adimensional*)

Tabla 4.4.- Calibres de cobre-Amperaje

Tipo de aislante	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2
Temperatura	60 °C	75 °C	90 °C
Calibre	Amperaje que soporta		
14 AWG	15 Amp	15 Amp	15 Amp
12 AWG	20 Amp	20 Amp	20 Amp
10 AWG	30 Amp	30 Amp	30 Amp

Fuente: (construyendo.co)

4.16.2. Corriente de sobrecarga

Para la protección de la máquina es necesario saber la Corriente de sobrecarga a través de la Ec. 20.

$$I_{SC} = I_N \times 1,1 \quad \text{Ec. (20)}$$

Dónde:

I_{SC} =Corriente sobrecarga (A)

I_N =Corriente nominal (A)

4.17. Plano eléctrico

Para los planos eléctricos se lo realizará en base a todos los elementos que ya se ha seleccionado en el punto anterior, siguiendo la programación hecha en Logo Comfort v8 para su funcionamiento, se realizará tanto los diagramas de fuerza como los de control.

4.18. Automatización

Para automatización de la extracción de miel y cera, se lo realizará a través del Logo (controlador lógico programable) para eso se debe tener en cuenta todos los elementos que intervienen en el proceso de extracción.

El proceso está dividido en 3 fases:

4.18.1. Primera etapa (sistema de seguridad para la puerta)

En esta etapa se automatizará el sistema de seguridad, el cual evita que se realice la extracción de cera y miel mientras la puerta este abierta para evitar posibles accidentes.

4.18.2. Segunda etapa (extracción de miel)

En esta etapa se automatizará la extracción de miel la cual es dependiente del sistema de seguridad, pero independiente de la extracción de cera.

4.18.3. Tercera etapa (extracción de cera)

En esta etapa se automatizará la extracción de cera el cual también es dependiente del sistema de seguridad, pero igual de independiente de la extracción de miel.

4.19. Selección de entradas y salidas del logo

Para este proceso serán necesarias un número de entradas y salidas necesarias con el fin de obtener el proceso correcto.

Tabla 4.5.- Uso de las entradas y salidas del logo

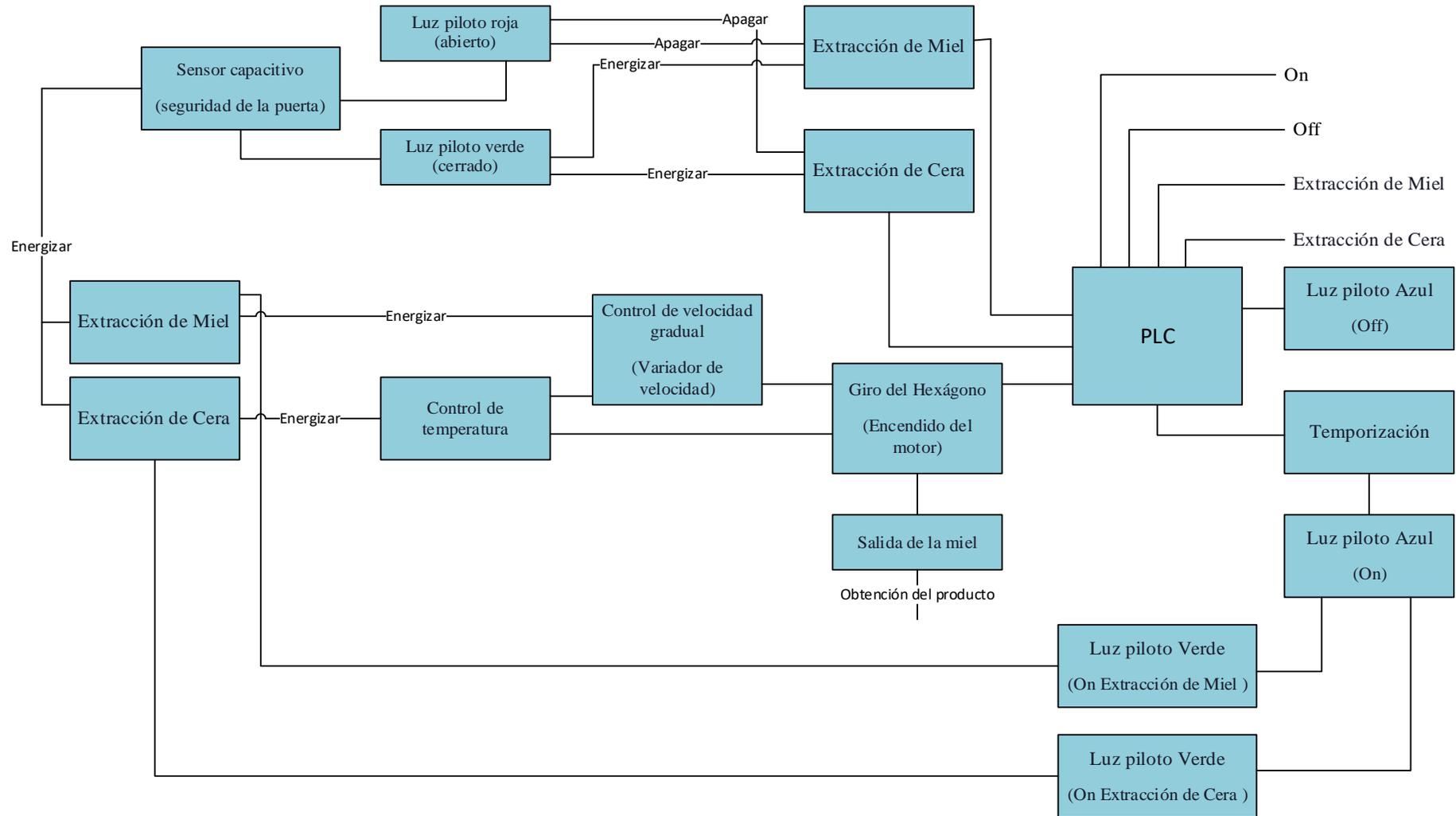
Entradas	Elementos	Salidas	Elementos
2	Pulsador 1 (encendido y apagado)	1	Motor
1	Pulsador 2 (extraer miel)	1	Variador de velocidad
1	Pulsador 3 (extraer cera)	4	Luces piloto
1	Paro de emergencia	2	Resistencia tubular
1	Sensor inductivo (seguridad de la compuerta)		

Fuente: (Autores)

4.19.1. Diagrama de flujo

Con la siguiente tabla de flujo se puede apreciar el proceso que realizará la máquina en el momento de extraer la miel y la cera.

Figura 4.7.- Diagrama de flujo de control



Fuente: (Autores)

5. ANÁLISIS Y RESULTADOS

5.1. Proceso de extracción de miel y cera

La extracción de miel y cera, será un proceso automático de principio a fin, tanto para el proceso de extracción de miel y el proceso de extracción de cera que son independientes uno del otro, con el fin de evitar el contacto humano a lo más esencial como el cambio de posición de los marcos.

5.1.1. Densidad de la miel y cera

Densidad: Se lo transforma con la Ec. 1.

$$1.40 \frac{kg}{l} \left| \frac{1L}{0.001m^3} \right| = 1400 \frac{kg}{m^3}$$

Volumen: Se lo transforma con la Ec. 2.

$$2.5L \left| \frac{1L}{0.001m^3} \right| 0.0025 = m^3$$

5.1.2. Cálculo de la masa de la miel y cera

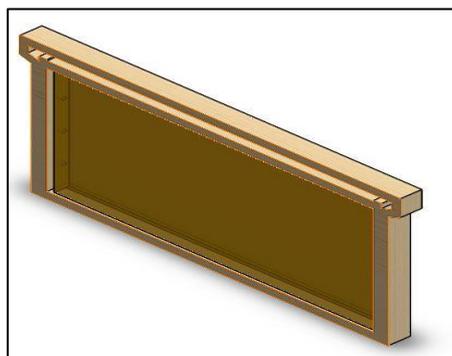
Se procede a calcular la masa de la miel y cera a través de la Ec. 3.

$$m_{mc} = 1400 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,0025m^3$$
$$m_{mc} = 3,5kg$$

5.2. Diseño de los marcos

Con las medidas utilizadas de la Guía [19] junto con el programa de diseño SolidWorks, se diseñó el marco para la base de la cera que alojará la miel, utilizando madera de pino.

Figura 5.1.- Marco diseñado en el software SolidWorks



Fuente:_(Autores)

5.2.1. Cálculo de la masa del marco con miel y cera

Para poder diseñar el tanque que soporta el peso, es necesario conocer la masa del marco lleno de miel y cera, tienen una masa combinada con la del marco y se aplica la Ec. 4.

$$m_{mmc} = 3.5kg + 0.77kg$$
$$m_{mmc} = 4.27kg$$

5.2.2. Cálculo de la masa total de todos los marco

Una vez ya calculado la masa del marco se procede a calcular la masa total de los 6 marcos llenos de miel y se aplica la Ec. 5.

$$m_{mmct} = 4,27kg \times 6_{marcos}$$
$$m_{mmct} = 25,62kg$$

5.2.3. Cálculo del peso de todos los marcos

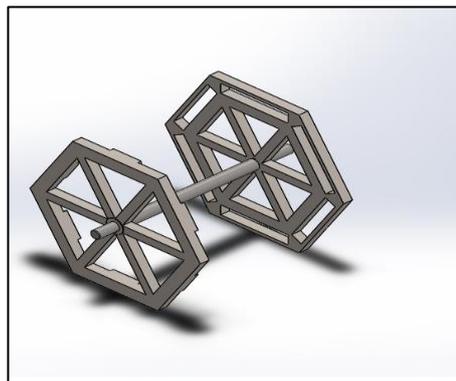
Finalmente se procede a calcular el peso de los 6 marcos llenos de miel y cera para poder dimensionar el tanque y se aplica la Ec. 6.

$$w_{mmct} = 25,62kg \times 9,8 \frac{m}{s^2}$$
$$w_{mmct} = 251,076N$$

5.3. Diseño del elemento giratorio (hexágono)

Ya con los marcos diseñados bajo la guía de [19] se procede al diseño del elemento giratorio (hexágono) utilizando los marcos como guía ya que debe alojar 6 marcos en total.

Figura 5.2.- Mecanismo giratorio (hexágono) diseñado en el software SolidWorks



Fuente: (Autores)

5.3.1. Cálculo de la masa total del mecanismo giratorio (hexágono)

Se procede a calcular la masa total del elemento móvil junto con los 6 marcos en conjunto utilizando el dato que indica SolidWorks el cual es 72.9311 kg para lo que se aplica la Ec. 7.

$$m_{ht} = 72.9311kg + 25.62kg$$

$$m_{ht} = 98.5511kg$$

5.3.2. Cálculo del peso del elemento móvil (hexágono)

Para poder calcular el peso total del elemento móvil se aplica la Ec. 8.

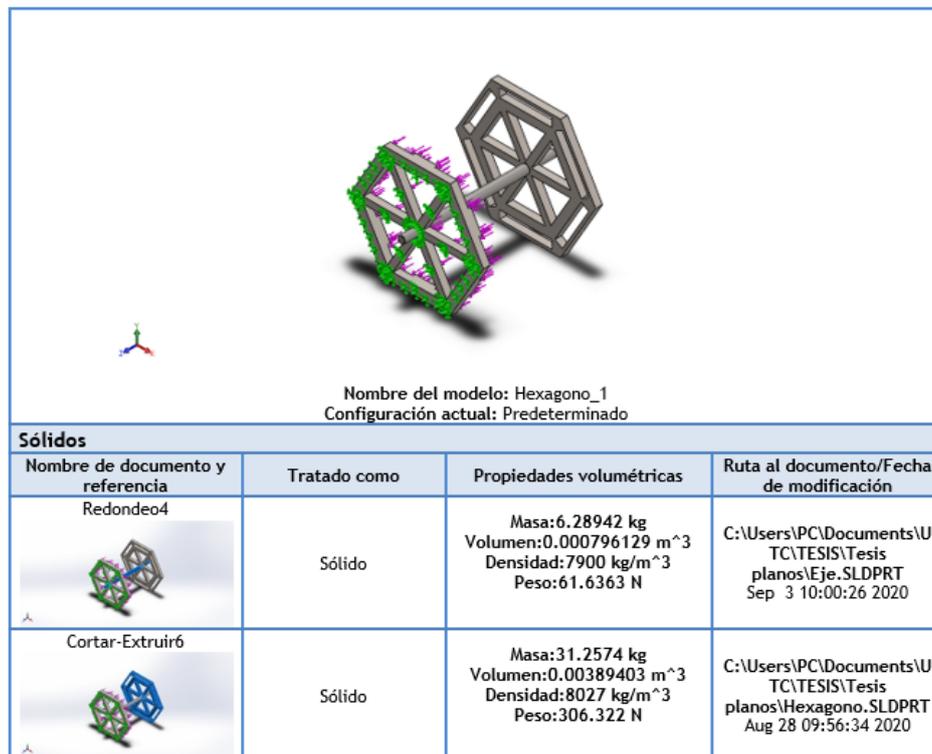
$$w_h = 98,5511kg \times 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$w_h = 965,8007N$$

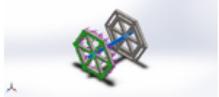
5.4. Análisis del mecanismo giratorio

Para la comprobación se puede visualizar los análisis de tensiones, análisis de desplazamiento, análisis de deformación unitaria, análisis de factor de seguridad (FDS) y análisis de fatiga, realizados al mecanismo giratorio (hexágono).

Figura 5.3.- Información del Mecanismo giratorio (hexágono) diseñado en el software SolidWorks.

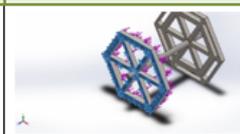


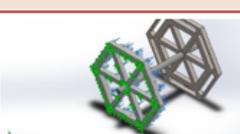
Nombre del modelo: Hexagono_1
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
 Redondeo4	Sólido	Masa:6.28942 kg Volumen:0.000796129 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:61.6363 N	C:\Users\PC\Documents\U TC\TESIS\Tesis planos\Eje.SLDPRT Sep 3 10:00:26 2020
 Cortar-Extruir6	Sólido	Masa:31.2574 kg Volumen:0.00389403 m ³ Densidad:8027 kg/m ³ Peso:306.322 N	C:\Users\PC\Documents\U TC\TESIS\Tesis planos\Hexagono.SLDPRT Aug 28 09:56:34 2020

Fuente:_(Autores)

Figura 5.4.- Cargas aplicadas en el Mecanismo giratorio (hexágono)

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija			
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	3.08133e-05	1.08364e-05	-34.3001	34.3001	
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0	

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga			
Fuerza-1		Entidades: 7 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 34.3 N			

Fuente:_(Autores)

Figura 5.5.- Información de la malla.

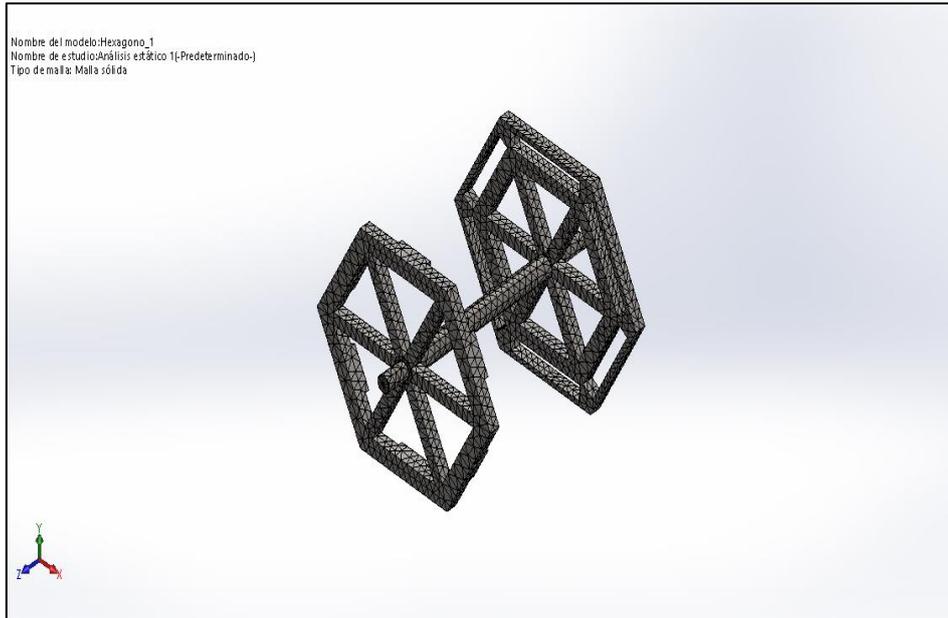
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	18.9807 mm
Tolerancia	0.949037 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	24032
Número total de elementos	12164
Cociente máximo de aspecto	14.687
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	93.8
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.0904
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh; mm; ss):	00:00:04
Nombre de computadora:	SLARK

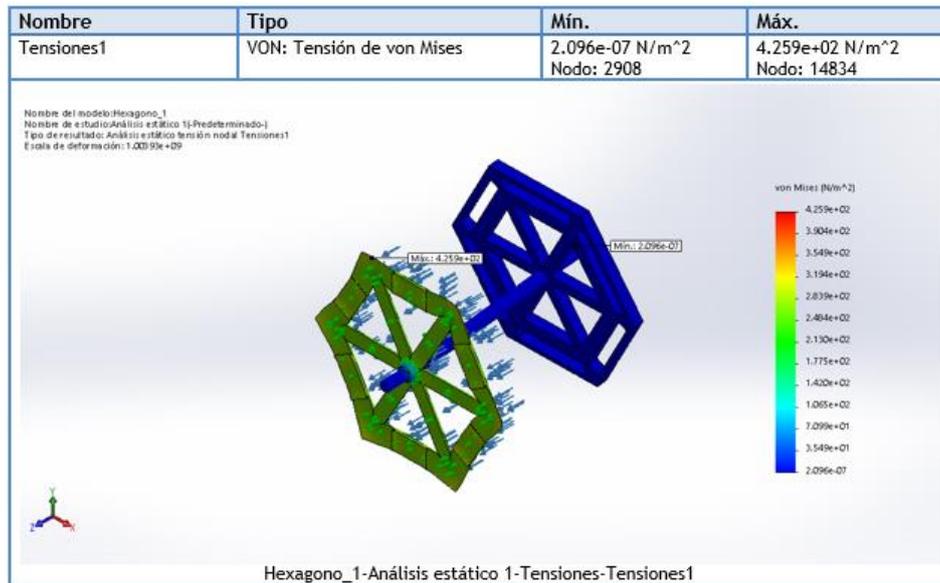
Fuente:_(Autores)

Figura 5.6.- Modelo del Mecanismo giratorio (Hexágono) analizar.



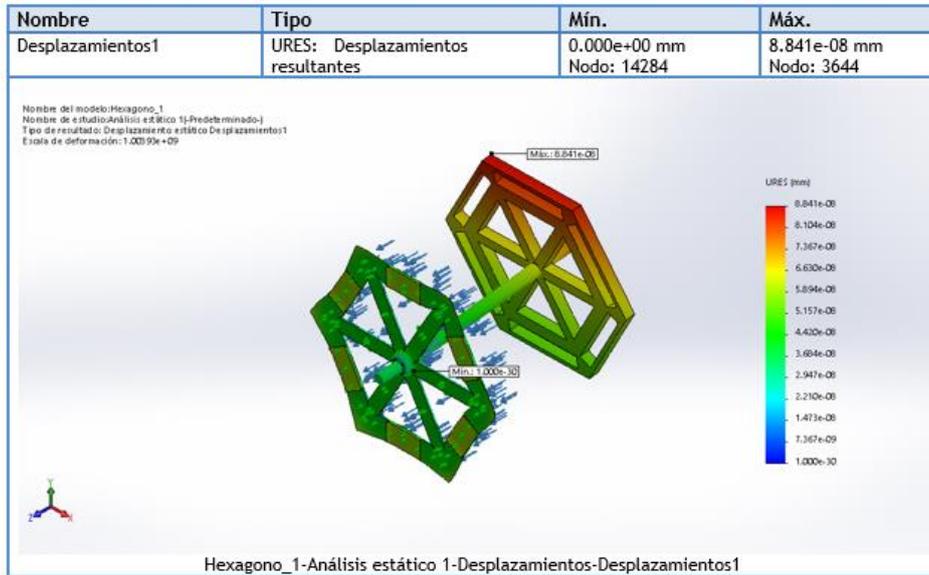
Fuente: (Autores)

Figura 5.7.- Análisis de tensiones del Mecanismo giratorio (Hexágono).



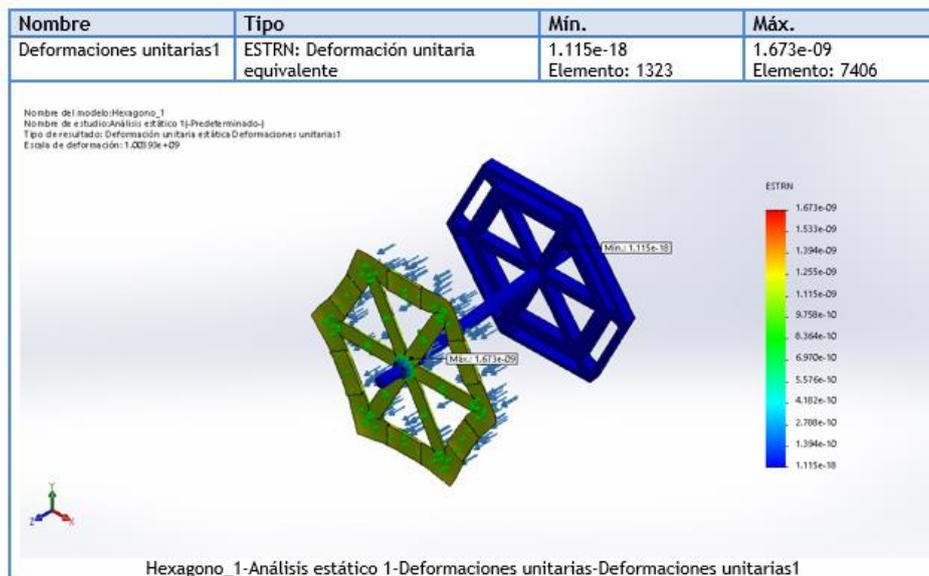
Fuente: (Autores)

Figura 5.8.- Análisis de desplazamiento del Mecanismo giratorio (Hexágono).



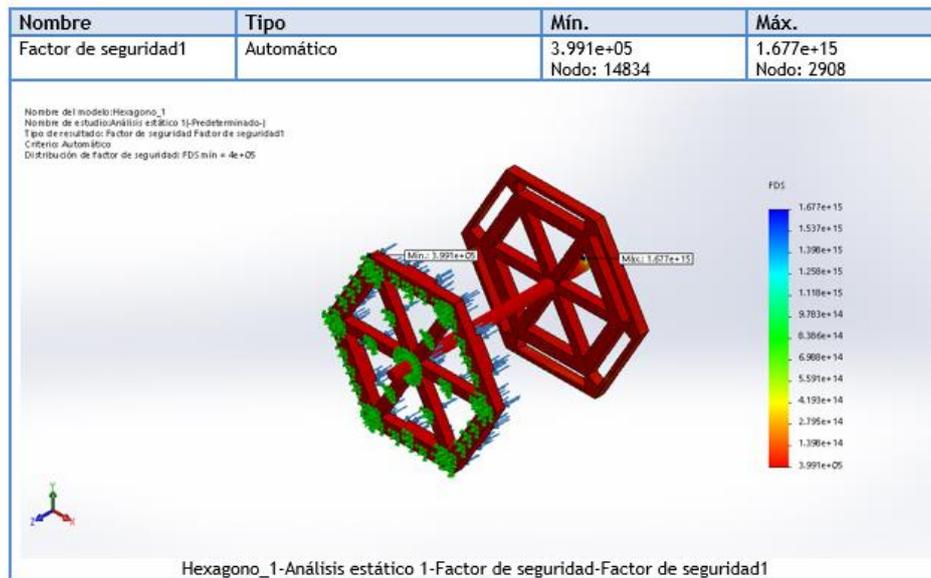
Fuente:_(Autores)

Figura 5.9.- Análisis de deformación del Mecanismo giratorio (Hexágono).



Fuente:_(Autores)

Figura 5.10.- Análisis de factor de seguridad del Mecanismo giratorio (Hexágono).



Fuente:_(Autores)

5.5. Selección del motor

La selección del motor, se lo realiza a través del cálculo de la aceleración angular, el torque, la potencia que determina, cual es el motor idóneo para el proyecto.

5.5.1. Cálculo de la aceleración angular

Previamente asumido 190 rpm de velocidad para poder extraer la miel sin romper la base de cera se procede a calcular la aceleración angular y se aplica la Ec. 9.

$$\alpha = \frac{w}{t}$$

$$\alpha = \frac{190 \frac{rev}{min} \left| \frac{1 min}{60 seg} \right| \left| \frac{2 rad}{1 rev} \right|}{10_{seg}}$$

$$\alpha = 6.33 \frac{rad}{s^2}$$

5.5.2. Cálculo del torque

El cálculo del torque es esencial ya que nos indica el torque requerido para poder mover el (hexágono) con los 6 marcos llenos de miel y cera para realizar la extracción se aplica la Ec. 10.

$$T = I \times \alpha$$

$$T = 5,9809 \frac{kg}{m^2} \times 6,3 \frac{rad}{s^2}$$

$$T = 37,8590 N.m$$

5.5.3. Cálculo de la potencia

El último paso es calcular la potencia en HP, para realizar la selección del motor más adecuado que cumpla con la extracción de la miel y cera de manera exitosa; se aplica la Ec. 11.

$$P = \frac{T \times \#_{RPM}}{7120,91}$$

$$P = \frac{37,8590 N.m \times 190 rpm}{7120,91}$$

$$P = \frac{71,9321}{7120,91}$$

$$P = 1,0101 Hp$$

5.5.4. Selección por catálogo

Una vez obtenida la potencia requerida para el funcionamiento de la extractora bifuncional de miel y cera, se optó por el motor 1LEO141-0DA26-4AA4-Z de 1 HP con el catálogo de Siemens, como se observa en el Anexo V.

5.6. Diseño del árbol

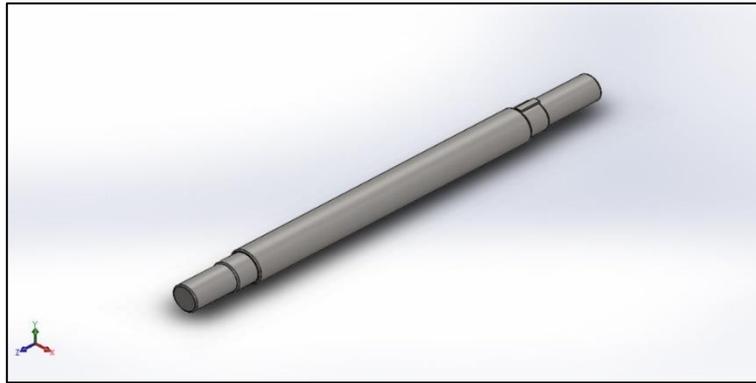
El árbol se lo realizó, a través de la selección del catálogo de acero AISI 1020 de la empresa Ferrum que es el más comercializado para este tipo de proyectos como se observa la Tabla 5.1.

Tabla 5.1.- Selección del conductor (AWG)

Material	Diámetro	Diámetro mm
AISI 1020	(1.3/8")	35 mm
AISI 1020	(1.1/2")	38 mm
AISI 1020	(1.9/16")	40 mm
AISI 1020	(1.3/4")	45 mm
AISI 1020	(2")	50 mm

Fuente:_(Autores)

Figura 5.11.- Árbol escalonado diseñado en el software SolidWorks



Fuente: (Autores)

5.6.1. Fuerza de tensión del árbol al arranque

La fuerza de tensión que se ejerce sobre el árbol de acero 1020 y se aplica la Ec. 12.

$$F_T = \frac{37.8590 \text{ N.m}}{0.04}$$

$$F_T = 946.475 \text{ N}$$

$$F_T = 0.946 \text{ kN}$$

5.6.2. Análisis del árbol

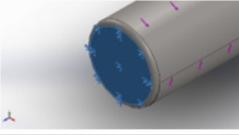
Figura 5.12.- Información del árbol diseñado en el software SolidWorks

Nombre del modelo: Eje
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Redondeo4	Sólido	Masa:6.28749 kg Volumen:0.000795885 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:61.6174 N	C:\Users\PC\Documents\U TC\TESIS\Tesis planos\Eje.SLDPR T Aug 28 10:32:50 2020

Fuente: (Autores)

Figura 5.13.- Cargas aplicadas en el árbol.

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-1.07532	-0.107063	-0.0300903	1.08105
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Torsión-1		Entidades: 4 cara(s) Referencia: Cara< 1 > Tipo: Aplicar momento torsor Valor: 37.85 N.m		

Fuente:_(Autores)

Figura 5.14.- Información de la malla.

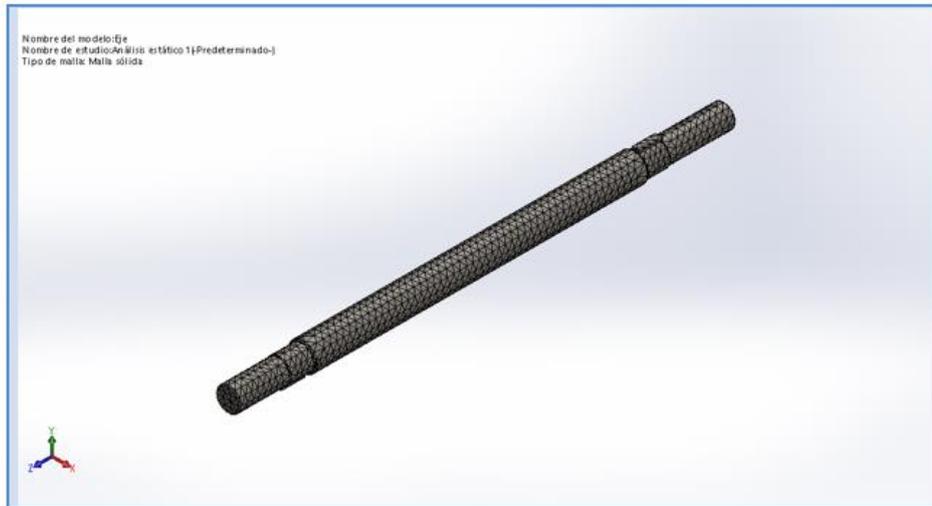
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	0.917015 cm
Tolerancia	0.0458507 cm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	15323
Número total de elementos	9427
Cociente máximo de aspecto	23.403
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	95.2
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.286
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh; mm; ss):	00:00:02
Nombre de computadora:	SLARK

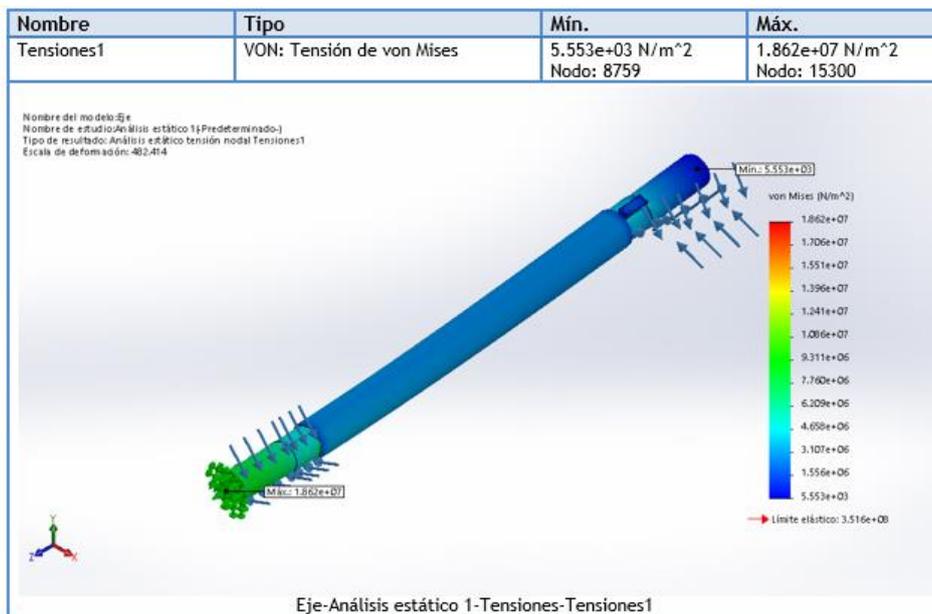
Fuente:_(Autores)

Figura 5.15.- Modelo del Árbol a analizar.



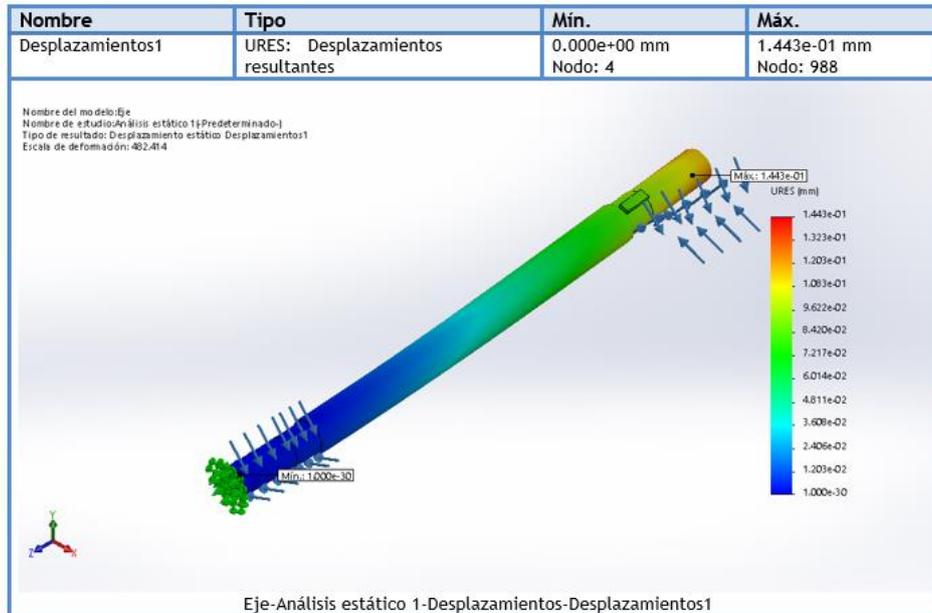
Fuente: (Autores)

Figura 5.16.- Analisis de Tensión en el Árbol.



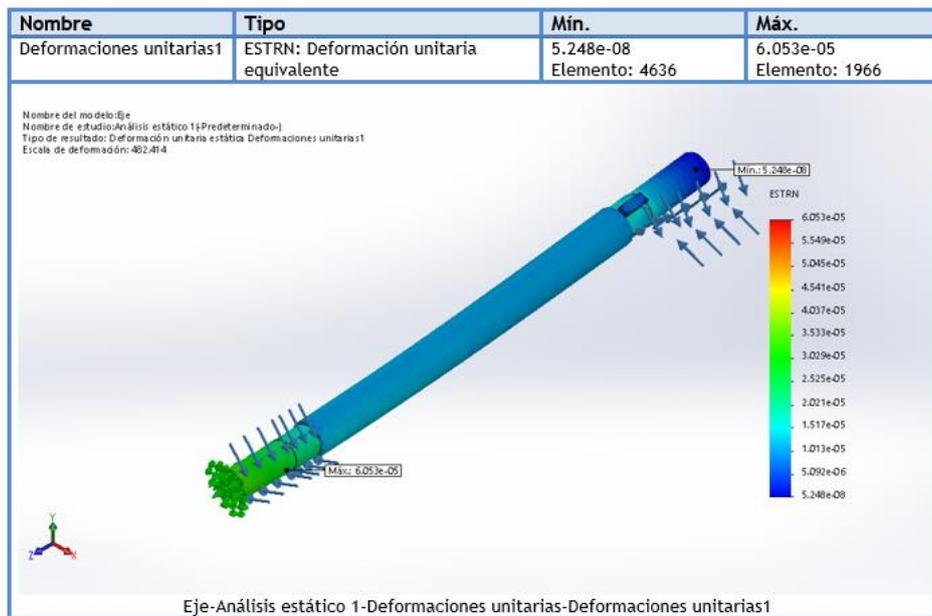
Fuente: (Autores)

Figura 5.17.- Analisis de Desplazamiento en el Eje.



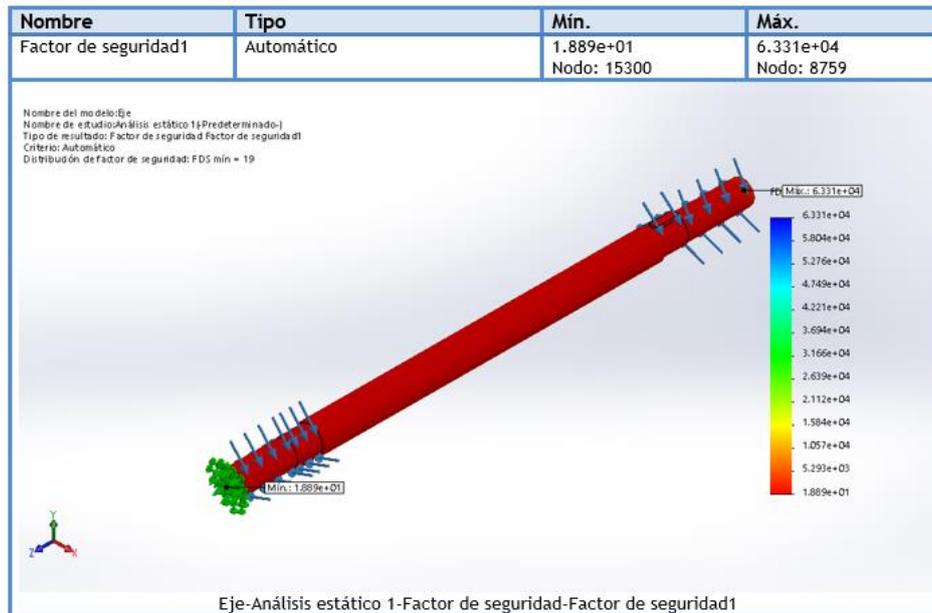
Fuente:_(Autores)

Figura 5.18.- Analisis de Deformación unitaria en el Eje.



Fuente:_(Autores)

Figura 5.19.-Análisis de Factor de seguridad en el Eje.

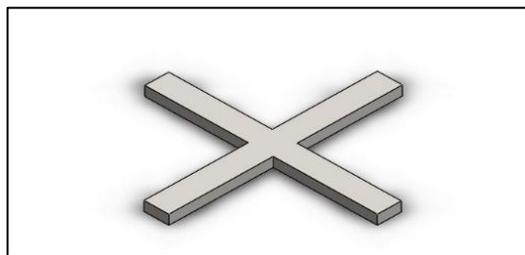


Fuente:_(Autores)

5.7. Diseño de la base del árbol

Los análisis que se realizaron son de tensión de desplazamiento y de factor de seguridad (FDS) como se puede observar en las siguientes imágenes y para más detalles dirigirse al anexo VII.

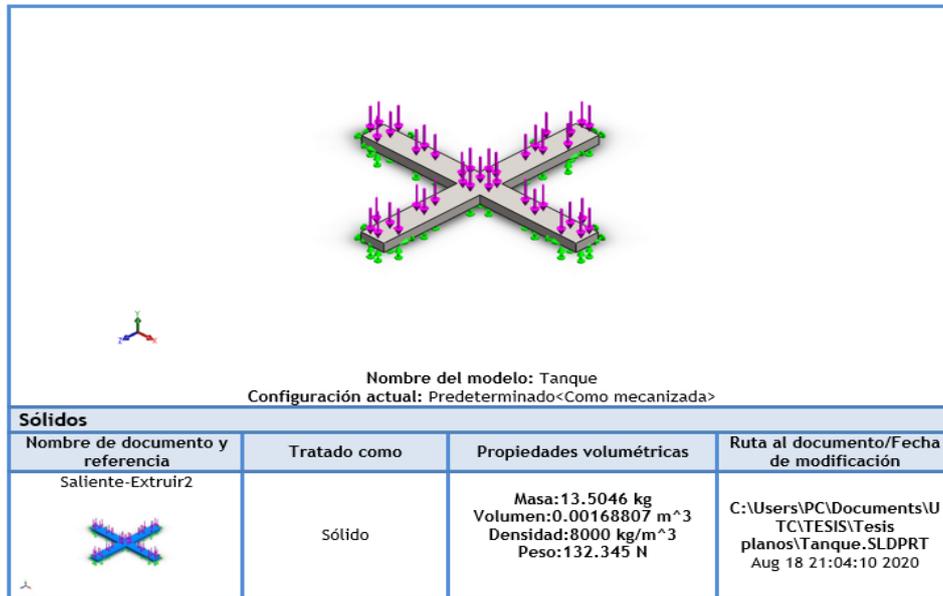
Figura 5.20.- Base del árbol escalonado diseñado en el software SolidWorks



Fuente: (Autores)

5.7.1. Análisis de la base del árbol

Figura 5.21.- Información de la Base del árbol diseñado en el software SolidWorks



Fuente:_(Autores)

Figura 5.22.- Carga aplicada en la Base del árbol.

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija			
Fuerzas resultantes					
Componentes		X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)		0.00421746	965.836	-0.00352871	965.836
Momento de reacción(N.m)		0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga	
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 965.79 N	

Fuente:_(Autores)

Figura 5.23.- Información de la malla.

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	3.95923 cm
Tolerancia	0.197961 cm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	939
Número total de elementos	384
Cociente máximo de aspecto	6.5384
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	93
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:01
Nombre de computadora:	SLARK

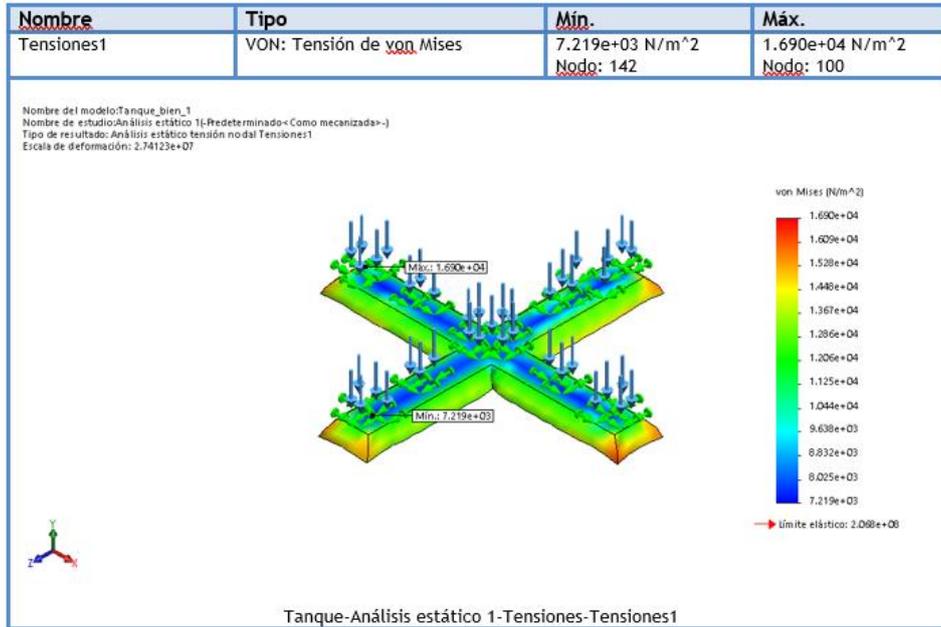
Fuente:_(Autores)

Figura 5.24.- Modelo de la Base del árbol a analizar.



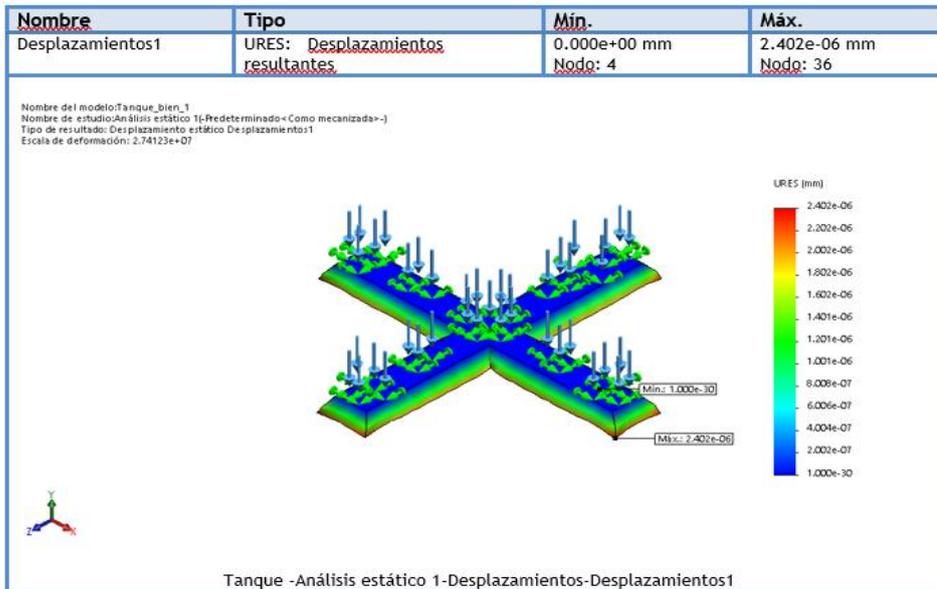
Fuente:_(Autores)

Figura 5.25.-Análisis de Tensión de la Base del árbol.



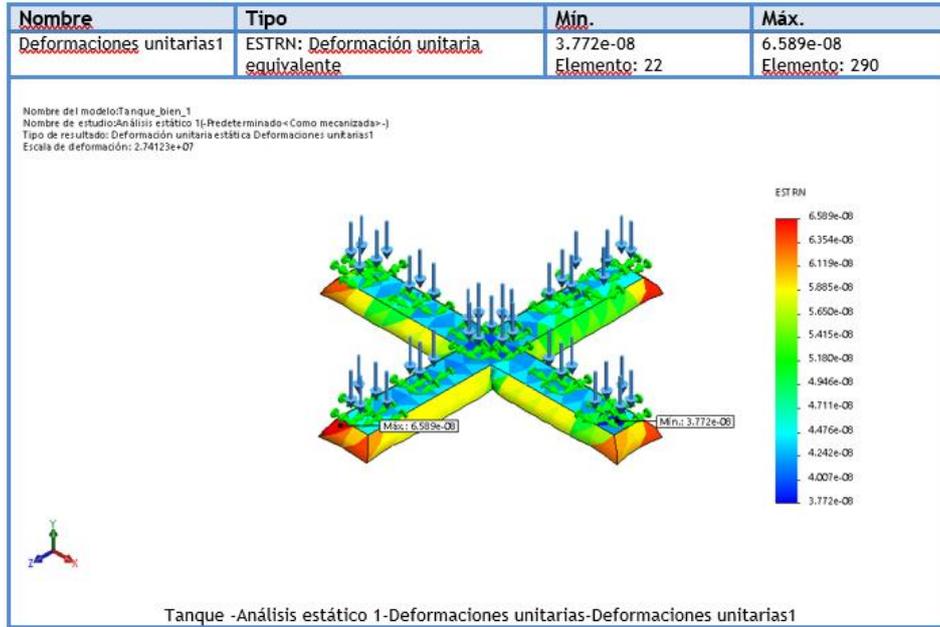
Fuente:_(Autores)

Figura 5.26.-Análisis de Desplazamiento en la Base del árbol.



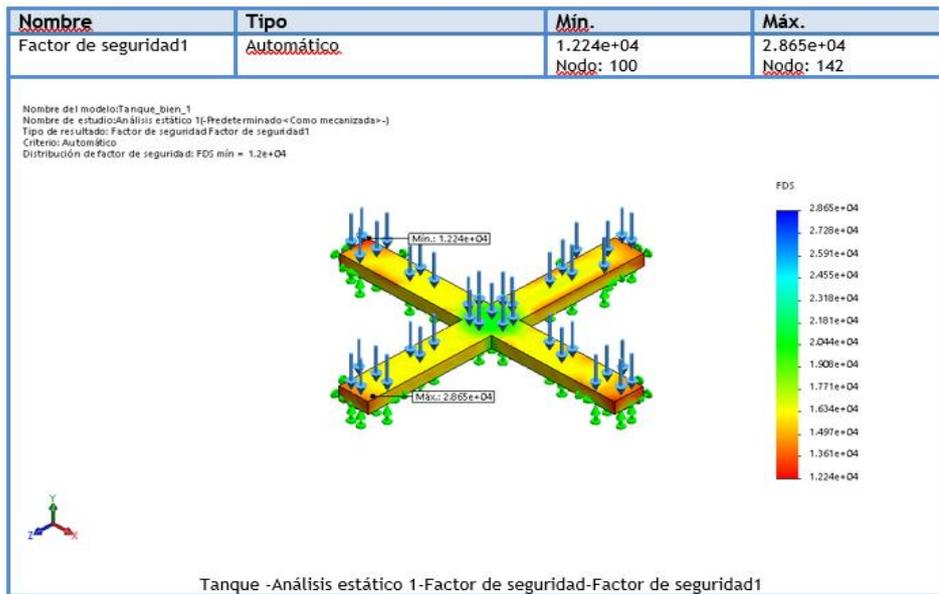
Fuente:_(Autores)

Figura 5.27.-Análisis de Deformación Unitaria en la Base del árbol.



Fuente:_(Autores)

Figura 5.28.-Análisis de Factor de seguridad en la Base del árbol.



Fuente:_(Autores)

5.8. Diseño del tanque

Para el tanque, se seleccionó el espesor del acero inoxidable AISI 304 basado en el diseño de los marcos que alojan la miel y cera, con una calificación de 0 a 2 donde 1=bueno, 2=medio y 0=malo como se indica en la Tabla 5.2.

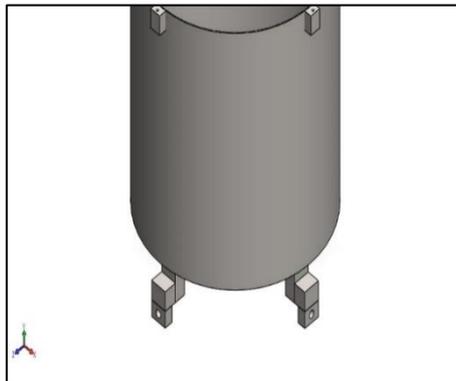
Tabla 5.2.- Selección del espesor para el tanque

Características	Espesor de 0.08 mm	Espesor de 1.5 mm	Espesor de 3 mm
Deformación	0	0	1
Costo	1	2	2
Disponibilidad	1	1	1
Total	2	3	4

Fuente:_(Autores)

A través de la tabla de selección, se llegó a la conclusión de que el espesor de 3 mm es el más adecuado ya que es el único que soporta el peso y fuerza que se realizará.

Figura 5.29.- Tanque diseñado en el software SolidWorks



Fuente:_(Autores)

5.8.1. Diseño térmico del tanque

- Radio externo del tanque = 666mm = 0.666m
- Espesor del Tanque = 3mm = 0.003m
- Longitud del tanque = 846.97mm = 0.84697m
- Conductividad térmica del AISI 304 = 14.9 W/m. K
- Densidad del AISI 304 = 7900 kg/m³
- Capacidad calorífica del AISI 304 = 477 J/kg. K
- Temperatura externa del recipiente = 13 °C → 286.15 K
- Temperatura interna del recipiente = 35 °C → 308.15 K

5.8.2. Resistencia por conductividad en el AISI 304

Para calcular la resistencia por conductividad se determina con la Ec. 14.

$$r_1 = r_2 = e$$

$$r_1 = 666\text{mm} - 3\text{mm} = 663\text{mm}$$

$$R_{cond} = \frac{\ln\left(\frac{666}{663}\right)}{2 \times \pi \times \left(14.9 \frac{W}{m.K}\right) \times (0.3m)}$$
$$R_{cond} = 0.00016 \frac{K}{W}$$

5.8.3. Pérdidas de calor a través de la pared de AISI 304

Para el cálculo de las pérdidas de calor totales a través de la pared del tanque se determina con la Ec. 15.

$$T_1 = 286.15\text{k}$$

$$T_2 = 308.15\text{k}$$

$$q_{(x)} = \frac{308.15\text{K} - 286.15\text{K}}{0.0016 \frac{K}{W}}$$
$$q_{(x)} = 137.5\text{W}$$

5.9. Selección de la resistencia

Para que la extracción de cera es necesario una temperatura de 35°C con el fin que logre desprenderse en el marco esta resistencia se seleccionará del catálogo CRN TECNOPART S.A. a través de las siguientes Ec. (16) y Ec. (17).

$$P = \frac{9.4 \times 7.8 \times 0.12 \times (35 - 13.4) \times 1,2}{860 \times 0.08333}$$

$$P = 3.18\text{kW}$$

$$P = 3180\text{W}$$

Este valor calculado en 3042.5 W es la potencia requerida real tomando en cuenta las pérdidas que hay en el AISI 304 realizada en la Ec. (16).

$$\frac{W}{cm^2} = \frac{5300}{65.20}$$

$$\frac{W}{cm^2} = 81.28 \frac{W}{cm^2}$$

En base de los cálculos realizados se seleccionó la resistencia tipo tubular Moledo REINF 460 con una potencia de 500W y con una densidad de 5.7 W/cm² como se puede visualizar Anexo XII.

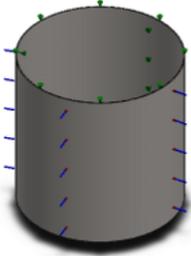
Con la potencia 3043,5 W y con la potencia de la resistencia seleccionada nos indica que debemos utilizar 6 resistencias tubulares

5.9.1. Análisis térmico del tanque

Se realiza los análisis correspondientes para comprobar que la temperatura requerida de 35°C se logra obtener con las resistencias seleccionadas.

Figura 5.30.- Información de la Resistencia en el software SolidWorks.

Información de modelo



Nombre del modelo: Ensamblaje1
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Cortar-Extruir4 	Sólido	Masa:40.2045 kg Volumen:0.00502556 m ³ Densidad:8000 kg/m ³ Peso:394.004 N	C:\Users\PC\Documents\U TC\TESIS\Tesis planos\tanque_bien_1.SL DPRT Aug 30 18:35:25 2020

Fuente:_(Autores)

Figura 5.31.- Análisis térmico

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: Cobre Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Conductividad térmica: 390 W/ (m.K) Calor específico: 390 J/ (kg. K) Densidad: 8900 kg/m ³	Sólido 9(Cortar-Extruir4) (Tanque_blen_1-1)
Datos de curva: N/A		
	Nombre: AISI 304 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Conductividad térmica: 16 W/ (m.K) Calor específico: 500 J/ (kg. K) Densidad: 8000 kg/m ³	<Material_ComponentList1>
Datos de curva: N/A		

Cargas térmicas

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Temperatura-1		Entidades: 1 cara(s) Temperatura: 35 Celsius
Convección-1		Entidades: 2 cara(s) Coeficiente de convección: 0.0564 W/ (m ² .K) Variación de tiempo: Desactivar Variación de temperatura: Desactivar Temperatura ambiente: 286.65 Kelvin Variación de tiempo: Desactivar

Fuente:_(Autores)

Figura 5.32.- Informe de la malla

Información de malla

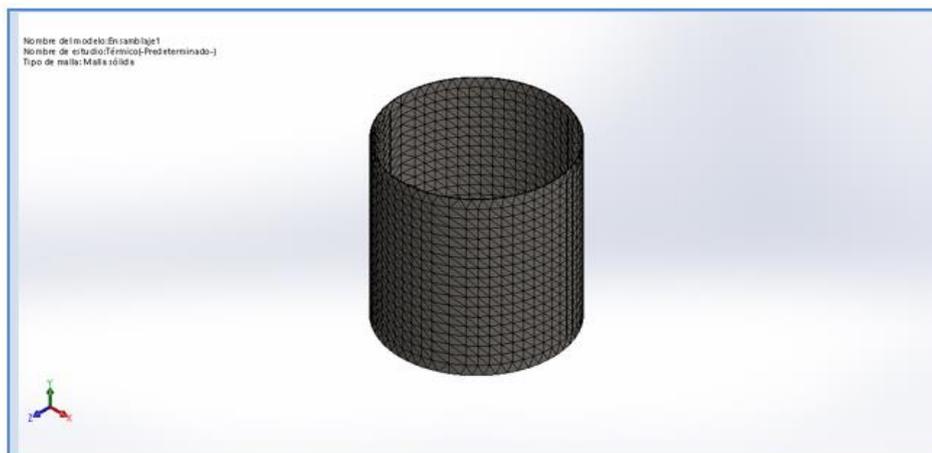
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	36.6452 mm
Tolerancia	1.83226 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	14900
Número total de elementos	7361
Cociente máximo de aspecto	39.796
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	0
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	99.7
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh; mm; ss):	00:00:03
Nombre de computadora:	SLARK

Fuente:_(Autores)

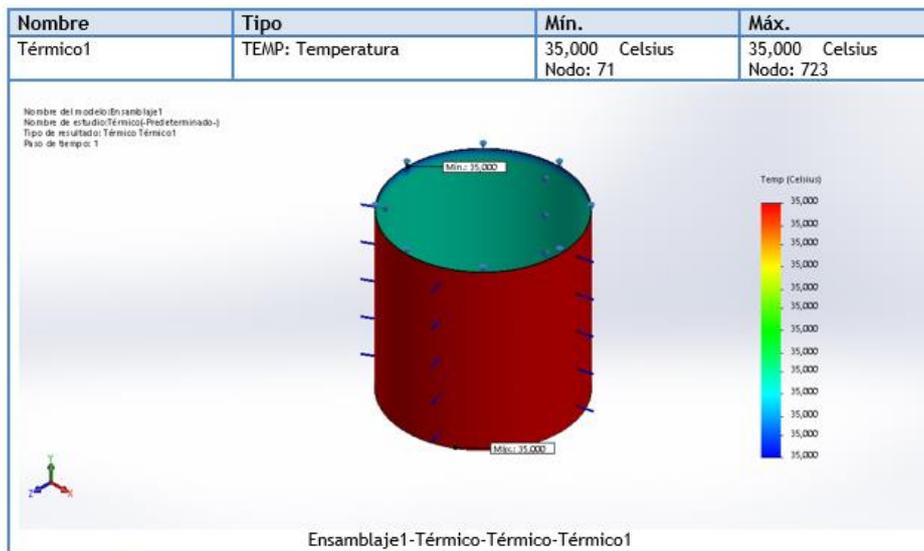
Figura 5.33.- Modelado del tanque a analizar



Fuente:_(Autores)

Figura 5.34.- Análisis térmico

Resultados del estudio

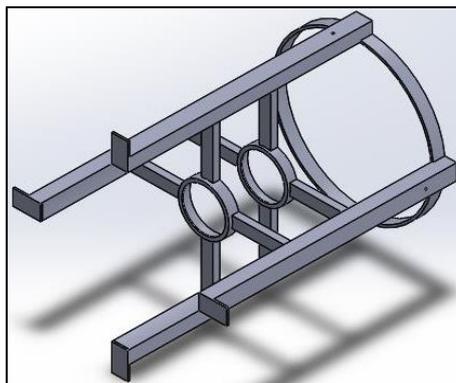


Fuente:_(Autores)

5.10. Diseño de la base del tanque

El diseño de la base del tanque, soportará todo el peso total y movimiento de la extracción, para lo cual se realizará un análisis, en el programa de diseño SolidWorks como se muestra en la figura 5.35.

Figura 5.35.- Diseño de la base.

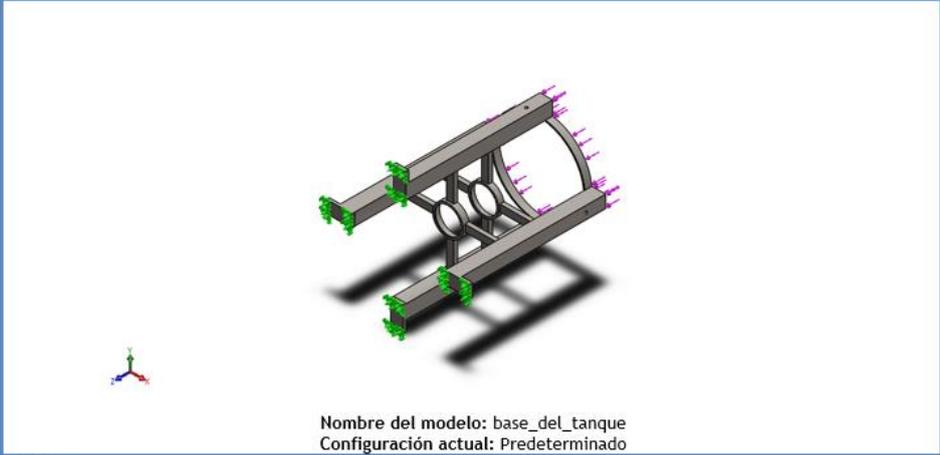


Fuente: (Autores)

5.10.1. Análisis de la base del tanque

Se realiza los análisis correspondientes para comprobar su estabilidad.

Figura 5.36.- Información de la Base del Tanque diseñado en el software SolidWorks.



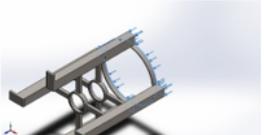
Nombre del modelo: base_del_tanque
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
 Saliente-Extruir9	Sólido	Masa:330.288 kg Volumen:0.042075 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:3236.83 N	C:\Users\PC\Documents\U TC\TESIS\Tesis planos\base_del_tanque.S LDPRT Aug 28 23:41:42 2020

Fuente:_(Autores)

Figura 5.37.- Carga aplicada en la Base del Tanque.

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 4 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.000877984	0.0033462	-1185.02	1185.02
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 1185.02 N		

Fuente:_(Autores)

Figura 5.38.- Información de la malla.

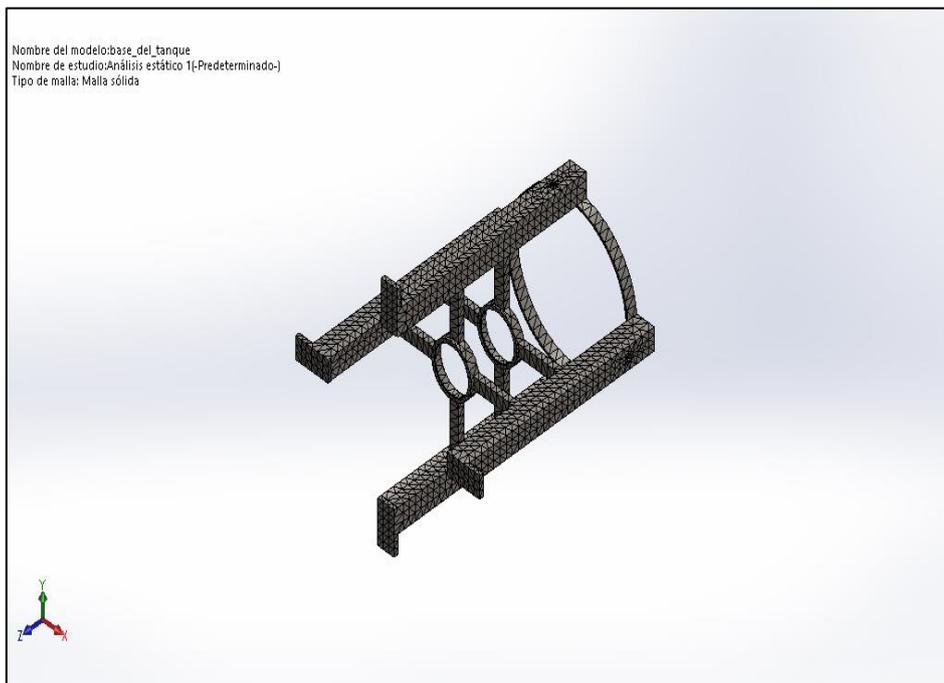
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	3.47846 cm
Tolerancia	0.173923 cm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	19884
Número total de elementos	10612
Cociente máximo de aspecto	17.38
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	86.3
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.669
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:03
Nombre de computadora:	SLARK

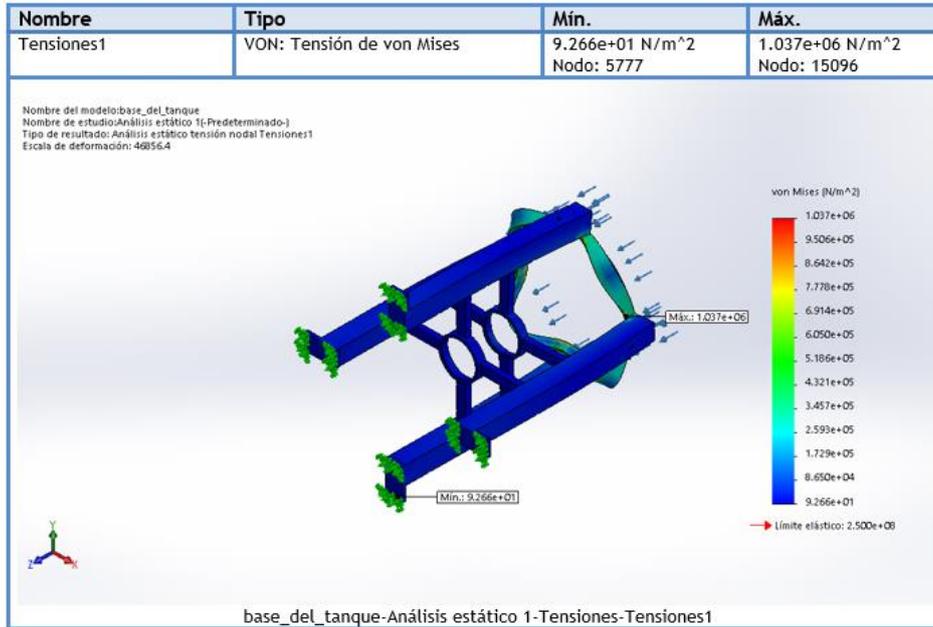
Fuente:_(Autores)

Figura 5.39.- Modelo de la Base del tanque a analizar



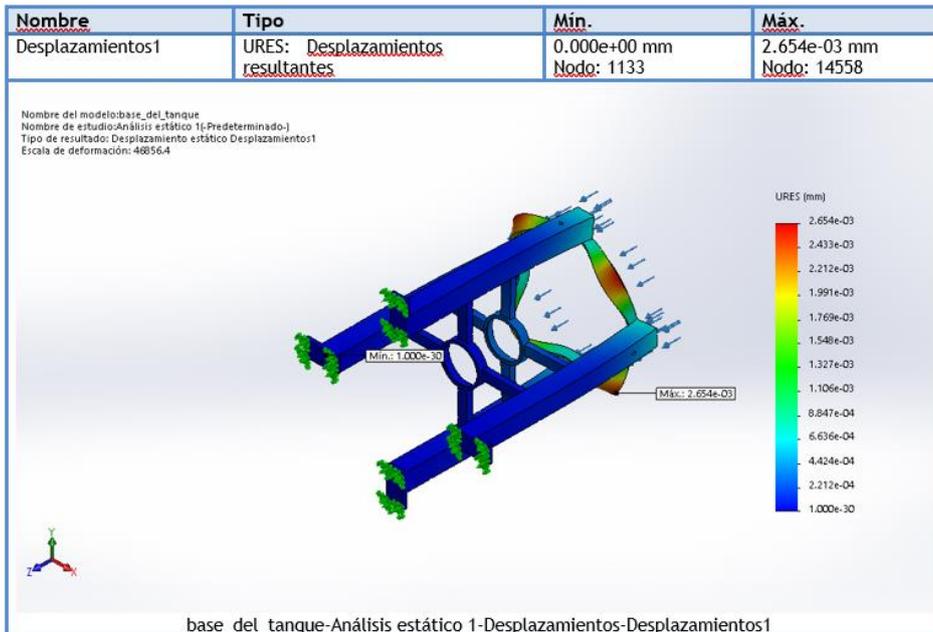
Fuente:_(Autores)

Figura 5.40.-Análisis de Tensión de la Base del tanque.



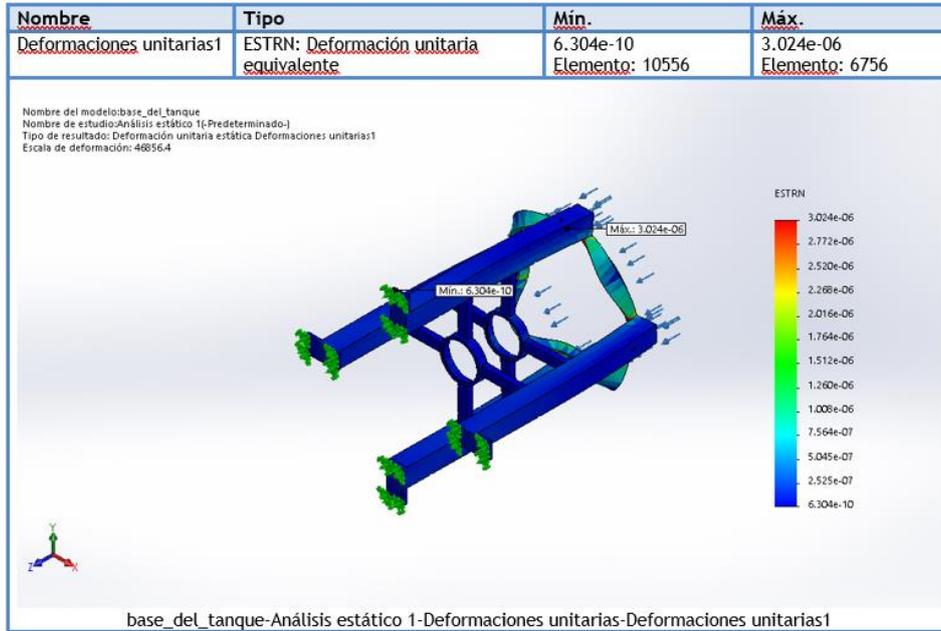
Fuente:_(Autores)

Figura 5.41.-Análisis de Desplazamiento de la Base del tanque.



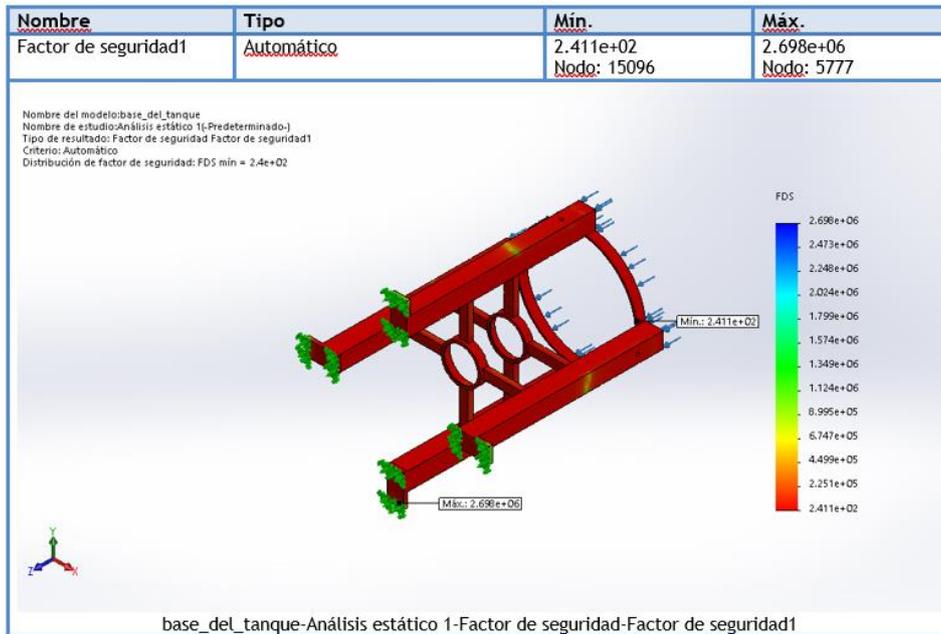
Fuente:_(Autores)

Figura 5.42.-Análisis de Deformación en la Base del tanque.



Fuente:_(Autores)

Figura 5.43.-Análisis de Factor de seguridad en la Base del tanque



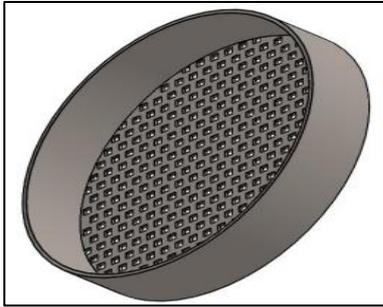
Fuente:_(Autores)

5.11. Selección de los tamices

Para la obtención final de la miel y cera sin impurezas, se optó por realizar un filtrado por medio de tamices.

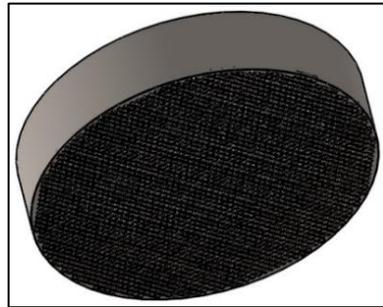
El filtrado se realiza por dos etapas: ya extraída la miel o la cera pasa por un primer filtrado de tamice de 0.05mm, para luego caer al segundo filtrado por un tamice de 0.03 mm, ambos tamices de acero inoxidable idóneos para el procesamiento de alimentos.

Figura 5.44.- Diseño del tamiz grueso (0.05 mm)



Fuente: (Autores)

Figura 5.45.- Diseño del tamiz fino (0.03 mm)



Fuente: (Autores)

5.12. Cálculo de la selección de la caja reductora

Para la selección de la caja reductora y se lo realiza a través de la Ec. 18 y la Ec. 19.

$$P = \frac{T_2 \times n_2}{9550 \times \eta} \times fs$$

$$P = \frac{40 \times 190}{9550 \times 0,80} \times 1,0$$

$$P = 1Kw$$

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$10 = \frac{n_1}{190}$$

$$n_1 = 1900rpm$$

5.13. Selección del retenedor

La selección del retenedor depende de los siguientes datos.

- **Diámetro del árbol:** 34mm
- **Diámetro de alojamiento del árbol:** 54mm
- **Altura del alojamiento del árbol:** 11 mm

En base a estos datos, se seleccionó el retenedor 90043-11312 Type TC345411 como se observa en la tabla en el ANEXO X.

5.14. Selección de la caja de elementos de control

5.14.1. Selección del diámetro del conductor

La selección del diámetro del conductor adecuado para este sistema se procede a aplicar la Ec. 20 y con el dato obtenido se puede seleccionar en la tabla 5.3.

$$I_N = \frac{753,2314 \text{ W}}{220\text{v} \times \sqrt{3} \times 0,87}$$

$$I_N = 16,1\text{A} \times 1,2$$

$$I_N = 19,32 \text{ A}$$

Tabla 5.3.- Calibres de cobre-Amperaje

Tipo de aislante	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2
Temperatura	60 °C	75 °C	90 °C
Calibre	Amperaje que soporta		
14 AWG	15 Amp	15 Amp	15 Amp
12 AWG	20 Amp	20 Amp	20 Amp
10 AWG	30 Amp	30 Amp	30 Amp

Fuente: (construyendo.co)

5.14.2. Corriente de sobrecarga

Para la protección de la máquina es necesario saber la Corriente de sobrecarga a través de la Ec. 21.

$$I_{SC} = 19,32\text{A} \times 1,1$$

$$I_{SC} = 21,25 \text{ A}$$

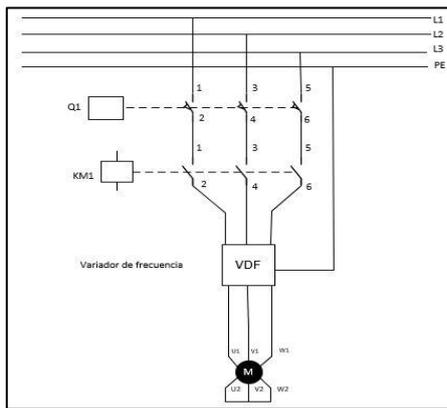
5.15. Diseño eléctrico

Ya con la programación realizada se procede a realizar el plano eléctrico de la extractora bifuncional de miel y cera.

5.15.1. Diagrama de fuerza

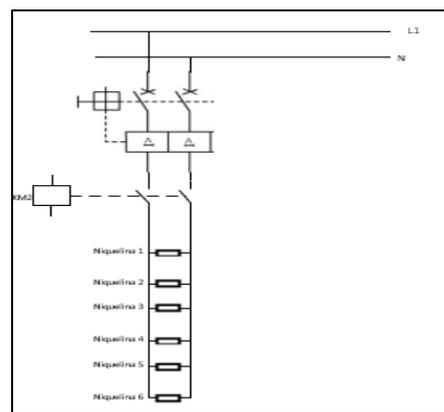
Diagrama de fuerza con sus detalladas partes y conexiones como se observa en la figura 5.46 y la figura 5.47.

Figura 5.46- Planos eléctricos de fuerza



Fuente: (Autores)

Figura 5.47.- Planos eléctricos de fuerza 2

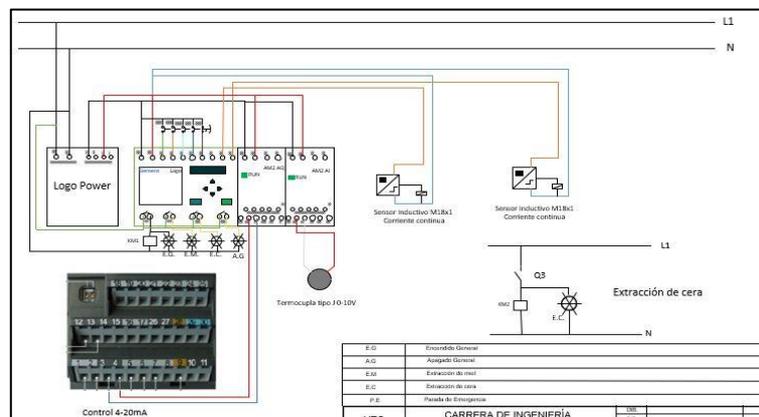


Fuente: (Autores)

5.15.2. Diagrama de control

Diagrama de control con sus detalladas partes y conexiones como se observa en la figura 5.48

Figura 5.48.- Planos eléctricos de control.



Fuente: (Autores)

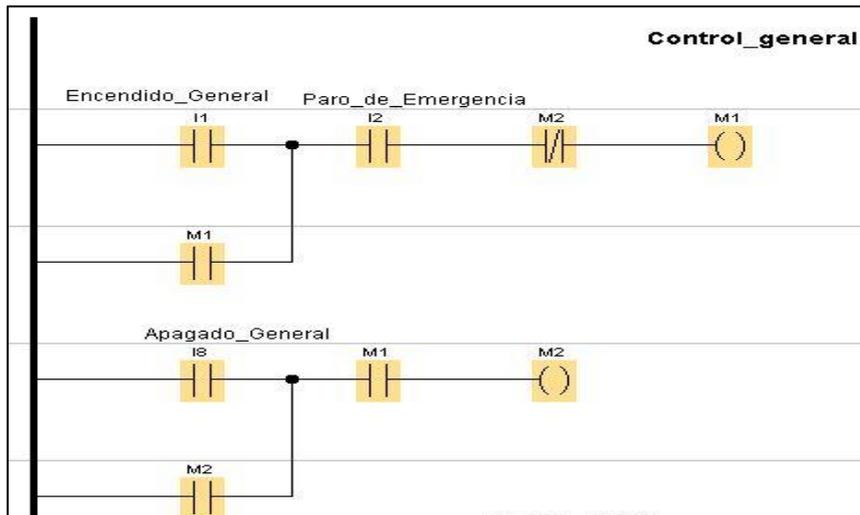
5.16. Automatización

Para la automatización de todo el proceso de extracción de miel y cera se dividió en 3 etapas principales: la Segunda etapa y la Tercera etapa son dependientes de la Primera etapa, la misma que es la seguridad de la puerta, una vez cumplido este proceso, se pueden realizar la Segunda y Tercera etapa las cuales son independientes una de la otra.

5.16.1. Primera etapa (encendido, apagado y sistema de seguridad para la puerta)

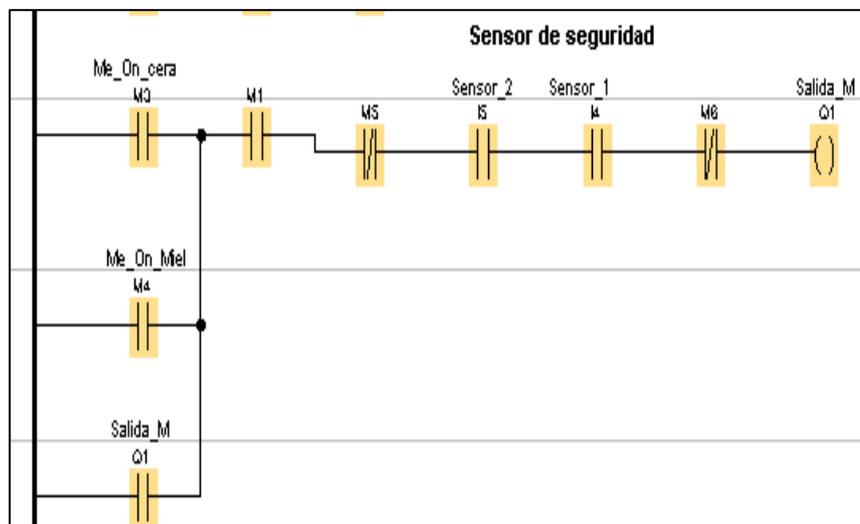
Programación realizada en el programa

Figura 5.49.- Control general.



Fuente: (Autores)

Figura 5.50.- Sistema de seguridad.

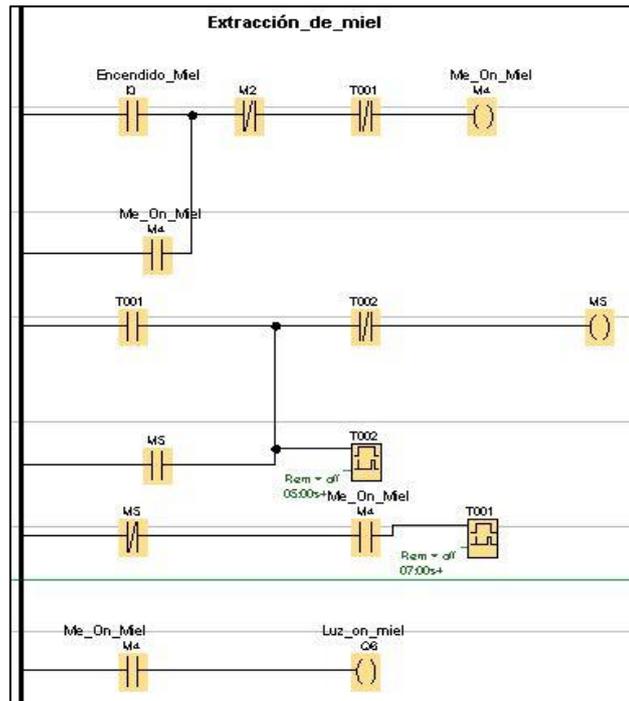


Fuente: (Autores)

5.16.2. Segunda etapa (extracción de miel)

Programación realizada en el programa

Figura 5.51.- Extracción de la miel.

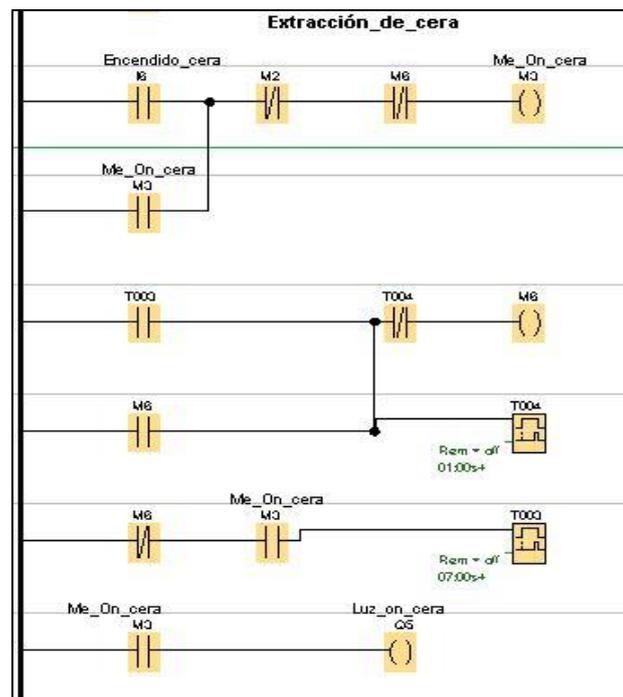


Fuente: (Autores)

5.16.3. Tercera etapa (extracción de cera)

Programación realizada en el programa

Figura 5.52.- Extracción de la cera.



Fuente: (Autores)

5.17. Selección de los elementos de la automatización

Los elementos utilizados en la automatización se dividen en señalización y control como se observa en la tabla 5.4.

Tabla 5.4.- Elementos para la automatización

Elementos	Descripción	Cantidad
Luz piloto	Son un elemento visual que indican al operador el funcionamiento y proceso ejecutándose, mostrando funciones de seguridad y procesos.	5
Pulsadores	Un interruptor es un dispositivo simple con dos posiciones, EN y AP (EN-encendido y AP-apagado).	4
Paro de emergencia	Su función es parar la extracción lo más rápido posible en caso de emergencia.	1
Variador de velocidad	Un variador de frecuencia, también conocido como drivers de frecuencia ajustable (AFD) o variador de velocidad es un elemento que permite el control de la velocidad de giro de un motor de corriente alterna, modificando la frecuencia y la tensión de la línea de alimentación.	1
Logo	Es un controlador programable que permite que, sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo previamente programado.	1
Módulo de expansión	Permite ampliar las conexiones digitales del logo.	2
Cable conductor	El cable eléctrico está compuesto por el conductor, el aislamiento o aislante, la capa de relleno y la cubierta. Además, éste puede dividirse según: su nivel de tensión, componentes, número de conductores, materiales empleados	3
Sensor inductivo	Los sensores capacitivos funcionan sin contacto con los objetos, sin reacción y sin desgaste. Gracias a su elevada sensibilidad y capacidad de detección de objetos, tanto conductores como no conductores de electricidad, estos sensores permiten utilizarse para numerosas aplicaciones.	2
Termocupla	Son sensores con una gran ventaja ya que pueden medir en un rango muy amplio de temperaturas, desde los -50°C hasta los 1370°C,	1

Resistencias tubulares	Son resistencia que permiten calentar convirtiendo la energía eléctrica en energía calórica.	6
-------------------------------	--	----------

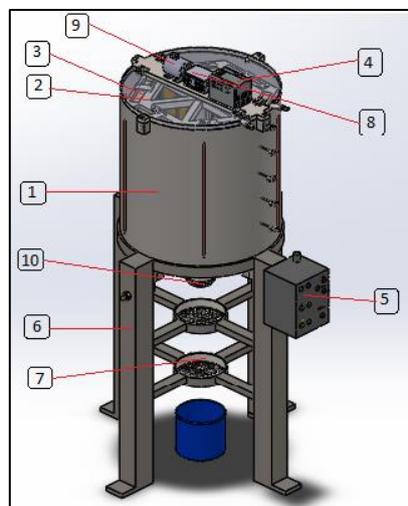
Fuente: (Autores)

5.18. Partes de la extractora de miel y cera

La máquina bifuncional extractora de miel y cera está dividida en ciertas partes como se indica en la figura 5.47.

- 1) **Tanque:** Como su nombre lo dice es el tanque que contiene el hexágono, ayudando con sus paredes para dirigir la miel ya extraída.
- 2) **Elemento giratorio (hexágono):** Es el medio para realizar la extracción de la miel y cera.
- 3) **Marcos:** Son el elemento que contendrá tanto la miel como la cera para su posterior extracción.
- 4) **Variador:** Es el medio para controlar la velocidad.
- 5) **Sistema de control:** Es el medio para controlar, todo el sistema de extracción y de seguridad.
- 6) **Base:** Es el medio para mantener fijo todo el sistema de extracción.
- 7) **Tamiz:** Es el medio para limpiar la miel y cera.
- 8) **Caja reductora:** Es el medio para bajar los rpm.
- 9) **Motor:** Es el medio para girar el hexágono y está conectado a un sistema de control.
- 10) **Llave de cierre:** Es el medio para cerrar el paso de la miel y cera.

Figura 5.53.- Parte del extractor bifuncional.



Fuente: (Autores)

6. ANÁLISIS DE IMPACTOS Y COSTOS

6.1. Análisis financiero

6.1.1. Costos directos

En la siguiente tabla 6.1 se detalla los costos de los materiales para el diseño y automatización de la máquina bifuncional de la miel y cera

Tabla 6.1.- Costo de materiales

MATERIAL DIRECTO			
DETALLES	CANTIDAD	V/u	V.Total
Plancha de acero inoxidable AISI 304 de 3 mm de espesor	1	222.00	222.00
Tubo de cuadrado de acero inoxidable AISI 304 0 316L 1-1/4"x1.5mm	1	56.60	56.60
Tubo cuadrado ASTM A36 de 1.8 mm	1	18.53	18.53
Árbol AISI 1018 (Trasmisión): E. AC FRIO 2 3/4 (30.05KG/MT)	1	1.63	1.63
Tubo cuadrado inoxidable de 12mmx1.2mm	2	11.92	23.84
Varilla de acero inoxidable 6mm	2	1.44	2.88
Tornillo allen 3mmx0.5	4	0.24	0.96
Tornillo allen avellanado 4mmx0.7	6	0.24	1.44
Tornillo hexagonal rosca completa 5mmx0.8	19	0.24	4.56
Tornillo hexagonal rosca completa 8mmx1.25	4	0.24	0.96
Tornillo hexagonal media rosca 20mmx1.5	4	0.24	0.96
Tuerca hexagonal 20mmx1.5	4	0.24	0.96
Bisagras	4	0.22	0.88
Lamina acrílica de 4mm	1	40.00	40.00
Tamiz	2	60.00	120.00
Válvula de media vuelta	1	3.00	3.00

Resistencia	6	30.00	180.00
Termocupla tipo J	1	8.77	8.77
Motor trifásico de 1 Hp	1	170.00	170.00
Motor reductor sinfín-corona de 1 Hp	1	413.00	413.00
Variador de velocidad micromaster de MM440 de 1 Hp	1	567.00	567.00
Panel operador básico BOP para MM440	1	68.00	68.00
Modulo lógico programable Logo! 8 12/24RCE	1	214.00	214.00
Fuente de poder LOGO! Power. Entrada 110/220VAC; salida: 24VDC 2.5A	1	120.00	120.00
Modelo de expansión para señales analógicas LOGO!AM2 12/24V DC	2	133	266
Pulsadores	4	1.79	7.16
Paro de emergencia	1	4.00	4.00
Luces piloto	5	1.62	8.10
Cable # 12 solido	12m	0.35	4.20
Cable de alambre de timbre	2m	0.25	0.50
Cable # 12 flexible	3m	0.38	1.14
Subtotal			2531.07

Fuente: (Autores)

6.1.2. Costo por mano de obra

En la siguiente tabla 6.2 se detalla el costo de mano de obra del diseño y automatización de la máquina bifuncional de la miel y cera

Tabla 6.2.- Costo por mano de obra

MANO DE OBRA				
DETALLES	CANTIDAD	#Horas	#V. Hora	V.Total
Programación	1	4	10.00	40.00
Diseño mecánico	1	30	10.00	300.00

Asistente	2	4	5.00	40.00
Subtotal				380.00

Fuente: (Autores)

6.1.3. Costos indirectos

En la tabla 6.3 se detalla los gastos importantes

Tabla 6.3.- Material indirecto

MATERIAL INDIRECTO			
DETALLES	CANTIDAD	V/u	V.Total
Trasporte	6	0.30	3.60
Ingeniera en detalle e investigación	6	7.00	42.00
Servicios básicos	1	80.00	80.00
Subtotal			135.60

Fuente:_(Autores)

6.1.4. Inversión total

En la tabla 6.4 se detalla la inversión inicial para la máquina bifuncional de esta propuesta tecnológica

Tabla 6.4.- Inversión total

DETALLES	V.Total
Materiales directo	2531.07
Mano de obra	380.00
Material indirecto	135.60
Inversión total	3046.67

Fuente:_(Autores)

La inversión total para la propuesta tecnología a realizar es 3046.67 dólares ya que es la primera máquina bifuncional de miel y cera.

6.1.5. Cálculo de VAN y TIR

En el proyecto tecnológico de 5 años me conviene invertir en la máquina bifuncional de miel y cera dado que el rendimiento es de 26,24% con el mercado de 20%

Tabla 6.5.- Flujo de caja cálculo de VAN y TIR de la propuesta tecnología

Cálculo de TIR y VAN	
Nombre del proyecto:	Máquina bifuncional

TNA de inversión alternativa	20%
Cantidad de Años	5
AÑOS	FLUJO DE FONDOS
0	-\$ 3.046,67
1	\$ 1.225,48
2	\$ 1.334,57
3	\$ 745,59
4	\$ 1.649,14
5	\$ 1.549,80

Fuente:_(Autores)

Máquina bifuncional	
TIR	30%
VAN	\$750,96

Fuente:_(Autores)

7. ANÁLISIS DE IMPACTOS Y COSTOS

7.1. Impacto práctico

La máquina automática bifuncional extractora de miel y cera nos permite extraer la miel y la cera de forma independiente acortando el tiempo de extracción y reduciendo el cansancio de los apicultores al extraer la miel y cera con una máquina centrífuga manual.

7.2. Impacto tecnológico

La extractora de miel y cera funciona por medio de fuerza centrífuga para extraer de forma automática la miel y cera controlado por un Logo (Controlador Lógico Programable), dejando obsoleto la máquina centrifugadora manual utilizada en gran parte en Ecuador.

7.3. Impacto ambiental

La máquina automática bifuncional extractora de miel y cera, presentará un incremento en el consumo de la energía eléctrica, considerable si se utiliza por largos periodos de trabajo. No emite residuos o emanaciones contaminantes, por lo cual, no afectar la vida vegetal o animal.

7.4. Impacto social

Con la automatización de la extractora bifuncional de miel y cera, se logra reducir el tiempo de extracción de la miel y la cera, consiguiendo obtener mayor cantidad de producto de mejor calidad.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1.1. Conclusiones

- En la investigación realizada se determinó que, la máquina centrífuga radial-paralela es la más adecuada para la extracción de miel conservando en buen estado los moldes de cera; por lo que se basó para la creación del diseño de la máquina automatizada bifuncional de miel y cera. Los componentes que esta máquina requiere se pueden diseñar o seleccionar, por medio de catálogos y guías de diseño de máquinas centrífugas.
- En la indagación realizada se comprobó que, los software de SolidWorks y logo confort 8, poseen las herramientas requeridas, siendo compatibles con los componentes de control y automatización, como el logo (controlador lógico programable) que cuenta con; 8 entradas digitales, 4 entradas análogas y 4 salidas digitales; controlando todos los elementos eléctricos: paro de emergencia, luces de piloto, sensor inductivo, termocupla tipo J, variador de velocidades y la resistencia tipo tubular, elementos necesarios para la extracción automática de miel y cera.
- En este trabajo se diseñó un plano constructivo, de la máquina extractora bifuncional de miel y cera de abeja, se partió de las dimensiones del marco (bastidor) con la guía de la ficha técnica de implemento de apícolas de base de madera, para posteriormente dimensionar el mecanismo giratorio (hexágono) con número máximo de 6 marcos (bastidores), utilizando un motor de 1Hp con 190 rpm de velocidad, para la extracción de miel y seis resistencias tipo tubular a una temperatura de 35°C para la extracción de cera. El material para el trabajo se acoplo a la normativa UNE-EN1672-2 que exige que, el material para la construcción debe ser acero inoxidable AISI 304, ya que es idóneo al ser un material higiénico y de grado alimenticio.

8.1.2. Recomendaciones

- Se recomienda no exceder la cantidad de bastidores porque la máquina está diseñada adecuadamente, un bastidor por cada lado del hexágono.
- Es aconsejable no manipular el variador de velocidad; porque tiene su respectiva configuración para el funcionamiento de la máquina.
- Es conveniente hacer una limpieza al terminar el trabajo, cuando realicen la extracción de miel y cera.
- Antes de utilizar la máquina, verificar que el retenedor y rodamiento no hayan salido de su ubicación en el último trabajo realizado.

9. Referencias

- [1] N. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, «MAGAP,» [En línea]. Available: <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-tiene-potencial-para-la-apicultura/>.
- [2] MAGAP, «Ministro de Agricultura y Ganadería,» Ecuador tiene potencial para la apicultura, [En línea]. Available: <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-tiene-potencial-para-la-apicultura/>.
- [3] MEGAP, «Ministro de Agricultura y Ganadería,» MAG capacita y potencializa la apicultura en Cotopaxi, [En línea]. Available: <https://www.agricultura.gob.ec/mag-capacita-y-potencializa-la-apicultura-en-cotopaxi/>.
- [4] N. –. C. r. 9. apicultores, «LA HORA,» [En línea]. Available: <https://www.lahora.com.ec/cotopaxi/noticia/1102166850/cotopaxi-registra-92-apicultores> .
- [5] G. RAVAZZI, «Curso de apicultura. Barcelona: De Vecchi, S. A.,» *Abebook.com*, vol. 1ª edición., p. 134pp, 1997.
- [6] SAGARPA, «Manual Básico de apícola,» *Coordinación General de Ganadería. Programa nacional para el control de la abeja africana*, vol. I edición, p. 183p, 2016.
- [7] J. PHILIPPE, « Guía del apicultor,» *www.biblio.uade.edu.ar*, vol. I edición, p. 376, 1990.
- [8] TELE13, « <http://www.t13.cl/videos/actualidad/internacional/video-la-novedosa-forma-de-extraer-miel-sin-estresar-a-las-abejas..>» la novedosa forma de extraer miel, 23 Febrero 2015. [En línea]. Available: <http://www.t13.cl/videos/actualidad/internacional/video-la-novedosa-forma-de-extraer-miel-sin-estresar-a-las-abejas..>
- [9] Y. L. C. PIERRE JEAN-PROST, «Conocimiento de la abeja. Manejo de la colmena,» *mundiprensa*, vol. IV edición, p. 790, 2007.
- [10] A. e. d. apicultores, «CERADEABEJA.NET,» Cera de Abeja: Propiedades y Usos, 19 septiembre 2018. [En línea]. Available: www.ceradeabeja.net/.
- [11] D. M. Bou, «batonical-online,» La cera de abeja, 18 Junio 2018. [En línea]. Available: <https://www.botanical-online.com/cosmetica/cera-abeja-caracteristicas-usos>.
- [12] C. DADANT, «La Colmena y la Abeja Melífera,» *Las abejas y la apicultura* , vol. I edición, nº 1, p. 696, 1975.
- [13] «api-cultura,» proceso-de-produccion-de-cera, 23 Febrero 2015. [En línea]. Available: http://api-cultura.com/proceso-de-produccion-de-cera/?fbclid=IwAR3oDxXCbwV9pCrUj8hE3RrID8hWTQI9Lwel5pm_YI9V7Y_tFDsz7OvXb3g.
- [14] A. B. d. Domingo, «Miel Sabinares Arlanza Pura Naturaleza,» Cera de Abeja, 12 marzo 2017. [En línea]. Available: <http://www.mielarlanza.com/es/contenido/?iddoc=97>.
- [15] Recuperado, «Motores Electricos,» Motor Universal, 16 Enero 2018. [En línea]. Available: <http://motores.nichese.com/universal.htm>.
- [16] P. Rubio, «Motores sincronos y asincronos,» Motores, 16 Enero 2014. [En línea]. Available: <https://prezi.com/vmqykaqx6uy5/motores-sincronos-y- asincronos/>.
- [17] A. Velda, «SildeShare,» Manual de motores electricos, 10 Noviembre 2010. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/Jag0606/manualdemotoreselectricos>.

- [18] MOTOVARIO, «MOTOVARIO,» Reductores coaxiales series y reductorescoaxiales fundicion. , 13 Marzo 2018.
[En línea]. Available: <https://my.motovario.com/file.php?s=20dk>.
- [19] F. Suiza, «Compendio de fichas tecnicas de implementos apicolas a base de madera,» Swisscontact, Nicaragua .
- [20] Construyendo.co, «Construyendo.co,» Construyendo.co, [En línea]. Available: <https://construyendo.co/index.php>.
[Último acceso: 18 Julio 2020].

ANEXO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TÍTULO:

DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA BIFUNCIONAL PARA LA EXTRACCIÓN DE CERA Y MIEL DE ABEJA

AUTORES:

Chicaiza Clavijo John Mauricio

Henry Paúl Molina Alvarez

ANEXOS:

- Propiedades del acero AISI 304
- Especificaciones del Acero AISI 1018
- Especificaciones de Acero ASTM A36 Acero
- Especificaciones de Acero AISI 316L
- Tabla de selección de los Pernos, allen y tuercas
- Tabla de selección de la termocupla J
- Selección de motor y motorreductor
- Selección de variador y logo8!
- Selección de sensores
- Análisis de la máquina bifuncional
- Organigramme de MM440
- Tabla del retenedor
- Normativas
- Selección de la resistencia
- Planos de máquina bifuncional

ANEXO I

Propiedades del acero AISI 304

Tabla 1.- Propiedades químicas y dimensiones del AISI 304

Norma: AISI 304

Especificaciones Generales:

ESPEORES desde 0.40-15mm

DIMENSIONES 1220 x 2440mm (estándar)
1220 x otros largos (especial)

DESCRIPCIÓN DE ACUERDO A NORMA	JIS	SUS 304
	ASTM	304
	DIN	4301

Descripción: Acero inoxidable aleado al cromo y níquel, muy resistente a la corrosión intergranular y a los ataques químicos del medio ambiente. Posee una buena resistencia a la corrosión del agua, ácidos y soluciones alcalinas si se emplea con superficie pulida a espejo. Se la puede encontrar con acabado ASTM 2B y 1.

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)								
C Max	Si Max	Mn	P Max	S Max	Ni	Cr	Mo	Otros
0,08	1	2	0,04	0,03	8 - 10,5	18 - 20	XX	XX

PROPIEDADES MECÁNICAS						
RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO DE FLUENCIA		Elongación % Min.	PRUEBAS DE DUREZA (MAX)	
Kg/mm ²	Psi	Kg/mm ²	Psi		ROCKWELL B	VICKERS
49	69500	18	25500	40	81,7	160

Tabla 2.- Propiedades térmicas del acero AISI 304

TABLE A.1 Thermophysical Properties of Selected Metallic Solids^a

Composition	Melting Point (K)	Properties at Various Temperatures (K)															
		Properties at 300 K				k (W/m · K)/ c_p (J/kg · K)											
		ρ (kg/m ³)	c_p (J/kg · K)	k (W/m · K)	$\alpha \cdot 10^6$ (m ² /s)	100	200	400	600	800	1000	1200	1500	2000	2500		
Stainless steels																	
AISI 302		8055	480	15.1	3.91			17.3	20.0	22.8	25.4						
AISI 304	1670	7900	477	14.9	3.95	9.2	12.6	512	559	585	606	16.6	19.8	22.6	25.4	28.0	31.7
AISI 316		8238	468	13.4	3.48	272	402	515	557	582	611	15.2	18.3	21.3	24.2	640	682
AISI 347		7978	480	14.2	3.71			504	550	576	602	15.8	18.9	21.9	24.7		
								513	559	585	606						

ANEXO II

ESPECIFICACIONES DEL ACERO AISI 1020 O 1018

Tabla 3.- Especificaciones del acero

**EJES
ACERO DE TRANSMISIÓN**

Especificaciones Generales:

Norma: AISI 1018

Descripción: Es un acero de cementación no aleado principalmente utilizado para la elaboración de piezas pequeñas, exigidas al desgaste y donde la dureza del núcleo no es muy importante.

Aplicaciones: Levas uniones, bujes, pines, pivotes, pernos grado 3.

Largo: 6 mts



COMPOSICIÓN QUÍMICA				
%C	%Si	%Mn	%P	%S
0 - 0,20	0 - 0,25	0 - 0,70	0 - 0,04	0 - 05

PROPIEDADES MECÁNICAS			
RESISTENCIA MECÁNICA (N/mm ²)	PUNTO DE FLUENCIA (N/mm ²)	Elongación % Min.	DUREZA ROCKWELL B
410 - 520	235	20	143

DIMENSIONES

DIÁMETRO
3/8"
1/4"
5/8"
3/4"
7/8"
1"
1-1/4"
1-1/2"
1-3/4"
2"
2-1/4"
2-1/2"
2-3/4"
3"
3-1/2"
4"
4-1/2"
5"
6"

ANEXO II

ESPECIFICACIONES DEL ACERO ASTM A36 ACERO

Tabla 3.- Especificaciones del acero ASTM A36

TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

Especificaciones Generales:

Norma:	NTE INEN 2415
Calidad:	SAE J 403 100B
Acabado:	Acero negro o Galvanizado
Largo Normal:	6.00m y medidas especiales
Dimensiones:	Desde 20mm a 100mm
Espesores:	Desde 1.20mm a 5.00mm

Dimensiones			Area		Ejes X-Xo Y-Y	
A mm	Espesor mm (t)	Peso kg/m	Area cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm ³
20	1.2	0.72	0.80	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	1.38	1.21	0.97	0.95
25	2.0	1.47	1.74	1.48	1.18	0.92
30	1.2	1.08	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.85	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	1.58
40	2.0	2.41	2.94	6.93	3.48	1.54
40	3.0	3.54	4.44	10.20	5.10	1.82
50	1.5	2.25	2.85	11.06	4.42	1.97
50	2.0	3.00	3.74	14.13	5.85	1.94
50	3.0	4.48	5.61	21.20	4.48	1.91
60	2.0	3.86	3.74	21.26	7.09	2.39
60	3.0	5.42	6.81	35.06	11.69	2.34
75	3.0	4.52	5.74	50.47	13.48	2.97
75	3.0	6.71	8.41	71.54	18.08	2.92
75	4.0	8.59	10.35	88.88	24.00	2.87
100	2.0	6.17	7.74	122.99	24.60	3.99
100	3.0	9.17	11.41	176.09	36.39	3.84
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

www.dipacmanta.com

ANEXO III

ESPECIFICACIONES DEL ACERO AISI 304 O AISI 316L

Tabla 3.- Especificaciones del acero AISI 304 O AISI 316L

TUBO CUADRADO ACERO INOXIDABLE				
Especificaciones Generales:				
Calidad:	AISI 304			
Largo normal:	6.00 m			
Dimensiones:	Desde 3/4 a 2"			
Espesor:	Desde 1,2mm y 2mm.			

DIMENSIONES		PROPIEDADES		
□		ESPESOR (e)	PESO	ÁREA SECCIÓN
Pkg.	mm	mm	Kg/mt	Pkg ²
3/4"	19.05	1.2	0.5505	0.057
1"	25.4	1.2	0.8765	0.077
1 1/4"	31.75	1.2	1.1354	0.096
1 1/2"	38.1	1.2	1.3752	0.1165
2"	50.8	2	3.0142	0.1559

Nomenclatura

A= Área de selección transversal del tubo, pkg².
H= Longitud lado

ANEXO IV

TABLA DE SELECCIÓN DE LOS PERNOS, ALLEN Y TUERCAS

Tabla 4.- TORNILLOS ALLEN M3

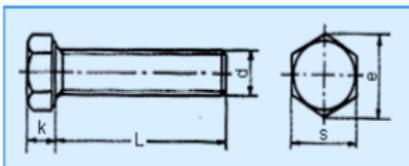
TORNILLOS ALLEN		DIN 912									
		GRADO DE RESISTENCIA									
		8.8 10.9 12.9									
mm											
Roscas	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M20	
Paso	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2	2.5	
dk	5.32	6.78	8.28	9.78	12.73	15.73	17.73	20.67	23.67	29.67	
ds	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20	
k	2.86	3.82	4.82	5.7	7.64	9.64	11.57	13.57	15.57	19.48	
e	2.87	3.44	4.58	5.72	6.86	9.15	11.43	13.72	16	19.44	
s	2.5	3	4	5	6	8	10	12	14	17	
L	5-30	6-40	8-50	10-60	12-80	16-100	20-120	25-140	25-160	30-200	

Tabla 5.- TORNILLOS ALLEN AVELLANADO M4

TORNILLO ALLEN AVELLANADO		DIN 7991									
		mm									
		Rosca	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
b	L < 125	12	14	16	18	22	26	30	38	46	
	125 < L ≤ 200				24	28	32	36	44	52	
	L > 200						45	49	57	65	
dk		6	8	10	12	16	20	24	30	36	
k		1.70	2.30	2.80	3.30	4.40	5.50	6.50	7.50	8.50	
s		2.00	2.50	3.00	4.00	5.00	6.00	8.00	10.0	12.0	
t		0.95	1.55	2.05	2.25	3.20	4.10	4.30	5.00	5.60	
L		8-30	8-40	10-50	12-50	16-60	20-70	25-70	35-90	40-100	

Tabla 6.- TORNILLO HEXAGONAL ROSCA COMPLETA M5

TORNILLO HEXAGONAL ROSCA COMPLETA DIN 933



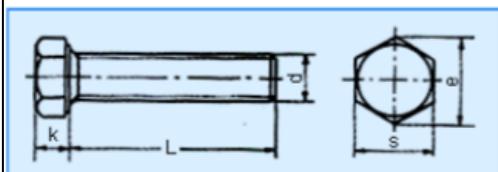
GRADO DE RESISTENCIA
8.8
10.9
12.9

Rosca		M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
Paso		0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2	2.5	2.5	2.5	3	3	3.5
k		2.8	3.5	4	5.3	6.4	7.5	8.8	10	11.5	12.5	14	15	17	18.7
e	Grado A	7.66	8.79	11.05	14.38	18.9	21.1	24.49	26.75	30.14	33.53	35.72	35.98	45.2	50.85
	Grado B	-	8.63	10.89	14.2	18.72	20.88	23.91	26.17	29.56	32.95	35.03	39.55	45.2	50.85
S		7	8	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46
L		8-40	8-40	8-50	12-60	16-60	20-80	25-80	30-100	30-100	40-100	50-100	50-100	60-100	70-100

mm

Tabla 7.- TORNILLO HEXAGONAL ROSCA COMPLETA M8

TORNILLO HEXAGONAL ROSCA COMPLETA DIN 933



GRADO DE RESISTENCIA
8.8
10.9
12.9

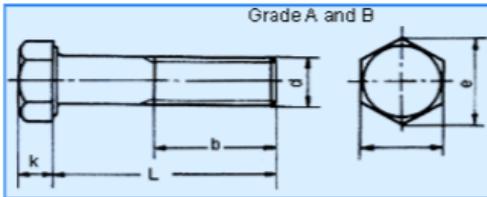
Rosca		M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
Paso		0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2	2.5	2.5	2.5	3	3	3.5
k		2.8	3.5	4	5.3	6.4	7.5	8.8	10	11.5	12.5	14	15	17	18.7
e	Grado A	7.66	8.79	11.05	14.38	18.9	21.1	24.49	26.75	30.14	33.53	35.72	35.98	45.2	50.85
	Grado B	-	8.63	10.89	14.2	18.72	20.88	23.91	26.17	29.56	32.95	35.03	39.55	45.2	50.85
S		7	8	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46
L		8-40	8-40	8-50	12-60	16-60	20-80	25-80	30-100	30-100	40-100	50-100	50-100	60-100	70-100

mm

Tabla 8.- TORNILLO HEXAGONAL MEDIA ROSCA M20

PERNO HEXAGONAL MEDIA ROSCA

DIN 931



GRADO DE RESISTENCIA
8.8
10.9
12.9

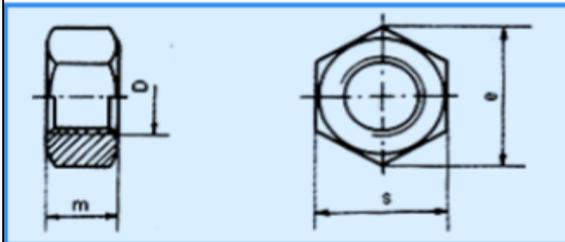
mm

Rosca	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	
Paso	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2	2.5	2.5	2.5	3	3	3.5	
b	125	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66
	L ≥ 200	-	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72
	200	-	-	-	-	45	49	53	57	61	65	69	73	79	85
k	2.8	3.5	4	5.3	6.4	7.5	8.8	10	11.5	12.5	14	15	17	18.7	
e	A	7.66	8.79	11.05	14.38	18.9	21.1	24.49	26.75	30.14	33.53	35.72	39.98	45.2	50.85
	B	-	8.63	10.89	14.20	18.72	20.88	23.91	26.17	29.56	32.95	35.03	39.55	45.2	50.85
s	7	8	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	
L	25-40	25-50	30-60	35-80	40-100	45-120	50-140	55-160	65-180	65-200	70-220	80-240	90-260	90-300	

Tabal 9.- TUERCA HEXAGONALES M20

TUERCAS HEXAGONALES

ISO 4033



mm

Rosca	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36
Paso	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5	3	3.5	4
m	5.1	5.7	7.5	9.3	12	16.4	20.3	23.9	28.8	34.7
e	8.79	11.05	14.38	17.77	20.03	26.75	32.95	39.55	50.85	60.79
s	8	10	13	16	18	24	30	36	46	55

ANEXO V

TERMOCUPLA TIPO J

Tabla 10.- Selección de temperatura de tipo J

TERMOCUPLA milivolts	J									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-210	-8.096									
-200	-7.890	-7.912	-7.934	-7.955	-7.976	-7.996	-8.017	-8.037	-8.057	-8.076
-190	-7.659	-7.683	-7.707	-7.731	-7.755	-7.778	-7.801	-7.824	-7.846	-7.868
-180	-7.402	-7.429	-7.455	-7.482	-7.508	-7.533	-7.559	-7.584	-7.609	-7.634
-170	-7.122	-7.151	-7.180	-7.209	-7.237	-7.265	-7.293	-7.321	-7.348	-7.375
-160	-6.821	-6.852	-6.883	-6.914	-6.944	-6.974	-7.004	-7.034	-7.064	-7.093
-150	-6.499	-6.532	-6.565	-6.598	-6.630	-6.663	-6.695	-6.727	-6.758	-6.790
-140	-6.159	-6.194	-6.228	-6.263	-6.297	-6.331	-6.365	-6.399	-6.433	-6.466
-130	-5.801	-5.837	-5.874	-5.910	-5.946	-5.982	-6.018	-6.053	-6.089	-6.124
-120	-5.426	-5.464	-5.502	-5.540	-5.578	-5.615	-5.653	-5.690	-5.727	-5.764
-110	-5.036	-5.076	-5.115	-5.155	-5.194	-5.233	-5.272	-5.311	-5.349	-5.388
-100	-4.632	-4.673	-4.714	-4.755	-4.795	-4.836	-4.876	-4.916	-4.956	-4.996
-90	-4.215	-4.257	-4.299	-4.341	-4.383	-4.425	-4.467	-4.508	-4.550	-4.591
-80	-3.785	-3.829	-3.872	-3.915	-3.958	-4.001	-4.044	-4.087	-4.130	-4.172
-70	-3.344	-3.389	-3.433	-3.478	-3.522	-3.566	-3.610	-3.654	-3.698	-3.742
-60	-2.892	-2.938	-2.984	-3.029	-3.074	-3.120	-3.165	-3.210	-3.255	-3.299
-50	-2.431	-2.478	-2.524	-2.570	-2.617	-2.663	-2.709	-2.755	-2.801	-2.847
-40	-1.960	-2.008	-2.055	-2.102	-2.150	-2.197	-2.244	-2.291	-2.338	-2.384
-30	-1.481	-1.530	-1.578	-1.626	-1.674	-1.722	-1.770	-1.818	-1.865	-1.913
-20	-0.995	-1.044	-1.093	-1.141	-1.190	-1.239	-1.288	-1.336	-1.385	-1.433
-10	-0.501	-0.550	-0.600	-0.650	-0.699	-0.748	-0.798	-0.847	-0.896	-0.945
0	0.000	-0.050	-0.101	-0.151	-0.201	-0.251	-0.301	-0.351	-0.401	-0.451
0	0.000	0.050	0.101	0.151	0.202	0.253	0.303	0.354	0.405	0.456
10	0.507	0.558	0.609	0.660	0.711	0.762	0.813	0.865	0.916	0.967
20	1.019	1.070	1.122	1.174	1.225	1.277	1.329	1.381	1.432	1.484
30	1.536	1.588	1.640	1.693	1.745	1.797	1.849	1.901	1.954	2.006
40	2.058	2.111	2.163	2.216	2.268	2.321	2.374	2.426	2.479	2.532
50	2.585	2.638	2.691	2.743	2.796	2.849	2.902	2.956	3.009	3.062
60	3.115	3.168	3.221	3.275	3.328	3.381	3.435	3.488	3.542	3.595
70	3.649	3.702	3.756	3.809	3.863	3.917	3.971	4.024	4.078	4.132
80	4.186	4.239	4.293	4.347	4.401	4.455	4.509	4.563	4.617	4.671
90	4.725	4.780	4.834	4.888	4.942	4.996	5.050	5.105	5.159	5.213

ANEXO V

SELECCIÓN DE MOTOR Y MOTORREDUCTOR

Tabla 11.- Selección de motor

No. de Depósito	Descripción		Precio Lista Unit. US \$						
	 <p>¡Se motor es muy silencioso! Préstalo únicamente con productos Siemens: - SIRIUS - SINAMICS</p>								
	Tipo	Tamaño Constructivo	Potencia HP	Potencia kW	F.Servicio FS	Corriente (A)			
	VELOCIDAD 3.600 rpm (2 polos)								
						220 V	380 V	440 V	
100347434	1LE0142-0DA26-4AAA-Z	80 M	1.0	0.75	1.15	3.15	1.82	1.57	170,00
100350202	1LE0142-0DA36-4AAA-Z	80 M	1.5	1.12	1.15	4.45	2.60	2.25	192,00
100350203	1LE0142-0DA86-4AAA-Z	80 M	2.0	1.50	1.15	5.60	3.25	2.80	222,00
100350204	1LE0142-0EA46-4AAA-Z	90 L	3.0	2.20	1.15	8.30	4.80	4.15	280,00
100350205	1LE0142-0EA86-4AAA-Z	90 L	4.0	3.00	1.15	10.60	6.20	5.30	325,00
100350206	1LE0142-1AA86-4AAA-Z	100 L	5.0	3.73	1.15	13.30	7.70	6.70	391,00
100350207	1LE0142-1BA86-4AAA-Z	112 M	7.5	5.60	1.15	19.40	11.20	9.70	519,00
100350208	1LE0142-1CA16-4AAA-Z	132 S	10.0	7.5	1.15	25.50	14.70	12.70	665,00
100350209	1LE0142-1CA86-4AAA-Z	132 S	15.0	11.2	1.15	38.00	22.00	19.10	897,00
100350210	1LE0142-1DA36-4AAA-Z	160 M	20.0	14.9	1.15	52.00	30.00	26.00	1.242,00
100350211	1LE0142-1DA46-4AAA-Z	160 L	25.0	18.7	1.15	64.00	37.00	32.00	1.380,00
100350212	1LE0142-1DA86-4AAA-Z	160 L	30.0	22.4	1.15	75.00	43.00	37.50	1.633,00
100350213	1LE0142-1EA86-4AAA-Z	180 M	40.0	29.8	1.15	98.00	56.00	49.00	2.323,00
100350214	1LE0142-2AA56-4AAA-Z	200 L	50.0	37.3	1.15	122.00	70.00	61.00	2.990,00
100350215	1LE0142-2AA86-4AAA-Z	200 L	60.0	44.5	1.15	144.00	83.00	72.00	3.714,00
100350216	1LE0142-2BA86-4AAA-Z	225 M	75.0	55.5	1.15	179.00	103.00	89.00	4.289,00
100350217	1LE0142-2CA86-4AAA-Z	250 M	100	75.0	1.15	235.00	137.00	118.00	5.864,00
100350218	1LE0142-2DA23-3AAA-Z	280 M	125	93.0	1.15	-	-	149.00	7.589,00
100350219	1LE0142-2DA83-3AAA-Z	280 M	150	110	1.15	-	-	175.00	8.866,00
100350220	1LE0142-3AA23-3AAA-Z	315 M	200	150	1.15	-	-	225.00	10.579,00
100350221	1LE0142-3AA63-3AAA-Z	315 L	250	186	1.15	-	-	285.00	15.293,00
100354381	1LE0142-3AA73-3AAA-Z	315 L	300	224	1.15	-	-	340.00	16.098,00

Tabla 12.- Selección y formula para el reductor

Tabla12.1.- Formula para la selección del reductor

SELECCIÓN DEL REDUCTOR

Se deben tomar en cuenta los siguiente parámetros

1. **Par o Torque**, a la salida del mismo en Nm (dato de placa)
 2. **Velocidad**, en rpm de entrada (motor) y de salida (carga).
 3. **Potencia**, en kW, de entrada y de salida (considera eficiencia)
 4. **Relación de reducción (i)**: Índice que detalla la relación entre las rpm de entrada y salida. (dato de placa)
- Para determinar la potencia requerida a la entrada del reductor empleamos la siguiente relación:

$$P_1 = \frac{T_2 * n_2}{9550 * \eta} * fs \quad [kW]$$

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

Donde:

- P_1 = Potencia de entrada al reductor (kW)
- T_2 = Torque a la salida del reductor (requerido por la carga en Nm)
- n_2 = Velocidad de salida del reductor (requerida por la carga en rpm)
- n_1 = Velocidad de entrada del reductor (salida del motor en rpm) ¹⁾
- η = Eficiencia del reductor²⁾
- fs = Factor de servicio de la máquina o aplicación accionada (Ver tabla adjunta)
- i = Relación de reducción (dato de placa del reductor)

TABLA DE FACTORES DE SERVICIO RECOMENDADOS

Funcionamiento horas/día	Uniforme	Tipo de Carga Media	Con choques
2	0.9	1.1	1.5
10	1.0	1.25	1.75
24	1.25	1.50	2.00

Tabla12.2.- Selección del reductor

Reductores Sinfin-Corona FLENDER (MOTOX)

Diseño compacto. Elevada transmisión de potencia en el mínimo espacio y bajos rangos de par (torque). Potencia hasta 1.8 kW, torques hasta 224 Nm, velocidades de salida entre 17 y 241 rpm. Eje de salida hueco (eje macizo bajo pedido) con diversos diámetros, tipo de conexión chaveta, tipo de montaje con patas adicionales en la tapa, grado de protección IP55, aceite recomendado tipo CLP PG VG460. Carcasa en fundición de aluminio con óptima conductividad térmica. Para tamaños constructivos 71 están provistos con brida B14. Para tamaños constructivos 80 y 90 están provistos con brida B5.

No. de Depósito	Descripción				Precio Lista Unit. US \$	
Tipo	Par (Torque) Nominal T2 (Nm)	Referencia Flender	Índice de reducción (i)	Diámetro de salida eje hueco (mm)		
Reductores Sinfin-Corona						
5184696	2KJ1700 - SCA00 - DCB1	40	SCAC36-71	10.00	18	413,00
5184697	2KJ1700 - SCA00 - DCC1	41	SCAC36-71	15.00	18	413,00
5184698	2KJ1700 - SCA00 - DCD1	41	SCAC36-71	20.00	18	413,00
5184699	2KJ1700 - SCA00 - DCE1	41	SCAC36-71	25.00	18	413,00
5184700	2KJ1700 - SCA00 - DCF1	41	SCAC36-71	30.00	18	413,00
5184701	2KJ1700 - SCA00 - DCG1	43	SCAC36-71	40.00	18	413,00
5184702	2KJ1701 - SCA00 - DCF1	73	SCAC50-71	30.00	20	463,00
5184703	2KJ1701 - SCA00 - DCG1	74	SCAC50-71	40.00	20	463,00
5184704	2KJ1701 - SCA00 - DCH1	75	SCAC50-71	50.00	20	463,00
5184705	2KJ1701 - SDA00 - DCB1	72	SCAC50-80	10.00	20	463,00
5184706	2KJ1701 - SDA00 - DCC1	72	SCAC50-80	15.00	20	463,00
5184708	2KJ1701 - SDA00 - DCD1	73	SCAC50-80	20.00	20	463,00
5184709	2KJ1702 - SCA00 - DCJ1	164	SCAC63-71	60.00	25	577,00
5184710	2KJ1702 - SCA00 - DCK1	166	SCAC63-71	80.00	25	577,00
5184711	2KJ1702 - SDA00 - DCF1	153	SCAC63-80	30.00	25	577,00
5184712	2KJ1702 - SDA00 - DCG1	159	SCAC63-80	40.00	25	577,00
5184713	2KJ1702 - SDA00 - DCH1	161	SCAC63-80	50.00	25	577,00
5184714	2KJ1702 - SDA00 - DCB1	150	SCAC63-90	10.00	25	577,00
5184715	2KJ1702 - SDA00 - DCC1	152	SCAC63-90	15.00	25	577,00
5184716	2KJ1702 - SDA00 - DCD1	152	SCAC63-90	20.00	25	577,00

ANEXO VI

SELECCIÓN DE VARIADOR Y LOGO8

Tabla 13.- Selección del variador

Variadores de velocidad MICROMASTER MM4, 200 - 240 VAC

Con tensión de alimentación trifásica a 220 VAC para accionar motores trifásicos de corriente alterna hasta 75HP. Fácilmente integrables a redes de comunicación Profibus, DeviceNet, CANopen.

No. de Depósito	Descripción	Precio Lista Unid. US \$																																												
Bombear/ventilar/comprimir	<p>Los variadores MICROMASTER se pueden emplear en todos los sectores de las Industrias manufactureras y de procesos ofreciendo una variada funcionalidad, sencillo montaje y puesta en servicio.</p> <ul style="list-style-type: none"> MICROMASTER 420: Aplicaciones básicas con conectividad opcional por bus de campo. Ejm: Cintas transportadoras, bombas, ventiladores MICROMASTER 440: Aplicaciones que demandan una funcionalidad y dinamismo mayores de lo habitual tal como se da en: transporte de materiales, ascensores, aparatos de elevación, sector textil y de alimentos. 	<p>MICROMASTER MM4</p>																																												
Mover	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>MM420</th> <th>MM440</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tensión de alimentación</td> <td>3 x 200... 240 VAC ± 10%</td> <td>3 x 200 ... 240 VAC ± 10%</td> </tr> <tr> <td>Grado de Protección</td> <td>IP20</td> <td>IP20</td> </tr> <tr> <td>Entradas digitales</td> <td>3 parametrizables</td> <td>5 parametrizables</td> </tr> <tr> <td>Entradas analógica</td> <td>1 escalable en tensión (0V a 10V)</td> <td>2 escalables en tensión ó corriente</td> </tr> <tr> <td>Salida digital</td> <td>1 tipo relé parametrizable</td> <td>3 tipo relé parametrizable</td> </tr> <tr> <td>Salida analógica</td> <td>1 escalable (0 mA a 20 mA)</td> <td>2 escalable (0/4 mA a 20 mA)</td> </tr> <tr> <td>Factor de potencia / Eficiencia</td> <td>≥ 0,95 / ≥ 96%</td> <td>≥ 0,95 / ≥ 96%</td> </tr> <tr> <td>Capacidad de sobrecarga</td> <td>150 % durante 60 s (ciclos de 300 s)</td> <td>150 % por 60s, 200% por 3 s (ciclos de 300 s)</td> </tr> <tr> <td>Longitud del cable al motor</td> <td colspan="2">100 m (No apantallado) / 50 m (apantallado). Hasta 300 m con bobina de salida</td> </tr> <tr> <td>Frenado</td> <td>Corriente continua. No opción de resistencia de frenado.</td> <td>Corriente continua, chopper de frenado integrado. Opción de resistencia de frenado</td> </tr> <tr> <td>Reguladores</td> <td>PI interno</td> <td>PID interno (autotuning)</td> </tr> <tr> <td>Método de control</td> <td>V/f, FCC</td> <td>V/f, FCC, Vector Control, Regulación de par</td> </tr> <tr> <td>Temperatura de empleo</td> <td colspan="2">-10... +40 °C (hasta +50 °C con derating)</td> </tr> <tr> <td>Funciones de protección</td> <td colspan="2">Subtensión, sobretensión, sobrecarga, defecto a tierra, cortocircuito, vuelco del motor, protección térmica del motor y del variador, bloqueo de parámetros</td> </tr> </tbody> </table>			MM420	MM440	Tensión de alimentación	3 x 200... 240 VAC ± 10%	3 x 200 ... 240 VAC ± 10%	Grado de Protección	IP20	IP20	Entradas digitales	3 parametrizables	5 parametrizables	Entradas analógica	1 escalable en tensión (0V a 10V)	2 escalables en tensión ó corriente	Salida digital	1 tipo relé parametrizable	3 tipo relé parametrizable	Salida analógica	1 escalable (0 mA a 20 mA)	2 escalable (0/4 mA a 20 mA)	Factor de potencia / Eficiencia	≥ 0,95 / ≥ 96%	≥ 0,95 / ≥ 96%	Capacidad de sobrecarga	150 % durante 60 s (ciclos de 300 s)	150 % por 60s, 200% por 3 s (ciclos de 300 s)	Longitud del cable al motor	100 m (No apantallado) / 50 m (apantallado). Hasta 300 m con bobina de salida		Frenado	Corriente continua. No opción de resistencia de frenado.	Corriente continua, chopper de frenado integrado. Opción de resistencia de frenado	Reguladores	PI interno	PID interno (autotuning)	Método de control	V/f, FCC	V/f, FCC, Vector Control, Regulación de par	Temperatura de empleo	-10... +40 °C (hasta +50 °C con derating)		Funciones de protección	Subtensión, sobretensión, sobrecarga, defecto a tierra, cortocircuito, vuelco del motor, protección térmica del motor y del variador, bloqueo de parámetros
	MM420	MM440																																												
Tensión de alimentación	3 x 200... 240 VAC ± 10%	3 x 200 ... 240 VAC ± 10%																																												
Grado de Protección	IP20	IP20																																												
Entradas digitales	3 parametrizables	5 parametrizables																																												
Entradas analógica	1 escalable en tensión (0V a 10V)	2 escalables en tensión ó corriente																																												
Salida digital	1 tipo relé parametrizable	3 tipo relé parametrizable																																												
Salida analógica	1 escalable (0 mA a 20 mA)	2 escalable (0/4 mA a 20 mA)																																												
Factor de potencia / Eficiencia	≥ 0,95 / ≥ 96%	≥ 0,95 / ≥ 96%																																												
Capacidad de sobrecarga	150 % durante 60 s (ciclos de 300 s)	150 % por 60s, 200% por 3 s (ciclos de 300 s)																																												
Longitud del cable al motor	100 m (No apantallado) / 50 m (apantallado). Hasta 300 m con bobina de salida																																													
Frenado	Corriente continua. No opción de resistencia de frenado.	Corriente continua, chopper de frenado integrado. Opción de resistencia de frenado																																												
Reguladores	PI interno	PID interno (autotuning)																																												
Método de control	V/f, FCC	V/f, FCC, Vector Control, Regulación de par																																												
Temperatura de empleo	-10... +40 °C (hasta +50 °C con derating)																																													
Funciones de protección	Subtensión, sobretensión, sobrecarga, defecto a tierra, cortocircuito, vuelco del motor, protección térmica del motor y del variador, bloqueo de parámetros																																													
Procesar																																														

MICROMASTER MM420TM

Tipo	Tamaño	Pot. del motor TM Par cons. TM (HP)	Par var. TM (HP)	Corriente de Entrada (A)	Corriente de salida Par cons. (A)	Par var. (A)	Precio	
100024645	6SE6420-2UC15-5AA1	FSA	0,75	0,75	3,6	3,0	3,0	406,00
100024646	6SE6420-2UC17-5AA1	FSA	1	1	4,7	3,9	3,9	444,00
100024647	6SE6420-2UC21-1BA1	FSA	1,5	1,5	6,4	5,5	5,5	508,00
100024648	6SE6420-2UC21-5BA1	FSB	2	2	8,3	7,4	7,4	569,00
100024649	6SE6420-2UC22-2BA1	FSB	3	3	11,7	10,4	10,4	677,00
100024650	6SE6420-2UC23-0CA1	FSB	4	4	15,6	13,6	13,6	782,00
100024651	6SE6420-2UC24-0CA1	FSC	5	5	19,7	17,5	17,5	906,00
100024652	6SE6420-2UC25-5CA1	FSC	7,5	7,5	26,3	22,0	22,0	1.183,00

MICROMASTER MM440TM

100024552	6SE6440-2UC17-5AA1	FSA	1	1	4,7	3,9	3,9	567,00
100024554	6SE6440-2UC21-5BA1	FSB	2	2	8,3	7,4	7,4	755,00
100024561	6SE6440-2UC22-2BA1	FSB	3	3	11,7	10,4	10,4	864,00
100024562	6SE6440-2UC23-0CA1	FSC	4	4	15,6	13,6	13,6	1.051,00
100024563	6SE6440-2UC24-0CA1	FSC	5	7,5	19,7	17,5	22,0	1.195,00
100029660	6SE6440-2UC25-5CA1	FSC	7,5	10	26,5	22,0	28,0	1.512,00
100024564	6SE6440-2UC27-5DA1	PSD	10	15	34,2	28,0	42,0	1.965,00
100024565	6SE6440-2UC31-1DA1	PSD	15	20	38,0	42,0	54,0	2.822,00
100029661	6SE6440-2UC31-5DA1	PSD	20	25	50,0	54,0	68,0	3.504,00
100029662	6SE6440-2UC31-8EA1	FSE	25	30	62,0	68,0	80,0	4.322,00
100029663	6SE6440-2UC32-2EA1	FSE	30	40	71,0	80,0	104,0	4.888,00
100029664	6SE6440-2UC33-0FA1	FSF	40	50	96,0	104,0	130,0	6.408,00
100029665	6SE6440-2UC33-7FA1	FSF	50	60	114,0	130,0	154,0	7.837,00
100029666	6SE6440-2UC34-5FA1	FSF	60	75	135,0	154,0	178,0	9.020,00

Tabla 14.- Selección de Logo8!

Modulo Logico Programable LOGO! Guía de selección

Descripción



LOGO! 8

Modelo	12/24 RCE	230 RCE
Alimentación	12/24VDC	110/220VAC
MLFB	6ED1052-1FB08-0BA0	6ED1052-1FB08-0BA0
Ancho	72mm	72mm
Interfaz de comunicación / programación	Ethernet RJ45	Ethernet RJ45
Memoria externa	Micro SD Card (estándar)	Micro SD Card (estándar)
Súper capacitor interno	480 horas de backup de programa	480 horas de backup de programa
Capacidad máxima de expansión (DI/DO/AI/AO)	24/20/8/8	24/20/8/8
Funcionalidad		
Bloques de programa (máximo)	400	400
Funciones definidas por el usuario (UDF)	-	-
Data logging	-	-
Comunicaciones		
Redes de comunicación	Si. Hasta 9 dispositivos Ethernet	Si. Hasta 9 dispositivos Ethernet
Modo Maestro/Eslavo	Si. Hasta 8 LOGO! Ethernet en modo esclavo	Si. Hasta 8 LOGO! Ethernet en modo esclavo
Conectividad a HMI	LOGO! TDE / SIMATIC HMI (con puerto Ethernet)	LOGO! TDE / SIMATIC HMI (con puerto Ethernet)
MODBUS TCP/IP	Si. Mediante puerto integrado	Si. Mediante puerto integrado
Entradas/salidas integradas		
Entradas Digitales (DI)	8	8
Entradas analógicas (de las DI integradas)	4 (entradas 0-10VDC): I1, I2, I7, I8	-
Salidas Digitales (DO) a relé	4	4
Software de programación	LOGO!Soft Comfort V8.2 ó superior	LOGO!Soft Comfort V8.2 ó superior

Nomenclatura:
DI : Entrada Digital AI : Entrada Analógica
DO: Salida Digital AO: Salida Analógica

Mayor información:
Principal: www.siemens.com/logo

- Disponible
- No disponible

ANEXO VII

SELECCIÓN DEL SENSOR INDUCTIVO

Tabla 15.- Selección del sensor inductivo

Características Técnicas	Esquemas de conexión				
	M18 DC - 2 Alambres	M18 DC - 3 Alambres	M18 DC - 3 Alambres Alta temperatura	M18 DC - 4 Alambres	
Alimentación (V)	10 - 60 VDC	10 - 30 VDC	10 - 30 VDC	10 - 30VDC	<p>AC - 3 alambres / DC - 2 alambres / AC/DC - 2 alambres</p> <p>DC (PNP) - NA + NF - 4 alambres</p> <p>DC (NPN) - NA + NF - 4 alambres</p> <p>DC (PNP) - NA o NF - 3 alambres</p> <p>DC (NPN) - NA o NF - 3 alambres</p>
Corriente máxima de salida I_e	100 mA	200 mA	200 mA	400 mA	
Corriente consumo sin carga I_o		3,5 mA (24 V)	1,8 mA (24 V)	5,5 mA (24 V)	
Corriente mínima de operación I_m	5 mA				
Corriente residual I_r					
Caida de tensión U_d (V)	< 5 V (100 mA)	< 1,2 V (200 mA)	< 1,2 V (200 mA)	< 1,5 V (400 mA)	
Tensión de ripple o rizado (%)	< 10%	< 10%	< 10%	< 10%	
Indicador señal de salida	Sí	Sí	Sí	Sí	
Histéresis (%)	3% > H < 15%	3% > H < 15%	3% > H < 15%	3% > H < 15%	
Protección contra inversión de polaridad	Sí	Sí	Sí	Sí	
Protección contra cortocircuito	Sí	Sí	No	No	
Grado de protección	IP 67	IP 67	IP 67	IP 67	
Temperatura de operación	-25°...+70°C	-25°...+70°C	-25°...+130°C	-25°...+70°C	

Dibujos Técnicos	Cable	Conector	Borne

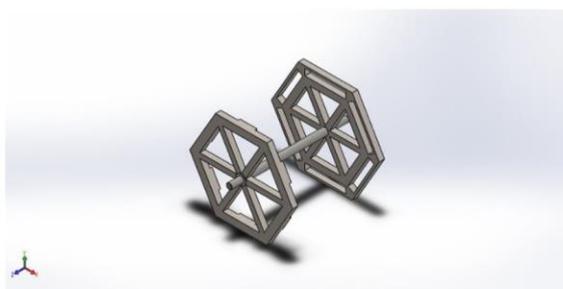


ANEXO VIII

ANÁLISIS DE LA MÁQUINA BIFUNCIONAL



Universidad Técnica de Cotopaxi
Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido Sector San Felipe.
Latacunga - Ecuador.



Simulación de Hexagono

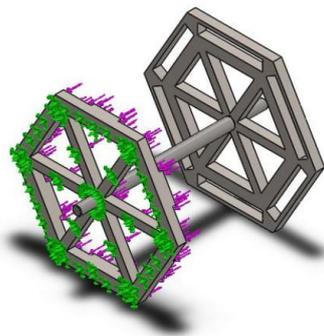
Fecha: jueves, 3 de septiembre de 2020
Diseñador: John Chicaiza / Henry Molina
Nombre de estudio: Análisis estático 1
Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

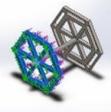
Descripción.....	1
Suposiciones.....	2
Información de modelo.....	2
Propiedades de estudio.....	3
Unidades.....	4
Propiedades de material.....	4
Cargas y sujeciones.....	5
Definiciones de conector.....	5
Información de contacto.....	6
Información de malla.....	7
Detalles del sensor.....	8
Fuerzas resultantes.....	8
Vigas.....	9
Resultados del estudio.....	10
Conclusión.....	13



Información de modelo



Nombre del modelo: Hexagono_1
 Configuración actual: Predeterminado

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
 Redondeo4	Sólido	Masa:6.28942 kg Volumen:0.000796129 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:61.6363 N	C:\Users\PC\Documents\UTC\TESIS\Tesis planos\Eje.SLDPRT Sep 3 10:00:26 2020
 Cortar-Extruir6	Sólido	Masa:31.2574 kg Volumen:0.00389403 m ³ Densidad:8027 kg/m ³ Peso:306.322 N	C:\Users\PC\Documents\UTC\TESIS\Tesis planos\Hexagono.SLDPRT Aug 28 09:56:34 2020
 Cortar-Extruir8	Sólido	Masa:31.6726 kg Volumen:0.00394576 m ³ Densidad:8027 kg/m ³ Peso:310.392 N	C:\Users\PC\Documents\UTC\TESIS\Tesis planos\Hexagono.SLDPRT Aug 28 09:56:34 2020



Universidad Técnica de Cotopaxi
Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido
Sector San Felipe.
Latacunga - Ecuador.

John Chicaiza / Henry Molina
3/9/2020

Propiedades de estudio

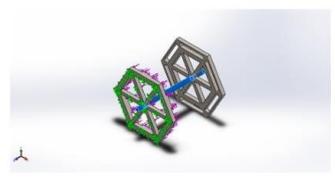
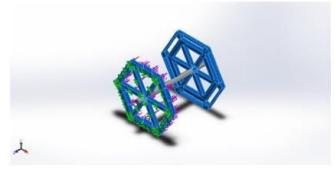
Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\PC\Documents\UTC\TESIS\Tesis planos)

Unidades

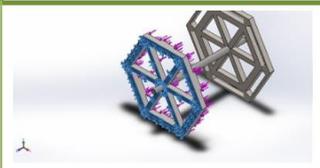
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

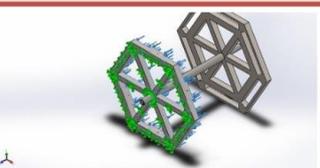


Propiedades de material

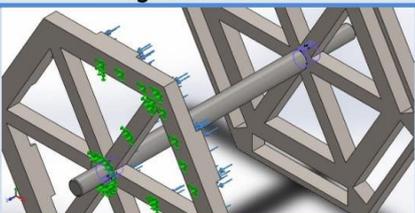
Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: AISI 1020 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite elástico: 3.51571e+08 N/m² Límite de tracción: 4.20507e+08 N/m² Módulo elástico: 2e+11 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.29 Densidad: 7900 kg/m³ Módulo cortante: 7.7e+10 N/m² Coeficiente de dilatación térmica: 1.5e-05 /Kelvin</p>	Sólido 1(Redondeo4)(Eje-1)
Datos de curva:N/A		
	<p>Nombre: AISI 316L Acero inoxidable Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite elástico: 1.7e+08 N/m² Límite de tracción: 4.85e+08 N/m² Módulo elástico: 2e+11 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.265 Densidad: 8027 kg/m³ Módulo cortante: 8.2e+10 N/m² Coeficiente de dilatación térmica: 1.7e-05 /Kelvin</p>	Sólido 1(Cortar-Extruir6)(Hexagono-1), Sólido 2(Cortar-Extruir8)(Hexagono-1)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija			
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	3.08133e-05	1.08364e-05	-34.3001	34.3001	
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0	

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga			
Fuerza-1		Entidades: 7 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 34.3 N			

Información de contacto

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto	
Contacto-1		Tipo: Par de contacto rígido Entidades: 16 cara(s)	



Universidad Técnica de Cotopaxi
Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido
Sector San Felipe.
Latacunga - Ecuador.

John Chicaiza / Henry Molina
3/9/2020

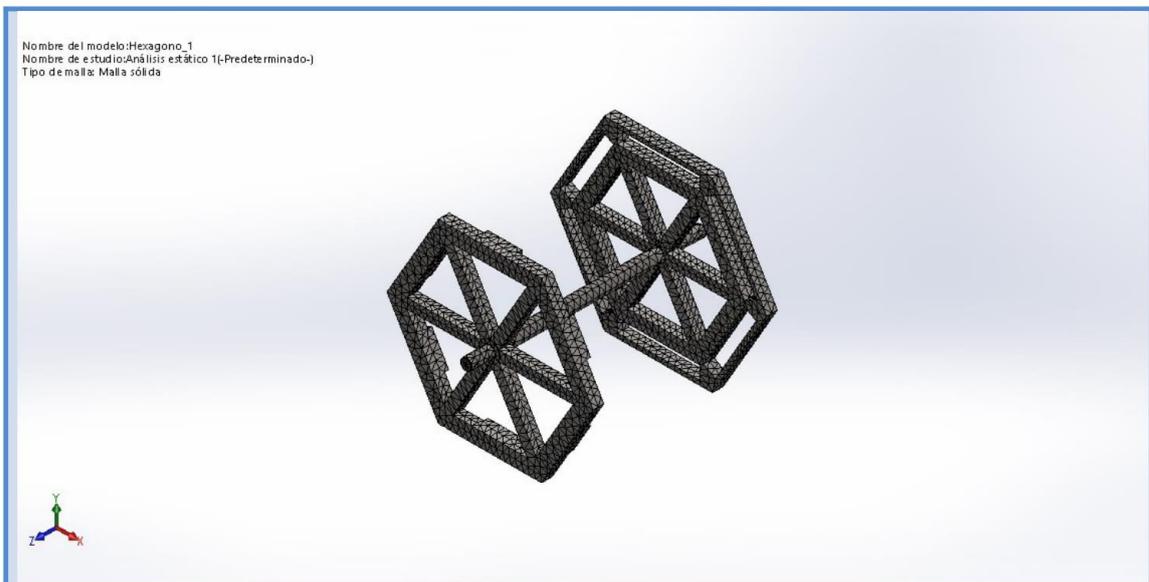
Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	18.9807 mm
Tolerancia	0.949037 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	24032
Número total de elementos	12164
Cociente máximo de aspecto	14.687
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	93.8
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.0904
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:04
Nombre de computadora:	SLARK





Fuerzas resultantes

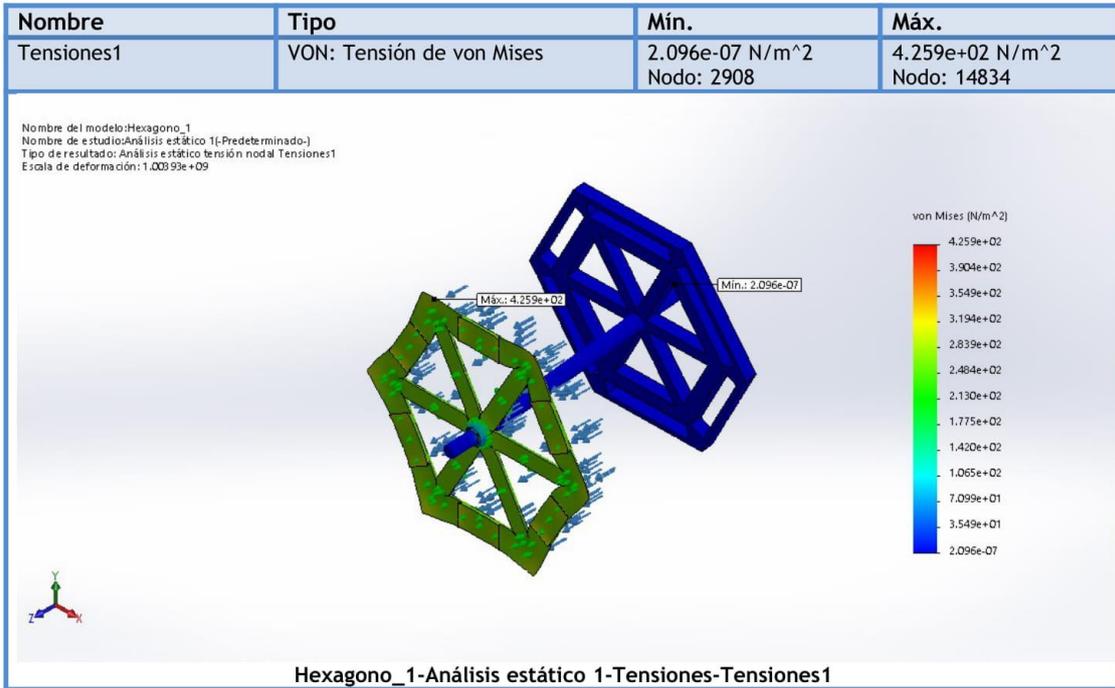
Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	3.08133e-05	1.08364e-05	-34.3001	34.3001

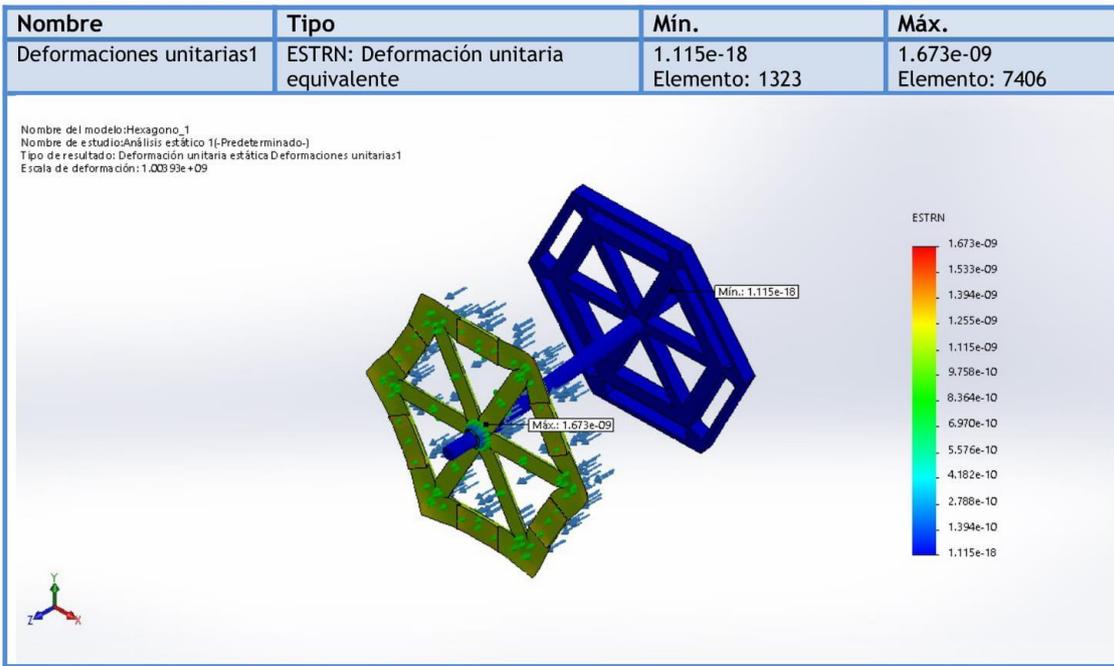
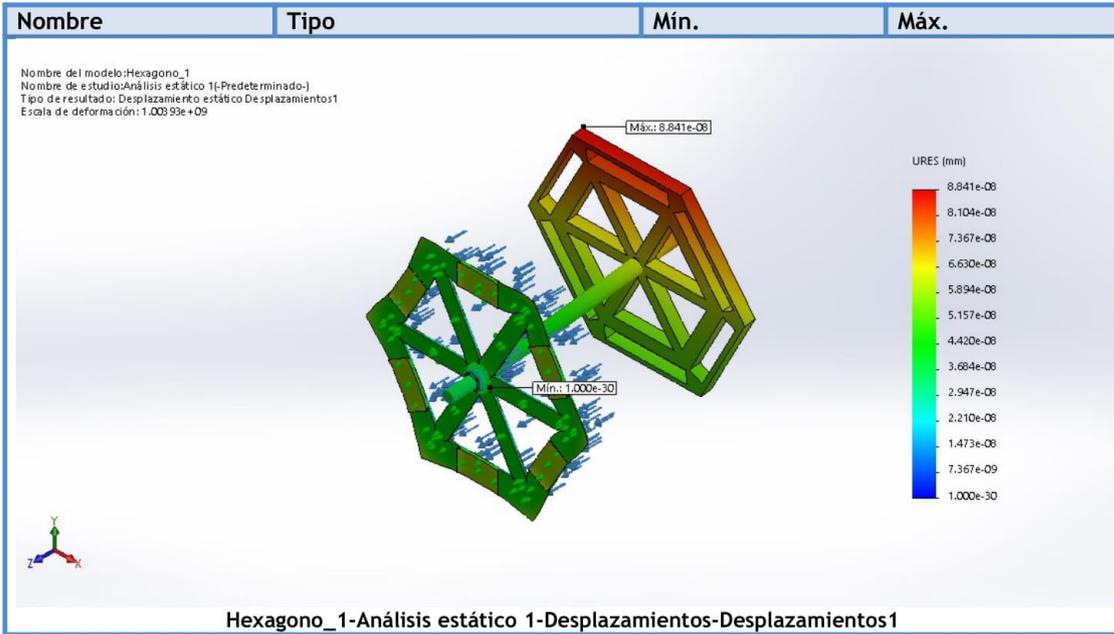
Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

Resultados del estudio

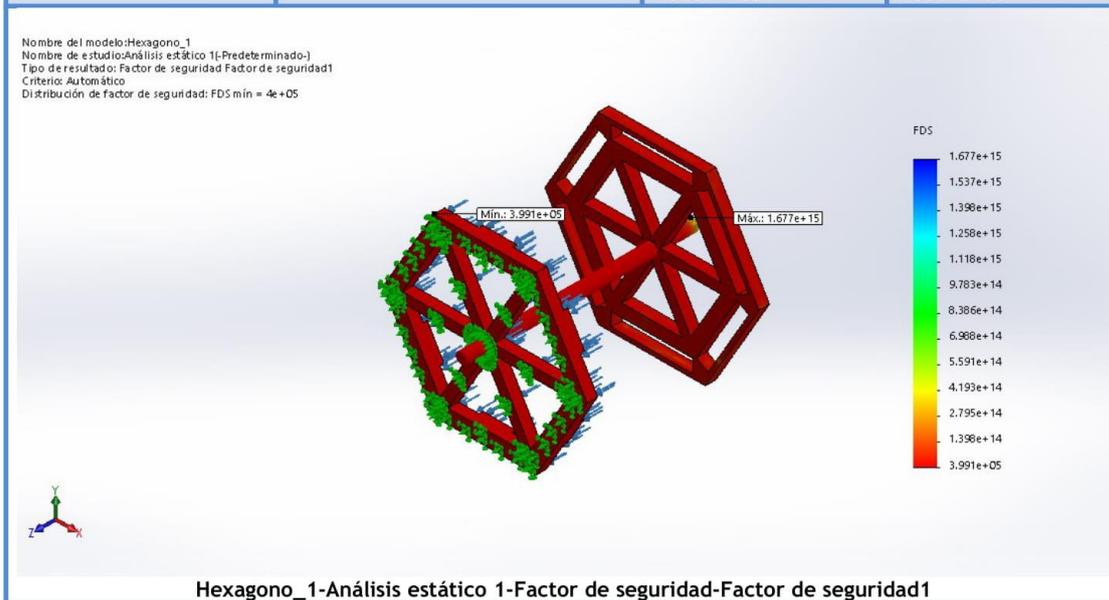


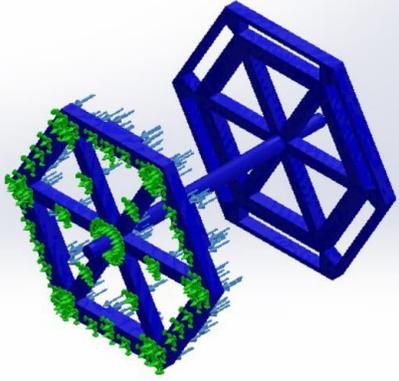
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 14284	8.841e-08 mm Nodo: 3644



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Hexagono_1-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1			

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	3.991e+05 Nodo: 14834	1.677e+15 Nodo: 2908



Nombre	Tipo
Comprobación de fatiga1	Trazado de comprobación de fatiga
<p> Nombre del modelo: Hexagono_1 Nombre de estudio: Análisis estático 1[-Predeterminado-] Tipo de resultado: Trazado de comprobación de fatiga Comprobación de fatiga1 </p>  <p>Hexagono_1-Análisis estático 1-Comprobación de fatiga-Comprobación de fatiga1</p>	



Simulación de Eje

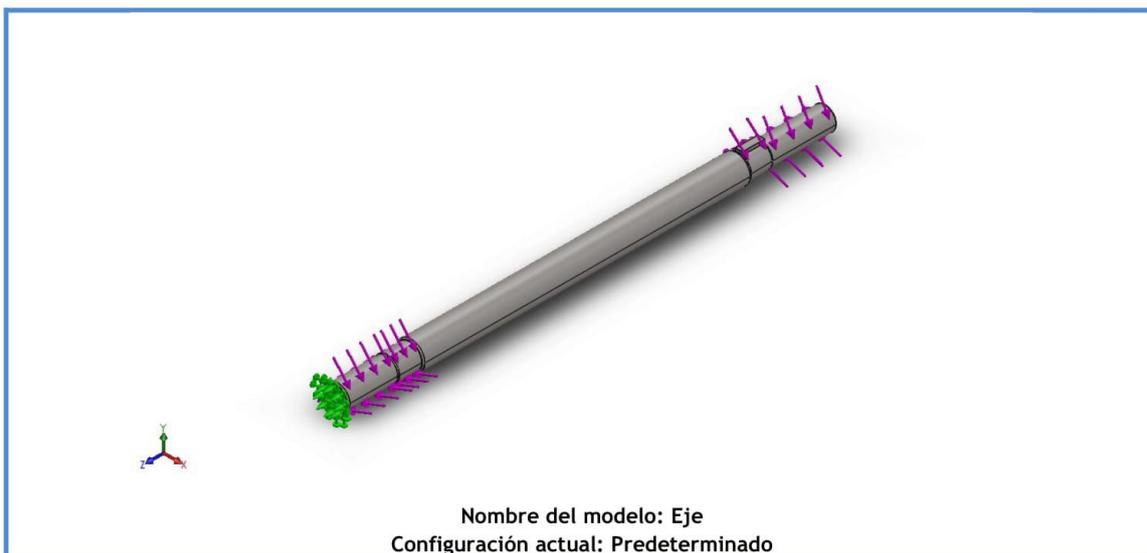
Fecha: jueves, 3 de septiembre de 2020
Diseñador: John Chicaiza / Henry Molina
Nombre de estudio: Análisis estático 1
Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

Descripción.....	1
Suposiciones.....	2
Información de modelo.....	2
Propiedades de estudio.....	3
Unidades.....	3
Propiedades de material.....	4
Cargas y sujeciones.....	5
Definiciones de conector.....	5
Información de contacto.....	5
Información de malla.....	6
Detalles del sensor.....	7
Fuerzas resultantes.....	7
Vigas.....	8
Resultados del estudio.....	9
Conclusión.....	13



Información de modelo



Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Redondeo4 	Sólido	Masa: 6.28749 kg Volumen: 0.000795885 m ³ Densidad: 7900 kg/m ³ Peso: 61.6174 N	C:\Users\PC\Documents\ UTC\TESIS\Tesis planos\ Eje.SLDPRT Aug 28 10:32:50 2020



Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\PC\Documents\UTC\TESIS\Tesis planos)

Unidades

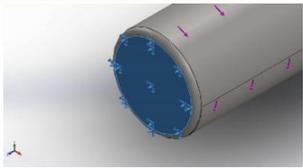
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

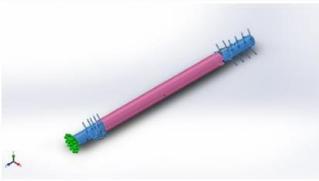


Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: AISI 1020 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Limite elástico: 3.51571e+08 N/m² Limite de tracción: 4.20507e+08 N/m² Módulo elástico: 2e+11 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.29 Densidad: 7900 kg/m³ Módulo cortante: 7.7e+10 N/m² Coeficiente de dilatación térmica: 1.5e-05 /Kelvin</p>	Sólido 1(Redondeo4) (Eje)
Datos de curva: N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija			
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	-1.07532	-0.107063	-0.0300903	1.08105	
Momento de reacción (N.m)	0	0	0	0	

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga			
Torsión-1		Entidades: 4 cara(s) Referencia: Cara < 1 > Tipo: Aplicar momento torsor Valor: 37.85 N.m			



Universidad Técnica de Cotopaxi
Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido
Sector San Felipe.
Latacunga - Ecuador.

John Chicaiza / Henry Molina
3/9/2020

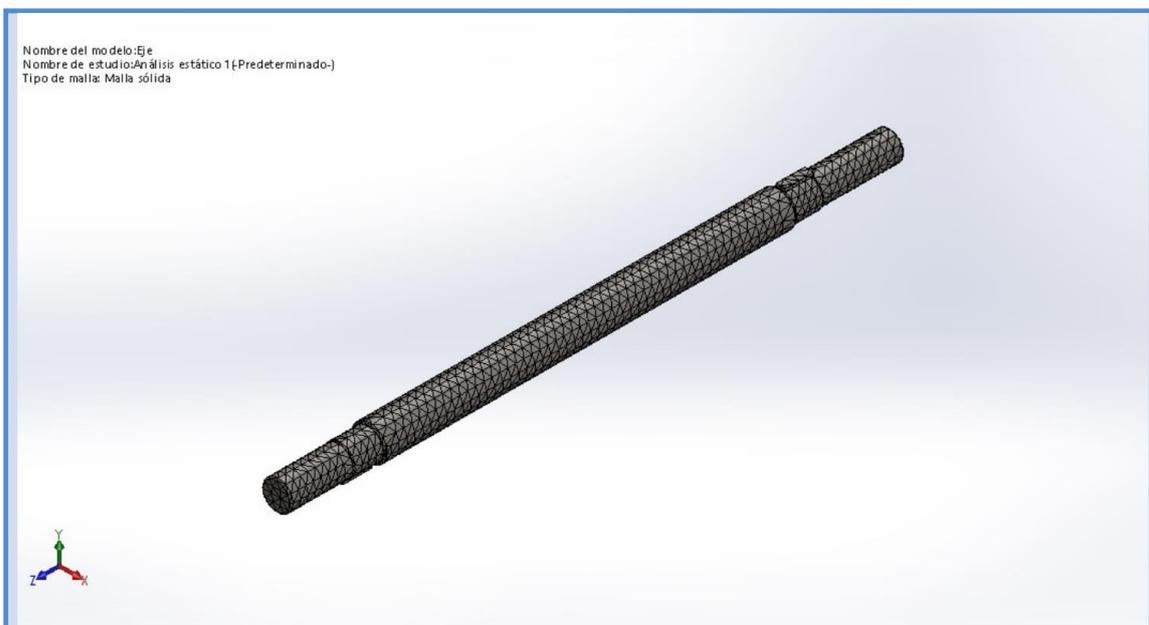
Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	0.917015 cm
Tolerancia	0.0458507 cm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	15323
Número total de elementos	9427
Cociente máximo de aspecto	23.403
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	95.2
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.286
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh; mm; ss):	00:00:02
Nombre de computadora:	SLARK





Fuerzas resultantes

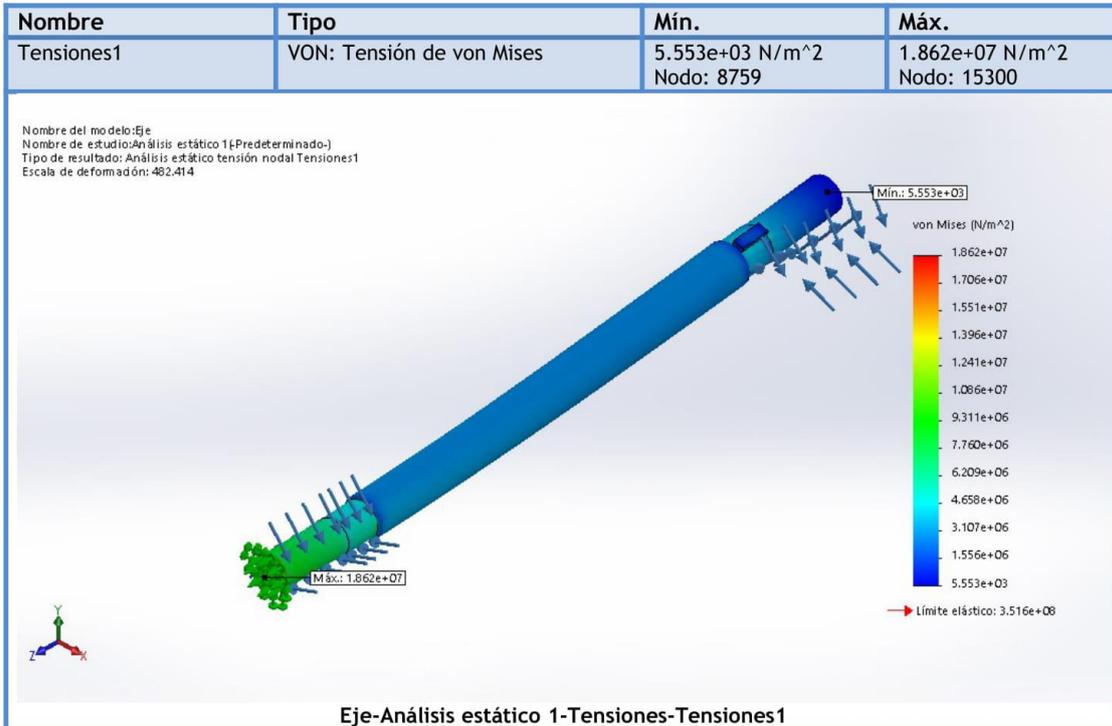
Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-1.07532	-0.107063	-0.0300903	1.08105

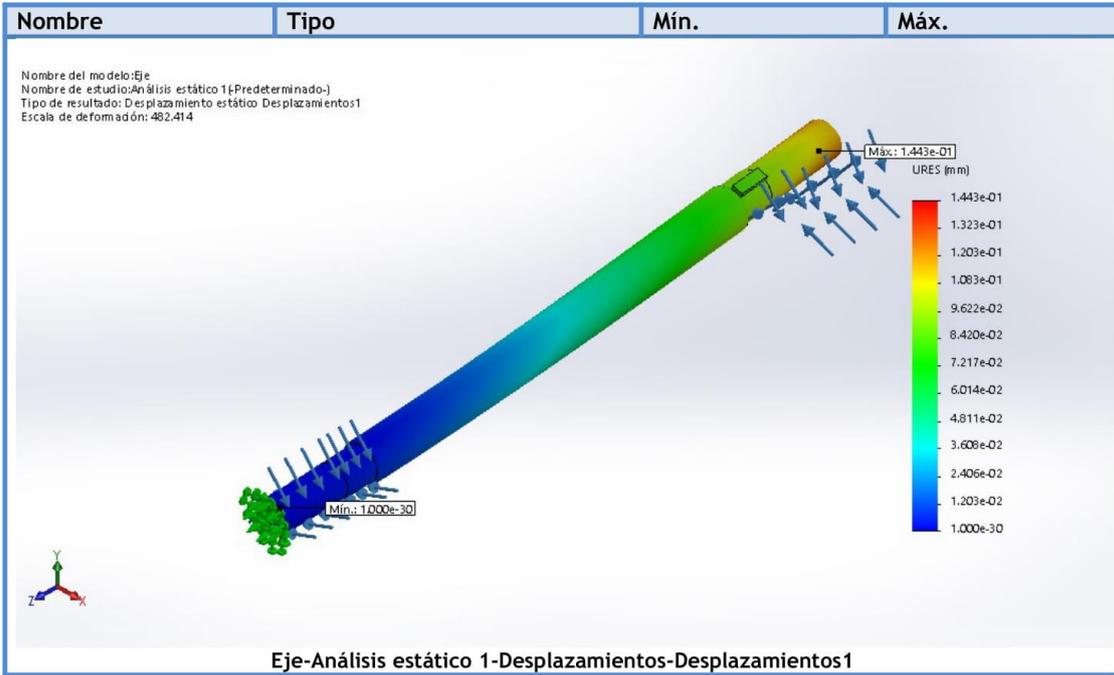
Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

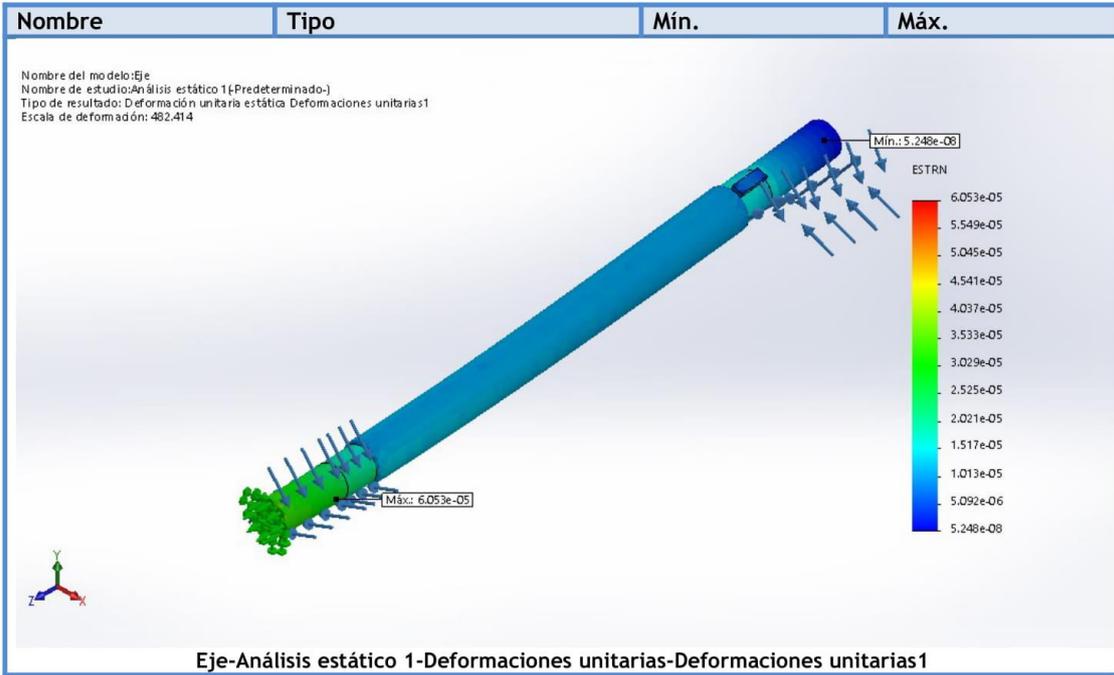
Resultados del estudio

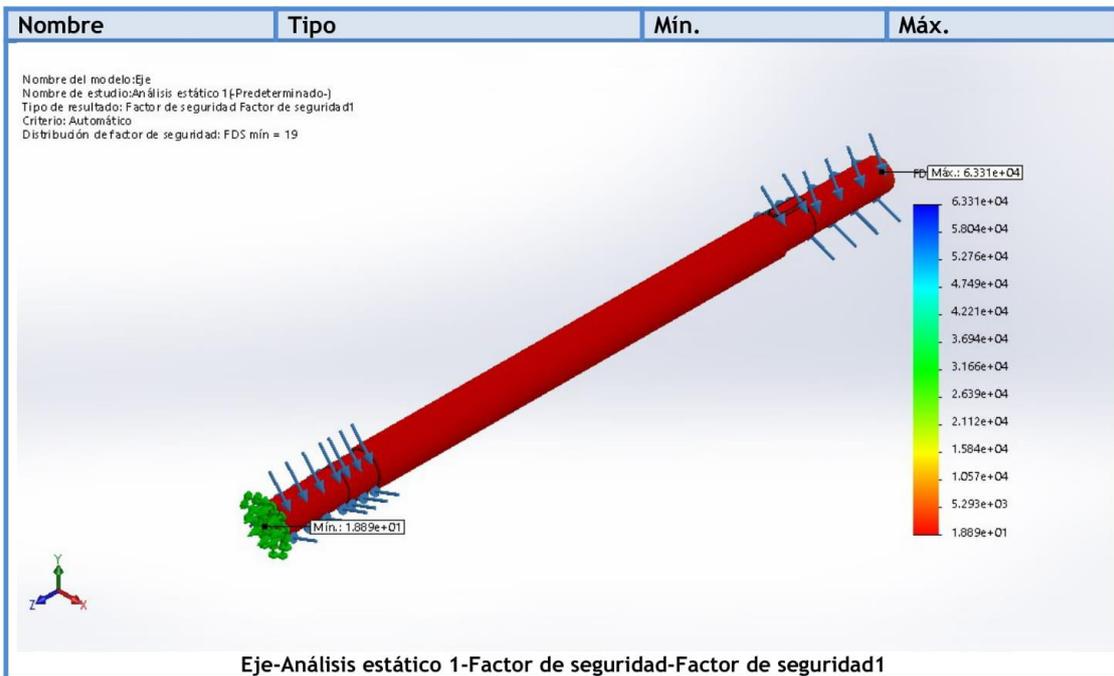


Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 4	1.443e-01 mm Nodo: 988

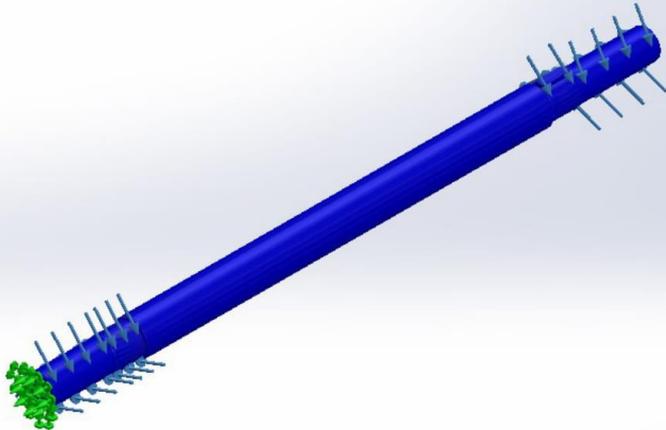


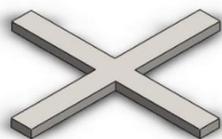
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	5.248e-08 Elemento: 4636	6.053e-05 Elemento: 1966





Nombre	Tipo
Comprobación de fatiga1	Trazado de comprobación de fatiga

Nombre	Tipo
<p>Nombre del modelo: Eje Nombre de estudio: Análisis estático 1{-Predeterminado-} Tipo de resultado: Trazado de comprobación de fatiga Comprobación de fatiga1</p>	 <p>Eje-Análisis estático 1-Comprobación de fatiga-Comprobación de fatiga1</p>



Simulación de Tanque

Fecha: domingo, 30 de agosto de 2020
Diseñador: John Chicaiza / Henry Molina
Nombre de estudio: Análisis estático 1
Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

Descripción.....	1
Suposiciones.....	2
Información de modelo.....	2
Propiedades de estudio.....	3
Unidades.....	4
Propiedades de material.....	4
Cargas y sujeciones.....	5
Definiciones de conector.....	5
Información de contacto.....	6
Información de malla.....	7
Detalles del sensor.....	8
Fuerzas resultantes.....	8
Vigas.....	9
Resultados del estudio.....	10
Conclusión.....	14

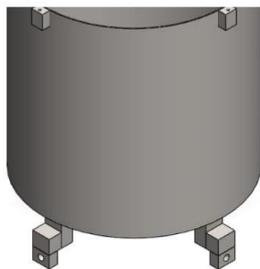




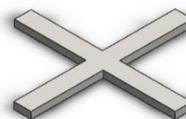
Universidad Técnica de Cotopaxi
Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido
Sector San Felipe.
Latacunga - Ecuador.

John Chicaiza / Henry Molina
30/8/2020

Suposiciones



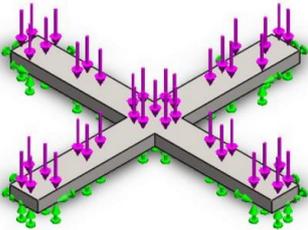
Modelo original



Modelo analizado

Información de modelo





Nombre del modelo: Tanque
Configuración actual: Predeterminado<Como mecanizada>

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Saliente-Extruir2 	Sólido	Masa: 13.5046 kg Volumen: 0.00168807 m ³ Densidad: 8000 kg/m ³ Peso: 132.345 N	C:\Users\PC\Documents\ UTC\TESIS\Tesis planos\ Tanque.SLDPRT Aug 18 21:04:10 2020



Propiedades de estudio

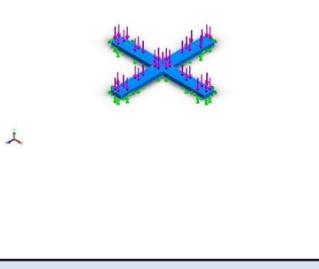
Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\PC\Documents\UTC\TESIS\Tesis planos)

Unidades

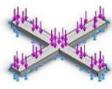
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

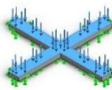


Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: AISI 304 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Limite elástico: 2.06807e+08 N/m² Limite de tracción: 5.17017e+08 N/m² Módulo elástico: 1.9e+11 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.29 Densidad: 8000 kg/m³ Módulo cortante: 7.5e+10 N/m² Coeficiente de dilatación térmica: 1.8e-05 /Kelvin</p>	Sólido 5(Saliente-Extruir2) (Tanque)
Datos de curva: N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0.00421746	965.836	-0.00352871	965.836
Momento de reacción (N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 965.79 N		



Universidad Técnica de Cotopaxi
Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido
Sector San Felipe.
Latacunga - Ecuador.

John Chicaiza / Henry Molina
30/8/2020

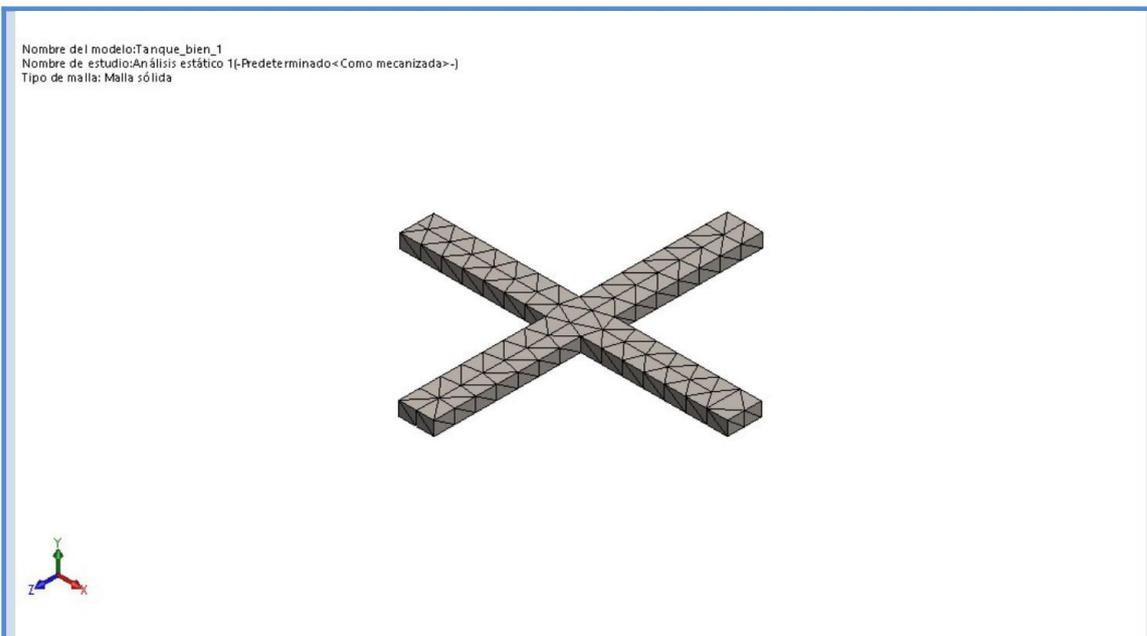
Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	3.95923 cm
Tolerancia	0.197961 cm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	939
Número total de elementos	384
Cociente máximo de aspecto	6.5384
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	93
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh; mm; ss):	00:00:01
Nombre de computadora:	SLARK





Fuerzas resultantes

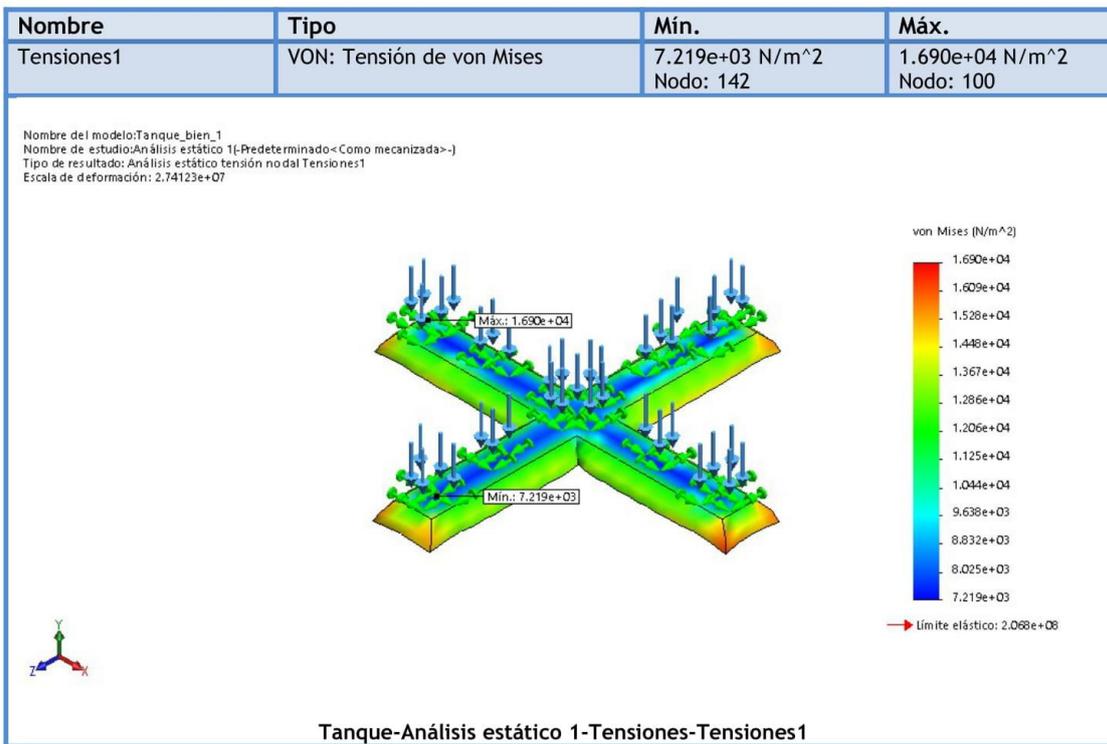
Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0.00421746	965.836	-0.00352871	965.836

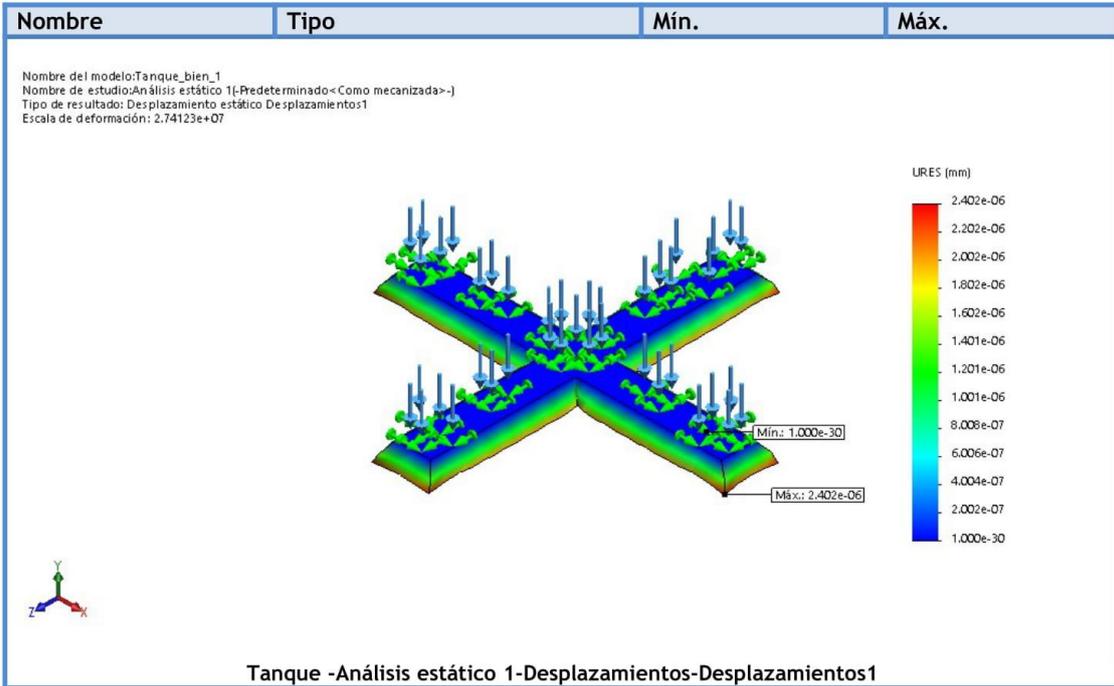
Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

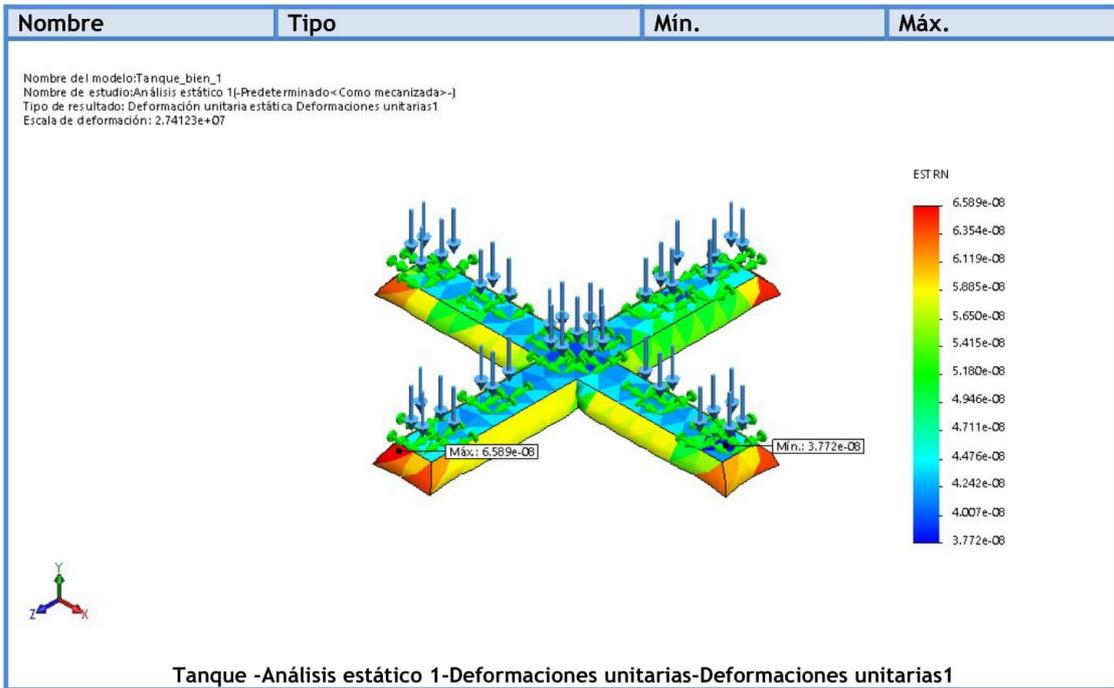
Resultados del estudio



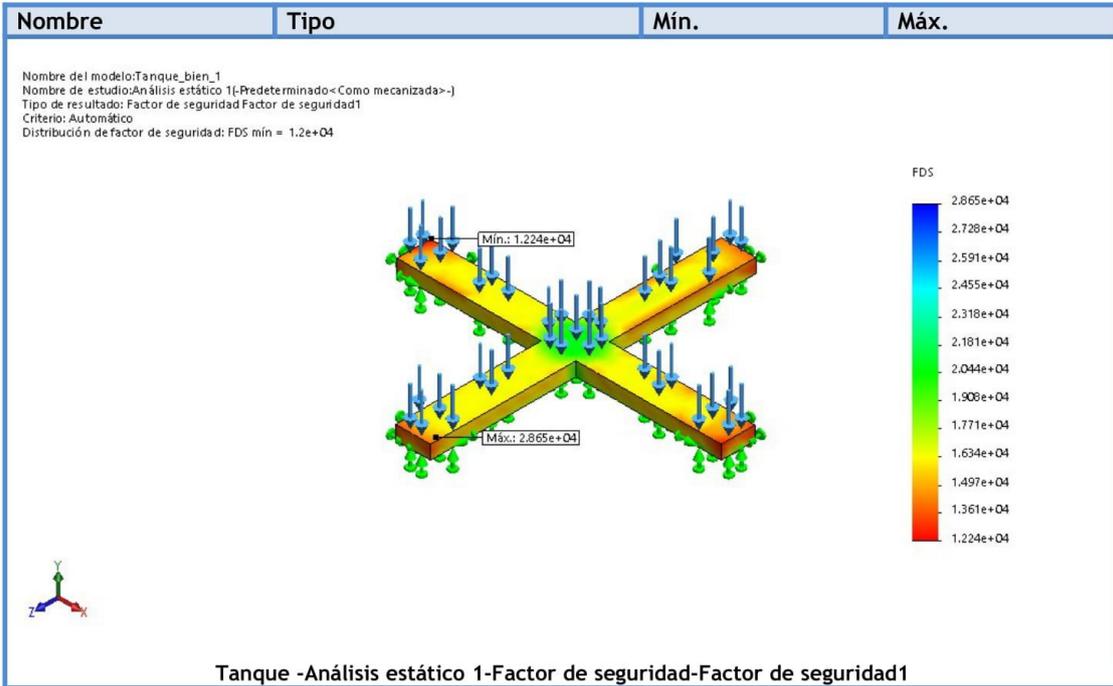
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 4	2.402e-06 mm Nodo: 36



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	3.772e-08 Elemento: 22	6.589e-08 Elemento: 290



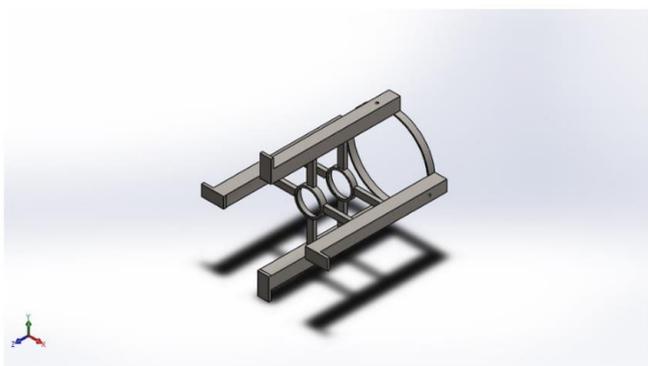
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	1.224e+04 Nodo: 100	2.865e+04 Nodo: 142



Nombre	Tipo
Comprobación de fatiga1	Trazado de comprobación de fatiga

Nombre del modelo: Tanque_bien_1
Nombre de estudio: Análisis estático 1{-Predeterminado-< Como mecanizada>-}
Tipo de resultado: Trazado de comprobación de fatiga Comprobación de fatiga1

Tanque -Análisis estático 1-Comprobación de fatiga-Comprobación de fatiga1



Simulación de base del tanque

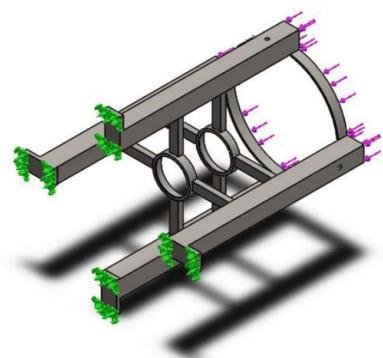
Fecha: domingo, 30 de agosto de 2020
Diseñador: John Chicaiza / Henry Molina
Nombre de estudio: Análisis estático 1
Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

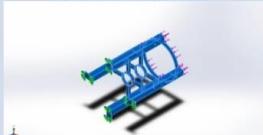
Descripción.....	1
Suposiciones.....	2
Información de modelo.....	2
Propiedades de estudio.....	3
Unidades.....	3
Propiedades de material.....	4
Cargas y sujeciones.....	5
Definiciones de conector.....	5
Información de contacto.....	6
Información de malla.....	7
Detalles del sensor.....	8
Fuerzas resultantes.....	8
Vigas.....	9
Resultados del estudio.....	10
Conclusión.....	14



Información de modelo



Nombre del modelo: base_del_tanque
 Configuración actual: Predeterminado

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Saliente-Extruir9 	Sólido	Masa:330.288 kg Volumen:0.042075 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:3236.83 N	C:\Users\PC\Documents\ UTC\TESIS\Tesis planos\ base_del_tanque.SLDPRT Aug 28 23:41:42 2020



Propiedades de estudio

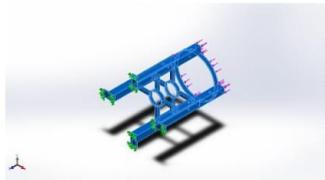
Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\PC\Documents\UTC\TESIS\Tesis planos)

Unidades

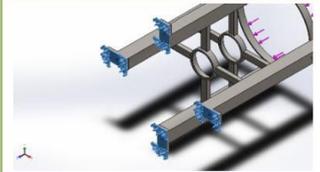
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

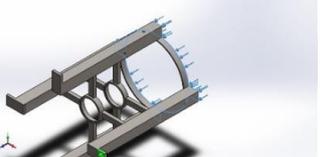


Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: ASTM A36 Acero Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Limite elástico: 2.5e+08 N/m² Limite de tracción: 4e+08 N/m² Módulo elástico: 2e+11 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.26 Densidad: 7850 kg/m³ Módulo cortante: 7.93e+10 N/m²</p>	Sólido 1(Saliente-Extruir9) (base_del_tanque)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 4 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.000877984	0.0033462	-1185.02	1185.02
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 1185.02 N		



Universidad Técnica de Cotopaxi
Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido
Sector San Felipe.
Latacunga - Ecuador.

John Chicaiza / Henry Molina
30/8/2020

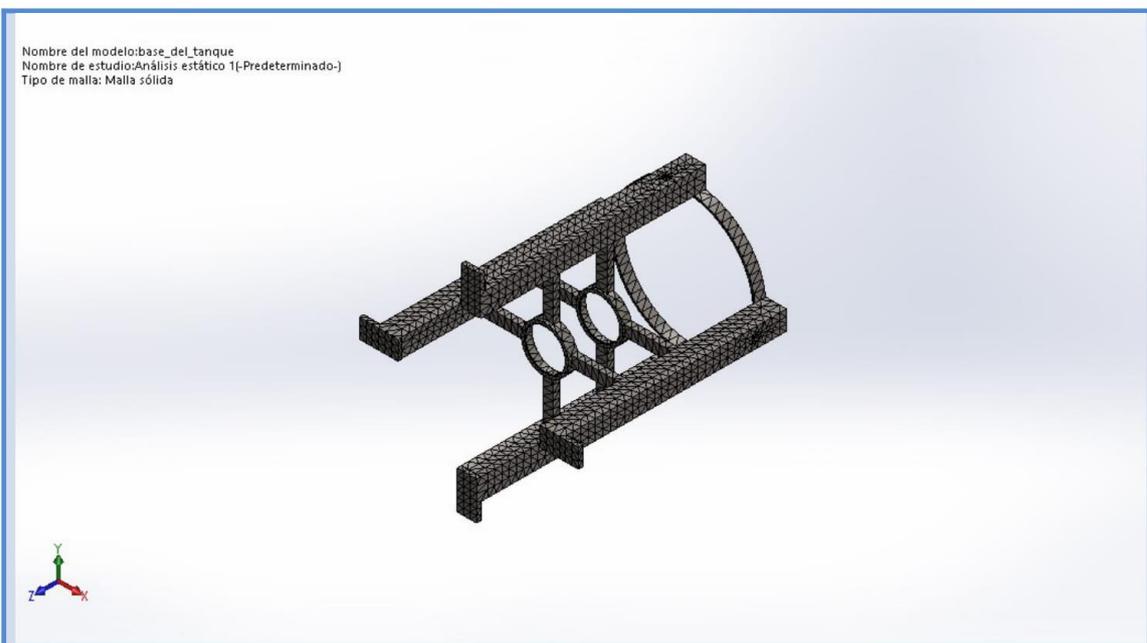
Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	3.47846 cm
Tolerancia	0.173923 cm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	19884
Número total de elementos	10612
Cociente máximo de aspecto	17.38
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	86.3
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.669
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:03
Nombre de computadora:	SLARK





Fuerzas resultantes

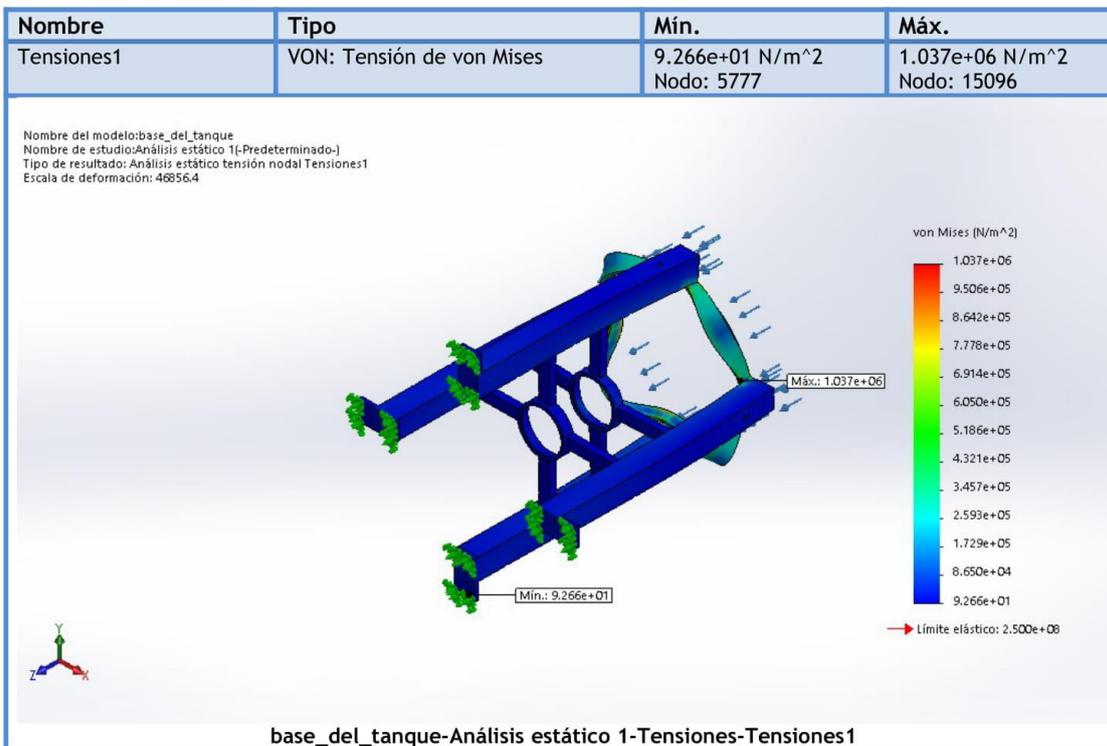
Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-0.000877984	0.0033462	-1185.02	1185.02

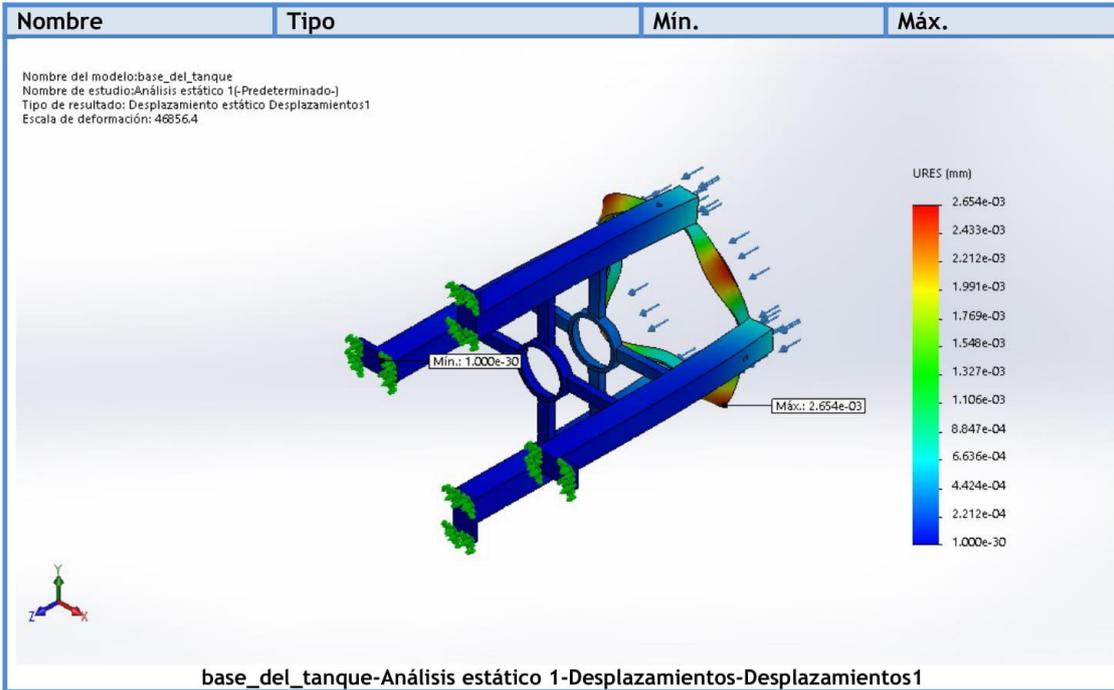
Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

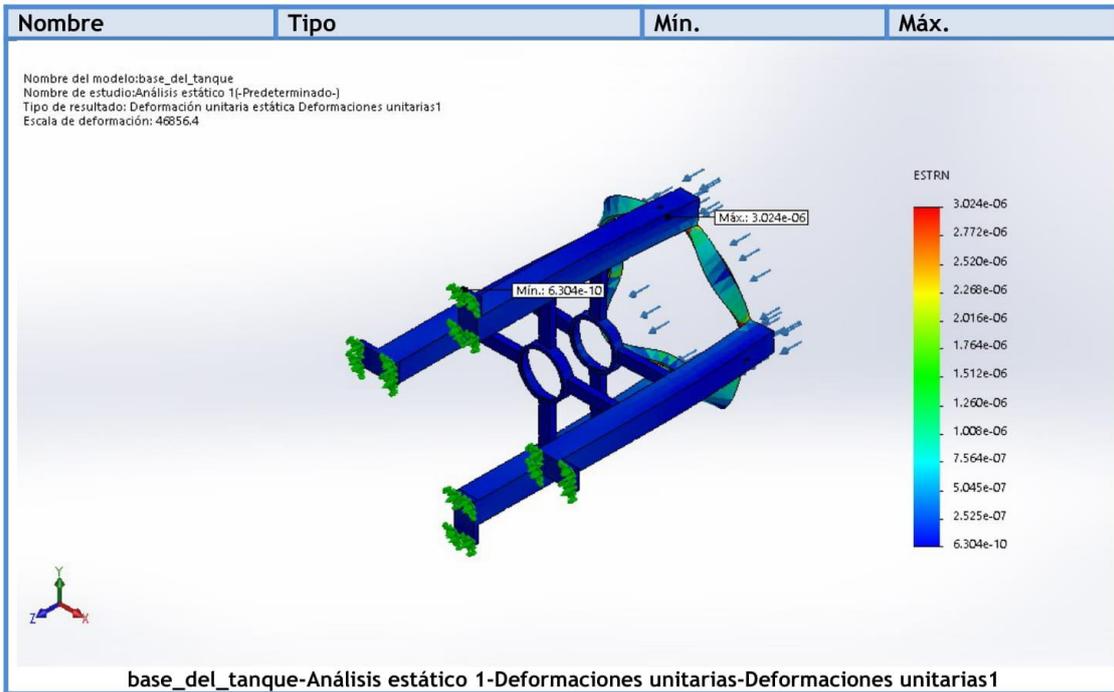
Resultados del estudio



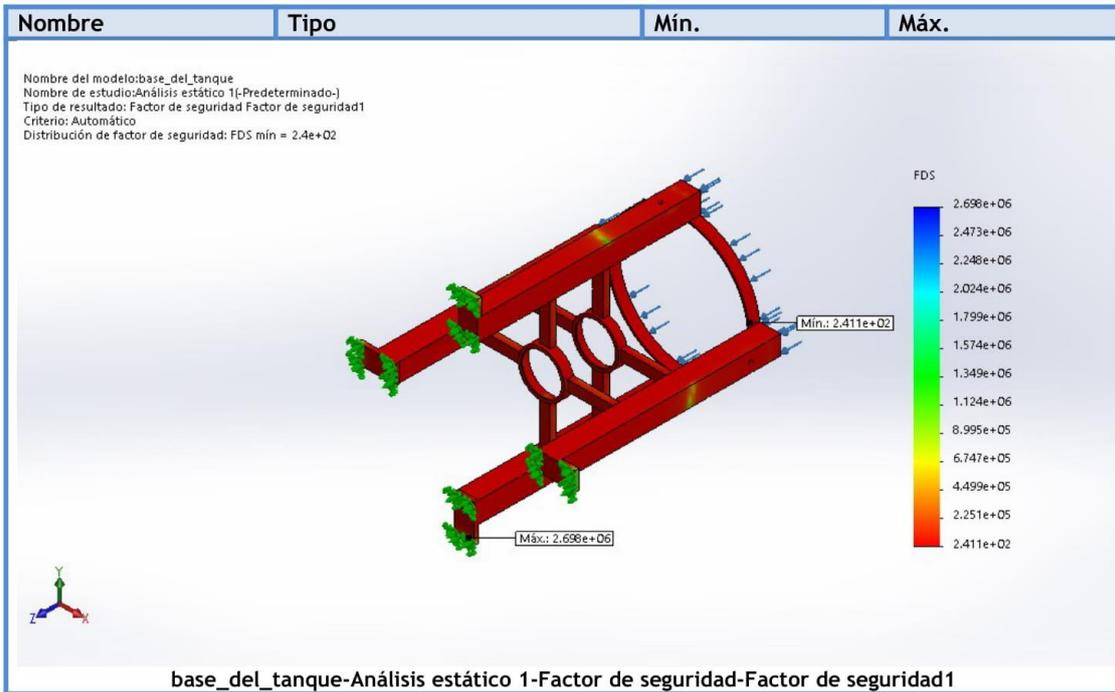
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 1133	2.654e-03 mm Nodo: 14558



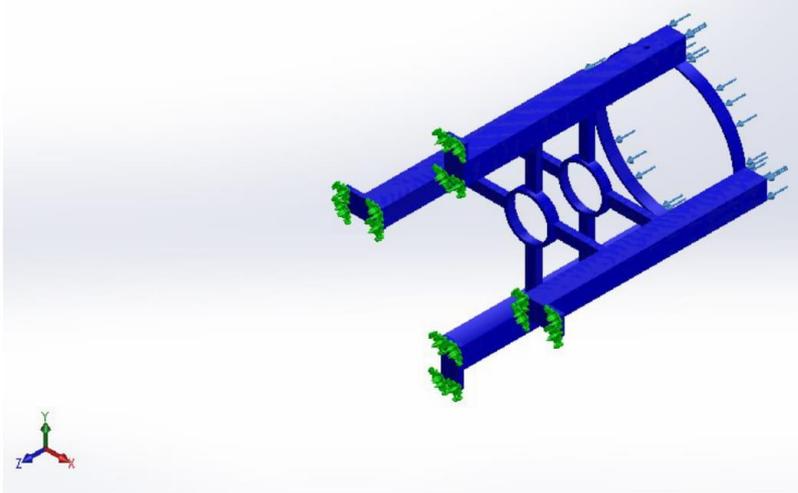
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	6.304e-10 Elemento: 10556	3.024e-06 Elemento: 6756



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	2.411e+02 Nodo: 15096	2.698e+06 Nodo: 5777



Nombre	Tipo
Comprobación de fatiga1	Trazado de comprobación de fatiga

Nombre	Tipo
<p>Nombre del modelo:base_del_tanque Nombre de estudio:Análisis estático 1-(Predeterminado-) Tipo de resultado:Trazado de comprobación de fatiga Comprobación de fatiga1</p>	 <p>base_del_tanque-Análisis estático 1-Comprobación de fatiga-Comprobación de fatiga1</p>



Simulación de Ensamblaje1

Fecha: miércoles, 16 de septiembre de 2020

Diseñador: John Chicaiza / Henry Molina

Nombre de estudio: Térmico

Tipo de análisis: Térmico (Estado estable)

Tabla de contenidos

Descripción.....	1
Suposiciones.....	2
Información de modelo.....	2
Propiedades de estudio.....	3
Unidades.....	3
Propiedades de material.....	4
Cargas térmicas.....	4
Información de contacto.....	5
Información de malla.....	6
Detalles del sensor.....	7
Resultados del estudio.....	8
Conclusión.....	8



Suposiciones

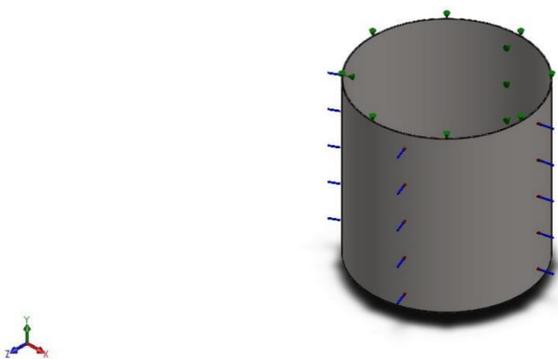


Modelo original



Modelo analizado

Información de modelo



Nombre del modelo: Ensamblaje1
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Cortar-Extruir4 	Sólido	Masa:40.2045 kg Volumen:0.00502556 m ³ Densidad:8000 kg/m ³ Peso:394.004 N	C:\Users\PC\Documents\ UTC\TESIS\Tesis planos\ Tanque_bien_1.SLDPRT Aug 30 18:35:25 2020

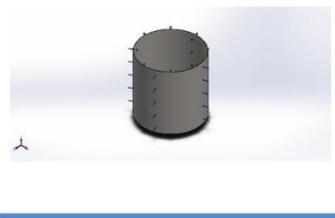
Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Térmico
Tipo de análisis	Térmico (Estado estable)
Tipo de malla	Malla sólida
Tipo de solver	FFEPlus
Tipo de solución	Estado estable
¿Se definió la resistencia de contacto?	No
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (c:\users\pc\appdata\local\temp)

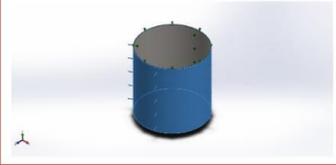
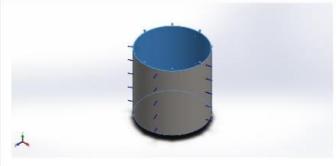
Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Cobre Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Conductividad térmica: 390 W/ (m.K) Calor específico: 390 J/ (kg. K) Densidad: 8900 kg/m³</p>	Sólido 9(Cortar-Extruir4) (Tanque_bien_1-1)
Datos de curva: N/A		
	<p>Nombre: AISI 304 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Conductividad térmica: 16 W/ (m.K) Calor específico: 500 J/ (kg. K) Densidad: 8000 kg/m³</p>	<Material_ComponentList1/>
Datos de curva: N/A		

Cargas térmicas

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Temperatura -1		Entidades: 1 cara(s) Temperatura: 35 Celsius
Convección-1		Entidades: 2 cara(s) Coefficiente de convección: 0.0564 W/ (m ² .K) Variación de tiempo: Desactivar Variación de temperatura: Desactivar Temperatura ambiente: 286.65 Kelvin Variación de tiempo: Desactivar

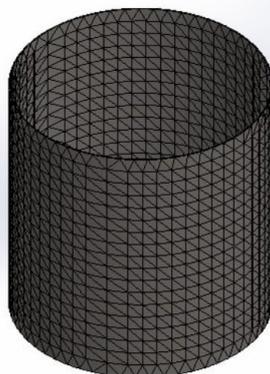
Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	36.6452 mm
Tolerancia	1.83226 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

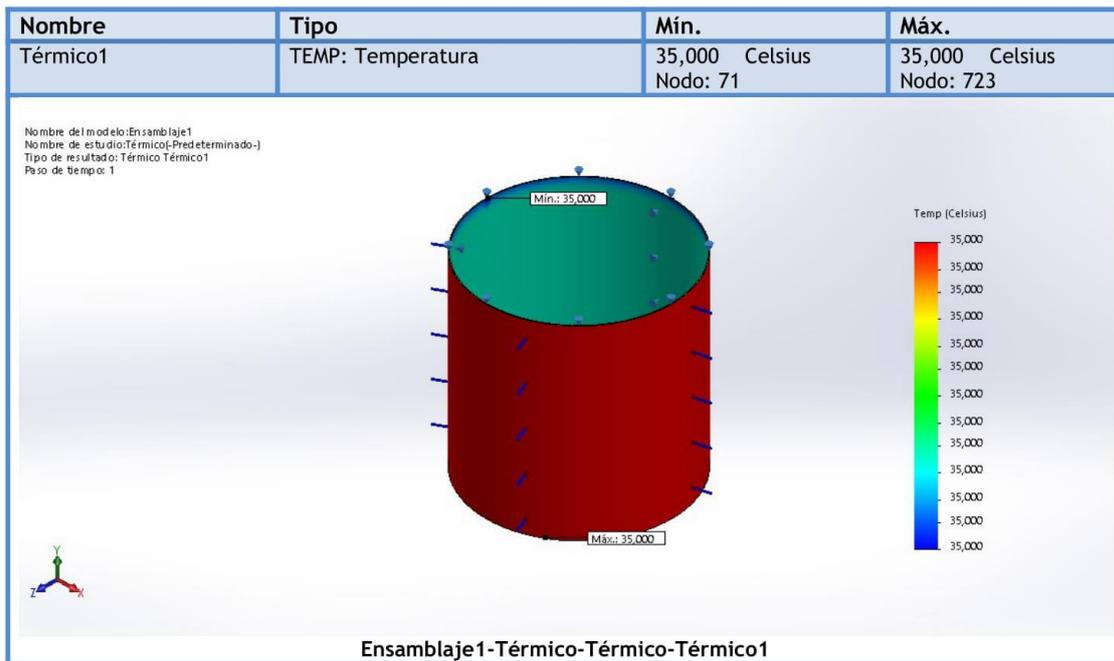
Información de malla - Detalles

Número total de nodos	14900
Número total de elementos	7361
Cociente máximo de aspecto	39.796
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	0
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	99.7
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh; mm; ss):	00:00:03
Nombre de computadora:	SLARK

No nombre del modelo: Ensamblaje1
No nombre de estudio: Térmico(-Predeterminado-)
Tipo de malla: Malla sólida



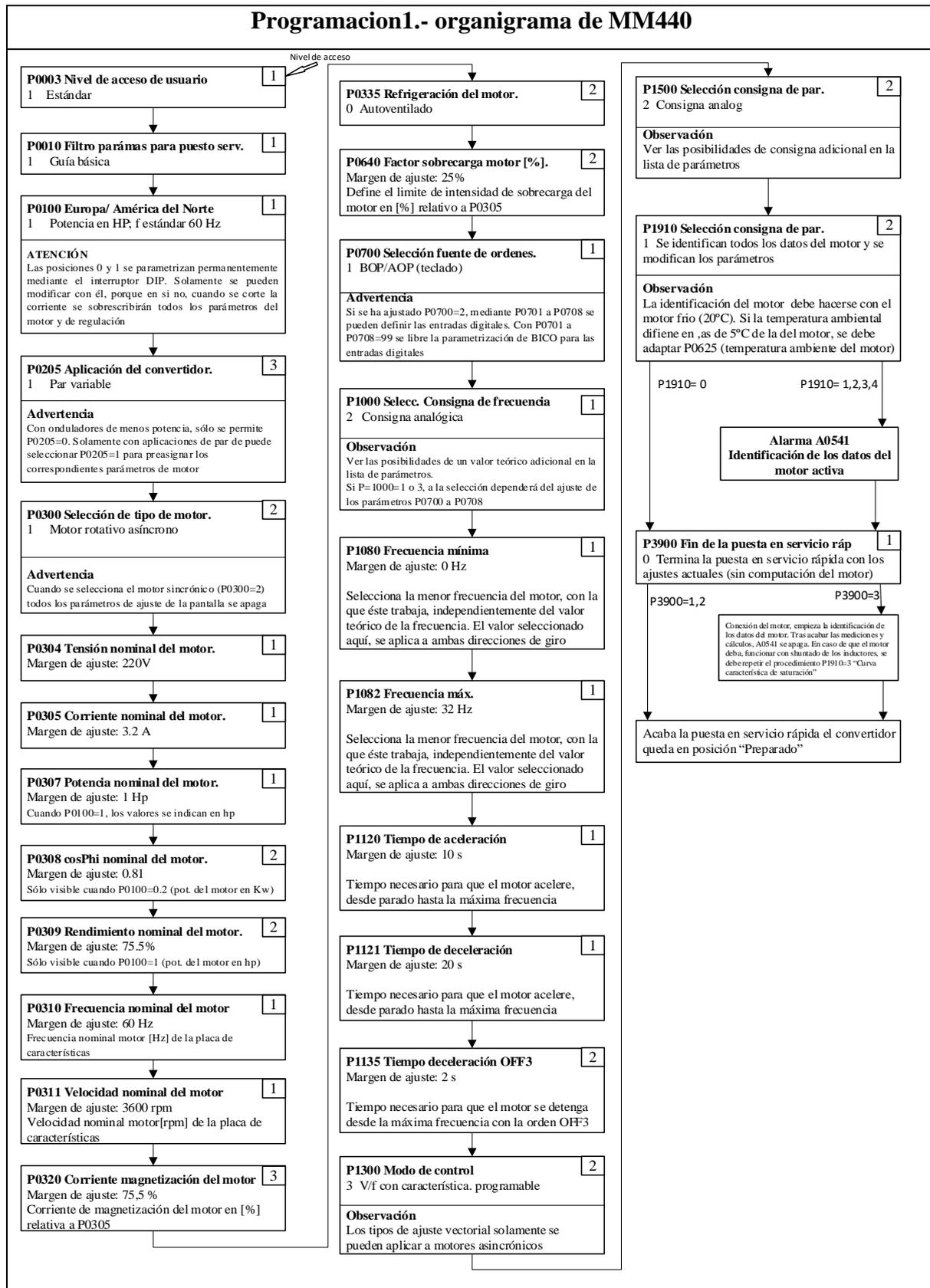
Resultados del estudio



ANEXO IX

ORGANIGRAMME DE MM440

Programacion1.- organigrama de MM440



ANEXO X

SELECCIÓN DEL RETENEDOR

Tabla 3.- SELECCIÓN DEL RETENEDOR

THO					
MAKER	REFERENCE NO	TYPE/ SIZE	THO NO	DESCRIPTION	MATERIAL
TOYOTA	04151-64010-1	RTC 22 34 6.5	1010046	OIL SEAL	VMQ
TOYOTA	04151-64020-1	RTC 22 34 6.5	1010046	OIL SEAL	VMQ
TOYOTA	04332-30010	SEAL SET	1010290	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04332-30020	SEAL SET	1010290	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04332-30030	SEAL SET	1010290	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04422-12010	SEAL SET	1300010	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04422-12020	SEAL SET	1300010	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04422-12030	SEAL SET	1300010	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04422-12030-S	SEAL SET	1300010	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04422-12040	SEAL SET	1300010	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04422-12060	SEAL SET	1300010	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04422-12070	SEAL SET	1300010	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04422-12091	SEAL SET	1300010	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04422-12100	SEAL SET	1300010	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04422-16010	SEAL SET	1300010	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04422-16020	SEAL SET	1300010	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04422-17010	SEAL SET	1010288	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04422-20010	SEAL SET	1300010	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04422-20020	SEAL SET	1300010	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04422-20060	SEAL SET	1300010	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04422-20080	SEAL SET	1300010	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04422-20080-S	SEAL SET	1300010	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04422-20110	SEAL SET	1300010	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04422-32010	SEAL SET	1300010	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04445-04	TB 21 9 35 8	1010134	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04445-09	VC 32 40 5	1010256	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04445-N012	TCX 18 32 7	1010244	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04445-NO1	TCX 18 32 7	1010244	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	04965-05500	TC 55 78 12	1010238	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	09283-98002-V	LTC 98 116 10	1010440	OIL SEAL	FKM
TOYOTA	12311-67010	S 44 72 76 8 R	1010076	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	12311-67011	S 44 72 76 8 R	1010076	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	15165-64010	TC 20 32 7	1010095	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	15165-64011	TC 20 32 7	1010095	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	15165-70010	RTC 18 30 7	1010041	OIL SEAL	VMQ
TOYOTA	15165-70010-P	RTC 18 30 7	1010042	OIL SEAL	ACM
TOYOTA	15165-74020	RTC 18 30 7	1010041	OIL SEAL	VMQ
TOYOTA	15165-88382	RTC 18 30 7	1010041	OIL SEAL	VMQ
TOYOTA	16802-62001	SDC 49 73 15-20	1010105	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	29341-76010	TB 20 40 7	1010133	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	29971-80051	SRTC 38 60 8-14.5	1010191	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	32593-23030-71	TC 48 65 9.5	1010235	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	35148-16010	KC 10 15 3	1010366	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	37239-59010	TBX 55 78 12	1010174	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	41421-33900-71	TC 60 82 12	1010239	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	42404-36010	TB 75 100 13SLEAVE	1010164	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	43513-40150-71	TBX 42 65 12	1010170	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	90029-21005	TC 18 30 6	1010091	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	90029-21007	RTC 20 32 5	1010043	OIL SEAL	VMQ
TOYOTA	90029-21007-V	RTC 20 32 5	1010268	OIL SEAL	FKM
TOYOTA	90029-21012	TC 20 32 7	1010095	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	90029-21014	RTC 22 34 6.5	1010046	OIL SEAL	VMQ
TOYOTA	90029-21022	RTC 22 34 6.5	1010046	OIL SEAL	VMQ
TOYOTA	90043-11312	TC 34 54 11	1010331	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	90304-78005	OKC 78 82 4.3-16	1010435	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	90310-11016	SB 12 20 5	1010078	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	90310-13001	SC 13 25 7	1010083	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	90310-20018	TC 20 30 7	1010094	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	90310-20020	TC 20 30 7	1010094	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	90310-20026	TC 20 30 7	1010094	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	90310-21034	TB 21 9 35 8	1010134	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	90310-23004	TC 23 35 7	1010096	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	90310-23005	TC 23 34 6.5	1010437	OIL SEAL	NBR
TOYOTA	90310-24001	VC 25 38 6	1010324	OIL SEAL	NBR



ANEXO X1

NORMATIVAS

OEN	Referencias y título de la norma (documentos de referencia)	Primera publicación DO	Referencia de la norma retirada y sustituidas	Fecha límite para obtener presunción de conformidad respecto a la norma sustituida
CEN	EN ISO 12100:2010 Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo. (ISO 12100:2010)	8.4.2011	EN ISO 12100-1:2003 EN ISO 12100-2:2003 EN ISO 14121-1:2007 Nota 2.1	
CEN	EN ISO 13857:2008 Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores (ISO 13857:2008).	8.9.2009		
CEN	EN ISO 14119:2013 Seguridad de las máquinas — Dispositivos de cierre asociados a protectores -Principios de diseño y selección (ISO 14119:2013)	11.4.2014	EN 1088:1995 +A2:2008 Nota 2.1	Fecha vencida (30.4.2015)
CEN	EN ISO 13855:2010 Seguridad de las máquinas. Posicionamiento de los protectores con respecto a la velocidad de aproximación de partes del cuerpo humano. (ISO 13855:2010)	20.10.2010	EN 999:1998+A1:2008 Nota 2.1	Fecha vencida (30.11.2010)
CEN	EN ISO 13849-1:2008 Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño. (ISO 13849-1:2006)	8.9.2009	EN ISO 13849-1:2006 EN 954-1:1996 Nota 2.1	Fecha vencida (31.12.2011)
CEN	EN 12786:2013 Seguridad de las máquinas. Requisitos para la elaboración de los capítulos sobre vibraciones de las normas de seguridad.	28.11.2013		



CEN	EN ISO 14159:2008 Seguridad de las máquinas. Requisitos de higiene para el diseño de las máquinas. (ISO 14159:2002)	8.9.2009		
CEN	EN 13732:2013 Maquinaria para la industria alimentaria. Tanques refrigerantes de leche a granel para granjas. Requisitos de funcionamiento, seguridad e higiene. (Ratificada por AENOR en octubre de 2013.)	28.11.2013	EN 13732:2002 +A2:2009 Nota 2.1	Fecha vencida (31.1.2014)
CEN	EN ISO 13732-1:2008 Ergonomía del ambiente térmico: Métodos para la evaluación de la respuesta humana al contacto con superficies. Parte 1: Superficies calientes. (ISO 13732-1:2006)	8.9.2009		
CEN	EN ISO 4414:2010 Transmisiones neumáticas. Reglas generales y requisitos de seguridad para los sistemas y sus componentes. (ISO 4414:2010).	8.4.2011	EN 983:1996+A1:2008 Nota 2.1	Fecha vencida (30.11.2011)
CEN	EN ISO 10472-1:2008 Requisitos de seguridad para la maquinaria de lavandería industrial. Parte 1: Requisitos comunes. (ISO 10472- 1:1997).	8.9.2009		
CEN	EN ISO 8230-1:2008 Requisitos de seguridad para máquinas de limpieza en seco. Parte 1: Requisitos generales de seguridad. (ISO 8230-1:2008).	8.9.2009		
CEN	EN ISO 4254-1:2013 Maquinaria agrícola. Seguridad. Parte 1: Requisitos generales (ISO 4254-1:2013)	28.11.2013	EN ISO 4254-1:2009 Nota 2.1	Fecha vencida (30.11.2013)
INEN	NTE INEN 1334-1 Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. parte 1	27.6.2016		



CEN	EN ISO 20643:2008 Vibraciones mecánicas. Maquinaria sujeta y guiada con la mano. Principios para la evaluación de la emisión de las vibraciones. (ISO 20643:2005).	8.9.2009		
INEN	NTE INEN 1572 Miel de abejas	10.2016		
CEN	EN ISO 14122-1:2001 Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales. Parte 1: Selección de medios de acceso fijos entre dos niveles. (ISO 14122-1:2001)	20.10.2010		
CEN	EN ISO 13856-1:2013 Seguridad de las máquinas. Dispositivos de protección sensibles a la presión. Parte 1: Principios generales para el diseño y ensayo de alfombras y suelos sensibles a la presión. (ISO 13856-1:2013).	28.11.2013	EN 1760-1:1997 +A1:2009 Nota 2.1	Fecha vencida (28.11.2013)
AISI I	AISI 304/316 Aceros fundidos y aceros inoxidable			
CEN	EN ISO 11161:2007 Seguridad de las máquinas. Sistemas de fabricación integrados. Requisitos fundamentales. (ISO 11161:2007)	26.5.2010		
CEN	EN ISO 13732-1:2008 Ergonomía del ambiente térmico: Métodos para la evaluación de la respuesta humana al contacto con superficies. Parte 1: Superficies calientes. (ISO 13732-1:2006)	8.9.2009		
CEN	EN ISO 13732-3:2008 Ergonomía del ambiente térmico. Métodos para la evaluación de la respuesta humana al contacto con superficies. Parte 3: Superficies frías. (ISO 13732-3:2005).	8.9.2009		
CEN	EN ISO 13849-1:2008 Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios	8.9.2009	EN ISO 13849-1:2006 EN 954-1:1996 Nota 2.1	Fecha vencida (31.12.2011)



	generales para el diseño. (ISO 13849-1:2006)			
CEN	EN ISO 14738:2008 Seguridad de las máquinas. Requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas. (ISO 14738:2002 incluyendo Chor 1:2003 y Chor 2:2005).	8.9.2009		
EN	Norma EN 10088. Propiedades mecánicas especificadas para los aceros inoxidables.			
ANSI	Norma ANSI 304. Acero inoxidable para industria alimenticia.			
ANSI	Norma ANSI 1015. Para partes del material laminado.			
EN	Norma EN ISO 3506, ANSI 1112. Para los tornillos de acero inoxidable.			
ANSI	Norma ANSI, ASME, DIN, UNE-EN 13103. Para el diseño de ejes.			
ANSI	Norma ANSI 4340, ANSI 5150. Engranajes ejes y piezas que necesiten un buen endurecimiento para trabajo pesado.			
ISO	Norma ISO 15, UNE 18.037. Para rodamiento radial.			
AISI	NORMA AISI 4340: Engranajes, Ejes y piezas que necesiten un buen endurecimiento para trabajo pesado.			
CPE	Norma CPE INEN. Simbología mecánica.			
IEC	Norma IEC 947, UNE-EN 60439-1. Conjunto de apartamento eléctrica en baja tensión.			
CEI	Norma CEI 60447. Interfaz hombre máquina, principios de maniobra.			
NEMA	Norma NEMA B. Motores con para de arranque normal entre 1.4 a 1.6 la corriente nominal.			
NEMA	Norma NEMA. Grado de protección de motores IP 61 contra el polvo y contra gotas de agua.			



CONELEC	CONELEC. Aplicación para las tarifas eléctricas por KW/h.			
IEC	Norma IEC 60617. Simbología eléctrica.			
EN	Norma EN ISO 13849-1/-2, EN 61508 y su norma sectorial EN 62061. Describen el diseño, la estructura y la integración de partes de sistemas de mando y dispositivos de protección relativas a la seguridad.			
EN	Normas EN 1672-2 e ISO 14159. Es esencial para el diseño higiénico de las máquinas y de los componentes.			
UNE	Norma UNE-EN 13861:2003. Seguridad de las máquinas. Guía para la aplicación de las			
UNE	Norma UNE-EN 894-1:1997+A1:2009. Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y mandos. Parte 1: Principios generales de la interacción entre el hombre y los dispositivos de información y mandos.			
EN	Norma EN ISO 12100: Guía para la fabricación de máquinas seguras			

ANEXO X11

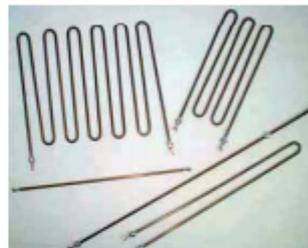
SELECCION DE LA RESISTENICA

Tabla 16- Selección de la resistencia

MODELOS EN TUBO DE Ø 8mm

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Elementos tubulares blindados en acero inoxidable AISI 304 o AISI 321 de Ø8 mm, resistencia aislada con óxido de magnesio electrofundido y comprimido por laminación.
- Borne BM4-P de M4.
- Racores engrapados de acero zincado, rosca M12x1'25
- Tensión normalizada 230 Vca



APLICACIONES USUALES

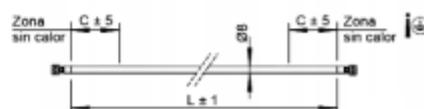
- Aire acondicionado
- Estufas aire recirculado
- Estufas aire estático
- Calor negro
- Secado industrial textil
- Hornos de retráctilado de plástico
- Hornos en general
- Mesas o armarios calientes
- Aerotermos
- Conectores de aire caliente
- Reactores químicos

Dimensiones del rácor engrapado M12x1'25
Material: Acero niquelado



MODELOS RECTOS SIN RACOR

Modelo	Dimensiones en mm		W	W/cm ²	Peso kg
	C	L			
REINF 460	50	460	500	5,7	0,10
REINF 960	50	960	1000	4,7	0,20





ANEXO X1II



**Ingeniería
Electromecánica**

PLANOS DE LA MÁQUINA BIFUNCIONAL