



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA**

CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
AUTOMATIZADO DE EXTRACCIÓN DE MIEL DE ABEJAS DE
BAJO COSTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA
RECOLECCIÓN DEL PRODUCTO, DESTINADO A APICULTORES
DE LA ZONA CENTRAL DEL PAÍS”

PAMELA MONSERRATH ESPEJO VELASCO
KAREN ESTEFANÍA HEREDIA VILLACÍS

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL GRADO DE:

INGENIERO EN MECATRÓNICA

Año 2013

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
INGENIERÍA MECATRÓNICA

CERTIFICADO

ING. OSCAR ARTEAGA (DIRECTOR)

ING. VICENTE HALLO (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “Diseño e implementación de un sistema automatizado de extracción de miel de abejas de bajo costo para mejorar la eficiencia en la recolección del producto, destinado a apicultores de la zona central del país”, realizado por Pamela Monserrath Espejo Velasco y Karen Estefanía Heredia Villacís, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Latacunga, Agosto del 2013

ING. OSCAR ARTEAGA
DIRECTOR

ING. VICENTE HALLO
CODIRECTOR

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
INGENIERÍA MECATRÓNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

PAMELA MONSERRATH ESPEJO VELASCO
KAREN ESTEFANÍA HEREDIA VILLACÍS

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “Diseño e implementación de un sistema automatizado de extracción de miel de abejas de bajo costo para mejorar la eficiencia en la recolección del producto, destinado a apicultores de la zona central del país”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Agosto del 2013

PAMELA ESPEJO VELASCO

KAREN HEREDIA VILLACÍS

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
INGENIERÍA MECATRÓNICA

AUTORIZACIÓN

Nosotras, *Pamela Monserrath Espejo Velasco y Karen Estefanía Heredia Villacís,*

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “Diseño e implementación de un sistema automatizado de extracción de miel de abejas de bajo costo para mejorar la eficiencia en la recolección del producto, destinado a apicultores de la zona central del país”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Agosto del 2013

PAMELA ESPEJO VELASCO

KAREN HEREDIA VILLACÍS

DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo a Dios, mis padres Xavier y Tannia, a mis hermanos Obrian y Steven, a mi sobrino Josué, a mis abuelitos Jorge, Ruth, Edgar y Laura, a mis primos Vero, Maura, David, Andrés, Casandra, Erika, Mathiu, Doménica, Salomé, Damián, Edgar, Daniela y Oscarito y a todos mis tíos propios y políticos. Todas estas personas fueron mi motivación para seguir adelante y nunca darme por vencida.

Pamela Espejo

Dedico todo mi esfuerzo a mi Dios, a mis padres Rodrigo y Olga, pero sobre todo a mi hermanita Doménica que es mi inspiración en la vida y a quien espero darle un buen ejemplo. A mis abuelitos Elvira y Alberto por ser mi ejemplo de trabajo y por haberme dejado el legado de la apicultura, que ahora es mi pasión.

Karen Heredia

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios ya que sin Él no hubiese llegado a donde estoy ahora, a mis padres por hacer todo lo posible para que yo pueda culminar con mis estudios , a mi compañera de tesis y mejor amiga Karen Heredia por su apoyo que me ha brindado y toda la paciencia que me ha tenido, a la familia Heredia Villacís por la estadía en su humilde hogar y por toda su paciencia en especial a el Sr. Rodrigo Heredia por la ayuda en la construcción de esta tesis, a todos mis amigos por su apoyo incondicional, a la ESPE-EL por abrirme las puertas de su prestigiosa institución, a todos mis profesores que me enseñaron durante cinco años todo lo necesario para estar preparada para la vida laboral y a mi Director Ing. Oscar Arteaga y Codirector Ing. Vicente Hallo por guiarnos en este proceso de tesis.

Pamela Espejo

Primeramente al ser más importante en mi vida, a Jehová Dios, gracias por darme la oportunidad de vivir y por permanecer conmigo en cada paso que doy, gracias por darme fuerzas e iluminar mi mente y sobre todo gracias por haber puesto en mi camino a todas aquellas personas tan importantes.

A mis padres; a mi madre Olga gracias por quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste en todo sentido, mami gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo en gran parte a ti; a mi padre Rodrigo por todo el apoyo, ayuda y trabajo incondicional que me brindaste en toda mi carrera y principalmente en la tesis, gracias por compartir todos tus conocimientos y todo el esfuerzo, gracias por ayudarme a salir adelante. Gracias a los dos por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A Pame, gracias por ser mi compañera, amiga, confidente y cómplice en toda esta etapa de mi vida, gracias por luchar conmigo en todas las metas que nos planteamos, gracias por animarme y escucharme cuando más lo necesitaba y sobre todo gracias por no dejarme sola.

A mis maestros, Ing. Oscar Arteaga y Ing. Vicente Hallo por guiarme en toda la tesis brindándome todos su conocimientos, y a todos aquellos ingenieros que me ayudaron en el trayecto de mi carrera.

A mis familiares y amigos, que de una u otra manera estuvieron a mi lado, me brindaron su ayuda y apoyo cuando necesitaba.

Karen Heredia

INDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADO	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE GRÁFICOS	xii
ÍNDICE CUADROS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvii
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT.....	xx

CAPÍTULO I

GENERALIDADES	1
1.1 Proceso de extracción de miel de abejas.	1
1.1.1 Desoperculación	4
1.1.2 Centrifugado	7
1.1.3 Filtrado.....	11
1.2 Líneas de extracción de miel de abejas.	13
1.3 Sistema de control.	15
1.3.1 Controlador	16
1.3.2 Esquemas de control	20
1.3.3 Sistemas de control de procesos	20
1.4 Instrumentación industrial.	21
1.4.1 Control de Temperatura.....	21

1.4.2 Nivel	24
1.4.3 Sensores de Presencia	25
1.4.4 Control de Velocidad.....	27
1.5 Material	30
1.5.1 Soldadura TIG	31

CAPÍTULO II

DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MIEL	32
2.1 Diseño de la estructura mecánica.	32
2.1.1 Selección del material.....	32
2.1.2 Factor de seguridad.....	33
2.1.3 Cálculo y dimensionamiento del tambor del tanque.....	34
2.1.4 Cálculo y dimensionamiento del eje.....	43
2.1.5 Cálculo y dimensionamiento de la estructura de soporte	49
2.1.6 Cálculo y dimensionamiento del tanque.....	57
2.1.7 Dimensionamiento de las cuchillas	64
2.1.8 Dimensionamiento de las bandejas.....	64
2.1.9 Selección de rodamientos y soportes	65
2.2 Diseño para la selección del motor eléctrico.	69
2.3 Selección de las poleas y bandas	72
2.3.1 Selección de poleas.....	72
2.3.2 Cálculo de la longitud de la banda.....	74
2.3.3 Cálculo de número de banda.....	75
2.4 Diseño del control.	78
2.4.1. Control de Temperatura	78
2.4.2. Control de Nivel	82
2.4.3. Control de Velocidad	84
2.4.4. Control de Producción	85
2.5 Implementación del sistema.	86

2.5.1. Implementación estructural	86
2.5.2. Implementación eléctrica y electrónica	96
2.5.3. Implementación control	99
2.6 Desarrollo del sistema de control.	101
2.6.1 PLC	101
2.6.2 Pantalla HMI.....	105
2.6.3 Variador de frecuencia.....	109

CAPÍTULO III

PRUEBAS, RESULTADOS Y OPERACIÓN	111
3.1 Pruebas de los equipos.	111
3.1.1 Pruebas mecánicas	111
3.1.2 Pruebas eléctricas y electrónicas	113
3.1.3 Pruebas programación	116
3.2 Operación del proceso	119
3.3 Pruebas del proceso.	120
3.3.1 Etapa 1: Desoperculación	120
3.3.2 Etapa 2: Centrifugación	122
3.3.3 Etapa 3: Filtrado	124
3.4 Alcances y limitaciones.	124
3.4.1 Alcances.....	124
3.4.2 Limitaciones	125
3.5 Validación de la Hipótesis.....	126
3.6 Análisis de Costos.	127
3.6.1 Costos directos.....	128
3.6.2 Costos indirectos.....	131
3.6.3 Costo total del sistema de extracción.....	132

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	133
4.1 Conclusiones.	133
4.2 Recomendaciones.....	135
GLOSARIO	136
BIBLIOGRAFÍA	138
ANEXOS	141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1: <i>Características del controlador S7-1200</i>	17
Tabla No. 2: <i>Acero Inoxidable 316</i>	33
Tabla No. 3: <i>Perfiles nominales laminados UPN</i>	51
Tabla No. 4: <i>Factores de carga radial equivalente para cojinetes de bolas</i>	66
Tabla No. 5: <i>Tabla estándar de rodamiento con soporte</i>	68
Tabla No. 6: <i>Longitudes estándar de correas DIN/ISO ASAE</i>	74
Tabla No. 7: <i>Tabla de factor de corrección por longitud</i>	75
Tabla No. 8: <i>Tabla de factor de corrección de arco de contacto</i>	76
Tabla No. 9: <i>Prestaciones bases de correas trapezoidales</i>	77
Tabla No. 10: <i>Valores acondicionados</i>	79
Tabla No. 11: <i>Relación de valores de temperatura</i>	81
Tabla No. 12: <i>Variabes del PLC</i>	102
Tabla No. 13: <i>Variabes Comunes</i>	108
Tabla No. 14: <i>Valores resultantes</i>	113
Tabla No. 15: <i>Resultados de temperatura</i>	115
Tabla No. 16: <i>Pruebas de desoperculación-corte</i>	120
Tabla No. 17: <i>Pruebas de desoperculación-tiempo</i>	121
Tabla No. 18: <i>Pruebas de desoperculación-desperdicio</i>	122
Tabla No. 19: <i>Pruebas de tiempo de centrifugado manual</i>	123
Tabla No. 20: <i>Materiales directos</i>	128
Tabla No. 21: <i>Costo de maquinado</i>	130
Tabla No. 22: <i>Costo total directo</i>	130
Tabla No. 23: <i>Materiales fungibles</i>	131
Tabla No. 24: <i>Costo total indirecto</i>	132
Tabla No. 25: <i>Costo total del sistema de extracción</i>	132

ÍNDICE GRÁFICOS

Gráfico No. 1: <i>Marco móvil tamaño estándar con hoja de cera estampada</i>	2
Gráfico No. 2: <i>Cajón de abejas de tamaño estándar con 9 cuadros móviles.</i>	2
Gráfico No. 3: <i>Celdas de la cera estampada, B. Celdas trabajadas “panal”</i>	3
Gráfico No. 4: <i>A. Abejas sellando las celdas, B. Cuadro listo para extraer la miel.</i> ...	3
Gráfico No. 5: <i>Mesas para desoperculación.</i>	4
Gráfico No. 6: <i>A. Tenedor, B. Rodillo, Cuchillo.</i>	5
Gráfico No. 7: <i>Cuchillo eléctrico</i>	6
Gráfico No. 8: <i>Desoperculadores automáticos y semiautomáticos existentes</i>	6
Gráfico No. 9: <i>Batea y mesa para desopercular.</i>	7
Gráfico No. 10: <i>A. Extractor eje vertical, B. Jaula lateral</i>	8
Gráfico No. 11: <i>A. Extractor eje vertical, B. Jaula radial</i>	9
Gráfico No. 12: <i>Extractor eje horizontal</i>	9
Gráfico No. 13: <i>Extractor de canastos a. eje vertical, b. eje horizontal</i>	10
Gráfico No. 14: <i>Distintos tipos de filtrado A. Fibra, B. Tela metálica doble filtro</i>	11
Gráfico No. 15: <i>Envasado</i>	11
Gráfico No. 16: <i>Línea de extracción “Combinée” francesa</i>	13
Gráfico No. 17: <i>Línea de extracción “Alpha Plus” francesa¹⁸</i>	14
Gráfico No. 18: <i>Línea de extracción “64 279B” italiana</i>	14
Gráfico No. 19: <i>Línea de extracción de Finlandia</i>	15
Gráfico No. 20: <i>Distribución de componentes del S7-1200</i>	17
Gráfico No. 21: <i>Vistas del STEP 7 Basic</i>	18
Gráfico No. 22: <i>Descripción de partes de la Simatic Panel KP300</i>	19
Gráfico No. 23: <i>Resistencia calefactora tubular recta</i>	22
Gráfico No. 24: <i>Sensor de temperatura LM35</i>	24
Gráfico No. 25: <i>Interruptor de nivel horizontal por flotador SIKA</i>	25
Gráfico No. 26: <i>Sensor capacitivo de proximidad E2K-C25MY1.</i>	27
Gráfico No. 27: <i>Motor trifásico de corriente alterna</i>	28

Gráfico No. 28: <i>Variador de velocidad SINAMICS G110</i>	30
Gráfico No. 29: <i>Dimensionamiento del marco</i>	34
Gráfico No. 30: <i>Diseño estructural del tambor</i>	35
Gráfico No. 31: <i>Dimensionamiento de la parte superior del tambor</i>	36
Gráfico No. 32: <i>Dimensionamiento de la parte inferior del tambor</i>	36
Gráfico No. 33: <i>Dimensionamiento de la guía</i>	37
Gráfico No. 34: <i>Asignación de fuerzas y sujeciones para el tambor</i>	39
Gráfico No. 35: <i>Tensión de Von Mises de la estructura del tambor</i>	40
Gráfico No. 36: <i>Deslizamiento estático de la estructura del tambor</i>	41
Gráfico No. 37: <i>Factor de seguridad del tambor</i>	42
Gráfico No. 38: <i>Dimensionamiento del eje</i>	43
Gráfico No. 39: <i>Asignación de fuerzas y sujeciones del eje del tambor</i>	45
Gráfico No. 40: <i>Tensión de Von Mises del eje</i>	46
Gráfico No. 41: <i>Deslizamiento estático del eje</i>	47
Gráfico No. 42: <i>Factor de seguridad del eje</i>	48
Gráfico No. 43: <i>Diagrama de cuerpo libre</i>	49
Gráfico No. 44: <i>Diagramas de fuerzas y momentos de la viga</i>	50
Gráfico No. 45: <i>Dimensionamiento de la estructura larga</i>	52
Gráfico No. 46: <i>Asignación de fuerzas en la estructura de soporte</i>	55
Gráfico No. 47: <i>Tensión de Von Mises de la estructura de soporte</i>	55
Gráfico No. 48: <i>Deslizamiento estático de la estructura de soporte</i>	56
Gráfico No. 49: <i>Factor de seguridad de la estructura larga</i>	57
Gráfico No. 50: <i>Diseño del tanque centrífugo</i>	58
Gráfico No. 51: <i>Asignación de fuerzas del tanque</i>	60
Gráfico No. 52: <i>Tensión de Von Mises del tanque</i>	61
Gráfico No. 53: <i>Deslizamiento estático del tanque</i>	62
Gráfico No. 54: <i>Factor de seguridad del tanque</i>	63
Gráfico No. 55: <i>Dimensionamiento de las chuchillas</i>	64
Gráfico No. 56: <i>Dimensionamiento de las bandejas</i>	65

Gráfico No. 57: <i>Diagrama de cuerpo libre del eje</i>	65
Gráfico No. 58: <i>Características del rodamiento seleccionado</i> ²⁸	68
Gráfico No. 59: <i>Soportes-brida de cuatro agujeros forma cuadrada</i>	69
Gráfico No. 60: <i>Inercia del tambor</i>	70
Gráfico No. 61: <i>Sensor de nivel en OFF</i>	83
Gráfico No. 62: <i>Sensor de nivel en ON</i>	83
Gráfico No. 63: <i>Diseño previo del tanque</i>	88
Gráfico No. 64: <i>Implementación del tanque</i>	89
Gráfico No. 65: <i>Implementación de soporte superior</i>	90
Gráfico No. 66: <i>Tambor con sujeciones</i>	91
Gráfico No. 67: <i>Tanque acoplado al tambor</i>	91
Gráfico No. 68: <i>Soporte del motor y tensor de bandas</i>	92
Gráfico No. 69: <i>Polea del eje</i>	92
Gráfico No. 70: <i>Bandas de transmisión</i>	93
Gráfico No. 71: <i>Tapa banda</i>	93
Gráfico No. 72: <i>Cuchillas</i>	94
Gráfico No. 73: <i>Bandejas</i>	94
Gráfico No. 74: <i>Sujeciones de la válvula</i>	95
Gráfico No. 75: <i>Válvula</i>	95
Gráfico No. 76: <i>Diseño del tablero de control</i>	96
Gráfico No. 77: <i>Colocación del tablero</i>	97
Gráfico No. 78: <i>Sensor de Nivel</i>	97
Gráfico No. 79: <i>Sensor de Temperatura</i>	98
Gráfico No. 80: <i>Sensor capacitivo</i>	98
Gráfico No. 81: <i>Resistencias</i>	99
Gráfico No. 82: <i>Implementación del tablero de control</i>	100
Gráfico No. 83: <i>Pantalla Principal</i>	106
Gráfico No. 84: <i>Pantalla que muestra el número de marcos</i>	106
Gráfico No. 85: <i>Pantalla que muestra el incremento de la temperatura</i>	107

Gráfico No. 86: <i>Pantalla que muestra el periodo de centrifugación</i>	107
Gráfico No. 87: <i>Pantalla que muestra el periodo de centrifugación</i>	108
Gráfico No. 88: <i>Ingreso del máximo de marcos</i>	111
Gráfico No. 89: <i>Comprobación de las cuchillas</i>	112
Gráfico No. 90: <i>Pruebas de transmisión de movimiento</i>	112
Gráfico No. 91: <i>Prueba del tablero</i>	113
Gráfico No. 92: <i>Pruebas del sensor capacitivo</i>	114
Gráfico No. 93: <i>Acondicionamiento de la temperatura</i>	115
Gráfico No. 94: <i>Comprobación de la temperatura</i>	115
Gráfico No. 95: <i>Comprobación de las cuchillas</i>	116
Gráfico No. 96: <i>Pruebas de programación Variador</i>	118
Gráfico No. 97: <i>Sistema de extracción de miel de abejas</i>	119

ÍNDICE CUADROS

Cuadro No. 1: <i>Diagrama del proceso de extracción de miel</i>	12
Cuadro No. 2: <i>Diagrama de la fuerza centrípeta</i>	38
Cuadro No. 3: <i>Análisis de transmisión de movimiento</i>	44
Cuadro No. 4: <i>Diagrama de control de temperatura</i>	78
Cuadro No. 5: <i>Diagrama T-V del LM35</i>	78
Cuadro No. 6: <i>Diagrama Vs-Va</i>	79
Cuadro No. 7: <i>Circuito de medición de temperatura</i>	81
Cuadro No. 8: <i>Diagrama de control de temperatura</i>	82
Cuadro No. 9: <i>Diagrama de control de velocidad</i>	84
Cuadro No. 10: <i>Diagrama de comportamiento del motor</i>	84
Cuadro No. 11: <i>Diagrama de control de producción por marcos</i>	85
Cuadro No. 12: <i>Diagrama de control de producción por nivel</i>	86
Cuadro No. 13: <i>Forma de trabajo de los dispositivos</i>	101
Cuadro No. 14: <i>Parámetros básicos del motor</i>	109
Cuadro No. 15: <i>Consigna de control</i>	109
Cuadro No. 16: <i>Parámetros específicos de programación</i>	110
Cuadro No. 17: <i>Prueba de programación PLC</i>	117
Cuadro No. 18: <i>Prueba de programación Pantalla</i>	118
Cuadro No. 19: <i>Comparación del proceso manual-automático</i>	124
Cuadro No. 20: <i>Nuevo procesamiento de extracción</i>	126

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Factor de servicio K.....	141
Anexo B: Selección del perfil de correa	141
Anexo C: Características del sensor LM35.....	142
Anexo D: Sensor Long-distance type E2K-C.	143
Anexo E: Sensor de nivel.....	144
Anexo F: Visualizaciones y mensajes del variador Siemens G110.	145
Anexo G: Descripción del PLC Siemens S7 1200.....	146
Anexo H: Elementos electromecánicos	148
Anexo I: Manual de operación y mantenimiento	151
Anexo J: Planos eléctricos	¡Error! Marcador no definido.
Anexo K: Planos mecánicos.....	¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

En el presente proyecto se realizó el diseño e implementación de un sistema automatizado de extracción de miel de abejas para los apicultores del centro del país, ya que actualmente en el Ecuador el proceso de extracción es artesanal, es decir, se extrae manualmente, provocando así mayor desperdicio de miel, mayor manipulación, tiempo prolongado de producción, agotamiento físico del apicultor. Es por ello que la finalidad del proyecto fue tecnificar este área cuyos beneficios son: incremento del nivel de ingresos con una actividad productiva no contaminante y amigable con el ambiente, incremento de fuentes de trabajo, optimización de la producción con reducción de las pérdidas de miel por manipulación, obtención de un producto con eliminación de la contaminación por manipulación, incremento de la productividad. El sistema automatizado consta de tres procesos que son: la desoperculación, la centrifugación y el filtrado de la miel de abejas.

Por medio de la documentación bibliográfica, se investigó información acerca de generalidades del sistema, así como también de proceso de extracción de miel de abejas, líneas de extracción de miel de abejas, las características de los elementos de mando, maniobra, control, instrumentación y mecánicos que se utilizaron en el sistema, detallando cada uno de ellos con sus características y funcionamiento. Se realizó una investigación de campo, para analizar el proceso que lleva el apicultor para optimizar, cuantificar y determinar las falencias del mismo.

Se utilizó el método inductivo - deductivo para el diseño y la implementación de los mecanismo de funcionamiento del sistema automatizado de extracción de miel de abejas. La estructura se dimensionó en base al tamaño de los marcos utilizados en la apicultura y el material utilizado para la implementación fue acero inoxidable AISI 316, el cual es idóneo para alimentos. La selección y diseño del sistema eléctrico y

electrónico se realizó en base a los requerimientos estructurales y de los procesos que involucra la extracción de miel de abejas.

Técnicamente el sistema está automatizado y controlado mediante un PLC, con una pantalla monocromática, mediante el cual se puede monitorear y supervisar el proceso, el cual consta de control de temperatura, control de velocidad, control de nivel y además control de producción.

Además, mediante el método experimental se realizó las pruebas mecánicas, eléctricas y de programación del sistema automatizado de extracción de miel de abejas, también se comprobó la operación del proceso, los alcances y las limitaciones. Las pruebas de campo se utilizaron para verificar el correcto funcionamiento del sistema automatizado de extracción de miel de abejas, para así poder validar la Hipótesis y analizar costos.

La máquina comercialmente, tiene una capacidad de 32 marcos, en 10 minutos, dando un resultado aproximado de 48 litros por extracción. El costo aproximado del sistema es de 5 000 dólares como primer prototipo, cuyo valor puede ser menor al optimizar su producción, siendo accesible a pequeños y medianos apicultores.

ABSTRACT

In the present project was carried out the design and implementation of an automated extraction of honey for beekeepers in the Midwest, as Ecuador currently in the extraction process is artisanal, the manually extracted, causing greater waste of honey, more manipulation, prolonged production Beekeeper physical exhaustion, which is why the purpose of the project was technify this area whose benefits are: increased income with a non-polluting production activities environmentally friendly, increase jobs, production optimization with reduced losses of honey handling, obtaining a product with contamination removal handling, increased productivity. The automated system consists of three processes that are the uncapping, centrifuging and filtering the honey.

Through bibliographical was investigated general information about the system, as well as process of honey extraction, extraction lines honey, the characteristics of the controls, handling, control, instrumentation and mechanics that were used in the system, detailing each with its features and operation. We conducted a field study to analyze the process leading to optimize the beekeeper, quantify and determine the deficiencies of it.

We used the inductive - deductive for the design and implementation of the operating mechanism of the automated extraction of honey. The structure was sized based on the size of the frames used in beekeeping and the material used for the implementation was AISI 316 stainless steel, which is suitable for food. The selection and design of electrical and electronic system was based on the structural requirements and the processes involved in the extraction of honey.

Technically the system is automated and controlled by a PLC, with a monochrome screen, through which it can monitor and oversee the process, which includes climate control, cruise control, level control and production control plus.

Furthermore, through experimental method was performed mechanical testing, electrical and programming of automated extraction of honey, also found the process operation, scope and limitations. Field tests were used to verify the correct operation of the automated extraction of honey, in order to validate the hypothesis and analyze costs.

Commercially machine has a capacity of 32 frames, in 10 minutes, giving a result that approximately 48 liters per extraction. The approximate cost of the system is 5000 dollars as a first prototype, whose value may be less to optimize production, being accessible to small and medium beekeepers.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

La apicultura se define como la actividad y arte dedicada a la crianza de abejas, destinada a prestarles los cuidados necesarios con el objetivo de obtener todos los productos que son capaces de recolectar y elaborar las abejas, el principal producto que se obtiene de esta actividad es la miel.

Para obtener la miel es necesario extraerla, esta actividad apícola ha ido evolucionando con el fin de aumentar y facilitar el proceso, sin embargo un factor que limita la introducción de “alta-tecnología” es la falta de conocimiento por parte del apicultor de las diferentes ventajas que se podrían obtener al utilizar equipos automatizados.

El objetivo actual en el mundo a nivel apícola, es introducir nuevos y mejores métodos de extracción de miel, que permitan el máximo aprovechamiento de esta fuente y a su vez optimizar el tiempo requerido, alcanzar altos estándares sanitarios y obtener miel de calidad.

1.1 Proceso de extracción de miel de abejas.

En la evolución de la apicultura; por la necesidad de observar y manejar cada componente estructural de los enjambres, se desarrolló cuadros o marcos de madera móviles y extraíbles que enmarcan y protegen una lámina de cera de abejas, la cual es una hoja que se la estampa hexágonos, como muestra el Gráfico No. 1; existen marcos de varios tamaños, sin embargo el más usual es denominado “estándar”, cuyas medidas son: 22cm, 49cm, 3.5cm.

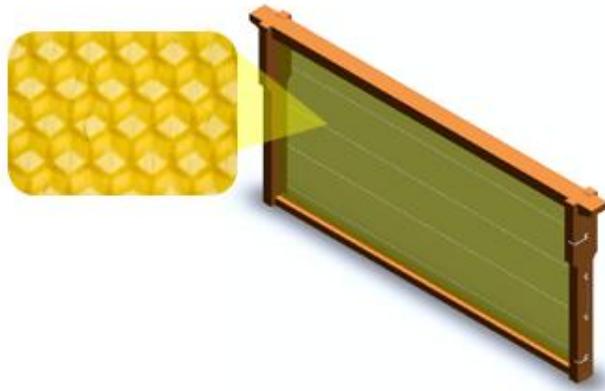


Gráfico No. 1: Marco móvil tamaño estándar con hoja de cera estampada

Entre 8 a 10 marcos ingresan paralelamente en una caja de madera rectangular como esta en el Gráfico No. 2 donde se encuentra la colonia de abejas, este es denominado “cajón”. El tamaño estándar para un cajón es de 23.5cm, 51cm, 41cm.

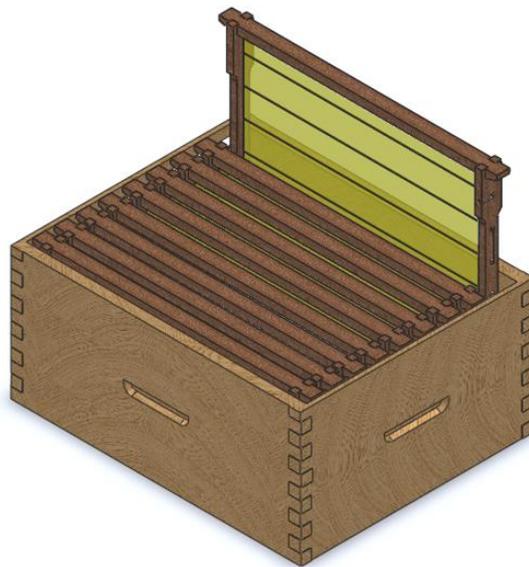


Gráfico No. 2: Cajón de abejas de tamaño estándar con 9 cuadros móviles.

Una vez que la colonia de abejas inicia su trabajo, convierte la cera estampada que mide 2 o 3 milímetros de espesor, en celdas de 10 a 12 milímetros para depositar el néctar, la miel y el polen (Ver Gráfico No. 3), estas celdas juntas se denominan “panal”.

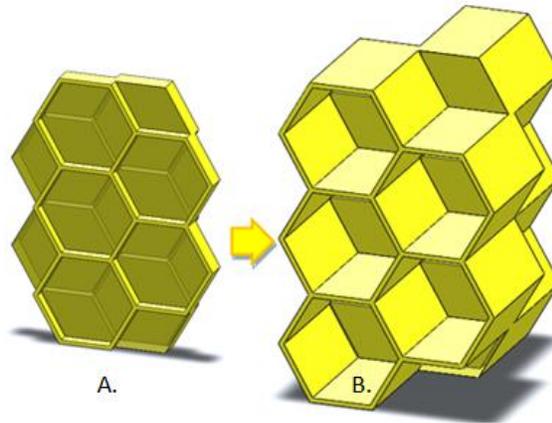


Gráfico No. 3: *Celdas de la cera estampada, B. Celdas trabajadas “panal”.*

Cuando esta miel se encuentra suficientemente espesa y madura las abejas cierran las celdas con una fina capa de cera que se denomina “opérculo” (Gráfico No. 4.A); cuando el marco está sellado en su mayoría es el momento, en el cual los apicultores cosechan la miel (Gráfico No. 4.B)



Gráfico No. 4: *A. Abejas sellando las celdas, B. Cuadro listo para extraer la miel.*

Los marcos son recolectados de todo el apiario en los cajones, los cuales se apilan y se los lleva a un área destinada especialmente para extraer la miel de abejas e iniciar la labor de todo este proceso, que consta de las siguientes etapas:

1.1.1 Desoperculación

Primero es necesario remover el opérculo o sello, ya que la miel está cubierta, por lo tanto no podría salir, para este proceso se utilizan diferentes implementos los cuales dependen de la tecnología que utiliza el apicultor, para ello existen herramientas manuales y de alta tecnología.

Cuando el proceso es manual, por lo general, se lo realiza en una mesa diseñada especialmente para esta etapa como muestra el Gráfico No. 5.



Gráfico No. 5: Mesas para desoperculación.¹

Tenedor, rodillo y cuchillo manual: Son herramientas utilizadas de forma artesanal sin someter a temperatura a los panales, sin embargo son métodos que requieren de mucho tiempo ya que se debe realizar a los dos lados del

¹APISUR maquinaria apícola [Chile], Catálogo [en línea]

cuadro y con cuidado para no desperdiciar miel ni contaminarla, el Gráfico No. 6 muestra esta etapa mediante las diferentes herramientas manuales.

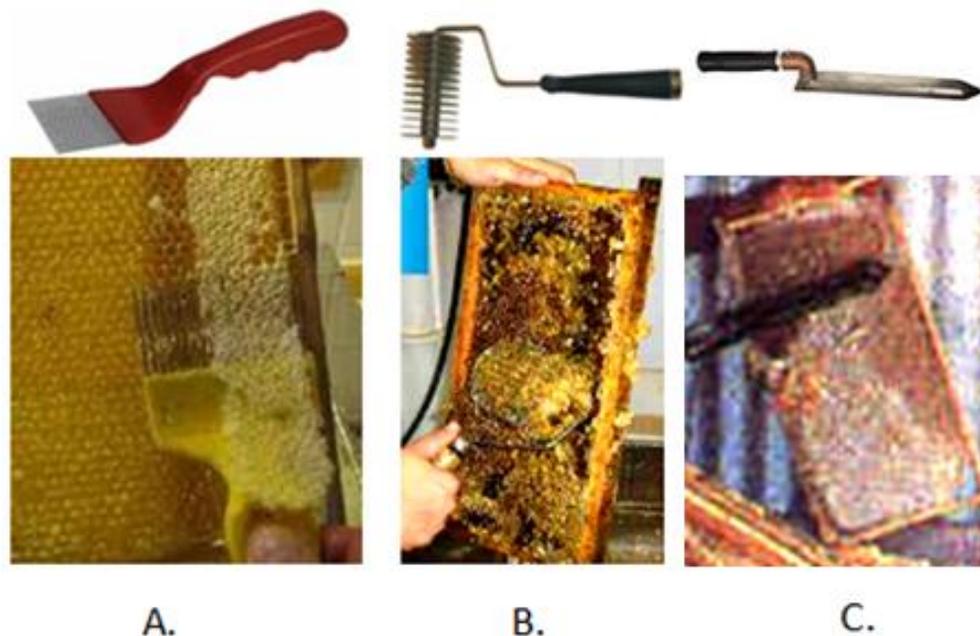


Gráfico No. 6: A. Tenedor, B. Rodillo², Cuchillo.³

Cuchillo eléctrico, de vapor, de resistencia, y calentado por agua: Son mecanismos manuales que utilizan el calentamiento del dispositivo de diferente manera. Se debe tener énfasis en la temperatura ya que si sobrepasa los 60°C puede afectar las propiedades de la miel. Con estos instrumentos el desperdicio es menor y el proceso es menos pausado, sin embargo la temperatura no es constante. El Gráfico No. 7 muestra esta técnica.

²VALCUENDE, Carlos J., Blog [La extracción de la miel de brezo]

³Ministerio de la Producción de la Provincia del Chaco [Argentina]



Gráfico No. 7: Cuchillo eléctrico⁴

Los dispositivos de alta tecnología que se utilizan a nivel industrial regulan la temperatura y/o vibraciones, tienen un corte preciso por ambos lados del marco para de esta manera optimizar tiempo, existen dos tipos de desoperculadores: los semiautomáticos y los totalmente automatizados. Sin embargo el costo de estos modelos automáticos (Ver Gráfico No. 8) sobrepasa los 30 000 dólares.



Gráfico No. 8: Desoperculadores automáticos y semiautomáticos existentes⁵

⁴Comunidad de foros de Apicultura , Catálogo [en línea]

⁵Miel valle de los Pedroches [Argentina], Catálogo [en línea]

Mientras no se termine de desopercular la cantidad de cuadros necesarios no se puede continuar con el siguiente paso, por lo que es conveniente mantenerlos en una posición y lugar adecuado para que de esta manera la miel no se contamine y se desperdicie en la menor cantidad. Para este proceso se utilizan las mesas para desopercular o bateas especialmente diseñadas como muestra en el Gráfico No. 9, donde se acumula la miel en la parte inferior para poder recuperarla.



Gráfico No. 9: Batea y mesa para desopercular.⁶

1.1.2 Centrifugado

Esta etapa, se la realiza una vez que la cantidad de marcos necesarios estén listos, en un “extractor” el cual es un depósito con un sistema mecánico el que por medio de la fuerza centrífuga separa la miel del panal, este sistema contiene una canasta o jaula en su interior, donde se colocan los cuadros llenos de miel, tienen eje vertical u horizontal que mediante poleas, engranajes, cojinetes y/o motores generan la fuerza centrífuga necesaria y trabaja en frío a no más de 500 rpm según su diseño.

El extractor con eje vertical puede tener jaulas laterales o tangenciales (Ver Gráfico No. 10) estos poseen una capacidad de 2 a 6 cuadros, estos extractores

⁶ APISUR maquinaria apícola [Chile], Catálogo [en línea]

remueven la miel de una sola cara del panal a la vez, se debe girar 180° los cuadros manualmente por 3 veces para evitar la rotura de los panales y para que la miel salga totalmente de ambos lados, con una velocidad moderada la miel sale con facilidad de las celdas sin la necesidad de mayor esfuerzo, sin embargo requieren de un trabajo más exhaustivo por parte del operador. Por lo general son a manivela, utilizados en pequeñas extracciones y en lugares donde no hay corriente eléctrica.

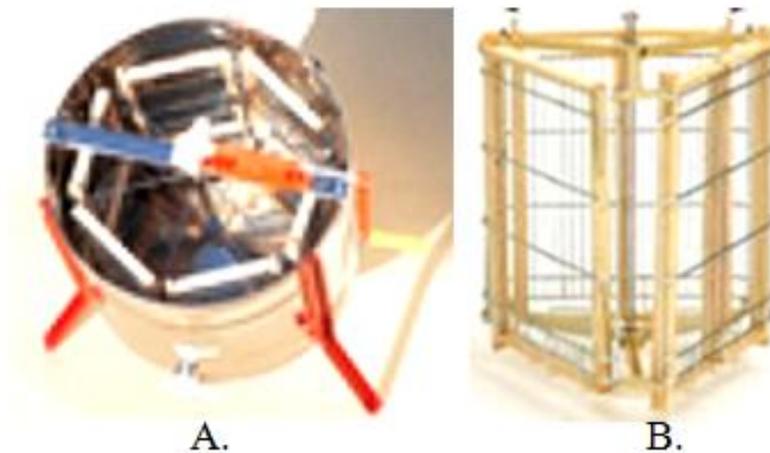


Gráfico No. 10: A. *Extractor eje vertical*⁷, B. *Jaula lateral*⁸

También existen jaulas radiales (Ver Gráfico No. 11), los cuadros de miel se colocan en el sentido del radio, es muy práctico con una capacidad de 12, 24, 44 y más cuadros en un menor tiempo, además se reduce la acción del operador limitándose a cargar y descargar la máquina; estos extractores son manuales o semiautomáticos, utilizados en apiarios pequeños y medianos. La extracción, por carga, se demora entre 15 a 20 minutos.

⁷La casa del apicultor, Catálogo [en línea]

⁸ASPECANA, Catálogo [en línea]

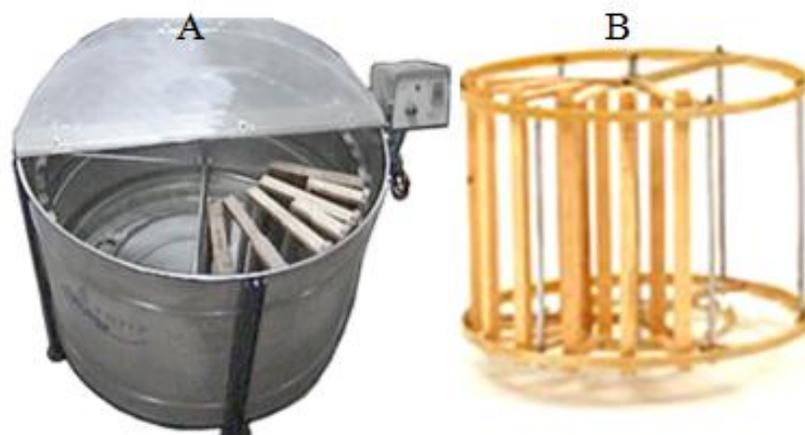


Gráfico No. 11: A. *Extractor eje vertical*⁹, B. *Jaula radial*¹⁰

Sin embargo, el extractor de eje horizontal es de mayor rendimiento utilizado para mayores extracciones, a partir de unos 40 cuadros, funciona a baja velocidad y asciende progresivamente, el tiempo medio de extracción es de alrededor de 6 minutos además se puede regular. (Ver Gráfico No. 12)



Gráfico No. 12: *Extractor eje horizontal*¹¹

⁹ APICULTURA: diversificación rentable, Escuela Provincial de Educación Técnica

¹⁰ ASPECANA, Catálogo [en línea]

Finalmente existen extractores con canastos (Ver Gráfico No. 13) que son recomendados para procesos grandes e industriales, superan en producción a los radiales, existen muchas ventajas para este moderno sistema como la carga y descarga de los cuadros, ya que es muy rápida y cómoda

La posición de los cuadros permite que formen una corriente de aire entre ellos originando el efecto Venturi que produce un vacío sobre cada celda y junto con la fuerza centrífuga se extrae la miel muy rápidamente, sin romper los panales y en un tiempo aproximado de 5 a 7 minutos por carga; usan motores de menor potencia, ahorra energía y espacio.

Existen de eje vertical que son cargados por la parte superior y eje horizontal que tienen dos bandejas laterales que permiten deslizar los canastos con los cuadros. Sin embargo el precio de un extractor semiautomático sobrepasa los 30 000 dólares.



Gráfico No. 13: *Extractor de canastos a. eje vertical, b. eje horizontal*¹²

¹¹TOMAS Apiculture [Francia], Catálogo [en línea]

¹²FARLI Productos [Argentina], Catálogo [en línea]

1.1.3 Filtrado

La miel resultante del extractor se recolecta y se filtra gracias a la acción de la gravedad o a su vez mediante bombas, para eliminar cualquier impureza, residuos o cera. Este proceso por lo general se lo realiza en tanques cubiertos mediante tela metálica de acero inoxidable, fibra de vidrio, tela de nylon o de algodón (Ver Gráfico No. 14).



Gráfico No. 14: *Distintos tipos de filtrado A. Fibra¹³, B. Tela metálica doble filtro¹⁴*

Una vez filtrada la miel esta lista para el envasado, se lo realiza mediante una válvula que se encuentra en la parte inferior de los tanques de filtrado o en tanques de almacenamiento (Ver Gráfico No. 15).



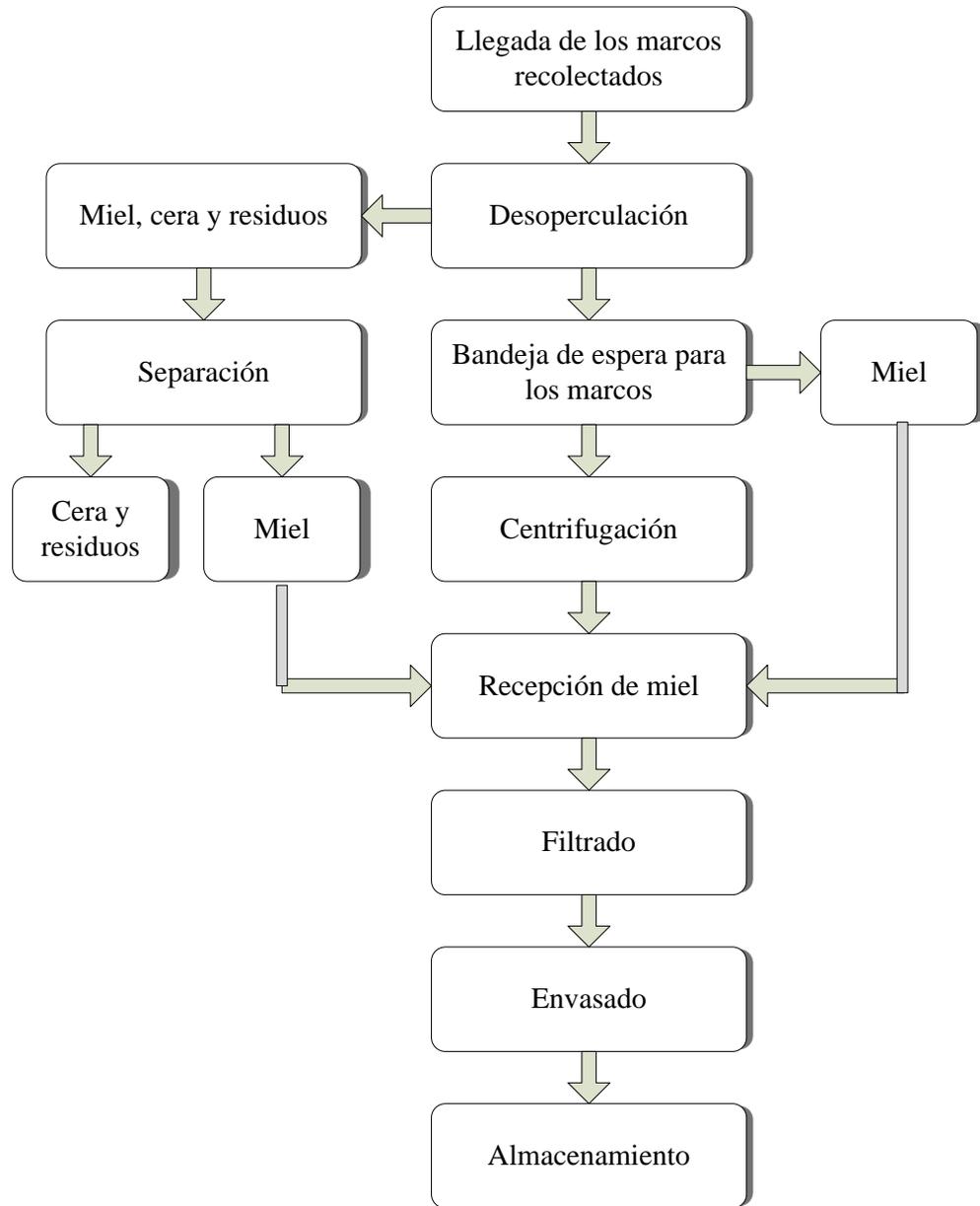
Gráfico No. 15: *Envasado¹⁵*

¹³GRANJA “Los caminos”, Catálogo [en línea]

¹⁴APIARIOS El Pinar [Colombia], ”, Catálogo [en línea]

¹⁵ GRANJA “Los caminos”, Catálogo [en línea]

El proceso puede resumirse mediante el diagrama de flujo del Cuadro No. 1:



Cuadro No. 1: Diagrama del proceso de extracción de miel

Entre menos tecnología se maneja a en todo este proceso se utiliza más tiempo, menos aprovechamiento y baja calidad de miel.

1.2 Líneas de extracción de miel de abejas.

Las líneas de extracción de miel de abejas (Ver Gráfico No. 16) son máquinas automatizadas las cuales permiten realizar todo el proceso de extracción, aumentando la producción, disminuyendo el tiempo y de alta calidad, con una manipulación de los cuadros reducida al mínimo, y disminuyendo a una o dos personas necesarias para extraer entre 2 y 6 toneladas de miel por día, cumple con exigencias de higiene, entre muchos beneficios que presentan. Sin embargo estos sistemas son muy escasos y solo existen en determinados países a costos muy elevados, superan los 35 000 dólares sin contar con el costo de la importación.



Gráfico No. 16: Línea de extracción “Combinée” francesa¹⁶

Existen equipos franceses de acero inoxidable (Ver Gráfico No. 17), puede extraer más de 100 cajones de abejas en 8 horas de manera moderada. Es ideal para las explotaciones de 100 a 400 colmenas, 800 a 1000 cuadros extraídos por día y 25 a 30 kg de opérculos tratados con una rotación de 2 a 3 centrifugaciones por hora.

¹⁶TOMAS Apiculture [Francia], Catálogo [en línea]



Gráfico No. 17: Línea de extracción "Alpha Plus" francesa¹⁸

También en Italia existen líneas totalmente de acero inoxidable, con capacidad de 2 a 5 toneladas de miel por día sin ninguna manipulación de los cuadros durante el cargamento y el descargamento del extractor, tiene máquina para desopercular con láminas calentadoras y vibrantes, 36 cuadros se cargan después de la desoperculación mediante el carro, extractor de 36 cuadros con eje horizontal automatizado, monofásico 220V, potencia total 3320W, longitud total 4,10 m. (Ver Gráfico No. 18)



Gráfico No. 18: Línea de extracción "64 279B" italiana¹⁷

¹⁷APICOLTURA AGRICOLTURA [Italia], Catálogo [en línea]

En Finlandia tiene una capacidad de 52 cuadros línea horizontal, consta de desoperculadora con un soporte, el tanque de miel, bastidor de carga con el mecanismo de carga. La desoperculadora con cuchillo vibrante, calentador de agua caliente para cuchillos y soporte, mecanismo de carga manual, extractor de miel con programador, depósito automático del nivel del flotador. (Ver Gráfico No. 19).



Gráfico No. 19: Línea de extracción de Finlandia¹⁸

1.3 Sistema de control.

Un sistema de control es un ordenamiento, mediante componentes físicos que se encargan de dirigir, regular y coordinar operaciones y equipos con el fin de lograr cierto funcionamiento, y de esta manera reducir probabilidades de fallos y obtener resultados esperados.

El objetivo de implementar un control es aumentar la eficiencia que presenta un trabajador evitando comportamientos bruscos e irreales con una posibilidad casi nula o nula de error y además deben ser estables y robustos frente a perturbaciones y errores en los modelos.

¹⁸ PARADISE HONEY [Finlandia], Catálogo [en línea]

También un sistema de control debe permitir supervisar los procesos, recolectar, almacenar y visualizar información de los sistemas de adquisición y control.

De aquí se distinguen dos tipos de sistemas de control: manual y automatizado. El sistema de *control manual* es aquel que necesita de un operario que modifique continuamente una magnitud de control hasta llegar al valor establecido para alguna magnitud resultante. Un sistema de *control automático* es aquel que está en condiciones de gobernar por sí solo las acciones de control mediante diversos dispositivos, con el fin de disminuir o anular cualquier diferencia que puede presentarse entre el valor adquirido por la magnitud controlada y el preestablecido.

1.3.1 Controlador

Para controlar un proceso existe disponibilidad de varios equipos que tienen la capacidad de cálculo, gestión y tratamiento de información, estos son los encargados de controlar todo el sistema, uno de ellos es el **controlador lógico programable**, este fue diseñado específicamente para tareas de control industrial, para sustituir a los cableados realizados con relés. Sus principales ventajas son un lenguaje de programación fácil y su fiabilidad, ya que funciona en las condiciones más adversas o en los ambientes más hostiles. Sus inconvenientes son que cada fabricante tiene un lenguaje de programación propio y el precio.

A. PLC S7-1200

El **PLC S7-1200** es un controlador compacto, de bajo coste y con potentes funciones, idóneo para controlar aplicaciones pequeñas; incorpora una fuente de alimentación de 24 Vdc y distintos circuitos de entrada y salida integrados (Ver Gráfico No. 20). Una vez cargado el

programa en la CPU, ésta vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa por el usuario, que puede incluir lógica booleana, contadores, temporizadores y operaciones matemáticas complejas.

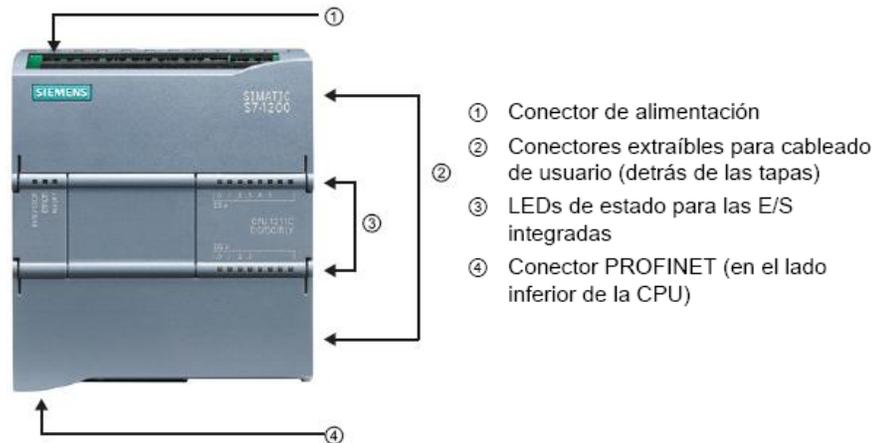


Gráfico No. 20: Distribución de componentes del S7-1200¹⁹

Las principales características del PLC S7-1200 se muestran en la Tabla No. 1.

Tabla No. 1: Características del controlador S7-1200

Función	CPU 1212C
<ul style="list-style-type: none"> • Memoria de trabajo • Memoria de carga • Memoria restante 	<ul style="list-style-type: none"> • 25 KB • 1 MB • 2 KB
<ul style="list-style-type: none"> • E/S digitales integradas • E/S analógicas integradas 	<ul style="list-style-type: none"> • 8 entradas y 6 salidas • 2 entradas
<ul style="list-style-type: none"> • Memoria imagen de proceso (entradas) • Memoria imagen de proceso (salidas) • Área de marcas (M) 	<ul style="list-style-type: none"> • 1024 bytes • 1024 bytes • 4096 bytes

¹⁹ Siemens AG [Alemania], GettingStarted del S7-1200 [en línea]

B. STEP 7 Basic

El software de programación es el STEP 7 Basic, proporciona un entorno de fácil manejo para configurar la lógica del controlador, la visualización de HMI y la comunicación por red. Para aumentar la productividad, STEP 7 Basic tiene dos vistas diferentes del proyecto: Distintos portales orientados a tareas y organizados según las funciones de las herramientas (vista del portal) o una vista orientada a los elementos del proyecto (vista del proyecto) (Ver Gráfico No. 21)

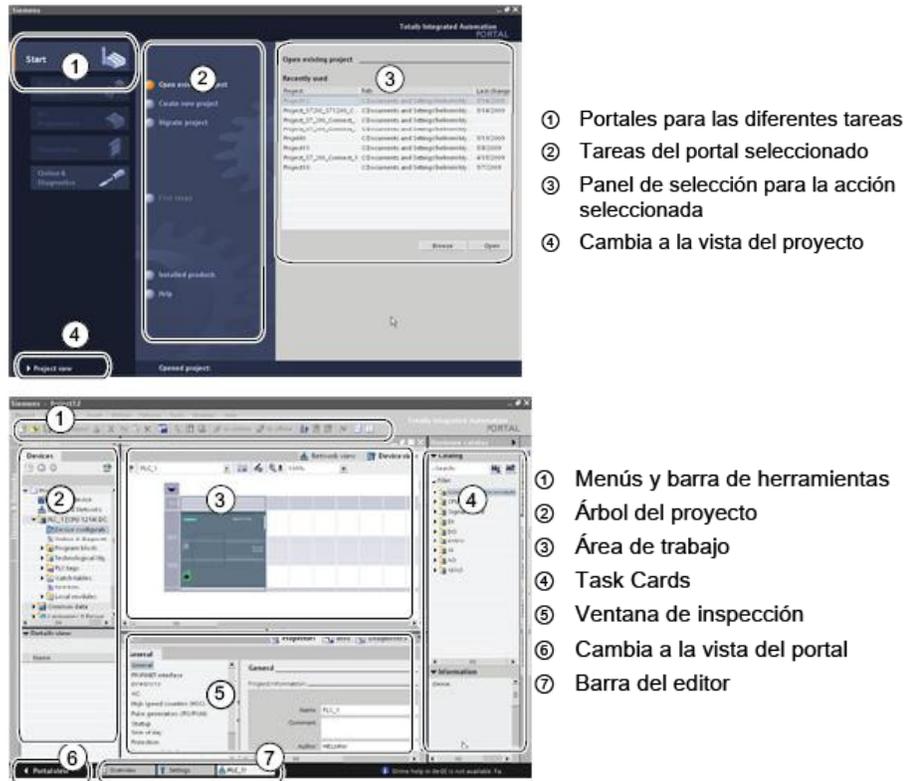


Gráfico No. 21: Vistas del STEP 7 Basic²⁰

²⁰ Siemens AG [Alemania], Getting Started del S7-1200 [en línea]

C. HMI Basic Panels

Hoy en día, la mayoría de las máquinas ofrecen la visualización de forma estándar. Para las aplicaciones básicas, los paneles de operador confunciones suelen considerarse completamente suficientes.

El KP300 Basic mono PN es un panel que permite mediante una pantalla pequeña controlar el proceso a través de un teclado (Ver Gráfico No. 22). Además de una pantalla monocromática de alta resolución de 3", está provisto de 10 teclas de función libremente configurables.

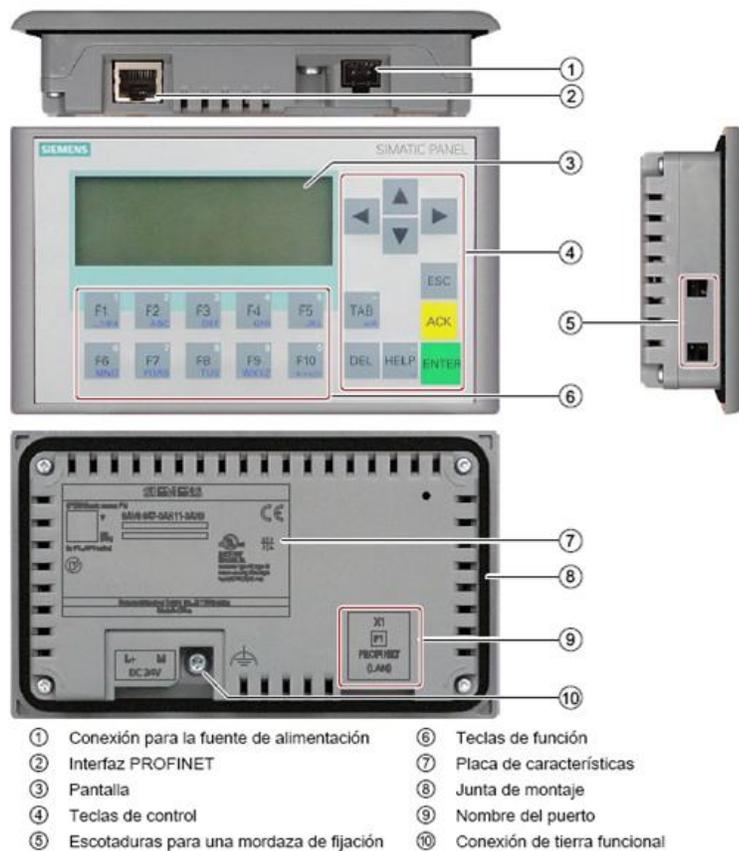


Gráfico No. 22: Descripción de partes de la Simatic Panel KP300²¹

²¹Paneles SIMATIC [Alemania], GettingStarted del S7-1200 [en línea]

1.3.2 Esquemas de control

Existen básicamente dos esquemas de control que son los siguientes:

- Bucle abierto: El sistema de control actúa independientemente del sistema de medida que indica al usuario el valor del parámetro a controlar en el proceso.
- Bucle cerrado: El controlador compara el valor objetivo y la lectura realiza por el sistema del parámetro a controlar, actuando en consecuencia.

1.3.3 Sistemas de control de procesos

Los sistemas de control de procesos son los que requieren la regulación de variables del proceso como: nivel, posición, temperatura, velocidad, caudal, entre otros. Estos sistemas de control requieren la manipulación de unidades de proceso continuas y discontinuas.

Un sistema de control de procesos está formado en general de 4 elementos:

1. El sensor, es un elemento primario encargado de detectar las variaciones de la señal de salida y enviar esta información, será de distinta naturaleza en función de la magnitud que deba controlar.
2. El comparador, es un dispositivo que comprueba la señal de salida, que envía el sensor con un valor predeterminado, produciendo una señal de error y la envía.
3. El controlador, es el encargado de interpretar el error enviado por el comparador y actúa para anularlo o corregir esta desviación, cuando no se detectan variaciones en la señal de salida, el controlador no realiza ninguna acción.
4. El actuador, es aquel que interviene sobre el proceso, modificando su funcionamiento, según las órdenes del controlador.

1.4 Instrumentación industrial.

Para garantizar un buen funcionamiento de los distintos procesos es necesario controlar todos los parámetros de cada uno de ellos, y de esta manera lograr el óptimo aprovechamiento de los recursos implicados en la operación y unos niveles de calidad en el producto final. Además, en muchas ocasiones el control del proceso garantiza una operación segura de la máquina. Mediante la automatización de los sistemas de control de proceso se ha conseguido un control más preciso y rápido que con el sistema manual.

Los instrumentos necesarios para realizar estos controles, se clasificarán de acuerdo con la variable de proceso medida por el sistema del que forma parte. Por lo que se dividirán en instrumentos de temperatura, posición, velocidad, nivel, entre otros.

1.4.1 Control de Temperatura

Un sistema de control de temperatura, obtiene la temperatura inicial de la superficie a medir mediante un sensor, y esta señal analógica pasa a ser digital para ser tratada mediante el sistema de control, el cual activa o desactiva el contactor encargado de enviar el accionamiento a la resistencia calefactora que se encarga de mantener la temperatura parametrizada.

A. Resistencias eléctricas de cartucho:

Son las más utilizadas para la transmisión de calor hacia sólidos, además no tienen problemas de condensación, tienen fácil control, la temperatura constante y su calentamiento es por conducción, radiación o convección forzada según el diseño y aplicación.

Las aplicaciones industriales, comerciales, científicas y militares son muy amplias, como calefactores combinados de radiación y convección, introducidos en agujeros taladrados o en ranuras fresadas en placas o moldes, fundidos en metales y sujetos a oleoductos.

El diseño de las resistencias de cartucho (Ver Gráfico No. 23) tienen calefacción durable, estas resistencias tienen internamente un alambre de níquel-cromo alrededor de un núcleo de óxido de magnesio, externamente son de acero inoxidable.

Normalmente, para la instalación de las resistencias de cartucho, se taladra canales con un máximo de 0.003 "a 0.008" sobre el tamaño nominal de la resistencia.

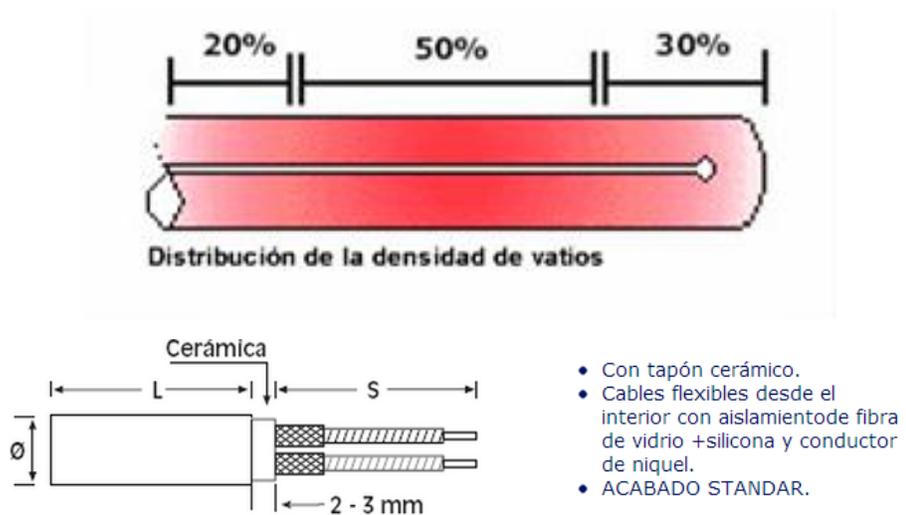


Gráfico No. 23: Resistencia calefactora tubular recta²²

B. Sensor LM35

²²Resistencias calor industrial S.L., Catálogo [en línea]

El LM35 es un sensor de temperatura de precisión (Ver Gráfico No. 24), cuya tensión de salida es linealmente proporcional a temperatura en °C (grados centígrados).

Ya que el sensor LM35 tiene una temperatura calibrada en grados centígrados no es necesario tener una tensión constante para obtener la medida real. Gracias a sus características de baja impedancia de salida y la salida lineal, se puede crear circuitos de lectura y control sencillos. El LM35 puede funcionar con alimentación simple o alimentación doble (+ y -)

Características:

- Calibrado directamente en grados Celsius (Centígrados)
- Factor de escala lineal de +10 mV / °C
- 0,5°C de precisión a +25 °C
- Rango de trabajo: -55 °C a +150 °C
- Apropiado para aplicaciones remotas
- Bajo coste
- Funciona con alimentaciones entre 4V y 30V
- Menos de 60 µA de consumo
- Bajo auto-calentamiento (0,08 °C en aire estático)
- Baja impedancia de salida, 0,1W para cargas de 1mA²³

²³ DIAZ Carlos, pagina de Electrónica

normalmente para aplicaciones de diferencial de nivel tales como alarma de nivel alto o alarma de nivel bajo.

Cuando el flotador ascienda o descienda con el nivel del líquido, mueve una manga magnética dentro o fuera del actuador de interruptor, causando el cierre del circuito. Un tubo barrera no magnético aísla los mecanismos del interruptor del líquido.

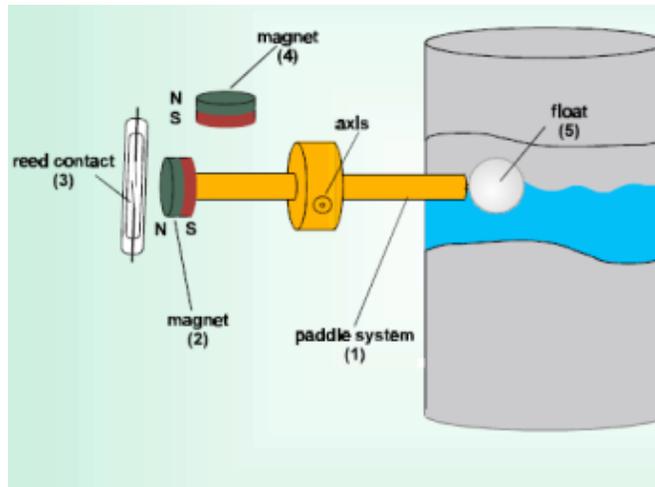


Gráfico No. 25: Interruptor de nivel horizontal por flotador SIKA.²⁴

1.4.3 Sensores de Presencia

Son aquellos que activan o desactivan automáticamente el mecanismo eléctrico al que está conectado, cuando detecta o no, la presencia de un objeto dentro de un radio de acción determinado. Se pueden utilizar varios para la discriminación de materiales, detección de material, para suministrar o clasificar material, cada sensor dará respuestas diferentes en función de las características del material.

²⁴SIKA Dr. SiebertundKühnGmbH & Co. KG

Esta detección puede hacerse con o sin contacto con el objeto. En el primer caso, se trata siempre de un interruptor, abierto o cerrado, dependiendo de la aplicación que se quiera hacer, y segundo caso se utilizan diferentes principios físicos para detectar la presencia, dando lugar a los diferentes tipos de sensores.

Sensor capacitivo de proximidad

El detector capacitivo se basa en un cambio de estado por una variación del estímulo de un campo eléctrico. Los sensores capacitivos detectan comúnmente objetos no metálicos como madera, papel, plástico, entre otros; midiendo el cambio en la capacitancia, la cual depende de la constante dieléctrica del material a detectar, su masa, tamaño, y distancia hasta la superficie sensible del detector. El punto exacto de capacitancia es regulable mediante un potenciómetro, el cual controla el oscilador, es así, por lo que la distancia de ciertos materiales puede regularse.

Cuando un objeto conductor se acerca al detector, el objeto actúa como un condensador provocando un cambio de la capacitancia. Si se aproxima un objeto no conductor, solamente se produce un cambio pequeño en la constante dieléctrica, y el incremento en su capacitancia es pequeña comparada con los materiales conductores.

El sensor E2K-C25MY1 tiene una distancia de detección ajustable de 3 a 25 mm, el amplificador acepta amplio rango de tensiones de alimentación y cambia a 200 mA. (Ver Gráfico No. 26)

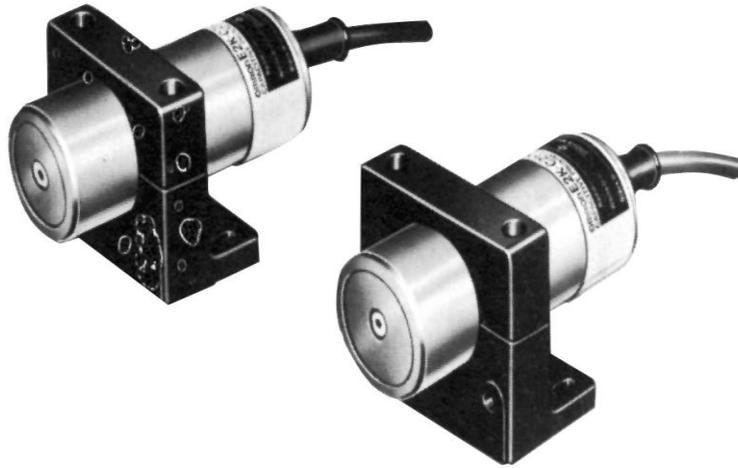


Gráfico No. 26: *Sensor capacitivo de proximidad E2K-C25MY1.*²⁵

1.4.4 Control de Velocidad

Una maquinaria industrial generalmente es accionada a través de motores eléctricos con valores precisos. No obstante, los motores eléctricos generalmente operan a velocidad constante o cuasi-constante, y con valores que dependen de la alimentación y de las características propias del motor. Para lograr regular la velocidad de los motores, se emplea un controlador especial que recibe el nombre de variador de velocidad. Los variadores de velocidad se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales.

El control de procesos y el ahorro de la energía son las dos de las principales razones para el empleo de variadores de velocidad. Históricamente, los variadores de velocidad fueron desarrollados para el control de procesos, pero el ahorro energético ha surgido como un objetivo tan importante como el primero.

²⁵ Datasheet Zone 2007-2010 Dz863.Com.

A. Motor eléctrico trifásico

Los motores trifásicos (Ver Gráfico No. 27) son simples en su diseño, son los más usados en la industria, se emplean para muchas aplicaciones generales y se usan para la mayoría de máquinas herramientas. Se puede seleccionar de acuerdo a las exigencias de la carga, de acuerdo a la potencia, el tamaño y peso no es elevado.

Para seleccionar el motor adecuado para la aplicación, se debe tomar en cuenta los siguientes datos: la carga de trabajo (potencia), la clase de servicio, el curso de ciclo de trabajo, los procesos de arranque, frenado e inversión, la regulación de la velocidad de rotación, las variaciones de la red, la temperatura del medio refrigerante ambiente, el torque de arranque, la corriente de arranque, la eficiencia el grado de protección, las revoluciones por minuto, tipo de carga, tipo de transmisión y el tipo de control.



Gráfico No. 27: Motor trifásico de corriente alterna²⁶

²⁶ WEG EquipamentosEléctricos S.A., Catálogo [en línea]

B. Variador de velocidad

Un variador de Frecuencia es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.

Para seleccionar un variador de velocidad es necesario tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- El voltaje de operación y el rango de corriente del motor
- El rango de velocidad requerido. La operación sobre la frecuencia nominal (60HZ) solamente es posible con un descenso en el torque del motor, la operación a baja frecuencia y alto torque puede ocasionar un sobrecalentamiento del motor debido a la falta de ventilación.
- Las distancias de instalación entre el motor y el variador. Distancias superiores a 100m con cable estándar o mayor a 50 m de cable apantallado puede requerir de factores de corrección por las corrientes transitorias capacitivas en los cables.
- Las condiciones ambientales como temperatura y altura sobre el nivel del mar. Se puede tener dificultades al tener una temperatura mayor a 50°C y alturas de trabajo superiores a 1000 m.s.n.m.

El variador SINAMICS G110 de Siemens (Ver Gráfico No. 28), tiene un costo accesible y muy simple de operar, instalación, parametrización y puesta en servicio simples, diseñado para máxima compatibilidad electromagnética, extenso rango de parámetros que permite configurarlo para una amplia gama de aplicaciones, simple

conexión por cable, funcionalidad adaptada gracias a variantes analógicas y USS, funcionamiento silencioso del motor gracias a altas frecuencias de pulsación, información de estado y avisos de alarma a través de panel de operador BOP (Basic Operator Panel) opcional, entrada precisa de consigna gracias a una entrada analógica de 10 bits de alta resolución (sólo variantes analógicas), LED para la información de estado.



Gráfico No. 28: *Variador de velocidad SINAMICS G110*

1.5 Material

El acero inoxidable es la aleación que resulta de agregar níquel, cromo y otros elementos al hierro. Estos elementos inhiben la corrosión del metal y hacen que el acero inoxidable sea un material útil para usos comerciales.

El acero inoxidable más ampliamente usado es el grado 316. Tiene usos en la industria del procesamiento de alimentos. Los resortes y sujetadores como tuercas, pernos y otros sujetadores usan este grado. La adición de níquel al acero

inoxidable ofrece valiosas ventajas de fabricación, como mejor formabilidad y soldabilidad.

1.5.1 Soldadura TIG

El proceso que más se utiliza es la soldadura TIG (Tungsten Inert Gas), ya que es muy adecuado para soldar acero inoxidable. Un gas inerte (argón) se usa para proteger del aire al metal fundido de la soldadura, y también consta de un electrodo de tungsteno, se agrega metal de aporte en forma de alambre dentro del arco, manual o automáticamente. Con este proceso se puede soldar desde materiales muy finos hasta espesores grandes, pero normalmente se usa hasta 1/4" (6.4 mm).

Algunas ventajas de este proceso de soldadura son:

- No hay escoria que eliminar, esto minimiza la limpieza posterior.
- Es un proceso de soldadura que se puede utilizar en todas las posiciones.
- No hay una variación en la composición química de la aleación del acero inoxidable de base
- Ayuda a controlar la penetración y mantiene una superficie brillante y limpia.
- La mejor elección al realizar puntadas de soldadura ya que es controlable
- La facilidad en la realización de pequeñas soldaduras

CAPÍTULO II

DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MIEL

2.1 Diseño de la estructura mecánica.

2.1.1 Selección del material

Las características del material utilizado en el procesamiento de alimentos son:

- No desprenda sustancias nocivas.
- No altere negativamente el sabor ni el olor de los alimentos, tanto en contacto directo como en contacto indirecto.
- No reaccione productos de limpieza ni a químicos antimicrobianos (desinfectantes).
- Resistentes a la corrosión.
- Estables mecánicamente.
- Diseñados para que el material no sufra alteraciones.

El acero inoxidable de aleación fina o austeníticos es la opción más recomendada para la construcción de una maquinaria en la industria alimenticia, especialmente para las superficies que entran en contacto directamente con el alimento. Los materiales más representativos son **AISI-304 y AISI-316**.

El acero inoxidable AISI-316 tiene buena resistencia a la corrosión en ambientes agresivos. Se suelda fácilmente y puede ser soldado con metales no ferrosos. No es templeable. Puede endurecerse por deformación en frío. Es necesario utilizar herramientas de alta calidad para realizar un correcto corte, ya que presentan altas presiones en la mecanización.

La tabla No. 2 muestra las principales características del acero inoxidable AISI 316.

Tabla No. 2: Acero Inoxidable 316²⁷

Normas involucradas	ASTM A 276
Propiedades físicas:	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad 7.8 g/cm³ (0.28 lb/in³)
Propiedades químicas:	<ul style="list-style-type: none"> • 0.08 % C mín. • 2.00 % Mn • % Si • 18.0 – 20.0 % Cr • 8.0 – 10.5 % Ni

Propiedades mecánicas:²⁸

- Resistencia a la tensión: 552 MPa
- Resistencia de Fluencia: 207 MPa
- Ductilidad: 60

2.1.2 Factor de seguridad

El factor de seguridad para los elementos mecánicos que conforman el diseño, deben tener un valor base, el cual está establecido por organizaciones o por experiencias previas bajo condiciones similares.

Este factor de seguridad permitirá el rediseño y análisis estático, ya que cada elemento debe tener un valor por encima del seleccionó, para que de esta manera pueda ser confiable y seguro, además asegurara que el elemento trabajará en condiciones favorables bajo la carga aplicada; para este caso se seleccionó el siguiente factor:

- *Estructuras estáticas*²⁹: Materiales dúctiles con alto grado de confianza en el conocimiento de las propiedades del material,

²⁷ SUMITEC, Suministros Técnicos S.A., Catálogo [en línea]

²⁸ Robert L. Mott; Diseño de elementos de máquinas. Anexos; Apéndice A; Tabla A-12.

²⁹ Robert L. Mott; Diseño de elementos de máquinas; 4da Edición; Pág. 154.

magnitud de las cargas y grado en que resulta adecuado el análisis de tensión. Utilice:

$$F.S. = 2$$

2.1.3 Cálculo y dimensionamiento del tambor del tanque

Mediante la investigación de los tanques centrífugos de extracción de miel de abejas existentes, se puede encontrar claros beneficios tanto en la capacidad como en el costo de un tanque de eje vertical y tambor radial. Para dicho tambor es necesario tomar en cuenta los parámetros que intervienen en el proceso, así se tiene:

- Capacidad del tambor: 32 marcos
- Peso por marco: 2.2 kg
- Dimensionamiento del marco:

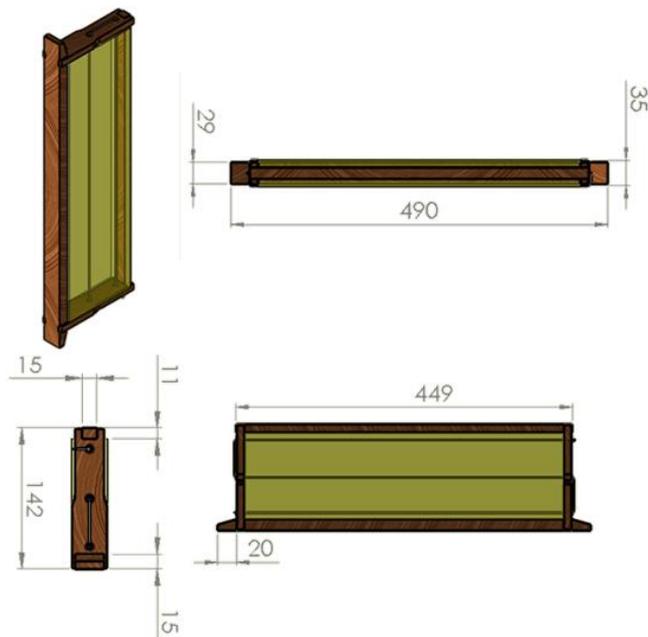


Gráfico No. 29: Dimensionamiento del marco

Los marcos ingresan verticalmente en el tambor, por lo cual las medidas del tambor están basadas en las dimensiones del Gráfico No. 29, y ya que van a estar sometidos a la fuerza centrífuga, es necesario diseñar de tal manera que no se muevan del lugar en el que son ingresados al momento de girar como se muestra a continuación en el Gráfico No. 30.

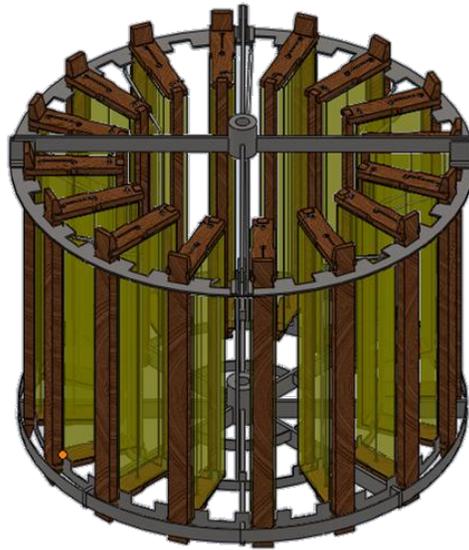


Gráfico No. 30: *Diseño estructural del tambor*

El tambor consta de cuatro partes: superior, inferior, guías y eje; los cuales son dimensionados y analizados de acuerdo a las fuerzas que estarán sometidos.

A. Dimensionamiento de la estructura superior

La parte superior del eje tiene un diámetro de 33 cm el cual permite ingresar a los marcos con facilidad, ya que su dimensionamiento es mayor al tamaño del marcos, además tiene ranuras que están divididas matricialmente para que ingrese 32 marcos de forma simétrica y tiene

platinas de sujeción que van desde el eje hacia el diámetro exterior (Ver Gráfico No. 31).

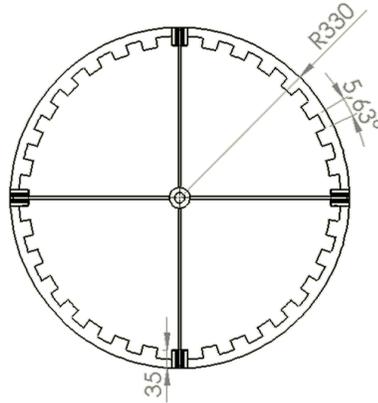


Gráfico No. 31: Dimensionamiento de la parte superior del tambor

B. Dimensionamiento de la estructura inferior

La parte inferior del tambor es más crítica, ya que además de que debe tener las condiciones adecuadas para evitar el deslizamiento de los marcos, es aquí donde recae toda la carga. Las dimensiones son con relación a la parte superior y la posición fija de los marcos como muestra el Gráfico No. 32.

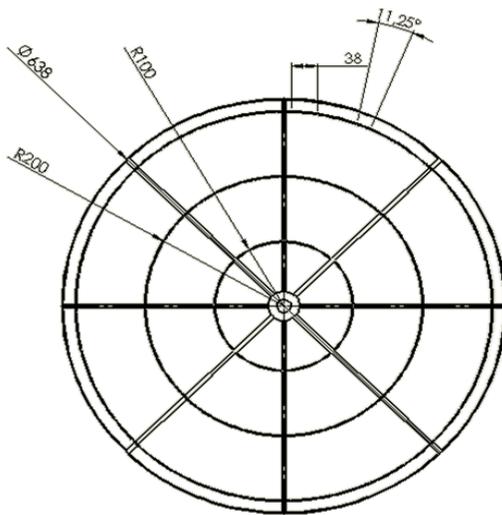


Gráfico No. 32: Dimensionamiento de la parte inferior del tambor

C. Dimensionamiento de las guías

Las guías se han dimensionado en base a la medida del marco, y son muy importantes ya que dirigen la trayectoria de ubicación del marco en sus respectivas posiciones. (Ver Gráfico No.33)

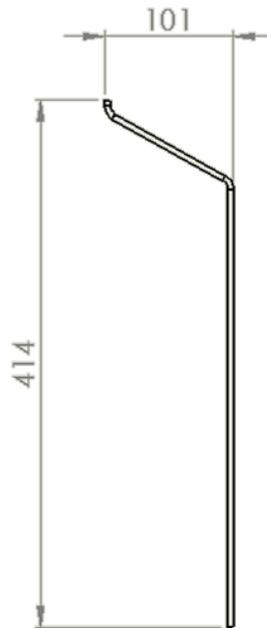


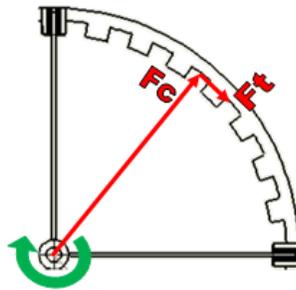
Gráfico No. 33: Dimensionamiento de la guía

D. Análisis del tambor

El análisis de fuerzas se lo realizó tomando como una sola pieza al tambor, para de esta manera poder obtener un mejor resultado, ya que al soldar las guías con la parte superior e inferior se fusionan las piezas y pasan a formar un solo sólido. Además, ya que el tambor realiza un movimiento circular uniformemente variado se analiza las fuerzas que dicho movimiento genera cuando todos los marcos ingresan (ver Cuadro No. 2). Para este análisis, se toma en cuenta lo siguiente:

Datos:

- Masa de los marcos : $m = 2,2 \text{ kg} * 32 = 70,4 \text{ kg} = 690,388 \text{ N}$
- Radio : $r = 330 \text{ mm} = 0,33 \text{ m}$
- Velocidad angular : $\omega = 300 \text{ rpm} = 31,416 \text{ rad/s}$
* Máxima velocidad para centrifugas de extracción de miel
- Tiempo : $t = 60 \text{ s}$



Cuadro No. 2: Diagrama de la fuerza centrípeta

$$F_C = m \cdot a_C$$

$$a_C = r \cdot \omega^2 = 0,33 \text{ m} \cdot \left(31,416 \frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)^2 = 325,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_C = m \cdot a_C = 2,2 \text{ kg} \cdot 325,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 716,53 \text{ N}$$

$$F_t = m \cdot a_t$$

$$\alpha = \frac{\omega}{t} = \frac{31,416 \frac{\text{rad}}{\text{s}}}{60 \text{ s}} = 0,5236 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

$$a_t = \alpha \cdot r = 0,5236 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} \cdot 0,33 \text{ m} = 0,173 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_t = m \cdot a_t = 2,2 \text{ kg} \cdot 0,173 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,38 \text{ N}$$

El estudio estático indicará de una manera más cercana a la realidad si el tambor será capaz de soportar la fuerza a la cual se lo va a someter y con eso tener la seguridad que será confiable para esta aplicación, esto es posible gracias a los resultados que presenta el software SolidWorks 2010 que son:

- Tensión de Von Mises.
- Desplazamiento resultante.
- Factor de seguridad.

Las fuerzas deben ser analizadas en el lugar donde van a actuar como se muestra en el Gráfico No. 34.

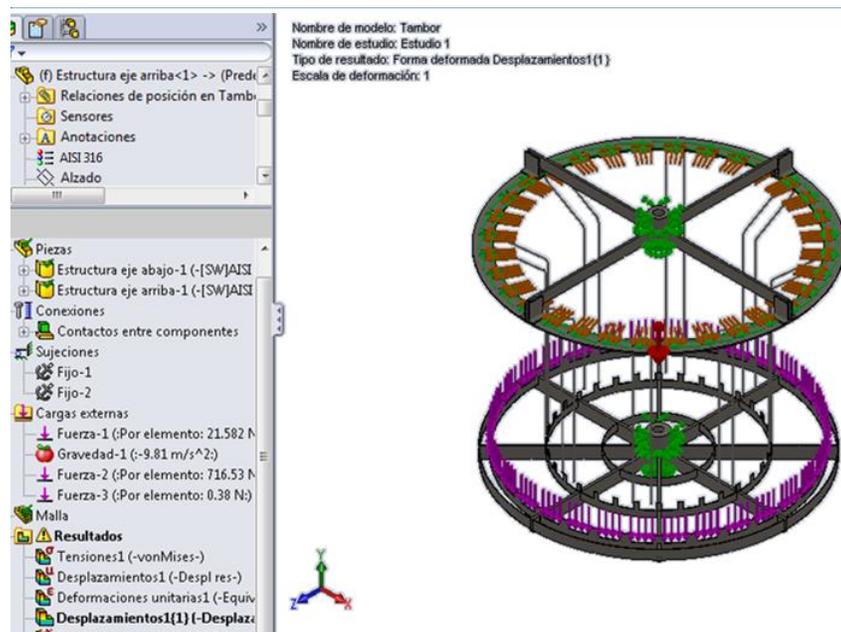


Gráfico No. 34: *Asignación de fuerzas y sujeciones para el tambor*

De acuerdo con el estudio estático que se realiza en el software SolidWorks 2010, se encuentra la tensión, el deslizamiento, las

deformaciones y el factor de seguridad en zonas del tambor, que muestran en los Gráficos No. 35-37.

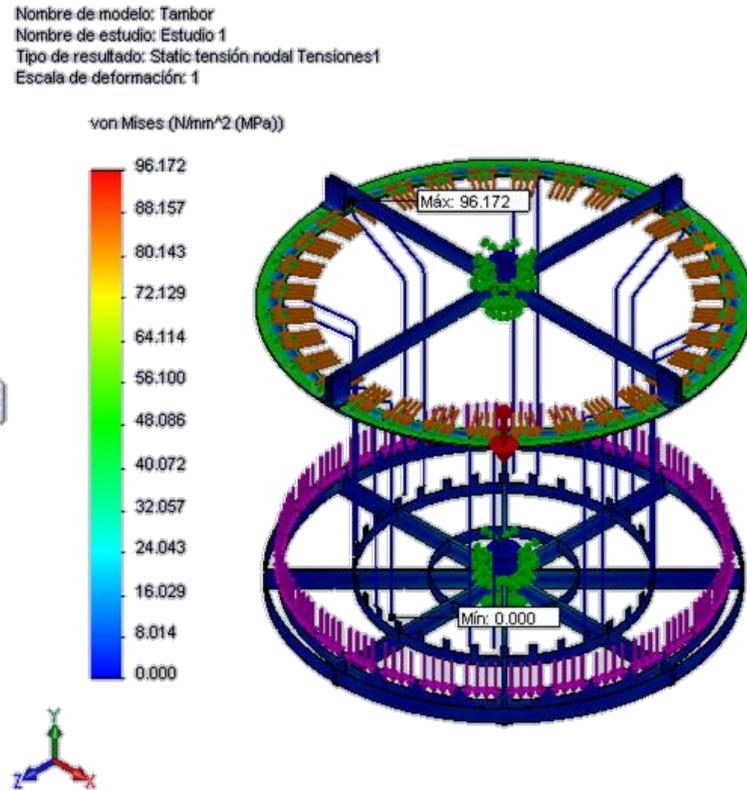


Gráfico No. 35: Tensión de Von Mises de la estructura del tambor

El Gráfico No. 35 muestra el resultado del esfuerzo máximo desarrollado en algún punto del tambor, el cual se muestra en un color rojo e indica que en ese lugar se encuentra el esfuerzo más crítico, por lo que tiende a deformarse. El tambor tiene un esfuerzo máximo de 96,172 MPa, que está ubicado en la parte superior donde los marcos se apoyaran al momento de que inicia la centrifugación.

Nombre de modelo: Tambor
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 1

URES (mm)

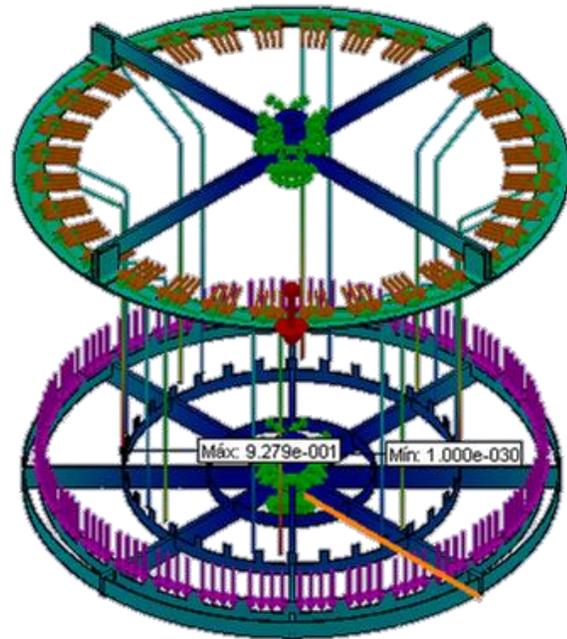
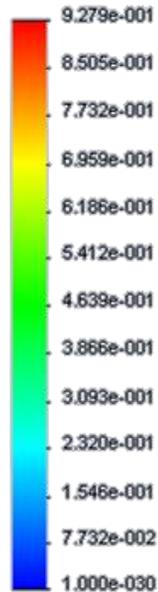


Gráfico No. 36: *Deslizamiento estático de la estructura del tambor*

En el Gráfico No. 36 se muestra la cantidad de deformación que sufre el tambor, se conoce como la deflexión que tiene una viga al aplicarle una carga; la parte roja del elemento muestra donde será mayor la deformación. La distancia máxima resultante en este elemento es 0,9379 mm, debido a que este valor no es alto podrá ser despreciable y no afectará el funcionamiento del tambor cuando esté trabajando.

Nombre de modelo: Tambor
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 2.2

FDS

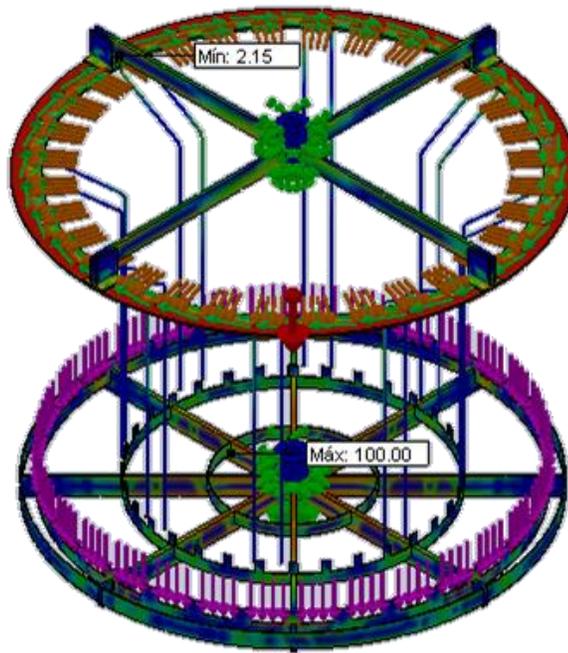


Gráfico No. 37: Factor de seguridad del tambor

En el Gráfico No. 37 muestra en color rojo los lugares donde el factor de seguridad será más bajo y por ende los más críticos, por lo tanto se verán más afectados al momento de aplicarle la fuerza.

En el tambor existe un factor de seguridad de 2.15, por lo tanto es confiable y seguro ya que es superior al expuesto para este tipo de elementos que es 2, por lo que se puede hacer uso de ésta con total confiabilidad.

2.1.4 Cálculo y dimensionamiento del eje

El eje es el principal soporte al cual van a estar sujetas todas la estructuras del tambor, las dimensiones depende de del altura de todo el tanque, como se muestra en el Gráfico No. 38.



Gráfico No. 38: Dimensionamiento del eje

Para el análisis de las fuerzas en el eje, se toma en cuenta que existen dos zonas de sujeción mediante rodamientos, dos zonas que soportan el peso de la estructura del tambor y además existe la reacción provocada por el sistema de transmisión de movimiento. Entonces se tiene que:

Datos:

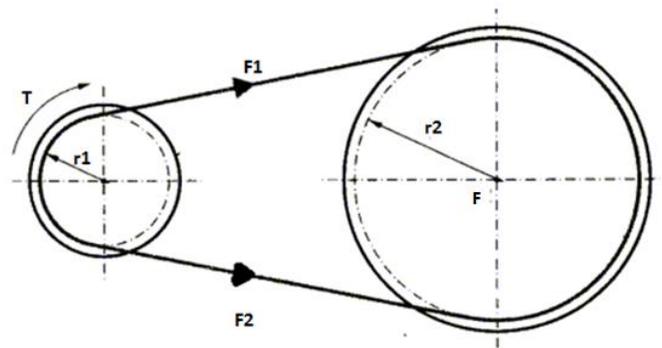
- Masa de cada marco : $m = 2,2 \text{ kg}$
- Numero de marcos : $n = 32$
- Tambor : $9,2 \text{ kg}$

Masa total = (masa del marco x numero de marcos) + masa del tambor

$$\text{Masa total} = (2.2 \text{ kg} \cdot 32) + 9.2 \text{ kg} = 79,6$$

$$\text{Peso total} = 79,6 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 780.876 \text{ N}$$

Además, es necesario analizar el sistema de transmisión de movimiento (Ver Cuadro No. 3), ya que este también ejerce una fuerza, como se indica a continuación:



Cuadro No. 3: Análisis de transmisión de movimiento

Datos:

- Radio menor : $r_1 = 0,025\text{m}$
- Radio mayor : $r_2 = 0.05\text{m}$
- Velocidad angular del motor : $\omega = 600 \text{ rpm} = 62,83 \text{ rad/s}$
- Potencia del motor : $0,5\text{hp} = 373 \frac{\text{Nm}}{\text{s}}$

$$P = T \cdot \omega$$

$$T = \frac{P}{\omega} = \frac{373 \frac{\text{Nm}}{\text{s}}}{62,83 \frac{\text{rad}}{\text{s}}} = 5.94 \text{ Nm}$$

$$F = F_1 + F_2$$

$$T = (F_1 - F_2) * r_2$$

$$T = F_1 \cdot r_1$$

$$F_1 = \frac{T}{r_1} = \frac{5.94 \text{ Nm}}{0.025 \text{ m}} = 237.6 \text{ N}$$

$$F_2 = F_1 - \frac{T}{r_2} = 237.6 \text{ N} - \frac{5.94 \text{ Nm}}{0.05 \text{ m}} = 118.8 \text{ N}$$

$$F = 237.6 \text{ N} - 118.8 \text{ N} = 118.8 \text{ N}$$

El estudio estático indicará de una manera más cercana a la realidad si el eje será capaz de soportar la fuerza a la cual se lo va a someter. Por lo tanto, existen cuatro puntos en los cuales está siendo sometido el eje a las fuerzas y debe ser analizada en estas cuatro áreas como muestra el Gráfico No. 39.

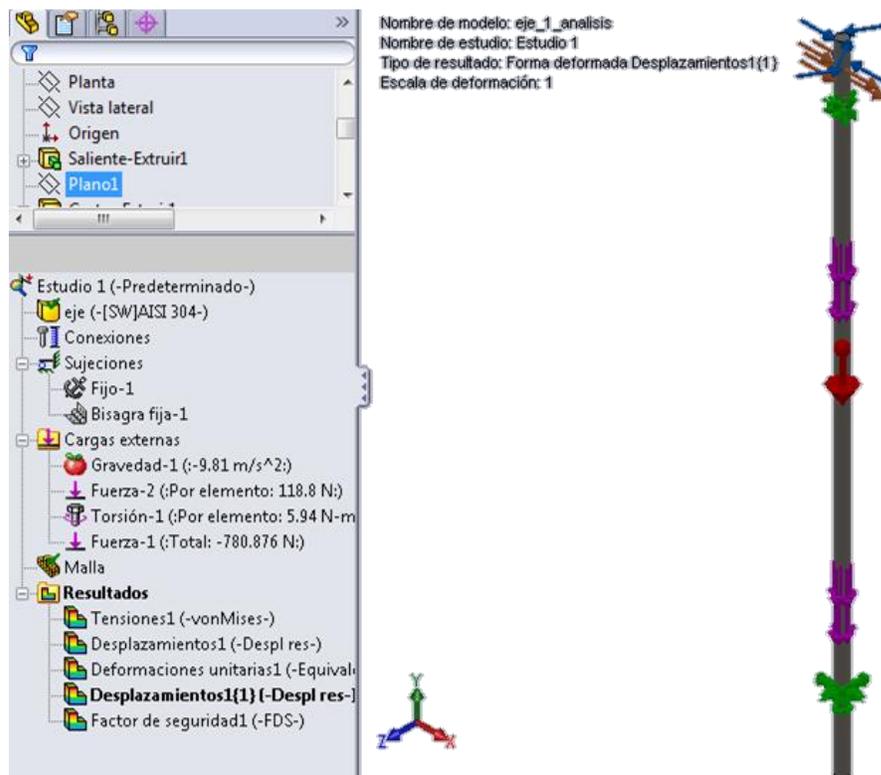


Gráfico No. 39: Asignación de fuerzas y sujeciones del eje del tambor

De acuerdo con el estudio estático que se realiza en el software SolidWorks 2010, se encuentra la tensión, el deslizamiento, las deformaciones y el factor de seguridad en diferentes zonas del eje, que muestran en los Gráficos No. 40-42.

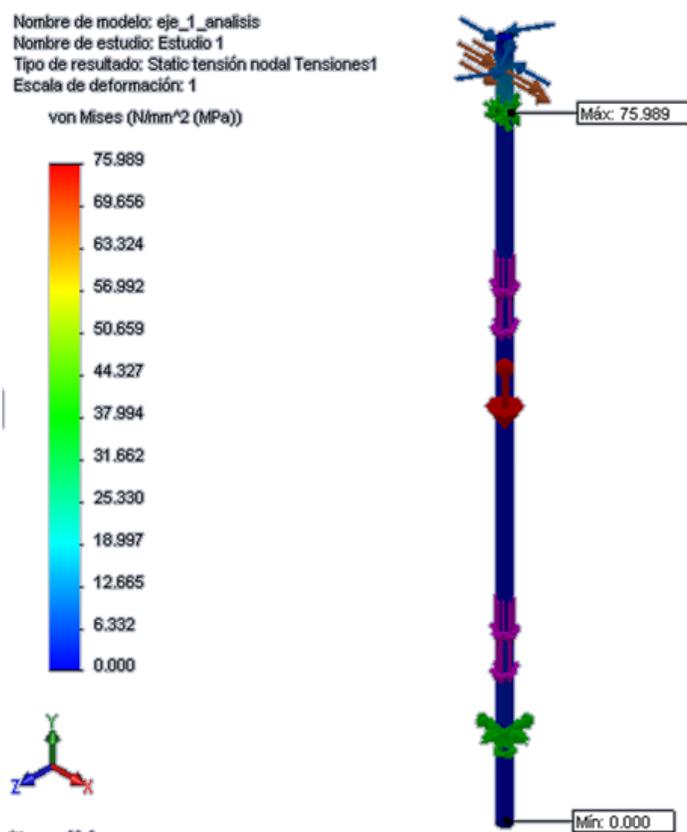


Gráfico No. 40: Tensión de Von Mises del eje

El Gráfico No. 40 muestra el resultado del esfuerzo máximo desarrollado en algún punto del eje, el cual se muestra en un color rojo e indica que en ese lugar se encuentra el esfuerzo más crítico, por lo que tiende a deformarse. El eje tiene un esfuerzo máximo de 75,989 MPa, que está ubicado en la parte superior donde está la sujeción.

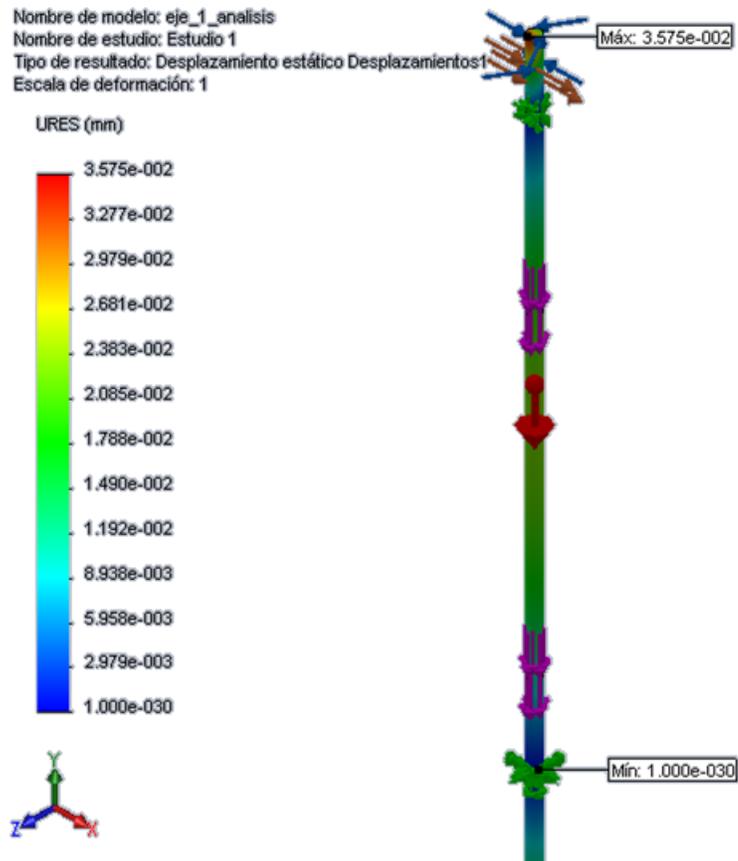


Gráfico No. 41: *Deslizamiento estático del eje*

En el Gráfico No. 41 se muestra la cantidad de deformación que sufre el eje, se conoce como la deflexión que tiene una viga al aplicarle una carga; la parte roja del elemento muestra donde será mayor la deformación. La distancia máxima resultante en este elemento es 0,03575 mm, debido a que este valor no es alto podrá ser despreciable y no afectará el funcionamiento del eje cuando esté trabajando.

Nombre de modelo: eje_1_analisis
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 2.7

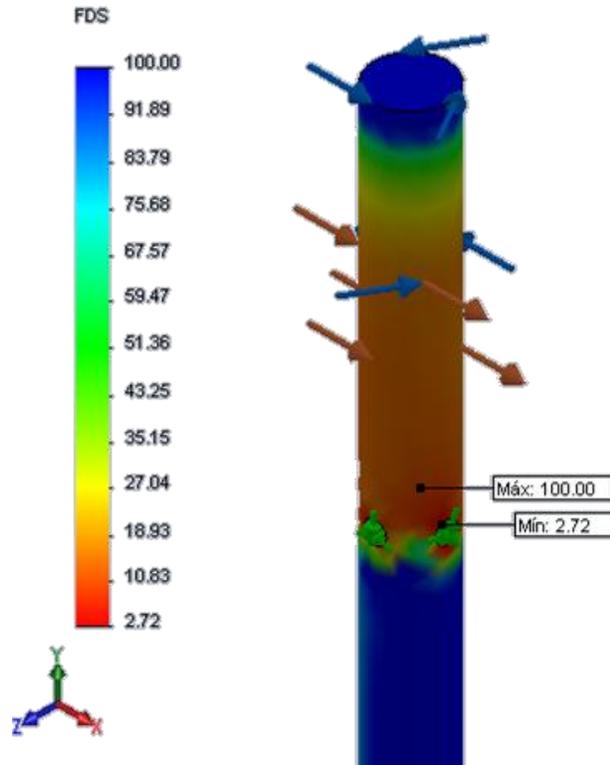


Gráfico No. 42: Factor de seguridad del eje

En el Gráfico No. 42 muestra en color rojo los lugares donde el factor de seguridad será más bajo y por ende los más críticos, por lo tanto se verán más afectados al momento de aplicarle la fuerza.

En el eje existe un factor de seguridad de 2.72, por lo tanto es confiable y seguro ya que es superior al expuesto para este tipo de elementos que es 2, por lo que se puede hacer uso de ésta con total confiabilidad.

2.1.5 Cálculo y dimensionamiento de la estructura de soporte

Esta estructura debe estar sujeta al diámetro del tanque y soportar tres cargas principales, así tenemos el diagrama en el Gráfico No. 43.

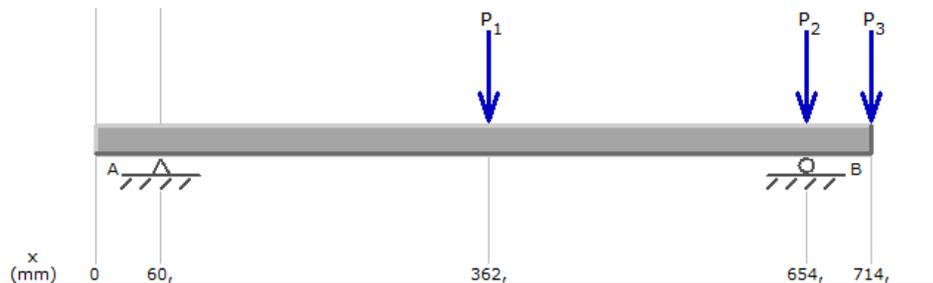


Gráfico No. 43: *Diagrama de cuerpo libre*

Datos:

- $F_1 = 845,71 \text{ N}$
- $F_2 = 17,87 \text{ N}$
- $F_3 = 64,56 \text{ N}$

Hallar las reacciones:

$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$R_A - 845,71\text{N} - 17,87\text{N} + R_B - 64,56\text{N} = 0$$

$$R_A = 845,71\text{N} + 17,87\text{N} - R_B + 64,56\text{N}$$

$$R_A = 928,14\text{N} - R_B$$

$$+\circlearrowleft \sum M_A = 0$$

$$845,71\text{N}(302 \text{ mm}) - 17,87\text{N}(594\text{mm}) + R_B(594\text{mm})$$

$$- 64,56\text{N}(654\text{mm}) = 0$$

$$R_B = \frac{255\,404,42\text{Nmm} + 10\,614,78\text{Nmm} + 42\,222,24\text{Nmm}}{594\text{ mm}}$$

$$R_B = 518,92\text{N}$$

$$R_A = 928,14\text{N} - 518,92\text{N}$$

$$R_A = 409,22\text{N}$$

Por lo que el diagrama de fuerza cortante y momento torsor máximo son las que se muestran en el Gráfico No. 44:

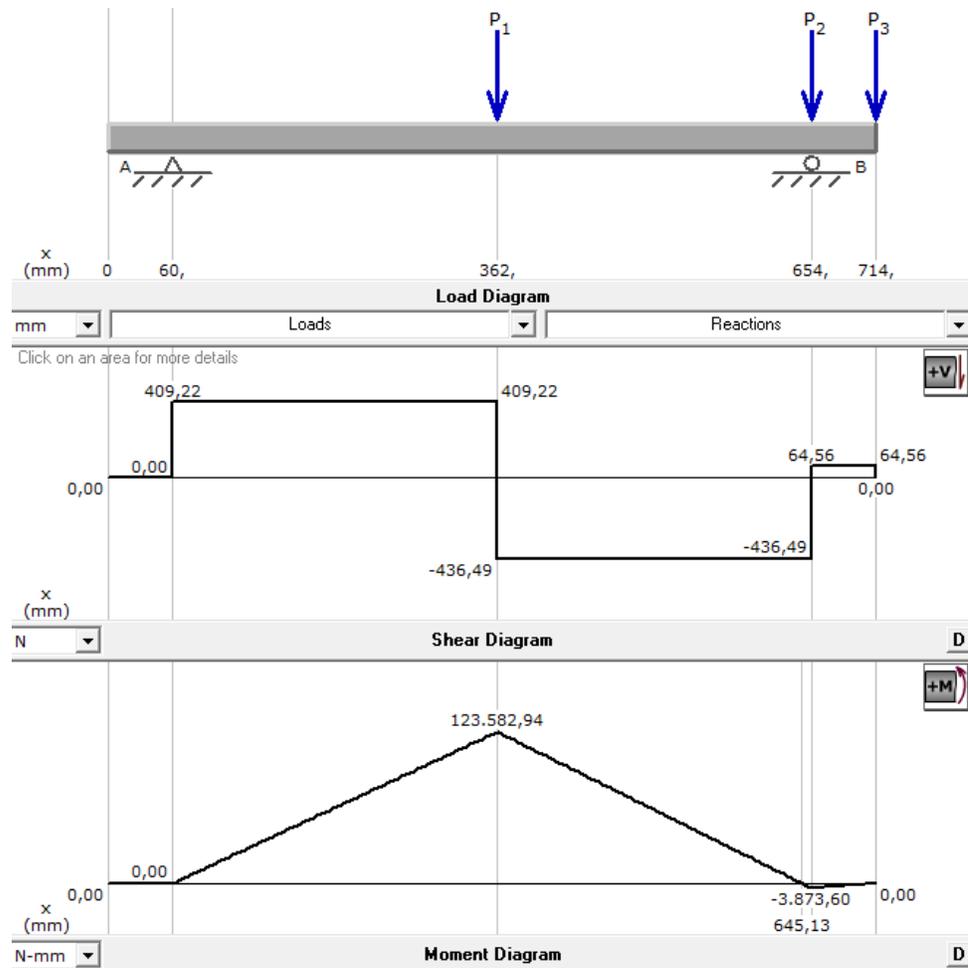


Gráfico No. 44: *Diagramas de fuerzas y momentos de la viga*

Para la selección del perfil:

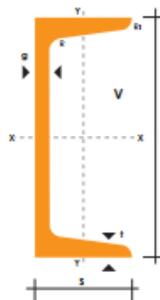
$$\sigma_{flex} = \frac{M_{max}}{\omega} < \frac{Sy}{FS}$$

$$M_{max} = 123\,582,94 \text{ N} \cdot \text{mm} \times \frac{1\text{m}}{1000\text{mm}} = 123,58 \text{ Nm}$$

Para la selección del perfil se toma en cuenta el ancho mínimo del soporte del rodamiento:

Tabla No. 3: Perfiles nominales laminados UPN³⁰

DENOMINACION	DIMENSIONES						TIPOS					
	h mm	s mm	g mm	t mm	R mm	R1 cm4	SECCION cm2	PESOS kg/mt	Ix cm4	Iy cm4	Wx cm3	Wy cm3
UPN 50	50	38	5.00	7.00	7.00	3.50	7.12	5.59	26.40	9.12	10.60	3.75
UPN 65	65	42	5.50	7.50	7.50	4.00	9.03	7.09	57.50	14.10	17.70	5.07
UPN 80	80	45	6.00	8.00	8.00	4.00	1.10	8.64	106.00	19.40	26.50	6.36
UPN 100	100	50	6.00	8.50	8.50	4.50	13.50	10.60	206.00	29.30	41.20	8.49
UPN 120	120	55	7.00	9.00	9.00	4.50	17.00	13.40	364.00	43.20	60.70	11.10
UPN 140	140	60	7.00	10.00	10.00	5.00	20.40	16.00	605.00	62.70	86.40	14.80
UPN 160	160	65	7.50	10.50	10.50	5.50	24.00	18.80	905.00	85.30	116.00	18.30
UPN 180	180	70	8.00	11.00	11.00	5.50	28.00	22.00	1350.00	114.00	150.00	22.40
UPN 200	200	75	8.50	11.50	11.50	6.00	32.20	25.30	1910.00	148.00	191.00	27.00
UPN 220	220	80	9.00	12.50	12.50	6.50	37.40	29.40	2690.00	197.00	245.00	33.60
UPN 240	240	85	9.50	13.00	13.00	6.50	42.30	33.20	3600.00	248.00	300.00	39.60
UPN 260	260	90	10.00	14.00	14.00	7.00	48.30	37.90	4820.00	317.00	371.00	47.70
UPN 300	300	100	10.00	16.00	16.00	8.00	58.80	46.20	8030.00	495.00	535.00	67.80



Como resultado del cálculo se selecciona un perfil UPN de 80mm (ver Tabla No. 3) el cual es el más idóneo para esta aplicación. Sin embargo el estudio estático indicará de una manera más cercana a la realidad si el eje será capaz de soportar la fuerza a la cual se lo va a someter.

³⁰ Perfiles laminados UPN, DIPAC catálogo [en línea]

$$\omega = 6,36 \text{ cm}^3 \times \frac{1\text{m}^3}{(100\text{cm})^3} = 6,36 \times 10^{-6}\text{m}^3$$

$$\sigma_{flex} = \frac{M_{max}}{\omega} = \frac{123,58 \text{ Nm}}{6,36 \times 10^{-6}\text{m}^3} = 19,43 \text{ MPa}$$

$$19,43 \text{ MPa} < \frac{S_y}{FS}$$

$$S_y = 207 \text{ MPa}^{31}$$

$$19,43 \text{ MPa} < \frac{207 \text{ MPa}}{2} \quad \rightarrow \quad 19,43 \text{ MPa} < 103,5 \text{ MPa}$$

Selección:

$$\omega = \frac{M_{max}}{\sigma_{flex}} = \frac{123,59 \text{ Nm}}{20 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} = 6,179 \times 10^{-6}\text{m}^3 = 6,179 \text{ cm}^3$$

La estructura de soporte está a travesada por el eje, por lo cual debe existir un orificio en el centro de diámetro igual al eje, y su longitud debe sobrepasar el diámetro del tanque, como muestra el Gráfico No 45.

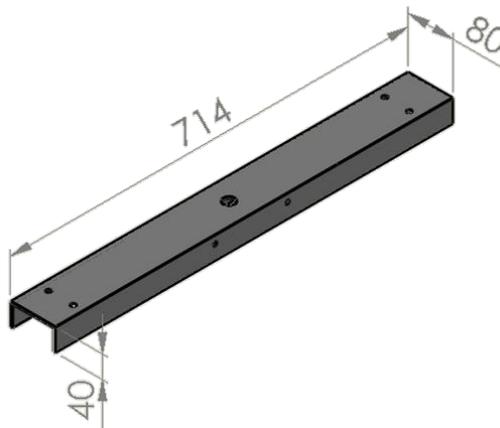


Gráfico No. 45: Dimensionamiento de la estructura larga

³¹Robert L. Mott; Diseño de elementos de máquinas. Anexos; Apéndice A; Tabla A-12.

Para el análisis de esta estructura se tomará en cuenta la fuerza que ejerce el peso de todo el tambor junto con el eje a través del rodamiento, el peso del tapa banda, y del motor; además la fuerza de la transmisión de movimiento mediante la banda (Ver Gráfico No. 46). Entonces se tiene:

Fuerza ejercida en el centro:

- Masa marcos = 70,4 kg
- Masa del tambor = 9,2 kg
- Masa del eje = 3,751 kg
- Masa de la polea = 0,61 kg

$$M_1 = (\text{marcos} + \text{tambor} + \text{eje} + \text{polea})$$

$$M_1 = 70,4 \text{ kg} + 9,2 \text{ kg} + 3,751 \text{ kg} + 0,61 \text{ kg} = 83,961 \text{ kg}$$

$$F_1 = 83,961 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 823,66 \text{ N}$$

Fuerza ejercida por la tapa banda:

- Masa de la tapa banda = 1,652 kg
- Masa de las sujeciones = 0,17 kg

$$M_2 = (\text{tapa banda} + \text{sujeciones})$$

$$M_2 = 1,652 \text{ kg} + 0,17 \text{ kg} = 1,822 \text{ kg}$$

$$F_2 = 1,822 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 17,87 \text{ N}$$

Fuerza ejercida por el motor:

- Masa del motor = 5,7 kg
- Masa de las sujeciones = 0,747 kg
- Masa de la polea = 0.134 kg

$$M_3 = (\text{motor} + \text{sujeciones} + \text{polea})$$

$$M_3 = 5,7 \text{ kg} + 0,747 \text{ kg} + 0,134 \text{ kg} = 6,581 \text{ kg}$$

$$F_3 = 6,581 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 64,56 \text{ N}$$

Fuerza ejercida por las cuchillas:

- Masa de una cuchilla = 1,028 kg
- Masa de la sujeción = 0,192 kg

$$M_4 = (\text{cuchilla} + \text{sujecion})$$

$$M_4 = 1,028 \text{ kg} + 0,192 \text{ kg} = 2,248 \text{ kg}$$

$$F_4 = 2,248 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 22,05 \text{ N}$$

Por lo que, existen cuatro fuerzas ejercidas sobre la estructura de soporte y debe ser analizada en los lugares correspondientes como muestra el Gráfico No. 46.

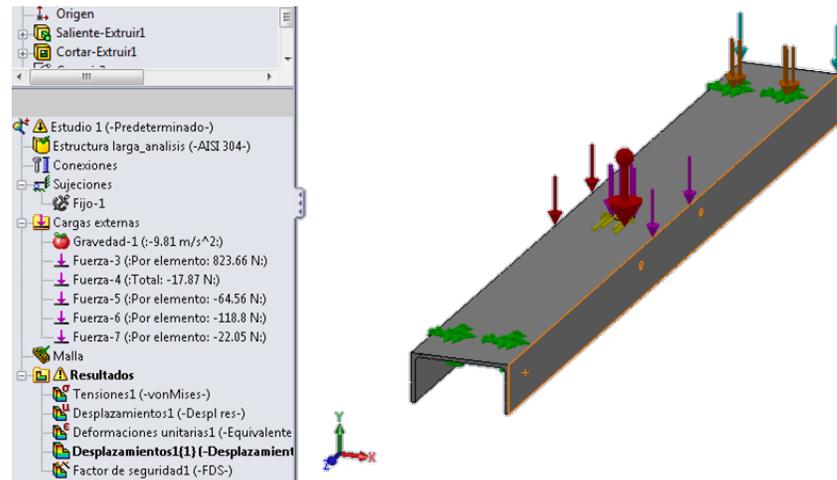


Gráfico No. 46: *Asignación de fuerzas en la estructura de soporte*

De acuerdo con el estudio estático que se realiza en el software SolidWorks 2010, se encuentra la tensión, el deslizamiento, las deformaciones y el factor de seguridad en diferentes zonas del la estructura de soporte, que muestran en los Gráficos No. 47-49.

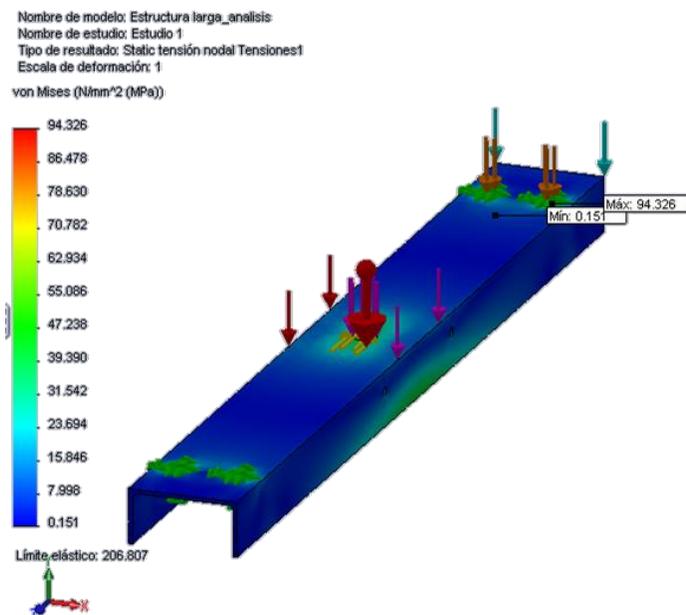


Gráfico No. 47: *Tensión de Von Mises de la estructura de soporte*

El Gráfico No. 47 muestra el resultado del esfuerzo máximo desarrollado en algún punto de la estructura, el cual se muestra en un color rojo e indica que en ese lugar se encuentra el esfuerzo más crítico, por lo que tiende a deformarse. El eje tiene un esfuerzo máximo de 94,236 MPa, que está ubicado en la sujeción.

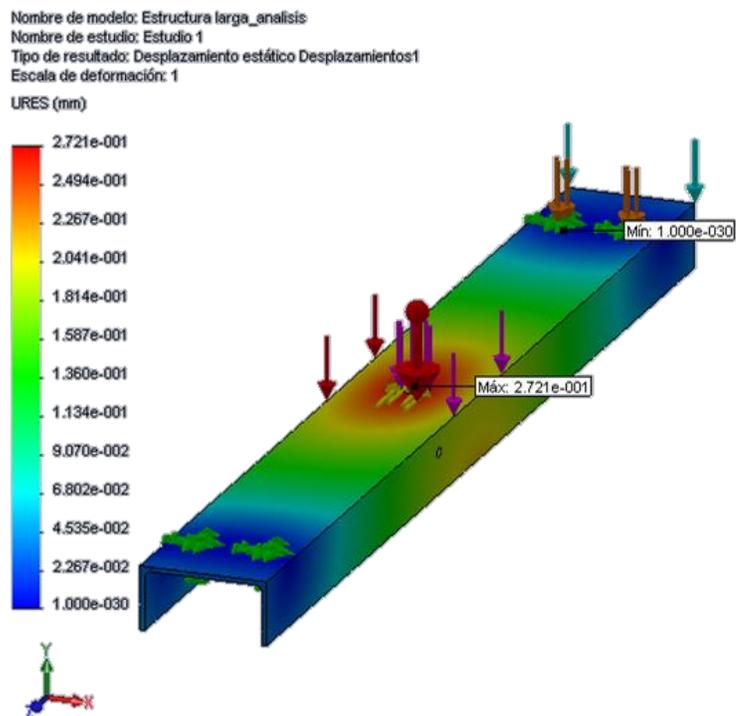


Gráfico No. 48: *Deslizamiento estático de la estructura de soporte*

En el Gráfico No. 48 se muestra la cantidad de deformación que sufre la estructura, se conoce como la deflexión que tiene una viga al aplicarle una carga; la parte roja del elemento muestra donde será mayor la deformación. La distancia máxima resultante en este elemento es 0,2721 mm, debido a que este valor no es alto podrá ser despreciable y no afectará el funcionamiento del eje cuando esté trabajando.

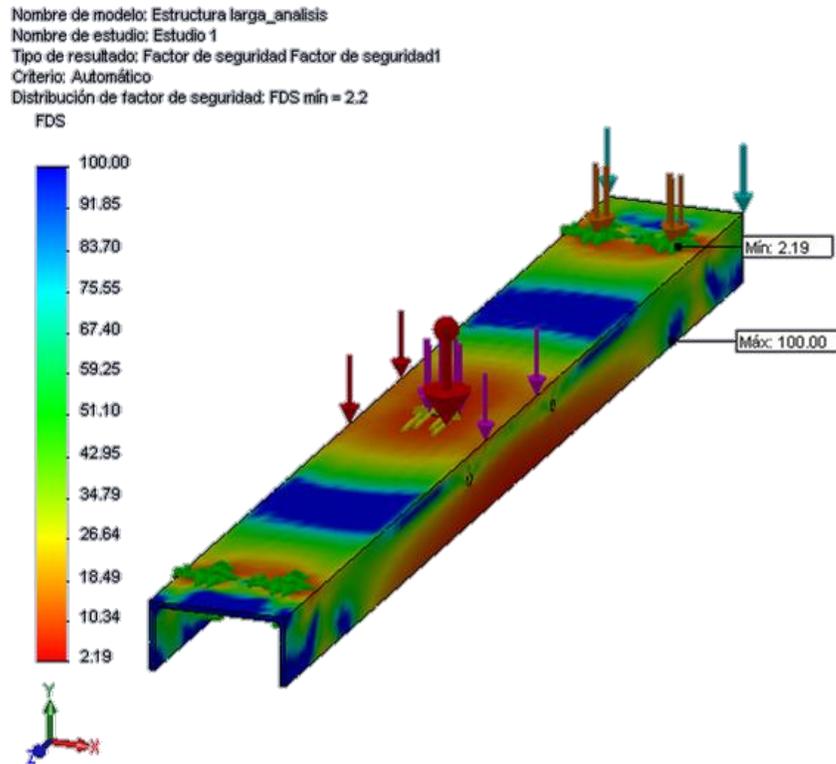


Gráfico No. 49: *Factor de seguridad de la estructura larga*

En el Gráfico No. 49 muestra en color rojo los lugares donde el factor de seguridad será más bajo y por ende los más críticos, por lo tanto se verán más afectados al momento de aplicarle la fuerza.

En la estructura existe un factor de seguridad de 2.19, por lo tanto es confiable y seguro ya que es superior al expuesto para este tipo de elementos que es 2, por lo que se puede hacer uso de ésta con total confiabilidad.

2.1.6 Cálculo y dimensionamiento del tanque

El tanque centrífugo es la estructura en donde va a ingresar el tambor y la miel y en la parte inferior, por lo que, las dimensiones del tanque centrifugo van de

acuerdo al tambor y a una área libre en la parte inferior como muestra el Gráfico No. 50.

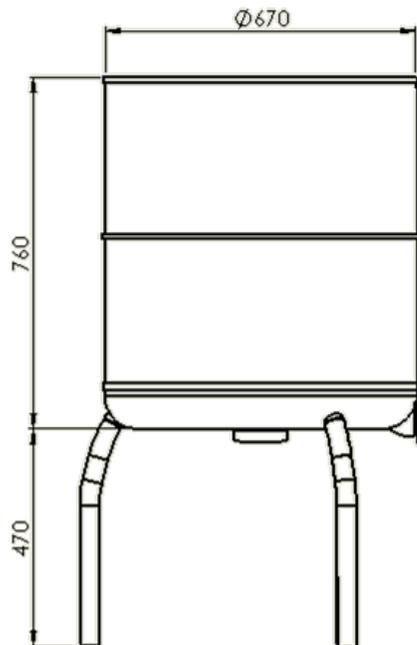


Gráfico No. 50: Diseño del tanque centrífugo

El tanque es la estructura principal ya que va a sostener todos los elementos analizados y de sujeción, además en la parte inferior va a acumularse la miel extraída y puede tener hasta 48 litros; por lo que se tiene los siguientes pesos:

Fuerza ejercida por la miel:

- Masa de la miel por litro = 1,36 kg
- Litros de miel = 48

$$M_1 = (\text{masa} \cdot \text{litros})$$

$$M_1 = 1,36 \text{ kg} + 48 = 65,45 \text{ kg}$$

$$F_1 = 65,45 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 642,11 \text{ N}$$

Fuerza ejercida por la estructura de soporte:

- Fuerza ejercida por el tambor : $F_a = 823,66 \text{ N}$
- Fuerza ejercida por la tapa banda: $F_b = 17,87 \text{ N}$
- Fuerza ejercida por el motor : $F_c = 64,56 \text{ N}$
- Fuerza ejercida por las cuchillas: $F_d = 22,05 \text{ N}$
- Masa de la estructura de soporte = 2,665 kg

$$F_e = 2,665 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 26,14 \text{ N}$$

$$F_T = F_a + F_b + F_c + F_d + F_e$$

$$F_T = 823,66 \text{ N} + 17,87 \text{ N} + 64,56 \text{ N} + 22,05 \text{ N} + 26,14 \text{ N}$$

$$F_T = 954,28 \text{ N}$$

Fuerza ejercida por el tablero:

- Masa del tablero = 6 kg

$$F_2 = 6 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 58,84 \text{ N}$$

Fuerza ejercida por las bandejas:

- Masa de una bandeja = 2,334 kg

$$F_3 = 2 \cdot \left(2,334 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 45,79 \text{ N}$$

Por lo que, estas fuerzas están ejercidas sobre el tanque y debe ser analizadas en los lugares correspondientes como muestra el Gráfico No. 51.

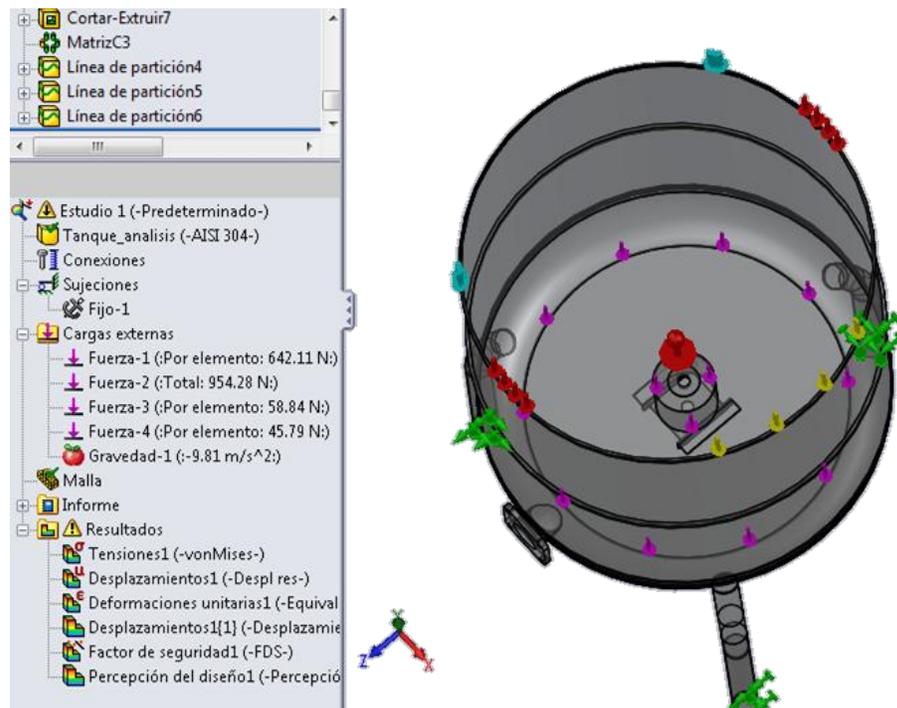


Gráfico No. 51: Asignación de fuerzas del tanque

De acuerdo con el estudio estático que se realiza en el software SolidWorks 2010, se encuentra la tensión, el deslizamiento, las deformaciones y el factor de seguridad en diferentes zonas del tanque de centrifugado, que muestran en los Gráficos No. 52-54.

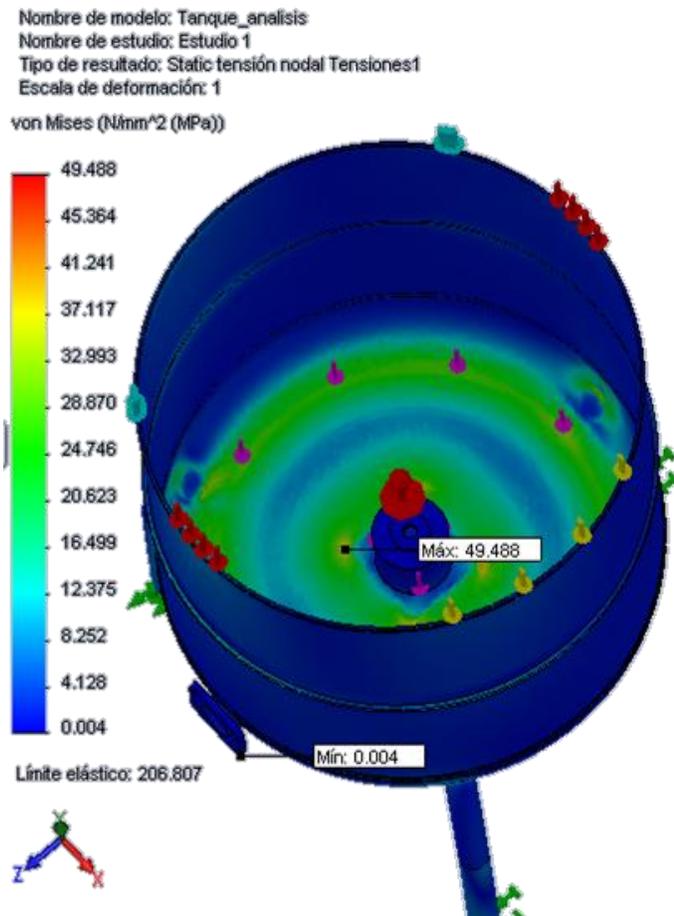


Gráfico No. 52: Tensión de Von Mises del tanque

El Gráfico No. 52 muestra el resultado del esfuerzo máximo desarrollado en algún punto del tanque, el cual se muestra en un color rojo e indica que en ese lugar se encuentra el esfuerzo más crítico, por lo que tiende a deformarse. El tambor tiene un esfuerzo máximo de 49,488 MPa, que está ubicado en la base en la parte interna donde la miel es acumulada.

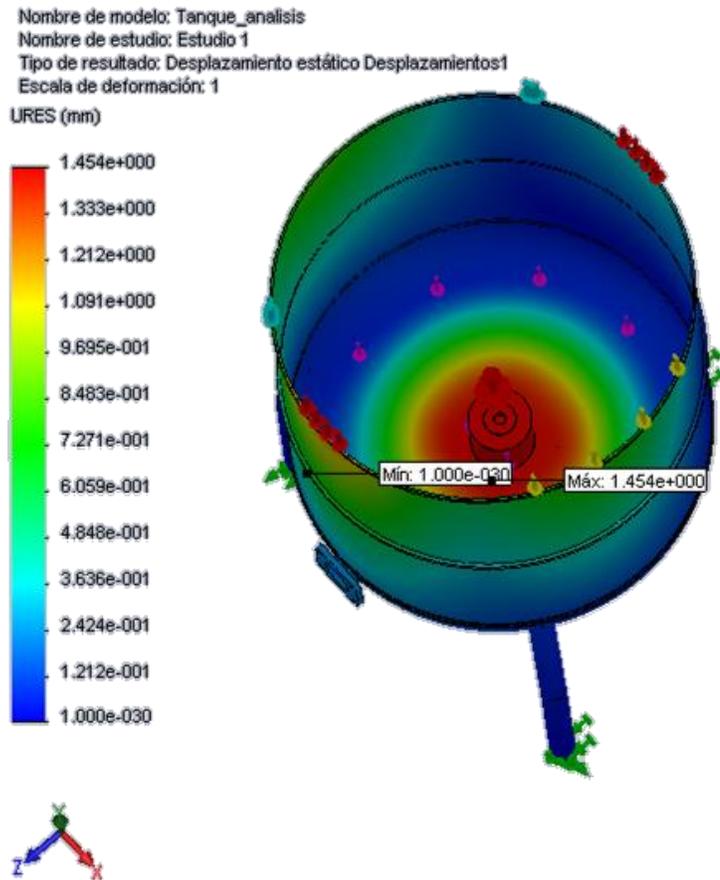


Gráfico No. 53: *Deslizamiento estático del tanque*

En el Gráfico No. 53 se muestra la cantidad de deformación que sufre el tanque, se conoce como la deflexión que tiene una viga al aplicarle una carga; la parte roja del elemento muestra donde será mayor la deformación. La distancia máxima resultante en este elemento es 1,454 mm, debido a que este valor no es alto podrá ser despreciable y no afectará el funcionamiento del eje cuando esté trabajando.

Nombre de modelo: Tanque_analisis
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 4.2
FDS

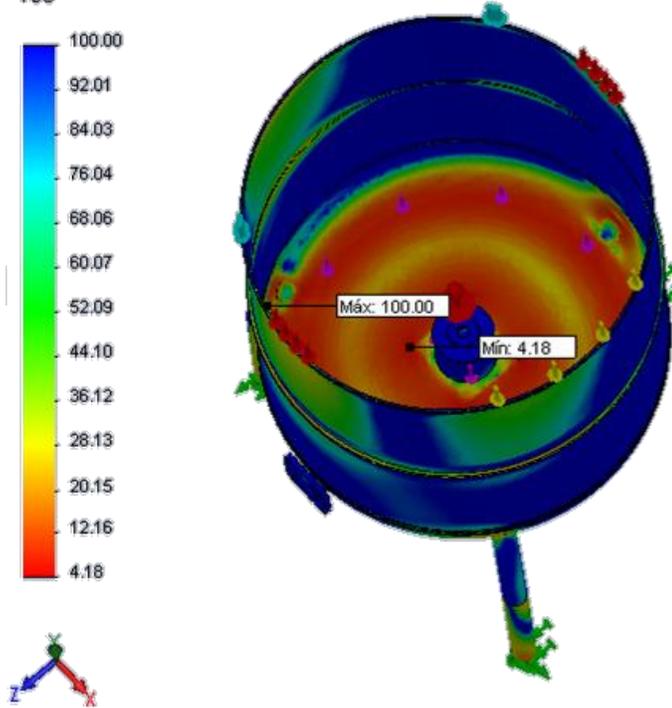


Gráfico No. 54: Factor de seguridad del tanque

En el Gráfico No. 54 muestra en color rojo los lugares donde el factor de seguridad será más bajo y por ende los más críticos, por lo tanto se verán más afectados al momento de aplicarle la fuerza.

En el tanque existe un factor de seguridad de 4.18, por lo tanto es confiable y seguro ya que es superior al expuesto para este tipo de elementos que es 2, por lo que se puede hacer uso de ésta con total confiabilidad.

2.1.7 Dimensionamiento de las cuchillas

Las cuchillas van a estar dimensionadas de acuerdo al ingreso de los marcos, es decir como los marcos ingresan verticalmente las cuchillas deberán tener la misma medida del ancho del marco Gráfico No. 55. Y no están sometidas a fuerza alguna ya que al estar bajo a temperatura la cera que deben cortar se desliza fácilmente entre ellas.

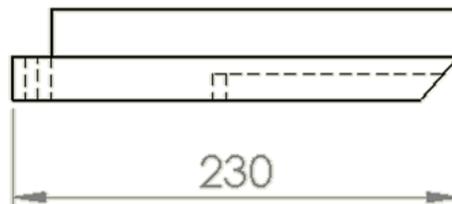


Gráfico No. 55: Dimensionamiento de las chuchillas

Es necesario mecanizar un canal en la parte inferior de las cuchillas para que de esta manera las resistencias calefactoras puedan calentar la cuchilla de manera uniforme, dicho canal tendrá la profundidad del diámetro de la resistencia.

2.1.8 Dimensionamiento de las bandejas

Las bandejas son utilizadas para el opérculo que resulta del paso de los marcos por las cuchillas, es necesario tener las dimensiones sobrantes entre el semicírculo del tanque y las cuchillas para las bandeja (ver Gráfico No. 56). El opérculo junto con la miel que cae en la bandeja tiene un peso despreciable por lo que no es necesario realizar un análisis profundo de las bandejas.

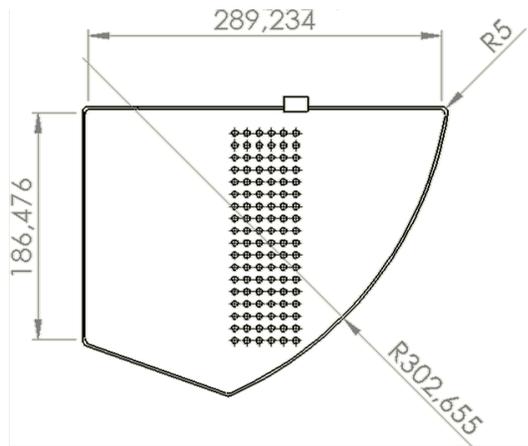


Gráfico No. 56: Dimensionamiento de las bandejas

2.1.9 Selección de rodamientos y soportes

Para la selección de los rodamientos se debe tomar en cuenta las cargas a las cuales se va a someter el eje, por lo que existe carga radial y carga axial (ver Gráfico No.57)



Gráfico No. 57: Diagrama de cuerpo libre del eje

Para esto es necesario encontrar una fuerza equivalente para definir la carga por lo que:

$$F_e = X_i V F_r + Y_i F_a$$

- Factores X_i / Y_i : Se encuentran en la Tabla No. 4

Tabla No. 4. Factores de carga radial equivalente para cojinetes de bolas

F_a/C_0	e	$F_a/(V F_r) \leq e$		$F_a/(V F_r) > e$	
		X_1	Y_1	X_2	Y_2
0.014*	0.19	1.00	0	0.56	2.30
0.021	0.21	1.00	0	0.56	2.15
0.028	0.22	1.00	0	0.56	1.99
0.042	0.24	1.00	0	0.56	1.85
0.056	0.26	1.00	0	0.56	1.71
0.070	0.27	1.00	0	0.56	1.63
0.084	0.28	1.00	0	0.56	1.55
0.110	0.30	1.00	0	0.56	1.45
0.17	0.34	1.00	0	0.56	1.31
0.28	0.38	1.00	0	0.56	1.15
0.42	0.42	1.00	0	0.56	1.04
0.56	0.44	1.00	0	0.56	1.00

*Use 0.014 if $F_a/C_0 < 0.014$.

$$X_i = 0,56$$

$$Y_i = 1,71$$

- Factor V:

$$V = 1 \text{ cuando gira el anillo interior}$$

- Fuerza radial F_r :

$$F_r = 118.8 \text{ N} \quad (\text{Fuerza calculada en el sistema de transmisión})$$

- Fuerza axial F_a

$$F_a = 823,66 \text{ N} \quad (\text{Fuerza calculada en la estructura de soporte})$$

$$F_e = X_i V F_r + Y_i F_a$$

$$F_e = (0,56 \cdot 1 \cdot 118,8 \text{ N}) + (1,71 \cdot 823,66 \text{ N})$$

$$F_e = 1474,98 \text{ N}$$

Con la fuerza equivalente, se determina la carga estática:

$$\frac{F_a}{C_0} = 0,056 \quad (\text{Según la Tabla No. 4})$$

$$C_0 = \frac{F_a}{0,056} = \frac{823,66 \text{ N}}{0,056} = 14708,21 \text{ N} = 14,7 \text{ kN}$$

Además se encuentra la capacidad básica de Carga Dinámica (C)

Datos:

- $k = 3$ (Para rodamientos de bolas)
- $F_D = F_e = 1474,98 \text{ N}$
- $L_D = 300 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \cdot 8 \text{ h} \cdot 20000 \text{ h} = 2880 \times 10^6$

(Se toma en cuenta las horas de servicio y las rpm de trabajo)

$$C = F_D \left(\frac{L_D}{10^6} \right)^{1/k}$$

$$C = 1474,98 \text{ N} \left(\frac{2880 \times 10^6}{10^6} \right)^{1/3} = 20985,38 \text{ N}$$

$$C = 20,98 \text{ kN}$$

Entonces con la carga estática y la carga dinámica, se encuentra los más aproximados para esta aplicación como muestra la Tabla No. 5 de rodamientos estándar de bolas SKF y las características del Gráfico No 58.

Tabla No. 5: Tabla estándar de rodamiento con soporte³²

Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera									Tolerancias , ver también el Juego radial interno , ver tam Ajustes recomendados Tolerancias del eje y del alojami
Dimensiones principales			Capacidades de carga		Carga límite de fatiga	Velocidades		Masa	Designación
d	D	B	C	C ₀	P _u	Velocidad	Velocidad de referencialímite	kg	* - Rodamie
mm			kN		kN	rpm			-
20	52	21	15,9	7,8	0,335	-	9500	0,20	62304-2RS1
20	72	19	30,7	15	0,64	24000	15000	0,40	6404
22	50	14	14	7,65	0,325	30000	19000	0,12	62/22
22	50	14	14	7,65	0,325	-	9000	0,12	62/22-2RS1
22	56	16	18,6	9,3	0,39	28000	18000	0,18	63/22
22,225	47,625	9,525	11,7	6,3	0,265	30000	20000	0,073	EE 8 TN9
22,225	50,8	14,287	14	7,65	0,325	26000	19000	0,12	RLS 7
22,225	50,8	14,287	14	7,65	0,325	-	9000	0,12	RLS 7-2RS1
22,225	50,8	14,287	14	7,65	0,325	26000	13000	0,12	RLS 7-2Z
22,225	57,15	17,462	18,6	9,3	0,39	26000	18000	0,18	RMS 7
25	37	7	4,36	2,6	0,125	38000	24000	0,022	61805

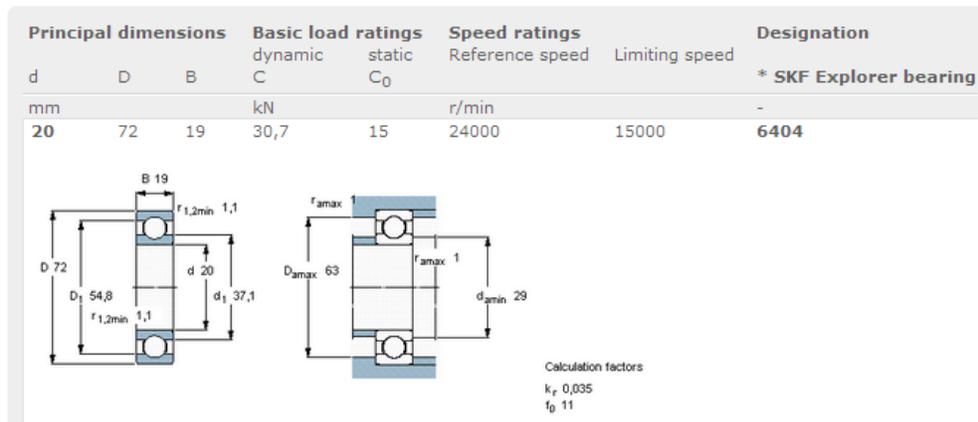


Gráfico No. 58: Características del rodamiento seleccionado²⁸

En base a los cálculos realizados y a la tabla de selección se concluye que los rodamientos a utilizar son de rodillo y sellado.

³² SKF, Catálogo [en línea]

El soporte con rodamiento orientable está formado por un rodamiento a bolas de una hilera con una junta de retén que estanca a ambos lados y existen diferentes tipos de soporte.

Ya que el eje va de forma vertical, el soporte del rodamiento debe ser tipo brida de cuatro agujeros para mayor seguridad, tiene forma cuadrada con tornillos prisioneros en el anillo interior, como muestra el Gráfico No. 59.

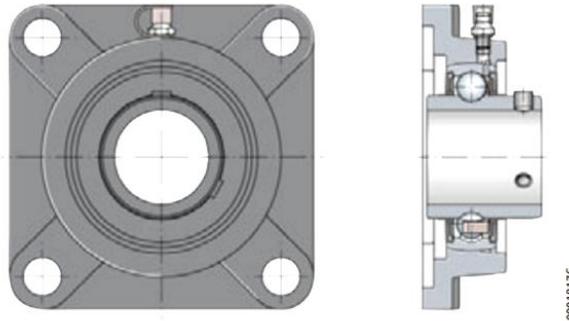


Gráfico No. 59: Soportes-brida de cuatro agujeros forma cuadrada

2.2 Diseño para la selección del motor eléctrico.

La aceleración se da en la etapa de centrifugado, entonces el análisis dinámico se realizará en esta etapa, para esto se utiliza la forma rotacional de la segunda ley de Newton esto es:

$$T = I \cdot \alpha$$

Donde:

- T = par de torsión resultante con respecto al centro de masa.
- α = aceleración angular.

- I = el momento de inercia de masa con respecto a un eje que pasa por el centro de masa.

Para ello se requiere de los momentos de inercia, que son tomados desde el diseño del tambor y los 32 marcos como muestran los Gráficos No. 60.

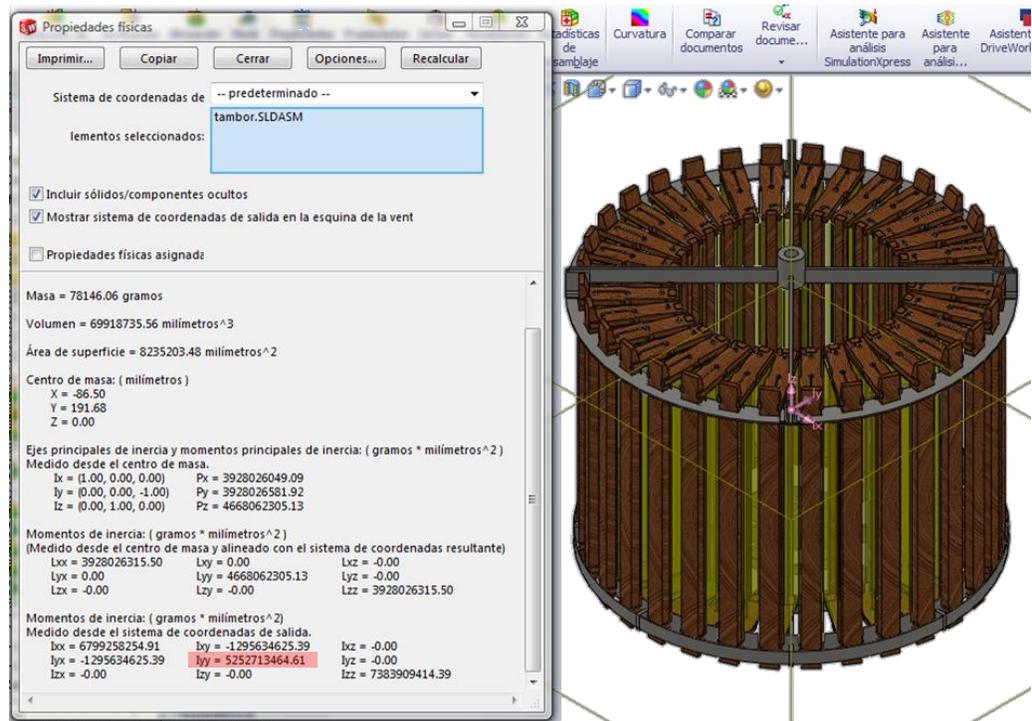


Gráfico No. 60: Inercia del tambor

Una vez obtenidos estos datos se encuentra la inercia del tambor con todos los marcos:

$$I = 5\,252\,713\,464,61 \text{ gr} \cdot \text{mm}^2 \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ gr}} \times \frac{\text{m}^2}{(1000 \text{ mm})^2}$$

$$I = 5,25 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Para la aceleración angular sabemos:

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

Donde:

α = aceleración angular.

ω = velocidad angular = 600 rpm (velocidad estándar para la extracción de miel)

t = tiempo transcurrido.

$$\alpha = \frac{600 \frac{\text{rev}}{\text{min}}}{60 \text{ seg}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} \times \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} = 1,04 \frac{\text{rad}}{\text{seg}^2}$$

$$T = I \cdot \alpha$$

$$T = 5,25 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot 1,04 \frac{\text{rad}}{\text{seg}^2} = 5,46 \text{ N m}$$

Este valor se utiliza para calcular la potencia del motor necesario para realizar la operación de centrifugación con:

$$P = T \cdot \omega$$

Donde:

- T = par de torsión en (N*m)
- ω = velocidad angular en (rad/seg)

$$P = 5,46 \text{ N m} \cdot 600 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} \times \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} = 343,23 \text{ watts}$$

$$P = 343,23 \text{ watts} \times \frac{1 \text{ hp}}{745,7 \text{ watts}} = 0,46 \text{ hp}$$

Esto significa que un motor de 0,5 hp trabajara normalmente.

Parámetros del motor seleccionado:

Después del cálculo de de la potencia se obtiene los siguientes parámetros del motor adecuado para esta aplicación:

- 6 polos
- 0,5 hp
- 1200 rpm
- Torque = 8 N.m
- $\eta = 56,3$
- FS = 1,15
- Peso = 5,7 kg

2.3 Selección de las poleas y bandas

2.3.1 Selección de poleas

En primer lugar se calcula la potencia de diseño o total de la potencia transmitida sobre la que se diseñará la correa. La potencia del motor conductor (P) es el punto de partida, pero a este valor reales modificado por un coeficiente corrector en función de diversos factores.

$$P_c = P \cdot K$$

Donde:

- P_c = potencia corregida [hp]
- P = potencia transmitida por el conductor = 0,5 [hp]
- K = Factor de corrección = 1,2 *Anexo A.*

$$P_c = 0,5 \cdot 1,2$$

$$P_c = 0,6 [hp]$$

Cada fabricante dispone de gráficas donde se muestra el tipo de correa adecuada para trabajar en función de la potencia a transmitir y de las revoluciones de giro de la polea menor. Se anexa una gráfica tipo de un fabricante de correas de transmisión donde se puede seleccionar la sección correcta de la correa.

En el *Anexo B*, se determinará cuál es la sección correcta para el valor de rpm de la polea de menor diámetro y la del valor de la Potencia Corregida Transmitida por cada correa. Donde se cortan ambas líneas me dará la sección de correa conveniente a utilizar. En este caso con 0,6 hp y 300 rpm se tiene la sección A.

Los diámetros mínimos usados comúnmente en la sección A son de 50 mm.

Con los datos:

- $P_C = 0,6$ [hp]
- $n_1 = 600$ rpm
- $n_2 = 300$ rpm

Entonces, en base a los datos obtenidos se tiene que:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D}{d}$$
$$\frac{600}{300} = \frac{D}{50}$$
$$D = \frac{600 \cdot 50}{300} = 100 \text{ mm}$$

Para la transmisión de movimiento se ha utilizado correas de poliamide, ya que sus características van de acuerdo con las características que necesitan las bandas del sistema de extracción de miel de abejas.

2.3.2 Cálculo de la longitud de la banda

Para determinar la longitud que deberá tener la banda se aplica:

$$L_p = 2C + 1,57(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4C}$$

Donde:

- Longitud de paso de la banda L_p
- Distancia entre centros: $C = 450$ mm
- Diámetro polea mayor: $D = 100$ mm
- Diámetro polea menor: $d = 50$ mm

$$L_p = 2(450) + 1,57(100 + 50) + \frac{(100 - 50)^2}{4(450)}$$

$$L_p = 1\,137 \text{ mm}$$

Por lo cual se ha seleccionado una correa 47 A de una longitud de 1200 mm (ver Tabla No. 6)

Tabla No. 6: Longitudes estándar de correas DIN/ISO ASAE³³

	Perfil	A/HA	B/HB	C/HC	D/HD
	$b_o =$ (mm)	13,0	17,0	22,0	32,0
	$h =$ (mm)	9,9	13,0	16,2	22,4

Perfil A/HA		Perfil B/HB				Perfil C/HC			Perfil D/HD		
(Perfil A) Desarrollo interior No. correa	(Perfil HA) Desarr. exterior L_e (mm)	(Perfil B) Desarrollo interior No. correa	(Perfil HB) Desarr. exterior L_e (mm)	(Perfil B) Desarrollo interior No. correa	(Perfil HB) Desarr. exterior L_e (mm)	(Perfil C) Desarrollo interior No. correa	(Perfil HC) Desarr. exterior L_e (mm)	(Perfil D) Desarrollo interior No. correa	(Perfil HD) Desarr. exterior L_e (mm)		
47	1200	47	1200	146	3700	90	2286	98	2500		
51	1300	51	1300	148	3750	98	2500	110	2800		
56	1422	55	1400	158	4000	108	2750	120	3048		
57	1450	59	1500	167	4250	120	3048	128	3250		
59	1500	61	1550	177	4500	128	3250	144	3658		

³³PowerTransmission, Catalogo [en línea]

2.3.3 Cálculo de número de banda

Para el cálculo del número de correas necesarias para mover la transmisión es necesario tener la potencia corregida y la potencia efectiva por banda. Es decir, que:

$$N^{\circ} \text{ de banda} = \frac{P_c}{P_e}$$

Donde:

- Potencia corregida: $P_c = 0,6 \text{ [hp]}$
- Potencia efectiva por correa: $P_e = P_b \cdot F_{cl} \cdot F_{cA}$

La potencia efectiva por correa se calcula a partir de la potencia base (P_b) afectada de los coeficientes correctores por longitud de correa (F_{cl}) y por arco de contacto (F_{cA}). De esta forma la expresión que proporciona la potencia efectiva es:

Donde:

- **Longitud de correa: F_{cl}**

Es la longitud de la correa seleccionada multiplicada por un factor de corrección el cual se muestra en la Tabla No. 7.

Tabla No. 7: Tabla de factor de corrección por longitud

Longitud correa	Z	A	B	C
16	0.80	-	-	-
24	0.83	-	-	-
26	0.84	0.81	-	-
31	0.89	0.84	-	-
35	0.92	0.87	0.81	-
38	0.93	0.88	0.83	-
42	0.95	0.90	0.85	-
46	0.97	0.92	0.87	-
51	0.99	0.94	0.89	0.80
55	1.00	0.96	0.90	0.81

- **Arco de contactos: F_cA**

Para encontrar este factor es necesario conocer el ángulo de contacto sobre esta polea, con la siguiente fórmula:

$$A = 180 - 57 \frac{D - d}{C}$$

$$A = 180 - 57 \frac{100 - 50}{450}$$

$$A = 173,67$$

Además como la prestación de la correa no será la óptima, habrá que afectarla por un coeficiente corrector del arco de contacto que muestra la Tabla No. 8.

Tabla No. 8: Tabla de factor de corrección de arco de contacto

Arco de contacto sobre polea menor	Poleas acanaladas	Poleas acanalada/plana
180°	1.00	0.75
175°	0.99	0.76
170°	0.98	0.77
167°	0.97	0.78

- **Potencia base: P_b**

La prestación base o potencia base (P_b) que puede transmitir una correa, según su perfil, están tabuladas en las tablas de cualquier fabricante de correas.

$P_b = 0,33$ HP, resultante de sumarle a la prestación base de la correa de perfil "A" (0,26 HP) la prestación adicional por relación de transmisión (0,07 HP) lo que se obtiene en la Tabla No. 9.

Tabla No. 9: Prestaciones bases de correas trapezoidales

N° R.P.M. De la polea menor	Sección A													Prestación adicional por relación de transmisión (en HP)									
	Prestación Base (en HP)													Prestación adicional por relación de transmisión (en HP)									
	Diámetro primitivo de la polea menor (mm)													1.00 al 1.01	1.02 al 1.04	1.05 al 1.08	1.09 al 1.12	1.13 al 1.18	1.19 al 1.24	1.25 al 1.34	1.35 al 1.51	1.52 al 1.99	2.00 y sobre
1160	0.54	0.69	0.84	0.99	1.13	1.28	1.42	1.56	1.70	1.84	1.98	2.12	2.26	0.00	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.20
1750	0.68	0.90	1.11	1.32	1.53	1.73	1.93	2.13	2.33	2.53	2.72	2.91	3.10	0.00	0.03	0.07	0.10	0.13	0.16	0.20	0.23	0.26	0.29
3450	0.85	1.21	1.57	1.91	2.25	2.57	2.88	3.19	3.48	3.76	4.02	4.28	4.52	0.00	0.06	0.13	0.19	0.26	0.32	0.39	0.45	0.52	0.58
200	0.16	0.19	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46	0.48	0.51	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03
400	0.26	0.32	0.38	0.43	0.49	0.55	0.60	0.66	0.71	0.77	0.82	0.88	0.93	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07
600	0.35	0.43	0.52	0.60	0.68	0.76	0.84	0.92	1.00	1.08	1.16	1.23	1.31	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10
800	0.43	0.53	0.64	0.75	0.85	0.95	1.06	1.16	1.26	1.37	1.47	1.57	1.67	0.00	0.01	0.03	0.04	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13
1000	0.49	0.62	0.75	0.88	1.01	1.14	1.26	1.39	1.51	1.64	1.76	1.88	2.00	0.00	0.02	0.04	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17

Con todos los datos obtenemos la potencia efectiva por correa

$$Pe = Pb \cdot Fcl \cdot FcA$$

$$Pe = 0,33 \cdot 0,94 \cdot 0,99$$

$$Pe = 0,307 [hp]$$

Entonces el número de correas necesarias para mover la transmisión es:

$$N^{\circ} \text{ de banda} = \frac{Pc}{Pe}$$

$$N^{\circ} \text{ de banda} = \frac{0,6}{0,307}$$

$$N^{\circ} \text{ de banda} = 1,95$$

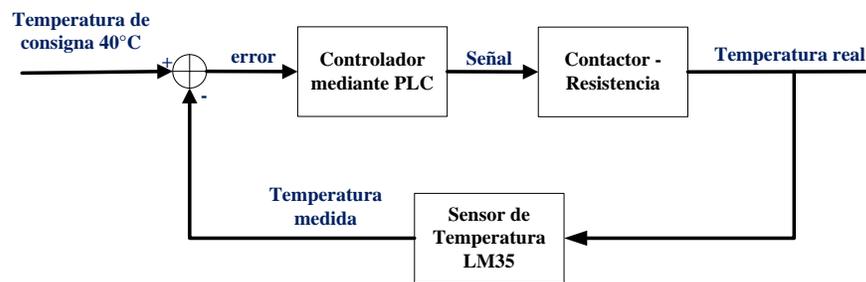
La transmisión resultante será la siguiente:

- Tipo correa: A47
- N° de correas: 2
- Diámetro polea menor: 50 mm
- Diámetro polea mayor: 100 mm
- Distancia entre centros de poleas: 450 mm

2.4 Diseño del control.

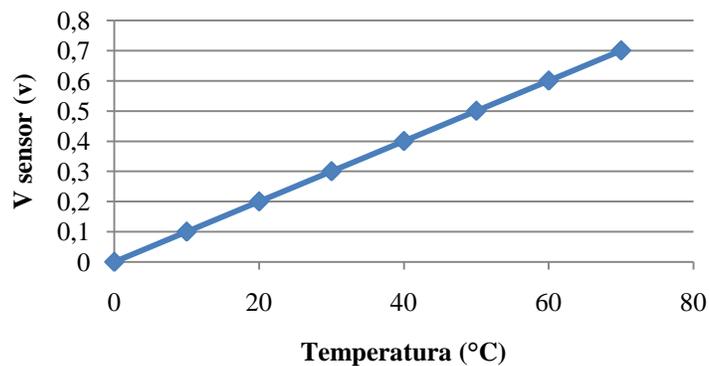
2.4.1. Control de Temperatura

El control de temperatura debe diseñarse de tal manera que no supere los 60°C, ya que puede alterar las propiedades de la miel y derretir la cera, el Cuadro No. 4 sintetiza el diagrama de bloques de control.



Cuadro No. 4: *Diagrama de control de temperatura*

Sabiendo que se requiere controlar una temperatura de 0 a 70°C y el sensor de temperatura LM35 tiene un voltaje de salida de 10mv cada 1°C, el comportamiento el sensor se muestra en el Cuadro No. 5.



Cuadro No. 5: *Diagrama T-V del LM35*

Como la recta pasa por el origen la ecuación de la recta es la siguiente:

$$y = mx$$

$$m = \frac{y}{x} = \frac{0,7}{70} = 0,01$$

$$y = 0,01x$$

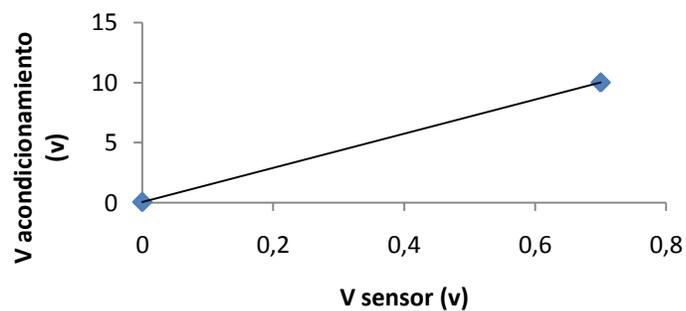
$$V_{sensor} = 0,01 * Temperatura$$

Conociendo la ecuación de la recta se realiza el acondicionamiento de la señal de 0,04 a 10V, teniendo los valores de la Tabla No. 10.

Tabla No. 10: Valores acondicionados

Voltaje sensor (v)	Voltaje acondicionamiento (v)
0,00	0,04
0,70	10,00

Con estos valores se tiene la siguiente gráfica que muestra el Cuadro No. 6.



Cuadro No. 6: Diagrama Vs-Va

La ecuación de la recta de la gráfica es la siguiente:

$$\begin{aligned}y &= mx + b \\m &= \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{10 - 0,04}{0,7 - 0} = 14,23 \\y &= 14,23x + b \\b &= y - 14,23 = 10 - 14,23(0,7) = 0,04 \\y &= 14,23x + 0,04 \\V_{\text{acondicionamiento}} &= \mathbf{14,23 * V_{\text{sensor}} + 0,04}\end{aligned}$$

Con esta ecuación se diseñará las resistencias para el circuito de acondicionamiento con una ganancia G de 14,23.

$$G = \frac{R_2}{R_1} + 1$$

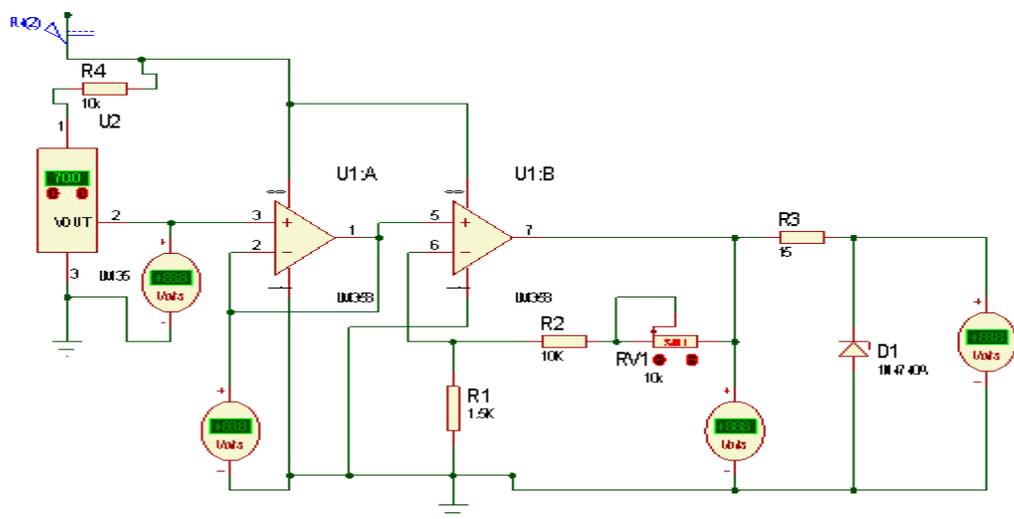
Se da un valor de resistencia para R1 en el rango de los kΩ, por lo tanto:

$$R_1 = \mathbf{1,5k\Omega} \quad ; \quad R_2 = (G - 1) * R_1 = (14,23 - 1) * 1,5k\Omega = 19,845k\Omega \approx 20K\Omega$$

$$R_2 = R_v + R_r$$

$$R_v = \mathbf{10k\Omega} \quad ; \quad R_r = R_2 - R_v = 20k\Omega - 10k\Omega = \mathbf{10k\Omega}$$

Por lo que el circuito de acondicionamiento para sensar la temperatura es el que se muestra en el Cuadro No. 7.



Cuadro No. 7: Circuito de medición de temperatura

Los valores analógicos que se obtienen del circuito acondicionado de temperatura y los cuales adquieren el PLC son los indicados en la Tabla No. 11.

Tabla No. 11: Relación de valores de temperatura

Temperatura (°C)	Voltaje Lm35 (V ₁) v	Voltaje amplificado (V ₂) v
0	0.00	0.04
10	0,1	1,43
20	0,2	2,86
30	0,3	4,29
40	0,4	5,71
50	0,5	7,14
60	0,6	8,57
70	0,7	10,00

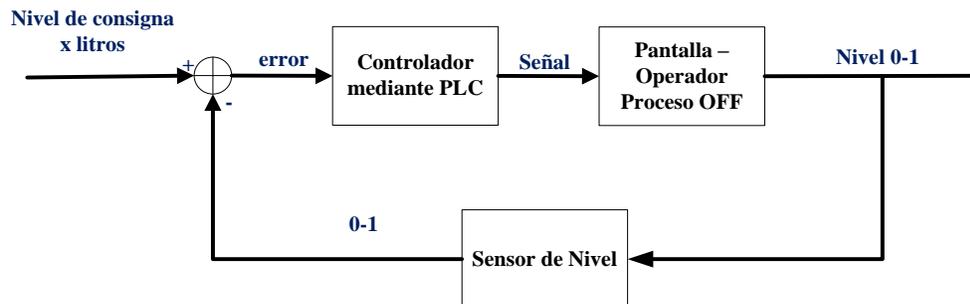
Estos valores son procesados por el PLC mediante una entrada analógica, creando un control ON-OFF en un rango de 10° para enviar una señal a los contactores cuando la temperatura este fuera del rango y se enciendan o apaguen según el caso.

En el caso de sobrepasar el voltaje permitido por la entrada analógica del PLC, se coloca un diodo zener que limite hasta los 10V en la señal de la temperatura, junto con una resistencia que es calculada mediante la corriente de la siguiente manera:

$$R_s = \frac{25 - 10}{1,1 \cdot 0,2} = 68,18 \Omega$$

2.4.2. Control de Nivel

El control de nivel consiste en un interruptor que permite dar aviso cuando la parte inferior del tanque este al máximo para que se abra la válvula y que permita el flujo de la miel, ya que en caso de que la miel siga aumentando permite una obstrucción en el tambor y por lo tanto en el motor. Este control es ON-OFF y el Cuadro No. 8 muestra las variables.



Cuadro No. 8: Diagrama de control de temperatura

Mientras el sensor de nivel tipo boya no envíe ninguna señal al controlador, el proceso continúa normalmente la secuencia programada como muestra la Gráfico No. 61.

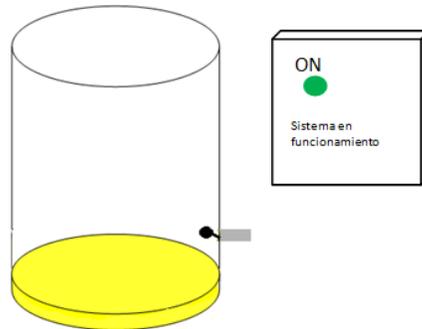


Gráfico No. 61: Sensor de nivel en OFF

El tanque tiene una capacidad de 48 litros, una vez que alcanza este volumen el sensor de nivel se activa, pausando el proceso y mediante una válvula en la parte inferior se retira la miel, para continuar en el paso que se detuvo como en el Gráfico No. 62. El sensor tiene un deslizamiento de 1 cm.

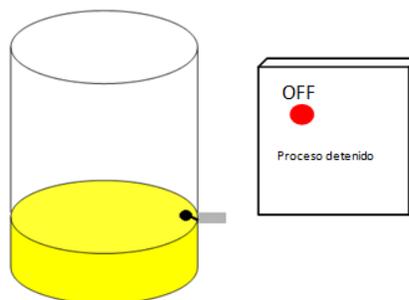
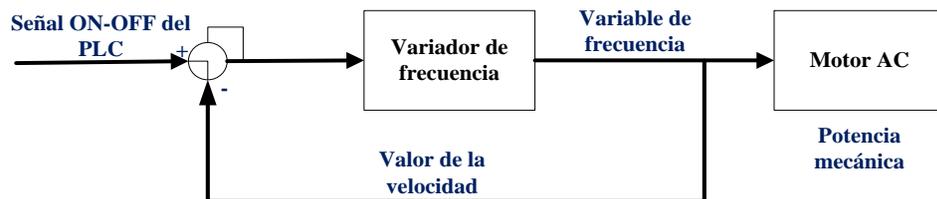


Gráfico No. 62: Sensor de nivel en ON

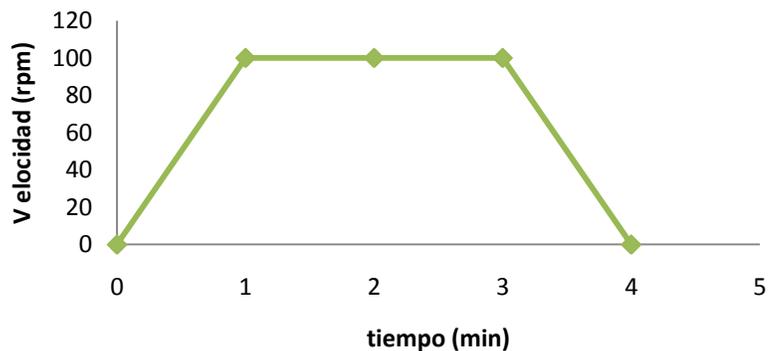
2.4.3. Control de Velocidad

Para que la miel salga del panal sin dañarlo, es necesario tener un control adecuado de la velocidad y una aceleración en rampa con un tiempo programado, en el cual la fuerza centrífuga permita que toda la miel salga. Dicho control se lo realiza mediante el variador, el cual recibe información de ON-OFF del PLC y el PLC recibe la consigna de velocidad a lo esté girando el motor (ver Cuadro No. 9)



Cuadro No. 9: Diagrama de control de velocidad

Entonces para el variador de frecuencia es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros que se muestra en el Cuadro No. 10.



Cuadro No. 10: Diagrama de comportamiento del motor

Los principales parámetros de configuración del variador son:

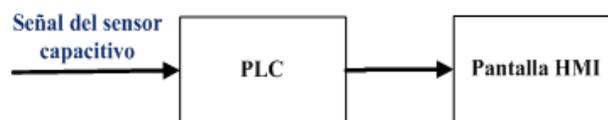
- Accionamiento por entradas analógicas
- Características del motor
- Aceleración en un minuto
- Desaceleración en un minuto
- Velocidad máxima 100 rpm (10hertz)

La velocidad en hertzio se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} f_{motor} = 60 \text{ hz} &\rightarrow 1\,200 \text{ rpm}_{motor} \rightarrow 600 \text{ rpm}_{eje} \\ &100 \text{ rpm}_{eje} \text{ requeridas} \\ &\rightarrow f_{motor} = \mathbf{10 \text{ herzt}} \end{aligned}$$

2.4.4. Control de Producción

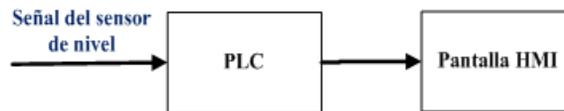
La producción es un factor importante para hacer un análisis financiero, por lo cual, se puede llevar un conteo de marcos ingresados en una extracción o en varias acumuladas hasta que se reinicie el conteo. Este proceso se lo realiza mediante un sensor capacitivo el cual permite realizar un contador ya que sensa los marcos que van ingresando (ver Cuadro No. 11).



Cuadro No. 11: Diagrama de control de producción por marcos

Además, lleva un conteo de la veces que el tanque es llenado de miel en la parte inferior para de esta manera si existen extracciones muy grandes permita

llevar un control de producción en litros, este sistema de control se realiza de igual manera que el contador de marcos como se muestra en el Cuadro No. 12.



Cuadro No. 12: *Diagrama de control de producción por nivel*

2.5 Implementación del sistema.

2.5.1. Implementación estructural

El proceso de implementación del sistema, es la construcción de los modelos desarrollados durante la fase de diseño, los cuales han sido dimensionados y calculados tomando en cuenta las fuerzas a las que van a ser expuestos.

Para ello, se debe todo lo necesario para poder mecanizar, cortar, unir, doblar, medir, entre otros, la materia prima que en este caso es acero inoxidable, y transformarla en cada uno de los elementos del sistema de extracción. Entonces, el taller debe constar de máquinas, equipos, herramientas, materiales e instrumentos que se detallan a continuación:

A. Máquinas y equipos

- Soldadora TIC
- Torno
- Fresadora
- Dobladora
- Cizalla
- Esmeril

- Amoladora
- Taladro

B. Herramientas

- Brocas
- Sierra de arco
- Limas
- Llaves
- Hexagonales
- Martillo
- Destornilladores
- Fresas
- Playo de presión
- Cuchilla de torno

C. Instrumentos de medición

- Compás
- Flexómetro
- Escuadras
- Calibrador
- Nivel

D. Acero Inoxidable

- Plancha de 2mm de espesor
- Malla
- Ángulos
- Platinas
- Tubo

E. Elementos Normalizados

- Pernos
- Turcas
- Arandelas planas
- Arandelas de presión
- Válvula
- Bisagras

F. Elementos Seleccionados

- Bandas de transmisión
- Rodamiento con soporte
- Poleas
- Motor eléctrico

La construcción inicia desde el tanque ya que es la principal estructura de todo el sistema, sin embargo, hay que tomar en cuenta los dispositivos que van a ser adaptados como muestra el Gráfico No. 63.

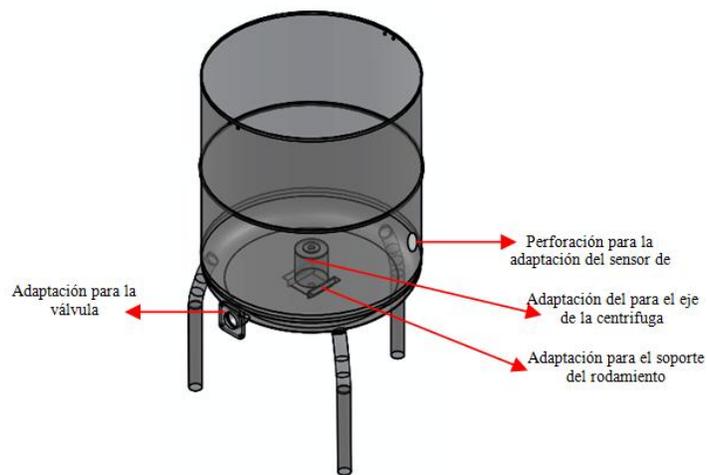


Gráfico No. 63: Diseño previo del tanque

Por lo tanto el tanque constituye de una plancha redondeada de acero inoxidable con las medidas de diseño y adaptada con sujeciones para los dispositivos que van a estar instalados (ver Gráfico No. 64), así se tiene:

- Las patas del tanque son colocadas en tres partes divididas simétricamente en la base del tanque, para contrarrestar la vibración que se produce en el momento de la centrifugación de la miel.
- Las patas deben ser huecas para que ingresen las tapas de nylon tipo 66, para que sea fácilmente transportable, y sobre todo no raye el piso en donde va a estar instalado.
- Tener en cuenta la adaptación de la válvula se ubica en la parte inferior del tanque para obtener 100% el producto, evitando que se desperdicie la miel en la base del tanque.
- El soporte para el rodamiento de la parte inferior que sujeta al eje.



Gráfico No. 64: Implementación del tanque

El siguiente paso es colocar la estructura de soporte para el rodamiento del eje en la parte superior, el cual también se utilizará para soporte de las cuchillas, el sensor capacitivo, tensor de bandas y como apoyo para las bandejas; este va sujeto mediante platinas en L empernado al tanque como muestra el Gráfico No. 65.

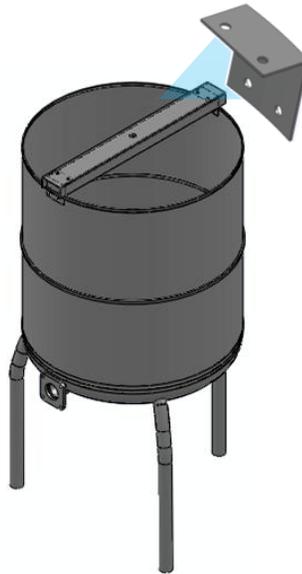


Gráfico No. 65: Implementación de soporte superior

El tambor de la centrifuga es el que necesita exactitud en su construcción ya que este permite que los marcos permanezcan en el lugar donde están ubicados mientras gira, además el tambor es el que soporta toda la carga. Para ello es necesario que las estructuras estén fijadas en el eje, mediante prisioneros (ver Gráfico No. 66)

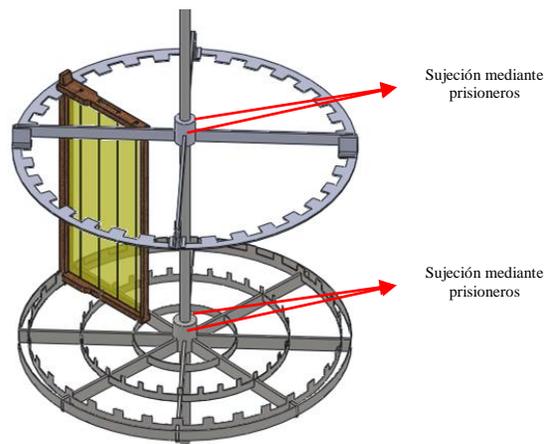


Gráfico No. 66: Tambor con sujeciones

Las estructuras superior e inferior están soldadas totalmente mediante soldadura TIC, para que sean fijas y exactas. Después se ensambla el tanque con el tambor con los prisioneros de los soportes de los rodamientos como muestra el Gráfico No. 67.



Gráfico No. 67: Tanque acoplado al tambor

El siguiente paso es adaptar el sistema para la transmisión de movimiento con el motor, las poleas, las bandas, el soporte de bandas (hace la función de tensor) y la tapa banda. Esto se muestra en los Gráficos No. 68–71.



Gráfico No. 68: *Soporte del motor y tensor de bandas*

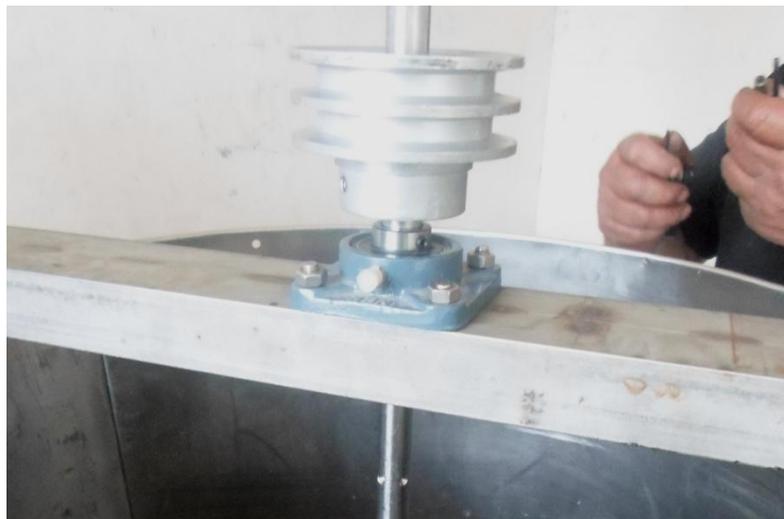


Gráfico No. 69: *Polea del eje*



Gráfico No. 70: *Bandas de transmisión*



Gráfico No. 71: *Tapa banda*

El sistema de desoperculado consiste en la implementación de las cuchillas en la parte superior rodeadas de las bandejas como se muestra en el Gráfico No. 72 y Gráfico No. 73.



Gráfico No. 72: Cuchillas



Gráfico No. 73: Bandejas

El último paso estructural es la etapa de filtrado, este se lo realiza colocando mallas en la salida del tanque, después se coloca el soporte de la válvula y finalmente la válvula (ver Gráfico No. 74 y Gráfico No. 75)



Gráfico No. 74: Sujeciones de la válvula



Gráfico No. 75: Válvula

2.5.2. Implementación eléctrica y electrónica

La implementación del sistema eléctrico y electrónico requiere de un tablero para la visualización y el control del sistema de extracción, el tablero consta de distintos parámetros de control como muestra el Gráfico No. 76.



Gráfico No. 76: Diseño del tablero de control

En base al Gráfico No. 70 y los requerimientos del sistema se tiene una serie de dispositivos y elementos que nos permiten armar el tablero de control:

- ✓ Pantalla KP300
- ✓ Pulsador con retorno
- ✓ Selector
- ✓ 3 Pulsadores
- ✓ 3 Luces de aviso
- ✓ Relé con bobina 24V DC
- ✓ Relé con bobina 110V AC
- ✓ Contactor
- ✓ Bornera general
- ✓ Relé térmico
- ✓ PLC Siemens 1200

- ✓ Variador Siemens G110
 - ✓ Motor trifásico
 - ✓ Resistencias calefactoras
 - ✓ Sensor de temperatura acondicionado
 - ✓ Sensor capacitivo
 - ✓ Sensor de nivel
- Implementación del tablero, se muestran a continuación en el Gráfico No. 77.



Gráfico No. 77: Colocación del tablero

- Sensor de nivel: Este sensor debe estar colocado en la parte inferior del tanque lo más próximo al tambor pero sin permitir que choque con el mismo, como muestra el Gráfico No. 78.



Gráfico No. 78: Sensor de Nivel

- Sensor de temperatura: El sensor de la temperatura así como su acondicionamiento deben estar colocados próximos a las cuchillas para que envíe el valor correcto de la temperatura, como muestra el Gráfico No. 79.

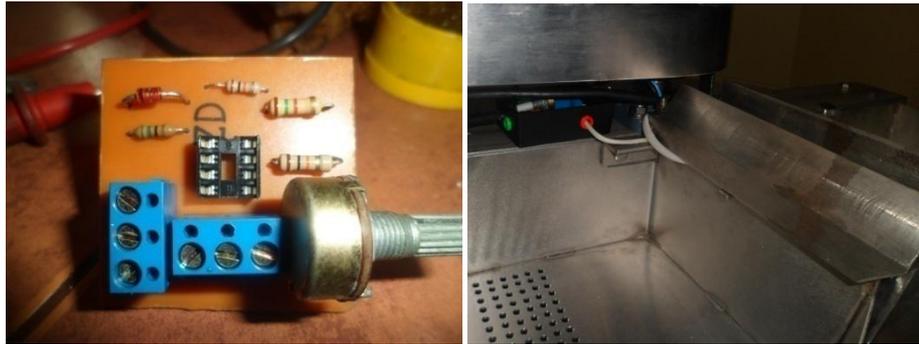


Gráfico No. 79: *Sensor de Temperatura*

- Contador: Este es un sensor capacitivo que debe estar colocado en la entrada de los marcos, para que de esta manera cuente mientras ingresan los marcos al tanque, como muestra el Gráfico No. 80.



Gráfico No. 80: *Sensor capacitivo*

- Resistencias: La implementación de las resistencias es en la ranura de las cuchillas, sin embargo, es necesario tener una platina para que de esta manera no se caiga debido a la dilatación por el calor a la que está expuesta la cuchilla, como muestra el Gráfico No. 81.

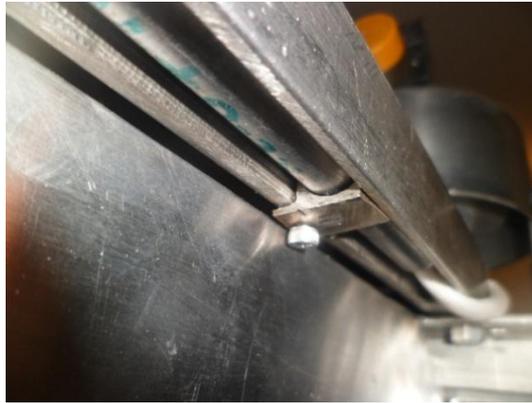


Gráfico No. 81: Resistencias

2.5.3. Implementación control

Además de los dispositivos se requiere material que va hacer utilizado en el proceso de conexión, así se tiene:

- Terminales de cable en punta y en U
- Riel DIN
- Canaleta
- Alambre #12 y #16
- Alambre UTP
- Espagueti

Así como también, herramienta necesaria para la implementación de los dispositivos como:

- Peladora
- Remachadora

- Cortadora
- Desarmadores
- Ponchadora
- Numeración

Una vez que se cuenta con los elementos necesarios para la implementación de la caja de control se inicia con la instalación. De acuerdo a los diagramas que se muestran en los ANEXOS de planos eléctricos.

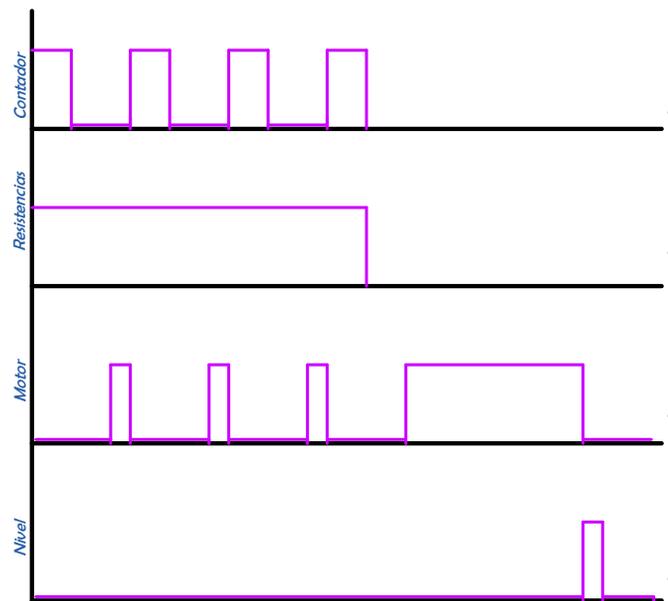
Una vez realizados los diagramas de conexión se inicia la implementación de los dispositivos eléctricos y electrónicos en la caja de control, con la respectiva numeración y cable para control #16 y para potencia #12, como muestra el Gráficos No. 82.



Gráfico No. 82: Implementación del tablero de control

2.6 Desarrollo del sistema de control.

El desarrollo del control es basado en las necesidades para el proceso de extracción de miel de abejas con respecto al nuevo sistema, es primordial cumplir con todos los pasos secuencialmente para que el proceso sea realizado de manera correcta. Por esta razón los dispositivos deben trabajar en forma sincronizada como muestra el Cuadro No. 13.



Cuadro No. 13: Forma de trabajo de los dispositivos

Por lo que la programación va a estar basada en la secuencia del proceso.

2.6.1 PLC

Primero se ingresa las variables basadas en las conexiones de las entradas, salidas del PLC, memorias, temporizadores y contadores como se muestra en Tabla No. 12.

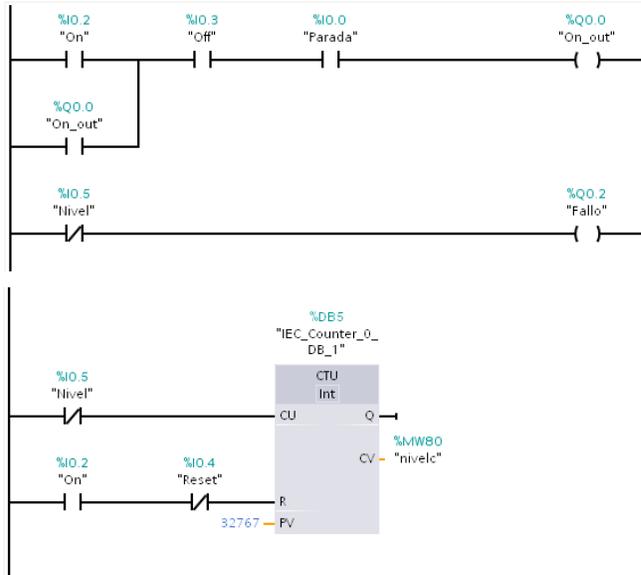
Tabla No. 12: Variables del PLC

Tabla de variables estándar							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visibl...	Acces...	
1	Parada	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Automatico	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	On	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Off	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Reset	Bool	%I0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Nivel	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Contador	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Temperatura	Int	%IW64	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	On_out	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	Pause	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	Fallo	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	Resistencias	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	Motor	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	Aux_cont	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Pantalla_cont	Int	%MW66	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Pantalla conteo	Int	%MW68	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	Aux_motor	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	Aux_centrifuga	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	Aux_off	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	Pantalla_contacu	Int	%MW70	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	Ingreso	Int	%MW72	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	Aux_temp	Int	%MW74	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	aux	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	auxe	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	a_motor	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	b_motor	Bool	%M1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	tem	Int	%MW76	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	aux_reset	Int	%MW78	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29	aux_res	Bool	%M1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30	ausres	Bool	%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31	centrifuga	Time	%MD84	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32	nivelc	Int	%MW80	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
33	centrifuga 1	Real	%ID68	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Siguiendo la forma de operación en la cual el PLC va actuar durante el proceso, se tiene la programación en los siguientes segmentos:

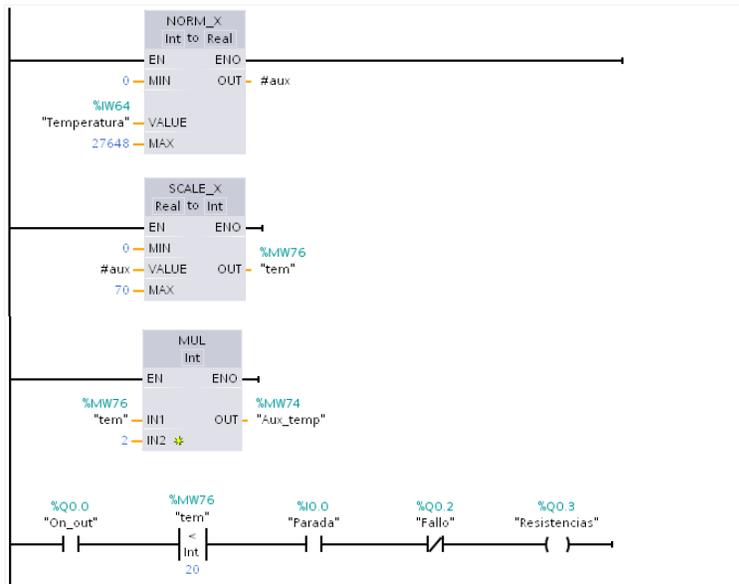
Segmento 1: Accionamientos

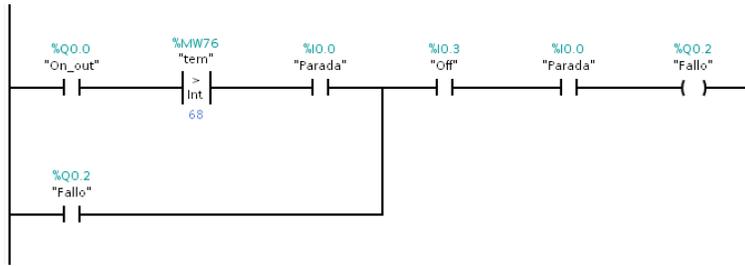
Comentario



Segmento 2: Temperatura...

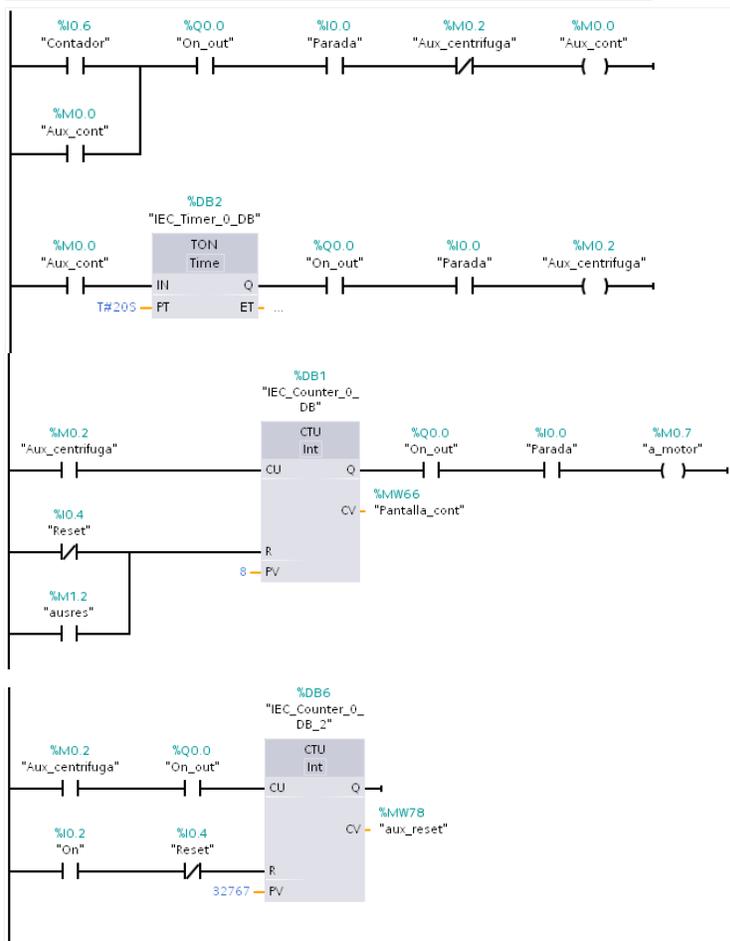
Comentario





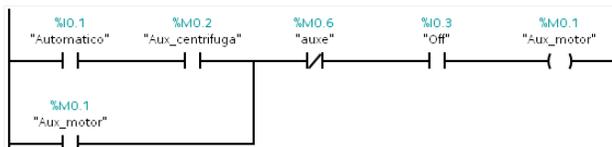
Segmento 3: Contador

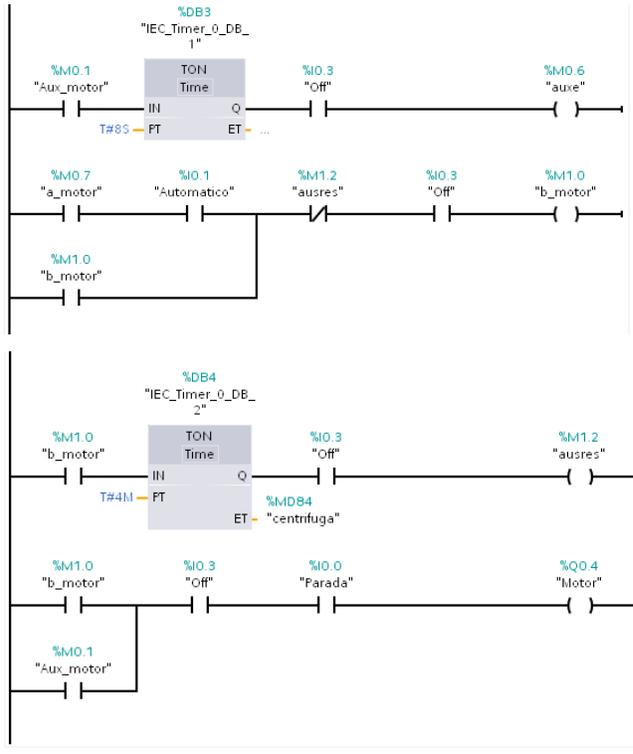
Comentario



Segmento 4: Automatico

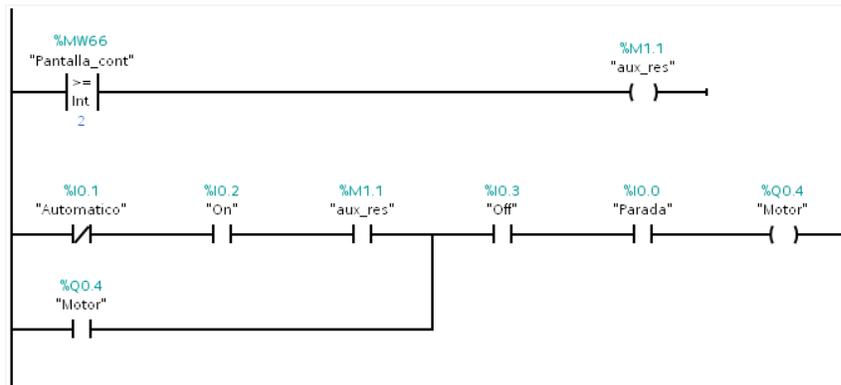
Comentario





▼ Segmento 5: Manual

Comentario



2.6.2 Pantalla HMI

La pantalla es programada gráficamente de acuerdo a las variables q se va a mostrar y el número de pantallas activas como se muestra del Gráfico No. 83 al Gráfico No. 87.

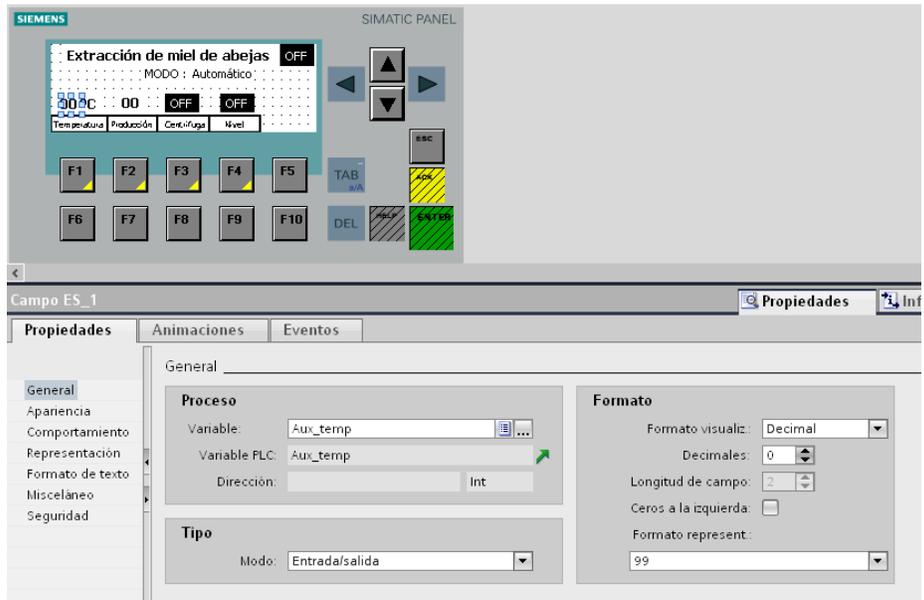


Gráfico No. 83: Pantalla Principal

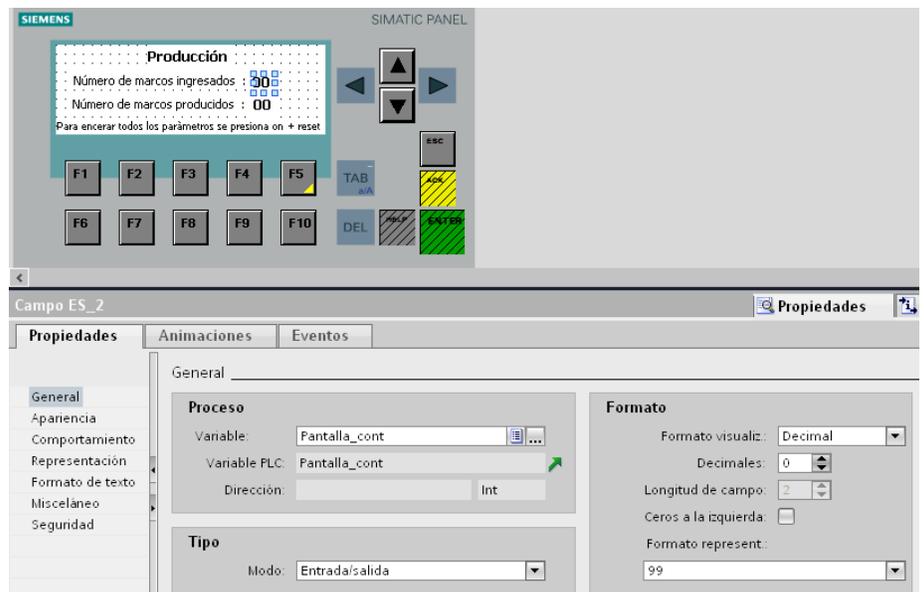


Gráfico No. 84: Pantalla que muestra el número de marcos

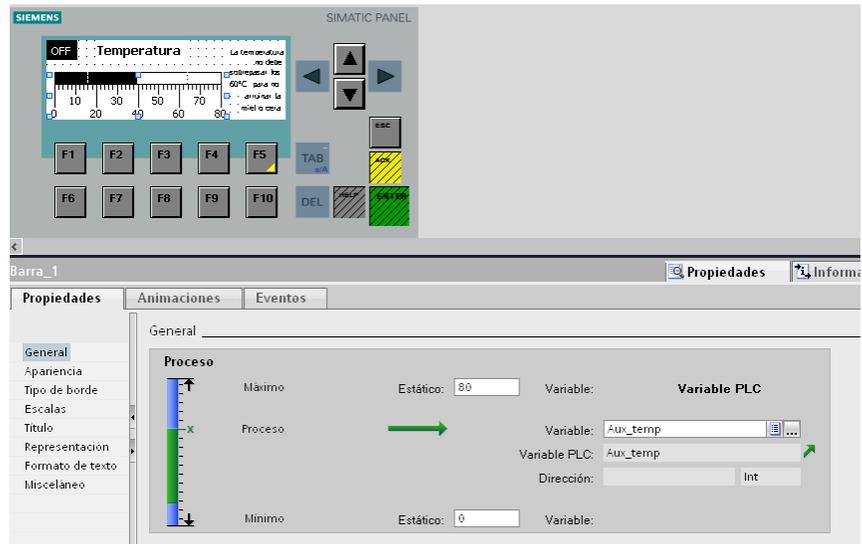


Gráfico No. 85: *Pantalla que muestra el incremento de la temperatura*

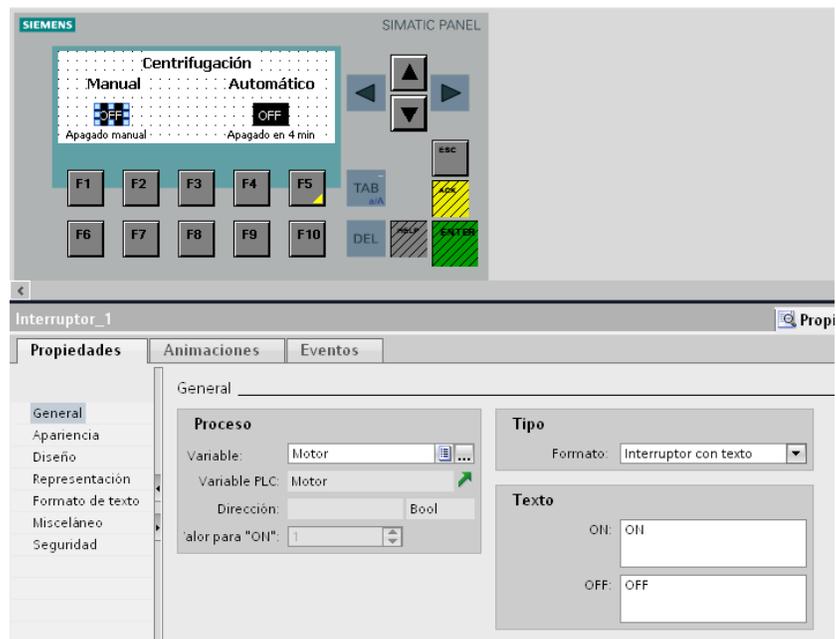


Gráfico No. 86: *Pantalla que muestra el periodo de centrifugación*

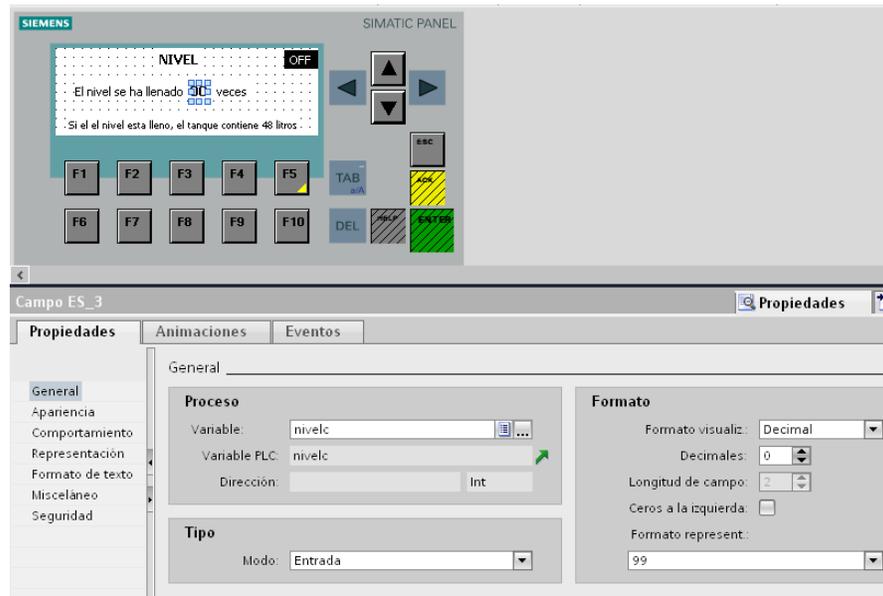


Gráfico No. 87: *Pantalla que muestra el periodo de centrifugación*

Las pantallas son visualizadas mediante el teclado de la KP 300, además las variables que se utilizan en la pantalla se hacen comunes para el PLC y la Pantalla (Ver Tabla No. 13)

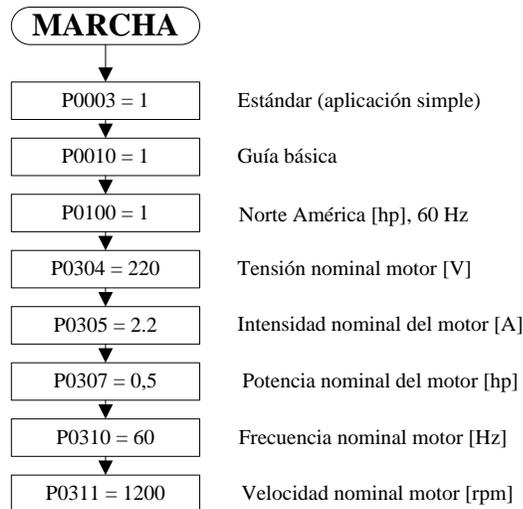
Tabla No. 13: *Variables Comunes*

Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Conexión	Nombre de PLC	Variable PLC
Automatico	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1	Automatico
aux_reset	Tabla de variables estándar	Int	Conexión_HMI	PLC_1	aux_reset
Aux_temp	Tabla de variables estándar	Int	Conexión_HMI	PLC_1	Aux_temp
centrifuga	Tabla de variables estándar	Time	Conexión_HMI	PLC_1	centrifuga
Motor	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1	Motor
Nivel	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1	Nivel
nivelc	Tabla de variables estándar	Int	Conexión_HMI	PLC_1	nivelc
On	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1	On
On_out	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1	On_out
Pantalla_cont	Tabla de variables estándar	Int	Conexión_HMI	PLC_1	Pantalla_cont
Pantalla_conteo	Tabla de variables estándar	Int	Conexión_HMI	PLC_1	Pantalla_conteo
Resistencias	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1	Resistencias
Temperatura	Tabla de variables estándar	Int	Conexión_HMI	PLC_1	Temperatura

2.6.3 Variador de frecuencia

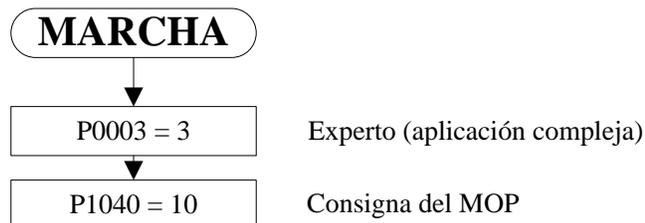
Para desarrollar el control del variador es necesario parametrizar los datos primero básicos del motor como muestra el Cuadro No. 14.

Cuadro No. 14: *Parámetros básicos del motor*



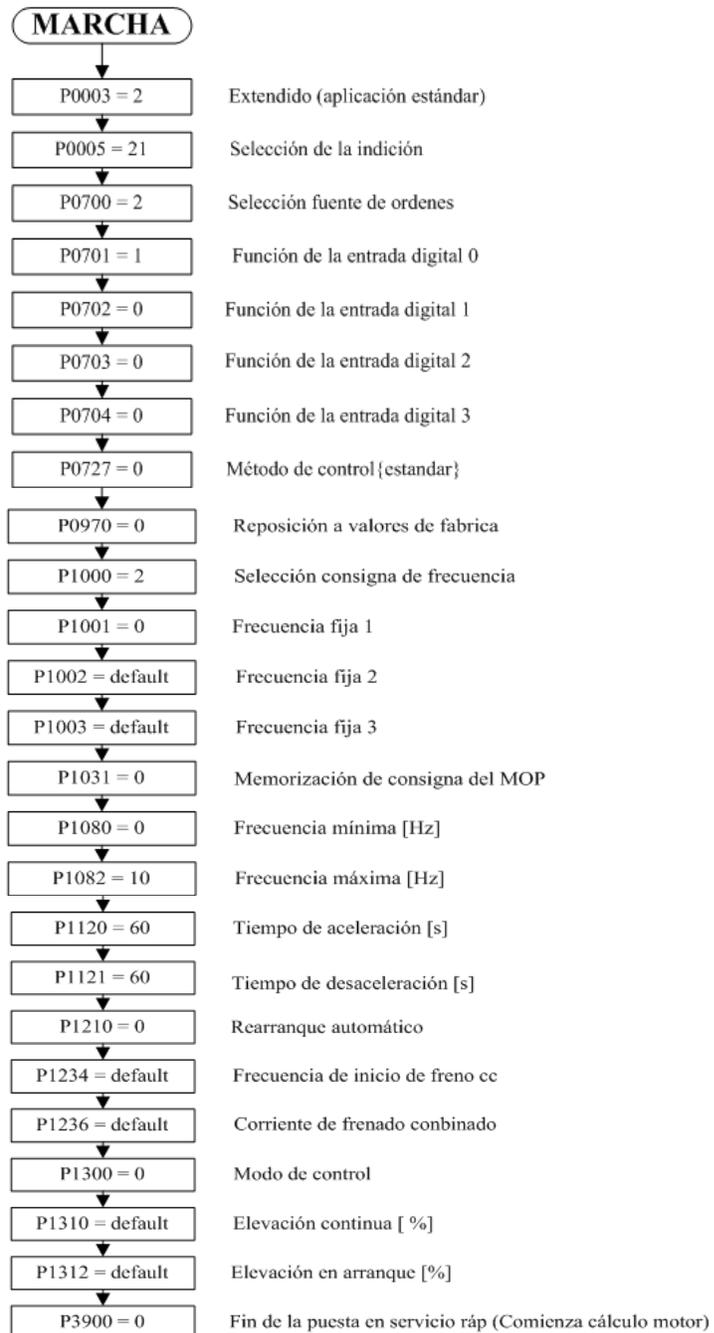
Una vez ingresados estos parámetros es necesario modificar la consigna el control del potenciómetro motorizado como se muestra Cuadro No. 15. Para de esta manera modificar el control el límite de hercios al que va a llegar automáticamente.

Cuadro No. 15: *Consigna de control*



Por último se modifica las características específicas de acuerdo al control de esta aplicación como se muestra Cuadro No. 16.

Cuadro No. 16: *Parámetros específicos de programación*



CAPÍTULO III PRUEBAS, RESULTADOS Y OPERACIÓN

3.1 Pruebas de los equipos.

Las pruebas realizadas a los diferentes dispositivos validan el Capítulo II ya que se comprueba físicamente que todo está de acuerdo al Diseño que se presentó en este capítulo, por esta razón es necesario comprobar tanto de manera individual como simultáneamente todo el proceso.

3.1.1 Pruebas mecánicas

Las pruebas mecánicas inician con la colocación del máximo de marcos que pueden ingresarse al tambor, y comprobar que no exista obstrucción en el momento del ingreso, el Gráfico No. 88 confirma el resultado positivo de esta prueba.



Gráfico No. 88: *Ingreso del máximo de marcos*

Además, se debe confirmar el ingreso de los marcos a través de las cuchillas en el Gráfico No. 89. Sin embargo las cuchillas son regulables.



Gráfico No. 89: Comprobación de las cuchillas

La prueba del sistema de transmisión de movimiento se lo comprueba tanto en vacío y cargado y se prueba que no exista una sobrecarga de corriente mediante una pinza amperimétrica como se muestra en el Gráfico No. 90 y el resultado de valores que presenta la Tabla No. 14.



Gráfico No. 90: Pruebas de transmisión de movimiento

Tabla No. 14: Valores resultantes

Frecuencia Variador	Velocidad Tambor	Corriente	
		Vacio	Carga
10 hz	272 rpm	0,6 A	0,6 A
16 hz	436 rpm	0,6 A	0,9 A
22 hz	600 rpm	0,6 A	0,9 A

3.1.2 Pruebas eléctricas y electrónicas

Las pruebas eléctricas inician Con la comprobación del funcionamiento de los distintos elementos localizados en la tapa de la caja de control, para de esta manera saber si el cableado, los pulsadores, selectores y la pantalla reciban o envíen la señal. La prueba es favorable y se muestra en el Gráfico No. 91.



Gráfico No. 91: Prueba del tablero

La verificación de los sensores y actuadores, es importante ya que debe evitarse fallos en el momento de funcionar simultáneamente.

El sensor capacitivo actúa como contador para la verificación del número de marcos ingresados al extractor, para que envíe señal hacia el PLC es necesario que esté conectado a un relé con una bobina de 110V AC. El número de marcos ingresados fue de 10 y el número de marcos sensado fue de 10 por lo que se confirma el buen funcionamiento de dicho sensor, siempre y cuando el marco pase a por el área activa (Ver Gráfico No. 92)



Gráfico No. 92: Pruebas del sensor capacitivo

El sistema de temperatura tiene un grado más alto de complejidad, se inicia con el acondicionamiento del sensor para que pueda ser medido mediante una entrada analógica del PLC, el Gráfico 93 muestra las pruebas del acondicionamiento de la señal del sensor, siendo los resultados mostrados en la Tabla No. 15 favorables.



Gráfico No. 93: Acondicionamiento de la temperatura

Tabla No. 15: Resultados de temperatura

Temperatura	Voltaje	
PLC	Sensor	Amplificador
15 °C	0,15 mV	1,62 V
20 °C	0,20 mV	2,16 V
25 °C	0,25 mV	2,70 V

Una vez sensada la temperatura, es necesario conocer si las resistencias de las cuchillas reciben la señal para activarse mediante el PLC, el relé y finalmente del contactor que las acciona. Los resultados son positivos y se muestran en el Gráfico No. 94. Además se comprueba el buen funcionamiento de las cuchillas una vez calientes el Gráfico No. 95 muestra los resultados.



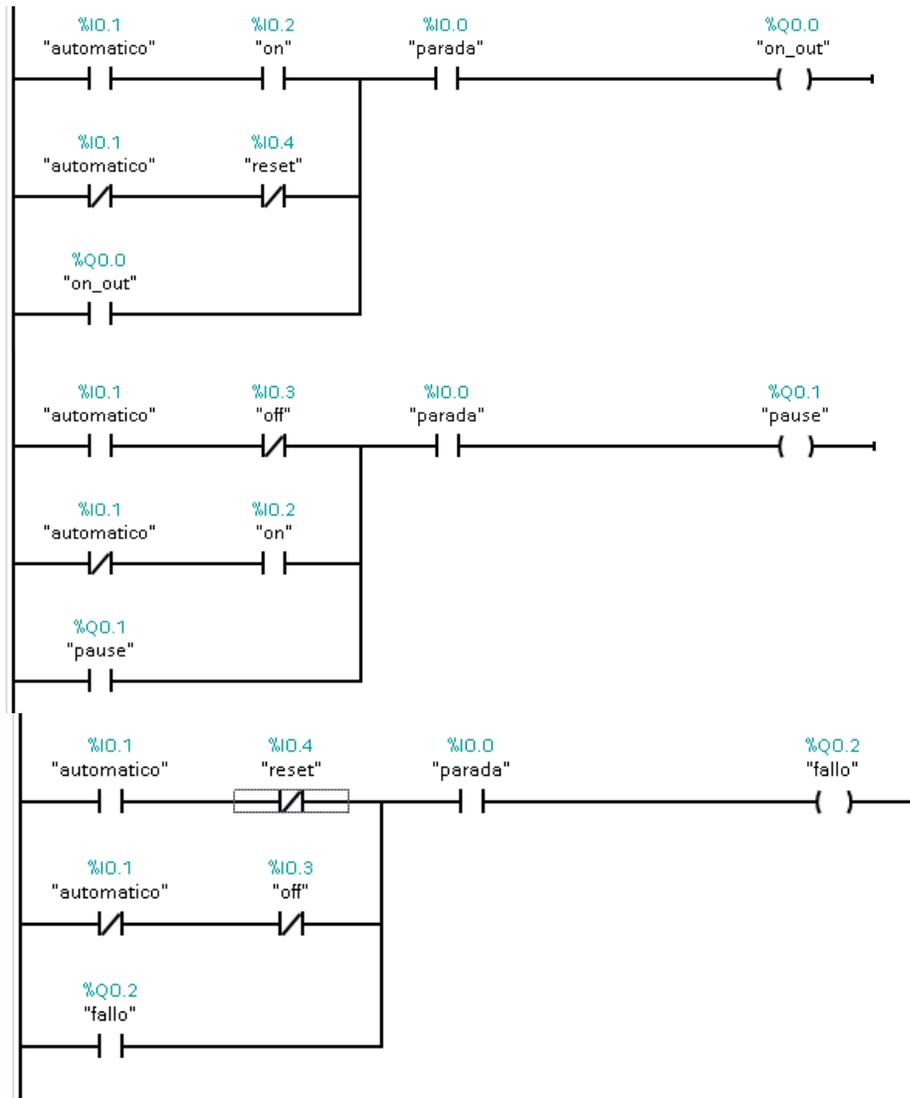
Gráfico No. 94: Comprobación de la temperatura



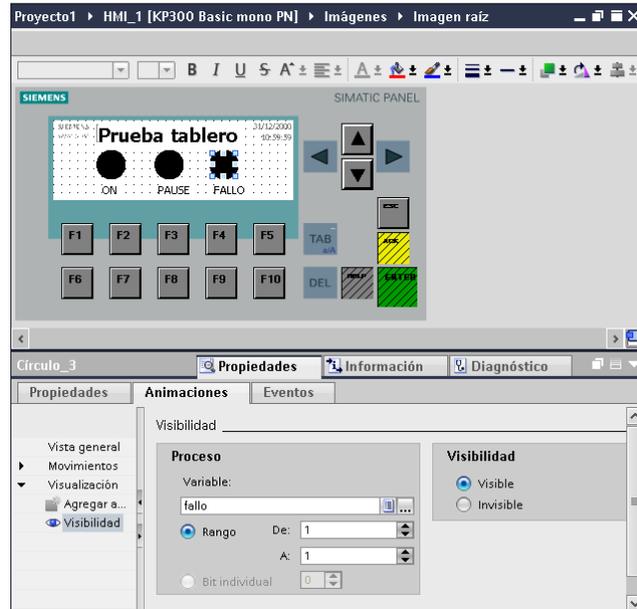
Gráfico No. 95: *Comprobación de las cuchillas*

3.1.3 Pruebas programación

La programación es comprobada mediante un pequeño ciclo en el cual se activen o desactiven varias de los dispositivos colocados, además que se visualice de manera correcta en la pantalla los parámetros que estén programados para trabajar simultáneamente, y el variador inicie en el momento de la señal del PLC con los parámetros programados. El programa de comprobación se muestra en los Cuadros No. 17 – 18 y el variador en el Gráfico No. 96.



Cuadro No. 17: Prueba de programación PLC



Cuadro No. 18: Prueba de programación Pantalla



Gráfico No. 96: Pruebas de programación Variador

3.2 Operación del proceso



Gráfico No. 97: Sistema de extracción de miel de abejas

Una vez instalado y conectado todo el sistema de extracción de miel de abejas (ver Gráfico No. 97) inicia la operación del proceso, los pasos a seguir se detallan a continuación:

1. *Conectar al toma corriente el enchufe del tablero de control*
2. *Activar el magnetotérmico*
3. *Desactivar el Paro de Emergencia*
4. *Seleccionar el modo a trabajar (Automático/Manual)*
5. *Iniciar el proceso con el pulsador ON*
6. *Esperar que la pantalla indique que las cuchillas estén listas*
7. *Ingresar los marcos a través de las cuchillas y ubicarlas en el extractor*
8. *Esperar que el proceso de centrifugación termine*
9. *Repetir las extracciones necesarias, teniendo en cuenta el aviso del sensor de nivel para retirar la miel.*
10. *Retirar la miel mediante la válvula*

3.3 Pruebas del proceso.

3.3.1 Etapa 1: Desoperculación

La primera etapa de la extracción de miel de abejas es la desoperculación la cual es necesaria comprobar que es factible y eficiente el corte mediante cuchillas en lugar de los procesos tradicionales, los resultados muestra la Tabla No. 16.

Tabla No. 16: Pruebas de desoperculación-corte

# marcos	corte [%]		# marcos	corte [%]	
	manual	automático		manual	automático
1	100	99	17	100	100
2	100	96	18	100	96
3	100	100	19	100	100
4	100	100	20	100	99
5	100	100	21	100	95
6	100	96	22	100	100
7	100	100	23	100	100
8	100	100	24	100	99
9	100	99	25	100	100
10	100	100	26	100	100
11	100	97	27	100	100
12	100	100	28	100	100
13	100	98	29	100	95
14	100	100	30	100	98
15	100	94	31	100	100
16	100	100	32	100	98
Total				100	98,72

El corte manualmente es más exacto y minucioso, sin embargo, la desoperculación implica además el tiempo y aprovechamiento. De esta manera se tiene la suma del tiempo entre el proceso manual y automático (ver Tabla No. 17).

Tabla No. 17: Pruebas de desoperculación-tiempo

# <i>marcos</i>	<i>tiempo [seg]</i>		# <i>marcos</i>	<i>tiempo [seg]</i>	
	<i>manual</i>	<i>automático</i>		<i>manual</i>	<i>automático</i>
1	120	15	17	101	15
2	100	15	18	122	15
3	80	15	19	95	15
4	120	15	20	58	15
5	120	15	21	72	15
6	90	15	22	75	15
7	75	15	23	80	15
8	79	15	24	60	15
9	120	15	25	120	15
10	120	15	26	98	15
11	87	15	27	120	15
12	120	15	28	80	15
13	122	15	29	75	15
14	110	15	30	140	15
15	94	15	31	79	15
16	121	15	32	121	15
			Total	3174	480

Al relacionar el tiempo que tarda la desoperculación manual y automática existe una diferencia muy alta ya que los 3174 segundos que tarda manualmente se reduce notablemente en 480 segundos, más de 6 veces la reducción del tiempo.

Si bien es cierto, existe una carencia en el corte automático, sin embargo es compensado al momento del aprovechamiento del producto, ya que el tiempo que tarda en el corte manual es directamente proporcional al desperdicio que existen en las bandejas de desoperculación además se debe sumar el tiempo que tardan los marcos al ingresar al extractor.

Tabla No. 18: Pruebas de desoperculación-desperdicio

# marcos	<i>desperdicio [%]</i>		# marcos	<i>desperdicio [%]</i>	
	<i>manual</i>	<i>automático</i>		<i>manual</i>	<i>automático</i>
1	2,4	1,1	17	2,02	0,1
2	2	4,1	18	2,44	4,1
3	1,6	0,1	19	1,9	1,1
4	2,4	0,1	20	1,16	5,1
5	2,4	0,1	21	1,42	0,1
6	1,8	4,1	22	1,5	0,1
7	1,5	0,1	23	1,6	1,1
8	1,58	0,1	24	1,2	0,1
9	2,4	1,1	25	2,4	0,1
10	2,4	0,1	26	1,96	0,1
11	1,74	3,1	27	2,4	0,1
12	2,4	0,1	28	1,6	0,1
13	2,44	2,1	29	1,5	5,1
14	2,2	0,1	30	2,8	2,1
15	1,88	6,1	31	1,58	0,1
16	2,42	0,1	32	2,42	2,1
			Total	1,98	1,38

La Tabla No. 18 muestra el desperdicio en porcentaje del corte de desoperculación el cual manualmente es de 1,98 a este se debe sumar el desperdicio en la espera y lo que queda en las bandejas y recipientes que es de un aproximado de 5 %, lo cual no es aplicable para la parte automática ya que toda la miel permanece en el mismo tanque. De esta manera se tiene un 6,98% a un 1,38% de diferencia en los procesos.

3.3.2 Etapa 2: Centrifugación

La centrifugación implica el tiempo de carga de los marcos y de giro en la centrifuga, al compararlo con un extractor radial manual de 8 marcos de capacidad y eje vertical, se obtienen los resultados en la Tabla No. 19.

Tabla No. 19: Pruebas de tiempo de centrifugado manual

<i>tiempo [seg]</i>			<i>tiempo [seg]</i>		
<i># marcos</i>	<i>ingreso</i>	<i>giro</i>	<i># marcos</i>	<i>ingreso</i>	<i>giro</i>
1	30	360	17	30	360
2	30		18	30	
3	30		19	30	
4	30		20	30	
5	30		21	30	
6	30		22	30	
7	30		23	30	
8	30		24	30	
9	30	360	25	30	360
10	30		26	30	
11	30		27	30	
12	30		28	30	
13	30		29	30	
14	30		30	30	
15	30		31	30	
16	30		32	30	
			Total	960	1440

Entonces manualmente se debe centrifugar 8 marcos en un ciclo, haciendo un total de 4 ciclos en los 32 marcos, los cuales involucran un tiempo de 30 segundos por cada marco más 360 segundos de centrifugación por ciclo, lo cual suma 2400 segundos (40 min).

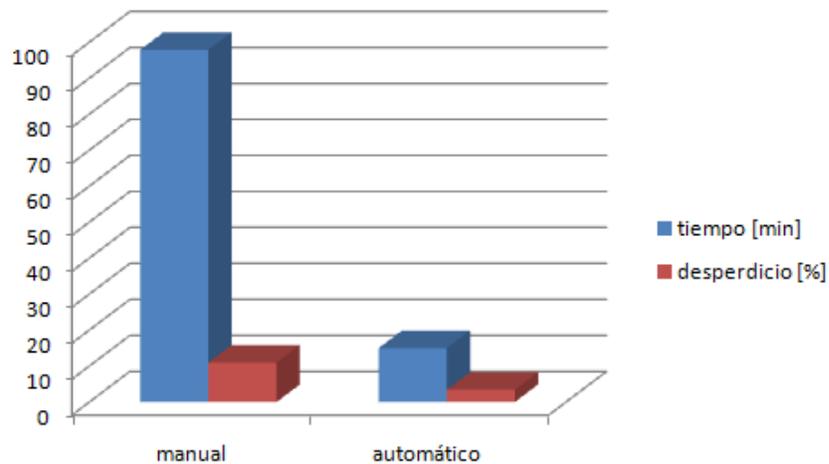
Automáticamente tarda 4 minutos del centrifugado, no existe tiempo de ingreso de los marcos ya que esto se lo realiza en el momento de la desoperculación.

3.3.3 Etapa 3: Filtrado

En el filtrado interviene el tiempo y el desperdicio de la miel al pasar de un recipiente a otro, por lo que en el filtrado manual existe un desperdicio de un 2% aproximadamente y el tiempo para que se filtre es de unos 5 min; a diferencia del proceso automático que al mismo tiempo de la centrifugación la miel es filtrada.

En base a las pruebas del proceso por cada una de las etapas podemos relacionar los principales factores de la eficiencia que son el tiempo y el aprovechamiento de la miel como muestra el Cuadro No. 19.

Cuadro No. 19: Comparación del proceso manual-automático



3.4 Alcances y limitaciones.

3.4.1 Alcances

- El desoperculación se lo realizará de manera inmediata mientras el marco ingresa al tanque.

- El sistema tendrá la capacidad de extraer miel de abejas de 32 marcos a la vez.
- El filtrado se lo realizará en el mismo tanque, la miel atraviesa un doble filtro mientras sale para ser envasada
- El almacenamiento de la miel en el fondo tiene una capacidad de 48 litros de miel.
- El material con el que está construido el sistema es acero inoxidable lo cual es la exigida para alimentos
- Los materiales y dispositivos que tiene el sistema existen en el Ecuador por lo que es fácil encontrar los repuestos
- Es pequeño, de tal manera que no requiere de un gran espacio para su instalación y uso.
- El sistema de extracción de miel de abejas es agradable para la vista, además los dispositivos de control, están en una zona de fácil acceso para el operador y garantiza un manejo sencillo.
- El costo es muy accesible para aquellos apicultores pequeños y medianos, ya que la rentabilidad que ofrece compensa su adquisición

3.4.2 Limitaciones

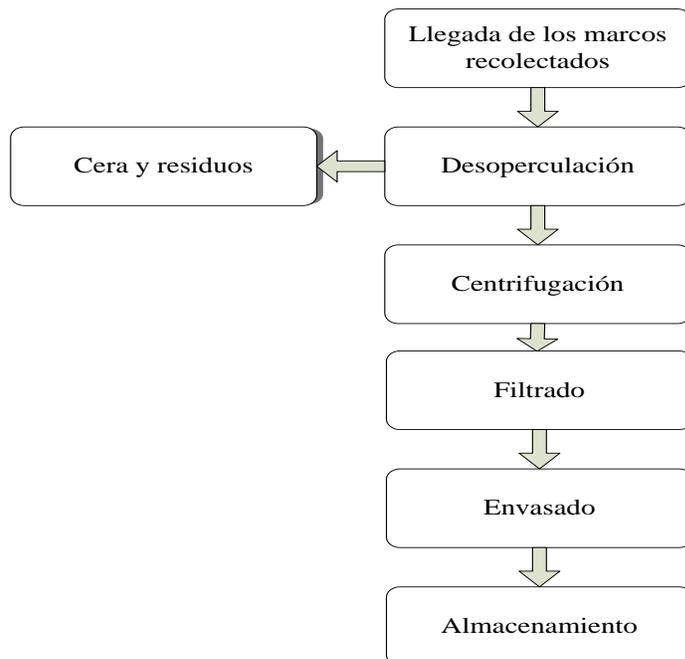
- El sistema requiere una alimentación de corriente de 220 y 110 V AC monofásica.
- La protección en las cuchillas es nula, ya que el marco debe pasar por ellas siendo cortado y estas están sometidas a cierta temperatura.
- El proceso automatizado de desoperculación retira la cera del marco en un 90%, lo que significa que toda la cera restante no es retirada e ingresa en el mismo marco.

3.5 Validación de la Hipótesis.

En el desarrollo del proyecto de diseño e implementación de un sistema automático de extracción de miel de abejas, se estableció como hipótesis que mejorará la eficiencia y optimizará el tiempo, con un bajo costo para el apicultor, lo cual se demuestra en base a las siguientes razones:

- El modelo del sistema es compacto y permite realizar el proceso de extracción suprimiendo pasos innecesarios, por lo que diagrama del nuevo proceso sería el mostrado en el Cuadro No. 20.

Cuadro No. 20: *Nuevo procesamiento de extracción*



Al suprimir algunas de las etapas pero haciendo el mismo trabajo, se puede obtener una gran eficiencia en el proceso, ya que la miel es mayormente desperdiciada en estas etapas eliminadas. Otra de las razones por las cuales el

nuevo proceso es eficiente es por la mínima manipulación que requieren los marcos durante la extracción ya que solo se requiere de la carga y descarga manual de marcos, esto permite la máxima limpieza y calidad del producto final.

- La optimización del tiempo es un factor muy importante en la obtención de miel de abejas, ya que si la producción es abundante puede tardar demasiado, en el proceso artesanal, la mayor parte de este tiempo se ocupa al momento de la desoperculación, sin embargo, con el uso de las cuchillas sometidas a temperatura, esta etapa se la realiza en pocos segundos mientras el marco es ingresado a la centrifuga.
- El costo es un agente evidente en el proceso de construcción del sistema, ya que una máquina que realice el mismo procesamiento, pero de diferente diseño, está alrededor de los \$35 000 sin contar con el precio de importación pues en el país no existe maquinaria semejante. El costo del nuevo sistema de extracción es accesible a los pequeños y medianos apicultores del país y además recuperable en poco tiempo pues incrementa la producción al evitar un 20% aproximado de desperdicio a comparación del proceso artesanal.

3.6 Análisis de Costos.

El análisis económico, tiene por objetivo determinar los recursos económicos necesarios para implementar el sistema de extracción de miel de abejas. Para poder determinar el costo total del sistema de extracción de miel de abejas es necesario la cotización de los elementos que se utilizan durante el desarrollo de la máquina y también sumar los agentes directos e indirectos que intervienen en la fabricación del mismo.

Para determinar el costo total directo del sistema de extracción se toma en cuenta los costos parciales que son:

- Materiales directos
- Elementos normalizados
- Costos de maquinado
- Costos de montaje

De igual manera, en el costo total indirecto se considera los costos parciales en la construcción como son:

- Materiales fungibles
- Costos de ingeniería
- Gastos imprevistos

3.6.1 Costos directos

- Costo de materiales directos: Son los precios de la materia prima que se utilizó para la construcción del sistema y los elementos normalizados de libre comercialización, los mismos que se detallan en la Tabla No. 20.

Tabla No. 20: *Materiales directos*

Costo de materiales directos			
Cantidad	Materiales	Precio unitario	Precio total
67	Acero inoxidable	\$ 10,00	\$ 670,00
3	NYLON 6.6/6 Φ 42 mm	\$ 2,50	\$ 7,50
1	Acrílico	\$ 17,00	\$ 17,00
1	Válvula	\$ 250,00	\$ 250,00
2	Rodamientos con soporte	\$ 8,00	\$ 16,00
2	Poleas	\$ 6,00	\$ 12,00
2	Bandas	\$ 4,00	\$ 8,00

1	Motor trifásico 0,5HP	\$ 215,00	\$ 215,00
1	Variador G110	\$ 301,00	\$ 301,00
1	PLC S7 1200	\$ 419,00	\$ 419,00
1	Pantalla KP300	\$ 363,00	\$ 363,00
1	Sensor de nivel	\$ 30,00	\$ 30,00
1	Sensor capacitivo	\$ 50,00	\$ 50,00
1	Sensor de temperatura	\$ 10,00	\$ 10,00
2	Resistencias eléctricas	\$ 8,00	\$ 16,00
1	Gabinete	\$ 35,00	\$ 35,00
1	Relé 24V DC	\$ 5,50	\$ 5,50
1	Relé 110V AC	\$ 6,00	\$ 6,00
1	Contactador	\$ 12,00	\$ 12,00
1	Bornera general	\$ 2,60	\$ 2,60
1	Relé térmico 32 ^a	\$ 26,00	\$ 26,00
1	Riel Din	\$ 5,00	\$ 5,00
1	Canaleta	\$ 4,00	\$ 4,00
5	Cable cuatro hilos	\$ 5,00	\$ 25,00
20	Cable	\$ 0,32	\$ 6,40
80	Terminales	\$ 0,08	\$ 6,40
5	Conectores	\$ 0,91	\$ 4,55
50	Pernos	\$ 0,58	\$ 29,00
50	Tuercas	\$ 0,17	\$ 8,50
50	Arandelas de presión	\$ 0,10	\$ 5,00
12	Prisioneros	\$ 0,37	\$ 4,44
50	Arandelas planas	\$ 0,08	\$ 4,00
1	Pulsador con retención	\$ 2,54	\$ 2,54
3	Pulsadores	\$ 1,74	\$ 5,22
1	Selector 2 posiciones	\$ 2,15	\$ 2,15
3	Luces indicadoras	\$ 4,98	\$ 14,94
2	Manguera	\$ 2,30	\$ 4,60
			\$ 2.603,34

- Costos de maquinado: Este costo es el valor respecto a la mano de obra directa empleada en las máquinas herramientas y equipamiento eléctrico. Estos costos del maquinado se presentan en la Tabla No. 21.

Tabla No. 21: Costo de maquinado

Costo de maquinado y mano de obra			
Proceso	Tiempo	Costo/Hora	Costo total
Soldado	12	\$ 9,00	\$ 108,00
Cortado	12	\$ 5,00	\$ 60,00
Amolar	5	\$ 5,00	\$ 25,00
Cizalla	5	\$ 5,00	\$ 25,00
Doblado	3	\$ 4,00	\$ 12,00
Torneado	2	\$ 10,00	\$ 20,00
Fresado	6	\$ 11,40	\$ 68,40
Taladro	8	\$ 5,50	\$ 44,00
Esmerilado	8	\$ 3,50	\$ 28,00
			\$ 390,40

- Costo de ensamblaje: son los valores relacionados con la mano de obra necesaria para el ensamblado de la máquina. Para el ensamble, se considera el trabajo de 2 personas durante 7 días a un costo \$25 diarios/trabajador, resultando un valor total de \$350.

Por lo que los costos directos en la construcción del sistema de extracción se muestran en la Tabla No. 22.

Tabla No. 22: Costo total directo

Costo total directo del sistema	
Proceso	Costo
Costo de materiales directos	\$ 2 603,32
Costo de maquinado y mano de obra	\$390,40
Costo de ensamblaje	\$ 350,00
\$ 3 343,72	

3.6.2 Costos indirectos

- Materiales fungibles: Son aquellos que se desgastan y son necesarios en la implementación del sistema, sus costos se detallan en la Tabla No. 23.

Tabla No. 23: Materiales fungibles

Costo de materiales fungibles			
Cantidad	Material	Precio	Precio total
2	Ácido	\$ 8,00	\$ 16,00
6	Sierras	\$ 1,20	\$ 7,20
1	Thiñer	\$ 1,50	\$ 1,50
2	Guaípe	\$ 1,00	\$ 2,00
2	Brocas	\$ 1,20	\$ 2,40
2	Discos amolar	\$ 6,00	\$ 12,00
1	Cinta doble faz	\$ 3,00	\$ 3,00
1	Silicona	\$ 2,50	\$ 2,50
1	Otros	\$ 5,00	\$ 5,00
			\$ 51,60

- Costos de ingeniería: Corresponde al costo debido al tiempo de dedicación para el diseño del sistema y la selección de los elementos que lo integran. El tiempo necesario es de aproximadamente 168 horas, con un costo de diseño es de \$400.
- Gastos imprevistos: Se relacionan principalmente con los gastos de movilización de personas y materiales desde otras ciudades, se estima estos gastos aproximadamente de \$50

Por lo que los costos indirectos en la construcción del sistema de extracción se muestran en la Tabla No. 24.

Tabla No. 24: Costo total indirecto

Costo total indirecto del sistema	
Proceso	Costo
Costo de materiales fungibles	\$ 51,60
Costo de ingeniería	\$400,00
Gastos imprevistos	\$ 50,00
	\$ 501,60

3.6.3 Costo total del sistema de extracción

El costo total del sistema resulta de la suma de los costos directos e indirectos que se muestra en la Tabla No. 25.

Tabla No. 25: Costo total del sistema de extracción

Costo total del sistema de extracción	
Proceso	Costo
Costo total directo	\$ 3 343,72
Costo total indirecto	\$ 501,60
	\$ 3 845,32

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1 Conclusiones.

- El tanque, se diseñó para obtener en la misma estructura los procesos principales de la extracción de miel de abejas, es decir, la desoperculación, la centrifugación, el almacenamiento y el filtrado.
- Al pasar por el proceso automatizado de desoperculación la miel no tiene manipulación, lo que asegura su calidad e higiene.
- La cera desoperculada cae en dos bandejas, las cuales se encuentran dentro del tanque evitando el desperdicio de miel en esta parte del proceso.
- La optimización del tiempo en este proceso automático de desoperculación es seis veces más rápido que en el proceso manual, lo que le permite al apicultor aumentar su producción.
- El ingreso de los marcos a la centrífuga es muy fácil y accesible, ya que tiene unas guías que dirigen a los marcos a su posición correcta.
- El proceso automatizado de centrifugación evita que los marcos se destruyan, ya que su velocidad es controlada y va incrementando paulatinamente durante un tiempo designado.

- El proceso automatizado de centrifugación se puede mejorar la vida del apicultor, ya que reduce su esfuerzo físico al no hacer este proceso manualmente.
- El proceso de filtrado se encuentra dentro del tanque en donde se almacena la miel, evitando así al apicultor el paso de la miel de recipiente a recipiente como lo hace manualmente.
- El sistema automatizado de miel de abejas permite que el apicultor ingrese los marcos y sin realizar algún esfuerzo físico obtiene el producto listo para envasar, ahorrándole tiempo, mejora la producción en cuanto a cantidad y calidad, por ende obtiene mayor ganancias y remuneraciones.
- Una vez, culminado todos los puntos propuestos para el desarrollo del sistema automatizado de extracción de miel de abejas, se llega a la conclusión que fue factible la utilización del mismo para todo apicultor, el cual puede ser susceptible de efectuarle ajustes, de acuerdo a los nuevos requerimientos que se tengan en el proceso al ponerlo en marcha.
- El sistema de extracción implementado brinda amplias facilidades para el apicultor artesano ya que proporciona un método sencillo y práctico de realizar el proceso de extracción con ventajas muy relevantes y también da la posibilidad de llevar un control de los marcos producidos mediante la pantalla del tablero.
- Aplicando este sistema se podría ser más competitivo en el mercado nacional e internacional ya que se aumentaría la extracción de miel en menos tiempo y con una mayor calidad.

4.2 Recomendaciones.

- Comprobar el funcionamiento del motor y cada sensor por separado hasta observar que todo esté en perfectas condiciones, para no ocasionar una colisión en el proceso.
- Se recomienda usar esta máquina a todos los apicultores, ya que brinda muchas facilidades en el momento de extraer la miel.
- Capacitar a los usuarios que van a operar el sistema de extracción, para un funcionamiento óptimo del mismo.
- Los marcos deben estar estandarizados, para evitar problemas en el momento de desopercular e ingresar a la centrífuga.
- Para mayor seguridad se recomienda colocar un sensor en la tapa, con el fin de evitar algún tipo de daño físico en el momento de la centrifugación.
- Seguir las instrucciones del manual de usuario, para la correcta operación de la máquina.

GLOSARIO

- Apiario** : Es el lugar donde un apicultor coloca un conjunto de colmenas . Si no es propio, los apicultores pagaban el alquiler de las tierras donde se ubicaban sus colmenas con miel.
- Apícola** : De la apicultura o relativo a esta técnica o arte de criar abejas
- Apicultor** : Persona que se dedica a la apicultura o cría de abejas
- Cera** : Sustancia de naturaleza grasa segregada por las abejas por medio de glándulas situadas en el abdomen. Posee una tonalidad amarillenta y un olor muy aromático.
- Colmena** : Soporte material donde viven las abejas, puede ser preparada por el hombre o puede ser un hueco natural.
- Colonia** : Conjunto de todos los individuos que viven en un mismo lugar y están organizados para sobrevivir y defenderse de los ataques de otras especies.
- Desoperculado** : Operación de retirar o romper el opérculo que cierra las celdas de miel.
- Enjambres** : Conjunto de abejas que sale de una colmena con una abeja reina para fundar otra
- Extractor** : El extractor mecánico es una herramienta manual que se utiliza básicamente para extraer con poleas, engranajes o cojinetes en los ejes, cuando están muy apretados y no salen con la fuerza de las manos. Se puede romper la polea al trabajar con un extractor si éste está mal ajustado
- Opérculo** : Recibe este nombre el hecho de cerrar con un tapón de cera las celdillas, tanto aquellas de donde nacerán las abejas como las que se utilizan para almacenar la miel.

- Panal** : Estructura formada por celdillas de cera que comparten paredes en común construida por las abejas melíferas para contener sus larvas y acopiar miel y polen dentro de la colmena.
- Panal** : Es una estructura formada por celdillas de cera, que comparten paredes en común construida por las abejas melíferas para contener sus larvas y acoplar miel y polen dentro de la colmena.
- Polen** : El polen está constituido por minúsculos granos que emiten las anteras de las flores, los cuales son recolectados y agrupados por las abejas. Se denomina también “pan de abeja”, debido a que, una vez fermentado, sirve de alimento a las abejas jóvenes (nodrizas) de la colmena.
- Propóleo** : Sustancia aromática que las abejas elaboran mediante la recolección de resinas (sustancias que forman parte del sistema inmunológico de las plantas) procedentes de distintas especies vegetales (pinos, jara, encinas, etc.) y la mezcla de estas con cera.

BIBLIOGRAFÍA

- **FRITZSCH, Wolfgang.** “Higiene y Profilaxis en Apicultura”. Muñoz, José (trad.). España: ACRIBIA, 1995. 181 p. ISBN: 84-200-0295-x.
- **HOOPER, Ted.** “Las abejas y la Miel”. Albert, Rosa (trad.). Argentina: FLORIDA, 1994. 300 p. ISBN: 950-02-3021-6.
- **ROOT, A. I.** “ABC y XYZ de la apicultura”. McCormick, Virginia (trad.). Argentina: HEMISFERIO SUR, 1990. 723 p. ISBN: 950-504-372-4.
- **ROBERT L. MOTT.** “Diseño de elementos de máquinas”. Prentice hall México (edit). Cuarta edición. México: MEXICO, 2006. 944 p. ISBN: 97-8970-2608-127.
- **VICTORIANO ÁNGEL MARTÍNEZ SÁNCHEZ.** “Automatización industrial Moderna”. Alfaomega, RA-MA (edit.). España: MADRID, 2001. 500 p. ISBN: 84-7897-064-9.
- **RAMON PIEDRAFITA MORENO.** “Ingeniería de la Automatización Industrial”. Alfa omega, RA-MA (edit.). España: MADRID, 2004. 800 p. ISBN: 84-7897-604-3.
- APISUR maquinaria apícola [Chile], Catálogo [en línea], obtenida el 1 mayo del 2012 de <<http://www.apisur.cl/desoperculadores.php>>
- VALCUENDE, Carlos J., Blog [La extracción de la miel de brezo], obtenida el 5 mayo del 2012 de <<http://entornorural.blogspot.com/2007/11/la-extraccion-de-la-miel-de-brezo.html>>
- Ministerio de la Producción de la Provincia del Chaco [Argentina], obtenida el 5 mayo del 2012 de < http://www.oni.escuelas.edu.ar/2001/chaco/apicultura/pagina_nueva_12.htm>
- Comunidad de foros de Apicultura , Catálogo [en línea], obtenida el 10 mayo del 2012 de <<http://salines.mforos.com/385786/10464189-máquina-desoperculado/>>

- Miel valle de los Pedroches [Argentina], Catálogo [en línea], obtenida el 10 mayo del 2012 de < <http://www.apicolalospedroches.com/desoperculadoras.htm>>
- La casa del apicultor, Catálogo [en línea], obtenida el 15 mayo del 2012 de < <http://lacasadelapicultor.com/productos/extraccion/>>
- ASPECANA, Catálogo [en línea], obtenida el 15 mayo del 2012 de < <http://www.aspecana.com/esp/cattle/miel/cestos.php> >
- APICULTURA: diversificación rentable, Escuela Provincial de Educación Técnica, obtenida el 15 mayo del 2012 de <<http://www.oni.escuelas.edu.ar/2009/MISIONES/1479/cinco.htm>>
- TOMAS Apiculture [Francia], Catálogo [en línea], obtenida el 20 mayo del 2012 de <http://www.thomas-apiculture-shop.com/epages/192468.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/192468/Categories/Materiel_professionnel/Extraction_professionnelle>
- FARLI Productos [Argentina], Catálogo [en línea], obtenida el 20 mayo del 2012 de <http://www.farli.com/producto/extractores_es_open.htm>
- GRANJA “Los caminos”, Catálogo [en línea], obtenida el 20 mayo del 2012 de <<http://www.matutedealmazan.org/paginas/miel.htm>>
- APIARIOS El Pinar [Colombia], ”, Catálogo [en línea], obtenida el 20 mayo del 2012 de < http://www.apiarioselpinar.com/tiendaenlinea/product.php?id_product=137>
- APICOLTURA AGRICOLTURA [Italia], Catálogo [en línea], obtenida el 20 mayo del 2012 de <<http://www.metaldetettore.com/cat197.htm#26>>
- PARADISE HONEY [Finlandia], Catálogo [en línea], obtenida el 25 mayo del 2012 de <http://www.paradisehoney.fi/EN/Beekeeping_products/Processing_equipment_Pro/Honey_Extracting_lines/52_frame_processing_line>

- Siemens AG [Alemania], GettingStarted del S7-1200 [en línea], el 2 de junio del 2012 de <<http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-GETTINGSTARTER.PDF>>
- Paneles SIMATIC [Alemania], GettingStarted del S7-1200 [en línea], el 3 de junio del 2012 de <http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure_panels_es.pdf>
- Resistencias calor industrial S.L., Catálogo [en línea], obtenida el 5 junio del 2012 de <<http://www.resistencias-rci.es/acabados-cartuchos.php>>
- DIAZ Carlos, pagina de Electrónica, obtenida el 10 junio del 2012 de <<http://electronica.webcindario.com/componentes/lm35.htm>>
- SIKA Dr. Siebert und Kühn GmbH & Co. KG, obtenida el 11 junio del 2012 de <<http://www.sika.net/pdf/englisch/niv-wae-e.pdf>>
- DatasheetZone 2007-2010 Dz863.Com. , obtenida el 11 junio del 2012 de <http://www.dz863.com/datasheet-8332086363-E2K-C25MY1_Sensor-Proximity-Npn-nc-10-40v/>
- WEG EquipamentosEléctricos S.A., Catálogo [en línea], obtenida el 11 junio del 2012 de <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-guia-practico-de-capacitacion-tecnico-comercial-50026117-catalogo-espanol.pdf>>
- SKF, Catálogo [en línea], obtenida el 20 junio del 2012 de <http://www.skf.com/skf/productcatalogue/jsp/viewers/productTableViewer.jsp?&lang=es&tableName=1_1_1&presentationType=3&startnum=12>

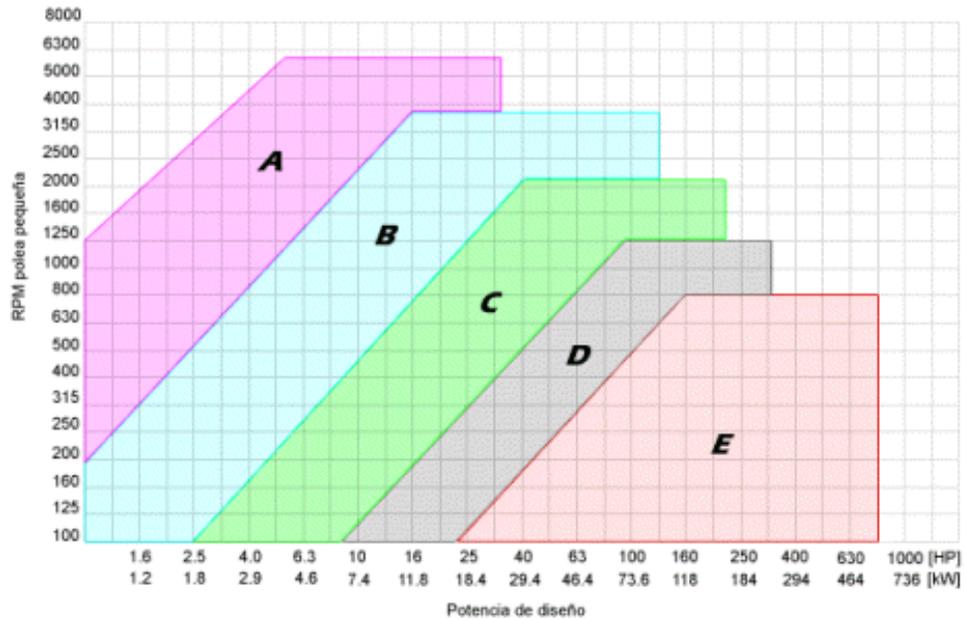
ANEXOS

Anexo A: Factor de servicio K

Máquinas motrices	Motores eléctricos cd = 2 cn Motores térmicos multicilindros > 600 rpm			Motores eléctricos c maxi > 2 cn Monocilindro < 600 rpm		
	< 6 h/d	6 a 16 h/d	16 a 24 h/d	< 6 h/d	6 a 16 h/d	16 a 24 h/d
<i>Cargas uniformes ligeras:</i> Agitadores para líquidos, bombas y compresores centrífugos-ventiladores hasta 7,5 Kw Pequeños transportadores	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
<i>Cargas uniformes medias:</i> Transportadores de cinta (arena, grano) Ventiladores superiores 7,5 Kw Generadores-alternadores, máquinas herramientas Maquinaria artes gráficas, prensas, cizallas, lavadoras, bombas rotativas.	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
<i>Cargas irregulares con sobrecargas:</i> Maquinaria para ladrillos y cerámica Elevadores con canchilones. Compresores y bombas de pistones. Maquinaria papel. Pulverizadores, Maquinaria textil.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
<i>Cargas irregulares y sobrecargas importantes:</i> Molinos, machacadoras, laminadoras, calandras mezcladoras. Gruas, dragas.	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8
Cargas muy irregulares y grandes sobrecargas.	2	2	2	2	2	2

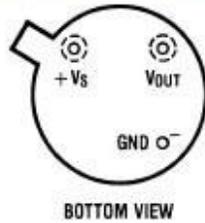
Anexo B: Selección del perfil de correa

Gráfico de selección del perfil de correa



Anexo C: Características del sensor LM35

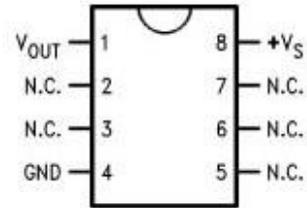
**TO-46
Metal Can Package***



*Case is connected to negative pin (GND)

**LM35H, LM35AH, LM35CH, LM35CAH or
LM35DH
See NS Package Number H03H**

**SO-8
Small Outline Molded Package**



N.C. = No Connection

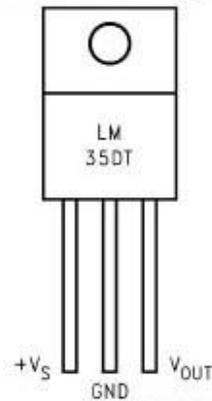
**Top View
Order Number LM35DM
See NS Package Number M08A**

**TO-92
Plastic Package**



**Order Number LM35CZ,
LM35CAZ or LM35DZ
See NS Package Number Z03A**

**TO-220
Plastic Package***



*Tab is connected to the negative pin (GND).

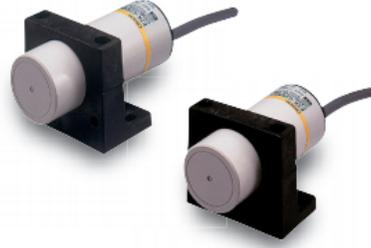
Note: The LM35DT pinout is different than the discontinued LM35DP.

**Order Number LM35DT
See NS Package Number TA03F**

Anexo D: Sensor Long-distance type E2K-C.

Adjustable Long-distance Sensor

- Detects both metallic and nonmetallic objects (water, plastic, etc.).
- CE Marking for DC 3-Wire and AC/DC 2-Wire Models.
- Noise-resistant Models added to the lineup for application in a wide range of industrial environments.



 Be sure to read *Safety Precautions* on page 7.

Ordering Information

Sensors [Refer to *Dimensions* on page 8.]

Appearance		Sensing distance	Model		
			Output configuration	Operation mode	
				NO	NC
Standard Models	Unshielded  34 dia.	 3 to 25 mm	DC 3-wire, NPN	E2K-C25ME1 2M	E2K-C25ME2 2M
			AC 2-wire	E2K-C25MY1 2M	E2K-C25MY2 2M
Noise-resistant Models	 34 dia.	 3 to 20 mm	DC 3-wire, NPN	E2K-C20MC1 2M	E2K-C20MC2 2M
			AC/DC 2-wire	E2K-C20MT1 2M	E2K-C20MT2 2M

Accessories (Order Separately)

Mounting Brackets [Refer to *Dimensions* on page 8.]

Appearance	Model	Quantity	Remarks
	Y92E-A34	1	Provided with the product.

Anexo E: Sensor de nivel.

REVATHI ELECTRONICS & CONTROLS

21

ITEM NO. : 10

**ITEM : SIDE MOUNTED LEVEL SWITCH EQUIVALENT TO SIKA GERMAN
REFER OUR G. A. DRG. NO. RSMFLS-1031-BF**

PRINCIPLE OF OPERATION :

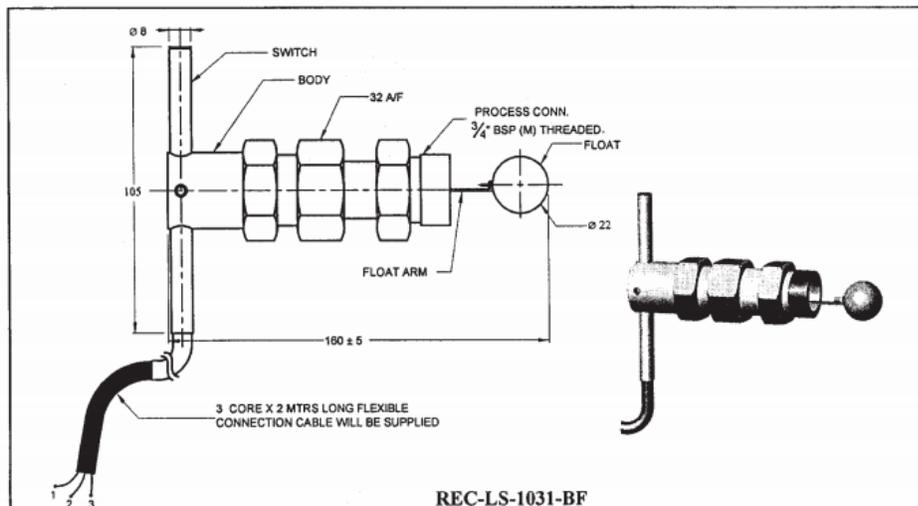
This instrument has a side mounted screwed process conn. of ¼" BSP (M). Float is fabricated out of Stainless Steel. This switch has got an alnico magnet inside. Magnet is not in contact with the liquid service. The actuation point is factory set. By the side of the Level Switch the magnetic switch is fixed. This magnetic switch is hermetically sealed, inert gas filled and contacts are gold plated. When the level rises above the actuation point the float buoys up alongwith level rise and actuates the magnetic switch, which is kept sealed inside the switch housing. This switch is completely isolated and they do not come in contact with liquid. The closure of the switch can operate a contactor or relay to indicate the level rise or decrease.

ADJUSTMENT OF THE SWITCHING UNIT:

- 1) First of all it has to be defined whether f normally open or normally closed operation is required. Now the locking screw has to be released and the switching unit has to be moved, so that the normally open operation or normally closed operation is located at the input of the cross drilling.
- 2) The switching point is adjustable within the normally closed operation or normally open operation, after the adjustment the locking screw has to be fastened again.
- 3) Unless otherwise requested the contacts are set for normally closed operation ie. the contacts are closed when the liquid level is high enough. By adjustment of the position of the switch housing normally open operation can be achieved.

MATERIAL SPECIFICATIONS:

- | | | |
|--|---|---|
| 1) Item | : | Float Type Level Switch For Low Oil Level Measurement |
| 2) Make / Type | : | "Revathi" equivalent to SIKA VH -200 |
| 3) Service | : | Oil |
| 4) Op Press $\frac{kg}{cm^2}$ / Temp ° C / Sp. Gr. | : | ATM / AMB - 200° C / 0.8 |
| 5) Function | : | The float movement of the level switch will be transmitted through a solid-non-magnetic poles. Thus, the float movement will impart a snap action to the electric switch element. |
| 6) Float & wetted parts material | : | Brass |
| 7) Switch housing material | : | Brass |
| 8) Process connection | : | ¼" BSP (M) Adaptor |
| 9) Output | : | Contact. |
| 10) Contact rating | : | 230 VAC 5 Amps (surge) 60 VAW 1 No. SPDT. This switch can directly operate. 110 / 230 VAC Siemens size 1 or L&T contractors. |
| 11) Qty. | : | To Mention |



Anexo F: Visualizaciones y mensajes del variador Siemens G110.

LED	Significado	Posición
No luce	Convertidor apagado / sin tensión	
1000 ms ON / 1000 ms OF	Conectado / listo	
LED luce permanentemente	Convertidor funcionando	
500 ms ON / 200 ms OF	Alarma general	
100 ms ON / 100 ms OF	Fallo	

Fallo	Significado
F0001	Sobrecorriente
F0002	Sobretensión
F0003	Subtensión
F0004	Sobretemperatura convertidor
F0005	Convertidor I ² T
F0011	Sobretemperatura I ² T del motor
F0051	Fallo parámetro EEPROM
F0052	Fallo pila de energía
F0060	Timeout del ASIC
F0072	USS (enlace COMM) fallo consigna
F0085	Fallo externo

Alarma	Significado
A0501	Límite corriente
A0502	Límite por sobretensión
A0503	Límite de mínima tensión
A0505	I ² T del convertidor
A0511	Sobretemperatura I ² t
A0910	Regulador Vdc-max desconectado
A0911	Regulador Vdc-max activo
A0920	Los parámetros del ADC no están ajustados adecuadamente
A0923	Señales JOG a derechas y JOG a izquierdas activas

Anexo G: Descripción del PLC Siemens S7 1200

General	SB 1223 DI 2x24 V DC, DQ 2x24 V DC	SB 1223 AQ 1x12bit
Referencia	6ES7 223-0BD30-0XB0	6ES7 232-4HA30-0XB0
Dimensiones (A x A x P)	38 x 62 x 21 (mm)	38 x 62 x 21 (mm)
Peso	40 gramos	40 gramos
Disipación de potencia	1,0 W	1,5 W
Consumo de corriente (bus SM)	50 mA	15 mA
Consumo de corriente (24 V DC)	4 mA/entrada utilizada	40 mA (sin carga)
Entradas/salidas	2 entradas (tipo 1 IEC sumidero) 2 salidas (estado sólido - MOSFET)	1 salida (tensión o intensidad)

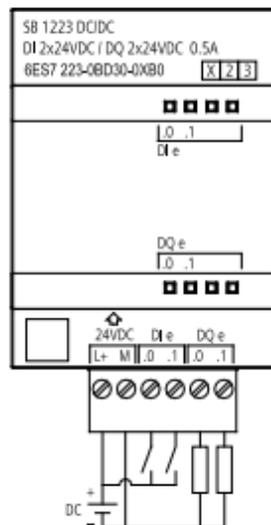
Entradas digitales	SB 1223 DI 2x24 V DC, DQ 2x24 V DC
Número y tipo de entradas (Número de entradas activadas simultáneamente)	Tipo 1 IEC sumidero: 2 entradas (2)
Tensión nominal	24 V DC a 4 mA, nominal
Tensión continua admisible	30 V DC, máx.
Sobretensión transitoria	35 V DC durante 0,5 seg.
Señal 1 lógica (mín.)	15 V DC a 2,5 mA
Señal 0 lógica (máx.)	5 V DC a 1 mA
Frecuencias de entrada de reloj HSC (máx.)	20 kHz (15 a 30 V DC); 30 kHz (15 a 26 V DC)
Aislamiento (campo a lógica)	500 V AC durante 1 minuto
Grupos de aislamiento	1
Tiempos de filtro	0,2, 0,4, 0,8, 1,6, 3,2, 6,4 y 12,8 ms Seleccionable en grupos de 2
Longitud de cable (metros)	500 apantallado, 300 no apantallado

Salidas digitales	SB 1223 DI 2x24 V DC, DQ 2x24 V DC
Número y tipo de salidas (Número de salidas activadas simultáneamente)	Estado sólido - MOSFET: 2 salidas (2)
Rango de tensión	20,4 a 28,8 V DC
Señal 1 lógica a intensidad máx.	20 V DC mín.
Señal 0 lógica con carga de 10K Ω	0,1 V DC máx.
Intensidad (máx.)	0,5 A
Carga de lámparas	5 W
Resistencia en estado ON (contactos)	0,6 Ω máx.
Corriente de fuga por salida	10 μ A máx.
Frecuencia de tren de impulsos	20 KHz máx., 2 Hz mín.
Sobrecorriente momentánea	5 A durante máx. 100 ms
Protección contra sobrecargas	No
Aislamiento (campo a lógica)	500 V AC durante 1 minuto
Grupos de aislamiento	1

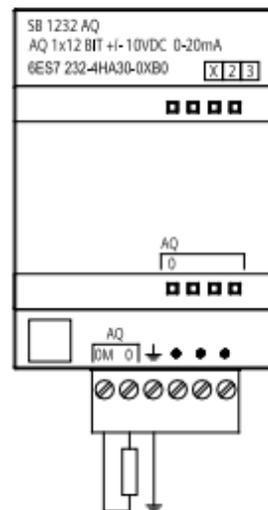
Salidas digitales	SB 1223 DI 2x24 V DC, DQ 2x24 V DC
Intensidad por neutro	1 A
Tensión de bloqueo inductiva	L+ menos 48 V, disipación de 1 W
Retardo de conmutación	2 μ s máx. OFF a ON; 10 μ s máx. ON a OFF
Reacción al cambiar de RUN a STOP	Último valor o valor sustitutivo (valor predeterminado: 0)
Longitud de cable (metros)	500 apantallado, 150 no apantallado

Salidas analógicas	SB 1223 AQ 1x12bit	
Número y tipo de salidas	1 (tensión o intensidad)	
Rango	± 10 V ó 0 a 20 mA	
Resolución	Tensión: 12 bits	Intensidad: 11 bits
Rango total (palabra de datos)	Tensión: -27.648 a 27.648	Intensidad: 0 a 27.648
Precisión (25°C / 0 a 55°C)	$\pm 0,5\%$ / $\pm 1\%$ de rango máximo	
Tiempo de estabilización (95% del nuevo valor)	Tensión: 300 μ S (R), 750 μ S (1 uF)	Intensidad: 600 μ S (1 mH), 2 ms (10 mH)
Impedancia de carga	Tensión: $\geq 1000 \Omega$	Intensidad: $\leq 600 \Omega$
Reacción al cambiar de RUN a STOP	Último valor o valor sustitutivo (valor predeterminado: 0)	
Aislamiento (campo a lógica)	Ninguno	
Longitud de cable (metros)	10 metros, trenzado y apantallado	
Diagnóstico	Rebase por exceso/defecto	Sí
	Cortocircuito a tierra (sólo en modo de tensión)	Sí
	Rotura de hilo (sólo en modo de intensidad)	Sí

SB 1223 2x24 V DC 2x24 V DC



SB 1232 AQ 1



Anexo H: Elementos electromecánicos

EL CONTACTOR.-

Am

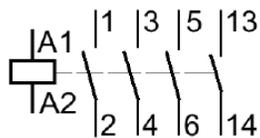
Es un mecanismo cuya misión es la de cerrar unos contactos, para permitir el paso de la corriente a través de ellos. Esto ocurre cuando la bobina del contactor recibe corriente eléctrica, comportándose como electroimán y atrayendo dichos contactos.



Marcado de bornes:

- **Bobina:** se marca con **A1** y **A2**.
- **Contactos auxiliares:** Como ya hemos nombrado, existen contactos normalmente abiertos (NO) o (NA) y normalmente cerrados (NC).
 - **Contactos NO.-** Se les asignarán números de 2 cifras, la primera cifra indica el número de orden y la segunda deberá ser 3 y 4. Ejemplos: **13-14**, **23-24**, **33-34**.
 - **Contactos NC.-** Se les asignarán números de 2 cifras, la primera cifra indica el número de orden y la segunda deberá ser 1 y 2. Ejemplos: **11-12**, **21-22**, **31-32**.
 - **Contactos principales:** Se marcan con los siguientes números o letras: **1-2**, **3-4**, **5-6**, o **L1-T1**, **L2-T2**, **L3-T3**.
- El **Contactor** se denomina con las letras **KM** seguidas de un número.
- **Relé Térmico:** Los bornes principales se marcarán como los contactos principales del contactor, **1-2**, **3-4**, **5-6**, o **L1-T1**, **L2-T2**, **L3-T3**. Los contactos auxiliares serán, **95-96** contacto cerrado y **97-98** contacto abierto.

Símbolo:



Elección del Contactor:

Cuando se va a elegir un Contactor hay que tener en cuenta, entre otros factores, lo siguiente:

- Tensión de alimentación de la bobina: Esta puede ser continua o alterna, siendo esta última la más habitual, y con tensiones de 12 V, 24 V o 220 V.
- Número de veces que el circuito electromagnético va a abrir y cerrar. Podemos necesitar un Contactor que cierre una o dos veces al día, o quizás otro que esté continuamente abriendo y cerrando sus contactos. Hay que tener en cuenta el arco eléctrico que se produce cada vez que esto ocurre y el consiguiente deterioro.
- Corriente que consume el motor de forma permanente (corriente de servicio).

Por lo tanto es conveniente el uso de catálogos de fabricantes en los que se indican las distintas características de los Contactores en función del modelo.

EL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO .-

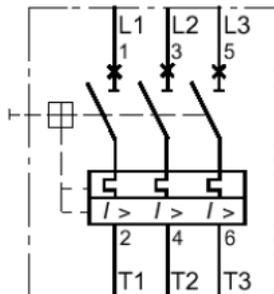
Aspecto físico:



Su misión es la de proteger a la instalación Y al motor, abriendo el circuito en los siguientes casos:

- *Cortocircuito*: En cualquier punto de la instalación.
- *Sobrecarga*: Cuando la intensidad consumida en un instante, supera la intensidad a la que está calibrada el magnetotérmico.

Símbolo:



Elección del interruptor automático magnetotérmico:

Se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Hay que seleccionar el tipo de *curva de disparo*. Ver tabla adjunta.
2. Elegir el *calibre* o intensidad nominal, cuyo valor será inferior o igual a la que consume el receptor de forma permanente.

<i>Curva de disparo</i>	<i>Corriente de magnético</i>	<i>Calibre</i>	<i>Aplicaciones</i>
B	5	2	Protección generadores, de personas y grandes longitudes de cable.
		3	
		4	
C	10	6	Protección general.
		10	Protecciones de receptores con elevadas corrientes de arranque.
D	20	16	
		20	
Z	3,6	25	Protección de circuitos electrónicos.

Otro tipo de accesorio bastante utilizados son las **BORNAS DE CONEXIÓN**.

Aspecto físico:



Partes de que está compuesta:

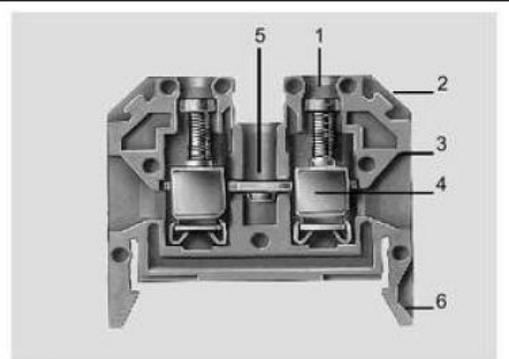


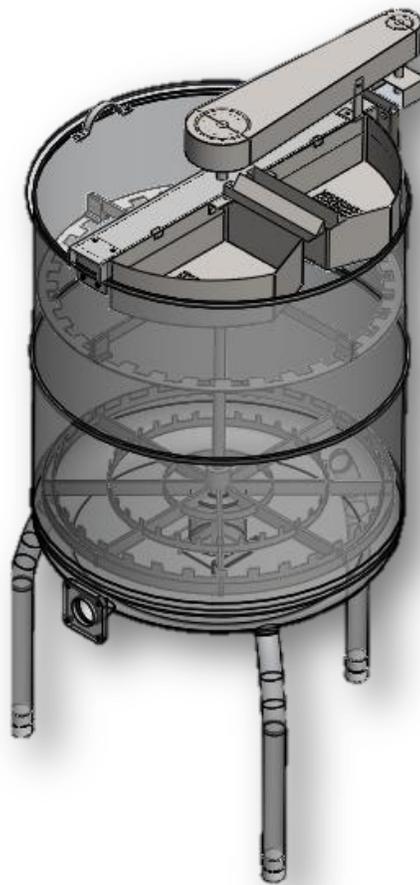
Fig. 16/9
Borna de paso 8WA1 con conexión por tornillo a
ambos lados, vista en sección

- 1 Guía del destornillador
- 2 Cavity para placa de designación
- 3 Embudo para entrada de cables
- 4 Cuerpo de bornas
- 5 Taladro roscado para pletina de unión paralela
- 6 Pie de retención elástico

Anexo I: Manual de operación y mantenimiento

SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MIEL DE ABEJAS

Guía de Operación



KP 1.1

CONTENIDO

1. Características	153
2. Seguridades	154
3. Partes del tablero de control	156
4. Partes del sistema de extracción	157
5. Puesta en marcha	158
6. Limpieza:	160

Información de seguridad:

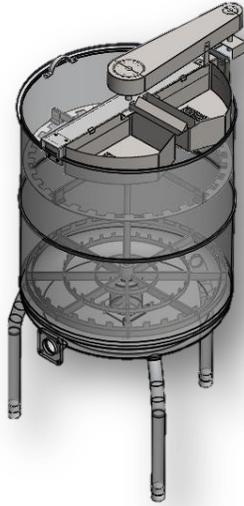
Tome las precauciones básicas de seguridad siempre que vaya a operar este sistema para reducir el riesgo de daños por fuego, atascamiento o descarga eléctrica.

1. Lea y comprenda todas las instrucciones de la documentación presentada.
2. Tenga presente todos los avisos y las instrucciones indicadas en el sistema.
3. Antes de limpiar, desenchufe el sistema de la toma de corriente.
4. No instale ni utilice este sistema si el tablero de control o los dispositivos de control estén cerca de agua o mojados.
5. Instale el sistema de manera segura en un lugar estable y espacioso
6. Instale el sistema en un lugar protegido donde nadie pueda pisar el cable de alimentación eléctrica ni tropezar con él, y donde los cables no sufran daños.
7. No hay piezas del sistema que se puedan reparar instalado, consulte con personal calificado.
8. Use solo los adaptadores propios del sistema.



NOTA: El sistema de extracción de miel de abejas debe ser operado por personal calificado.

1. Características



Con este sistema de extracción de miel de abejas se ha solucionado los muchos inconvenientes del proceso artesanal, ya que al utilizarlo se evita en su totalidad la manipulación de marcos durante alguna etapa del proceso aumentando la calidad y limpieza de la miel.

El tiempo que tarda en realizar el proceso es el mínimo que puede utilizarse en extracciones de miel de abejas, por lo que resulta muy eficiente para el apicultor en el momento de tener grandes cosechas.

Las cuchillas que proporcionan permiten realizar el proceso de desoperculación en cuestión de segundos, y sin desperdicio de miel. También el filtro tiene incorporado evitando más desperdicio. Estas son las razones de que la producción de miel aumenta.



Consejo: Desconectar el equipo mientras no está en funcionamiento y mantener limpio para evitar la entrada de bacterias.



Sistema automatizado construido totalmente en acero inoxidable controlada por un PLC (Controlador Lógico Programable) que permite la inspección del estado de cada etapa del proceso y avisos de falla, los cuales se visualizan a través de una pantalla con una interfaz amigable.

Motor: 0,5 HP

Capacidad: 32 marcos pequeños y 16 grandes

Voltaje: 220 Voltios monofásico

Dimensiones: 110 – 110 – 50

Tiempo por carga = 5 min

Precio: 5 000 dólares

Tiempo de instalación: 8 horas

2. Seguridades



¡PELIGRO DE ATASCAMIENTO!

No llevar prendas holgadas, el pelo suelto, collares, cadenas ni cualquier otro elemento que pueda ser enganchado por la máquina.



¡PELIGRO DE ATASCAMIENTO!

No introducir las manos en las bandas del motor, en los ejes o en el tambor de la centrifuga cuando esté en funcionamiento.



¡PELIGRO SUPERFICIE CALIENTE!

No tocar las cuchillas cuando estén en funcionamiento.



¡PELIGRO VOLTAJE!

No manipular los cables mientras el sistema de extracción esté en funcionamiento; para cualquier emergencia, presione el paro de emergencia.



¡PRECAUCIÓN!

El montaje y desmontaje del PLC o el variador deberá realizarse de manera segura, siguiendo las instrucciones dadas por el fabricante.



Las operaciones de mantenimiento que puedan poner un peligro la seguridad, se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo, habiendo comprobado la inexistencia de energías residuales peligrosas y habiendo tomado las medidas necesarias para evitar su puesta en marcha o conexión accidental mientras esté efectuándose la operación.



Cuando sea necesario limpiar o retirar residuos cercanos a un elemento peligroso, la operación deberá realizarse con los medios auxiliares adecuados y que garanticen una distancia de seguridad suficiente.



Comprobar periódicamente el buen funcionamiento de los equipos para evitar fallos de los mismos.

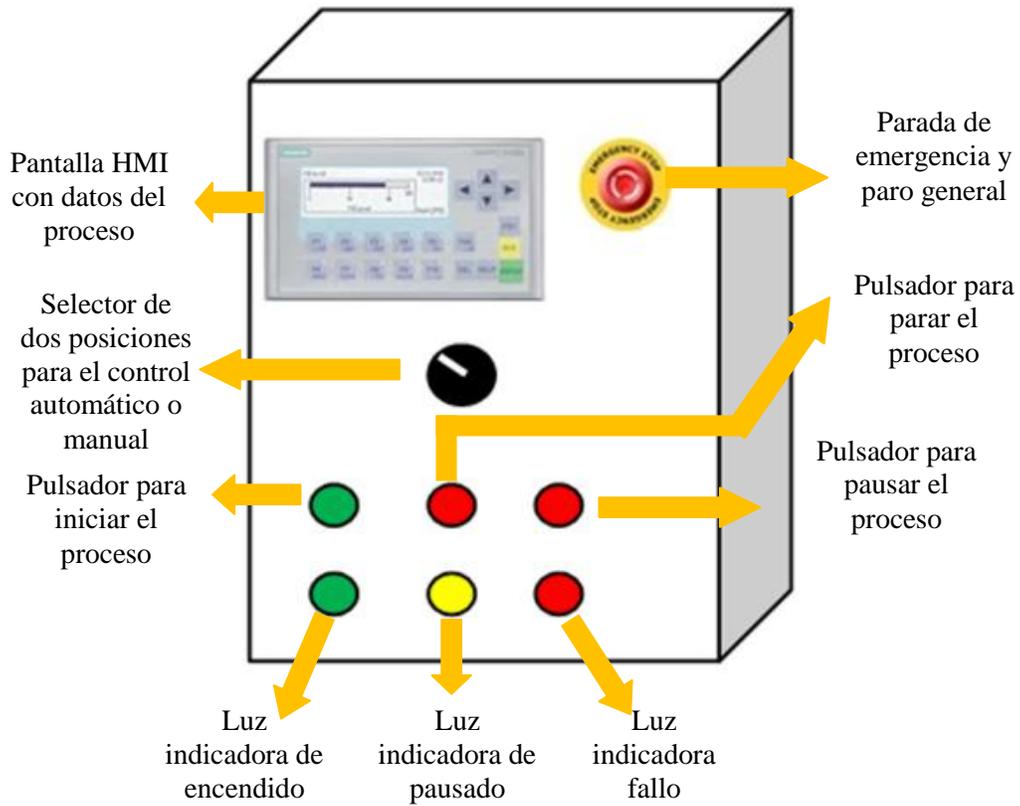


No anular los dispositivos de seguridad del sistema de extracción así como retirar las protecciones o resguardos que disponga.

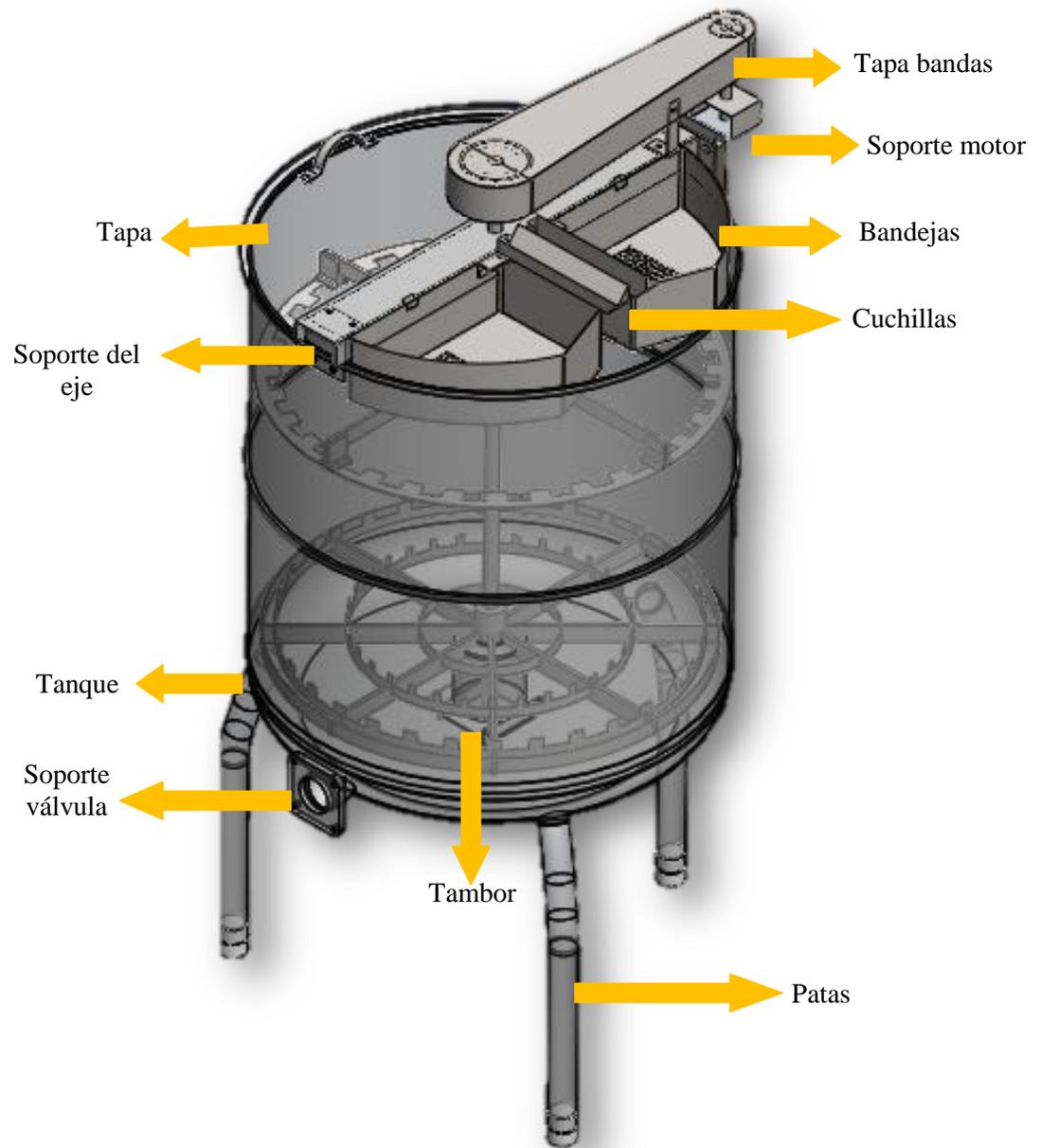


Toda persona que tenga que utilizar el sistema de extracción debe recibir la información y formación necesaria sobre los riesgos que supone su manejo así como las condiciones de utilización de la misma.

3. Partes del tablero de control



4. Partes del sistema de extracción



5. Puesta en marcha

1. Conecte a la toma de energía de 220V (monofásico), con el enchufe que está debajo del tablero de control.



2. Desactive el paro general o paro de emergencia.
3. Seleccione el Modo de trabajo con el selector de automático o manual.

Modo de trabajo
Automático

4. Pulse el botón ON para iniciar el proceso.
5. Espere el aviso de que las cuchillas están a una temperatura adecuada
6. Ingrese los marcos uno a uno, el extractor gira después de cada ingreso, hasta las guías puestas.



No ingrese los marcos o las manos mientras el extractor gira.

Una vez ingresado los 8 marcos la centrifugación se ejecuta por 4 min automáticamente,

7. **Retire los marcos cuando la pantalla le indique.**

Modo de trabajo manual

8. **Pulse el botón ON para iniciar el proceso.**
9. **Seleccione en la pantalla el calentamiento de las cuchillas**
10. **Ingrese los marcos uno a uno girando manualmente hasta 32 marcos que es la capacidad total.**



Ubique los marcos de manera equilibrada para evitar vibraciones.

11. Seleccione en el tablero el inicio de la centrifugación.

12. Seleccione en el tablero para detener la centrifugación

13. Retire los marcos cuando la pantalla le indique.

14. Si la pantalla envía una señal de nivel lleno abra la válvula poniendo un recipiente para la recolección de la miel filtrada.

15. Repita la operación las veces que sea necesario para terminar toda la extracción.



En la pantalla se puede visualizar el proceso paulatinamente, y además registra el número de marcos hasta su reinicio.

16. Una vez finalizado el proceso, pulse el botón off para la parada de la máquina.

17. Presione el paro de emergencia o paro general por seguridad.

18. Una vez culminada la extracción, y antes de desconectar de la toma de corriente, desactive el magnetotérmico del tablero de control.



Si la luz de aviso de fallo es encendida, lea el aviso de la pantalla, si apague la máquina para resolverlo a llame a un experto.



Siempre permanezca junto a la máquina mientras esté en funcionamiento, para monitorearla.

6. Limpieza:

La limpieza se la realiza de manera rápida, por lo general después de cada extracción ara evitar cualquier tipo de contaminación.

1. Asegúrese que la máquina este sin energía eléctrica.
2. Ingrese en la parte interna del tanque una manguera a presión y lave el tanque. De preferencia agua caliente.

3. Por fuera, la limpieza se la realiza en seco ya que puede afectar a los dispositivos.

4. Retirar el opérculo de las bandejas y lavarlas



Si la máquina necesita una limpieza más exhaustiva, desmontarla con las herramientas adecuadas

