



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DOSIFICACIÓN
DE LÍQUIDOS DE DIFERENTES DENSIDADES, CONTROLADO
MEDIANTE TECNOLOGÍA DE DISPOSITIVOS MÓVILES PARA LA
MICROEMPRESA FULL CREAM”**

AUTORES:

PACHECO CUEVA YESSENIA PAMELA

PAZMIÑO VÁSCONEZ JUAN PABLO

DIRECTOR: ING. SÁNCHEZ WILSON

CODIRECTOR: ING. JACHO NANCY

LATACUNGA, DICIEMBRE, 2014

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA****CERTIFICACIÓN**

ING. SÁNCHEZ WILSON (DIRECTOR)

ING. JACHO NANCY (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDOS DE DIFERENTES DENSIDADES, CONTROLADO MEDIANTE TECNOLOGÍA DE DISPOSITIVOS MÓVILES PARA LA MICROEMPRESA FULL CREAM” realizado por los señores: PACHECO CUEVA YESSENIA PAMELA y PAZMIÑO VÁSCONEZ JUAN PABLO ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, **SI** recomiendan su publicación.

Latacunga, Agosto 2014

ING. SÁNCHEZ WILSON**DIRECTOR**-----
ING. JACHO NANCY**CODIRECTOR**

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros, PACHECO CUEVA YESSENIA PAMELA

PAZMIÑO VÁSCONEZ JUAN PABLO

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDOS DE DIFERENTES DENSIDADES, CONTROLADO MEDIANTE TECNOLOGÍA DE DISPOSITIVOS MÓVILES PARA LA MICROEMPRESA FULL CREAM” ha sido desarrollada con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme a las referencias que constan en las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

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

Latacunga, Agosto 2014

PACHECO YESSENIA

C.C. 0502761471

PAZMIÑO JUAN PABLO

C.C. 1803552825

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA****AUTORIZACIÓN**

Nosotros, PACHECO CUEVA YESSENIA PAMELA Y PAZMIÑO VÁSCONEZ JUAN PABLO

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDOS DE DIFERENTES DENSIDADES, CONTROLADO MEDIANTE TECNOLOGÍA DE DISPOSITIVOS MÓVILES PARA LA MICROEMPRESA FULL CREAM”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Agosto 2014

PACHECO YESSENIA

C.C. 0502761471

PAZMIÑO JUAN PABLO

C.C. 1803552825

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida, brindarme la sabiduría y fortaleza necesaria para culminar esta etapa en mi vida.

A mis padres por el cuidado, ética y conocimiento que han sido un pilar fundamental en la culminar este proceso.

A mis hermanos que con sus ocurrencias me alegran y distraen de la rutina.

A Mi pequeño André Julián que con sus travesuras inesperadas iluminan mi camino de vida

A Roberto por su amor y apoyo incondicional.

A toda mi familia por su confianza.

A Juan Pablo por ser mi compañero de tesis y amigo.

Yess

Agradezco a mi ñaña Elenita por el apoyo incondicional y desinteresado que me brindo cada instante de este camino.

Al maestro Eduardo López por su bondadosa y paciente enseñanza en el desarrollo de este proyecto.

A mi familia porque de una u otra forma siempre han estado prestos para arrimar el hombro cuando ha sido necesario.

A mi amiga y compañera Yessenia por el esfuerzo y constancia en la realización de este proyecto.

A Mari por estar a mi lado en este camino siendo una guía y apoyo en mi vida.

A Juan López por ser amigo incondicional y compañero de ciencia.

Juan Pablo

DEDICATORIA

A Luis y Bertha, por su amor infinito, por los valores que me han inculcado, por el empeño, el apoyo, la entrega y la dedicación que me han transmitido para recorrer por el camino de la vida.

A Cristhian y Erick por su amor, apoyo y compañía.

André Julián por el amor, la energía, la luz y el brillo que me brinda.

A toda mi familia por estar siempre pendiente de mí.

Yess

A la paciencia y dedicación de mi familia, amigos y todos quienes estuvieron a mi lado en este largo trajinar.

En especial a un angelito que siempre me cuidó y acompañó.

Juan Pablo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
RESUMEN	xx
ABSTRACT.....	xxi
INTRODUCCIÓN.....	xxii

CAPÍTULO I GENERALIDADES

1.1. TEMA DEL PROYECTO	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.3. JUSTIFICACIÓN	2
1.4. OBJETIVO GENERAL:	3
1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	3
1.6. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL PROYECTO	4

CAPÍTULO II ESTADO DEL ARTE

2.1.	BREVE HISTORIA DE LOS HELADOS	5
2.2.	MICRO EMPRESA FULL CREAM	7
2.3.	LA CONGELACIÓN EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LOS HELADOS	7
2.4.	SISTEMAS DE DOSIFICACIÓN	11
2.4.1.	DOSIFICADOR VOLUMÉTRICO	11
2.4.2.	DOSIFICADOR PARA LÍQUIDOS Y PASTOSOS.....	13
2.4.3.	DOSIFICADOR SIN FIN.....	14
2.5.	TRANSPORTADOR POR TORNILLO SIN FIN	15
2.5.1.	DESCRIPCIÓN	15
2.5.2.	PARTES FUNDAMENTALES	15
2.6.	SISTEMA TELESCÓPICO	16
2.7.	ENGRANAJES.....	17
2.8.	CADENAS DE TRANSMISIÓN	17
2.9.	RODAMIENTOS LINEALES	18
2.10.	LUBRICANTES	19
2.11.	MATERIALES	20
2.11.1.	ACERO INOXIDABLE	20
2.11.2.	POLÍMEROS.....	21
2.12.	MOTORES ELÉCTRICOS	22
2.13.	BOMBAS DOSIFICADORAS	23
2.13.1.	FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS DE DOSIFICACIÓN.....	23
2.13.2.	CLASIFICACIÓN BOMBAS DE DOSIFICACIÓN.....	23
2.14.	CONTACTOR	24

2.15.	RELÉ DE ESTADO SÓLIDO.....	25
2.15.1.	VENTAJAS DE UTILIZAR LOS RELÉS DE ESTADO SOLIDO:.....	26
2.16.	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA	26
2.16.1.	EL FUSIBLE	26
2.16.2.	EL INTERRUPTOR MAGNETO TÉRMICO	27
2.17.	ELECTROVÁLVULAS.....	28
2.18.	FUENTE DE ALIMENTACIÓN	29
2.18.1.	CLASIFICACIÓN.....	29
2.18.2.	ESPECIFICACIONES	29
2.19.	EL SERVOMOTOR.....	30
2.19.1.	FUNCIONAMIENTO.....	31
2.20.	ARDUINO.....	32
2.20.1.	ARDUINO MEGA 2560	33
2.20.2.	3.2 "TFT LCD TOUCH SHIELD PARA ARDUINO	34
2.20.3.	DRIVERS L298n	35
2.21.	TECNOLOGÍA DE COMUNICACIONES DE REDES INALÁMBRICAS	35
2.22.	DISPOSITIVOS MÓVILES	36
2.22.1.	GENERALIDADES.....	36
2.22.2.	CARACTERÍSTICAS.....	37
2.23.	SISTEMA OPERATIVO ANDROID	38
2.23.1.	ARQUITECTURA DE ANDROID:.....	39
a.	APLICACIONES:.....	39
b.	ARMAZÓN DE APLICACIONES:.....	39
c.	LIBRERÍAS:	39
d.	ANDROID RUNTIME:	39

2.24.	APP INVENTOR	40
-------	--------------------	----

CAPÍTULO III DISEÑO Y SELECCIÓN

3.1.	DISEÑO Y SELECCIÓN	42
3.2.	CAPACIDAD DEL EQUIPO	42
3.3.	PARÁMETROS DE DISEÑO	44
3.3.1.	CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA.....	44
3.3.2.	CARACTERÍSTICAS DEL DOSIFICADOR.....	44
3.3.3.	FACTOR DE SEGURIDAD	45
3.3.4.	SELECCIÓN DE MATERIALES.....	45
3.4.	DESCRIPCIÓN	48
3.4.1.	PRIMERA ESTACIÓN.....	48
3.4.2.	SEGUNDA ESTACIÓN	49
3.5.	DISEÑO DE LA TOLVA	49
3.5.1.	DIMENSIONES	50
3.5.2.	TENSIÓN DE VON MISES	52
3.5.3.	FACTOR DE SEGURIDAD	53
3.6.	DISEÑO DEL SIN FIN.....	54
3.6.1.	DIMENSIÓN RECOMENDADA DE UN TRANSPORTADOR DE TORNILLO.	55
3.6.2.	CAPACIDAD DEL TRANSPORTADOR DE TORNILLO.	56
3.6.3.	PARÁMETROS	58
3.6.4.	LA POTENCIA DEL MOTOR.	58
a.	POTENCIA NECESARIA PARA TRANSPORTAR EL MATERIAL. .	59
b.	POTENCIA DE ACCIONAMIENTO DEL TORNILLO SIN CARGA. .	59

c.	POTENCIA DEBIDO A LA INCLINACIÓN.	60
3.6.5.	CALCULO DE LAS POTENCIAS.....	60
3.6.6.	DISEÑO DE ARTESA.....	61
a.	DIMENSIONAMIENTO.....	62
b.	ANÁLISIS DE VON MISES DE LA ARTESA.....	63
c.	FACTOR DE SEGURIDAD DE LA ARTESA.....	63
3.6.7.	ANÁLISIS DE VON MISES DEL TORNILLO SIN FIN.....	64
3.6.8.	FACTOR DE SEGURIDAD DEL TORNILLO SIN FIN.....	65
3.7.	ESTACIÓN UNO.....	66
3.7.1.	ANÁLISIS DE VON MISES DE LA ESTRUCTURA.....	66
b.	ANÁLISIS DE FACTOR DE SEGURIDAD DE LA ESTRUCTURA.....	67
3.8.	ESTRUCTURA ESTACIÓN DOS.....	67
3.8.2.	ANALISIS DE VON MISES ESTRUCTURA DOS.....	69
3.8.3.	ANÁLISIS DE FACTOR DE SEGURIDAD DE ESTRUCTURA DOS.....	69
3.9.	SISTEMA DE TRASLACIÓN DE MOLDES.....	70
3.10.	CICLO DE REFRIGERACIÓN.	72
3.10.1.	COMPRESOR:.....	73
3.10.2.	CONDENSADOR:.....	73
3.10.3.	EVAPORADOR:.....	74
3.10.4.	DISPOSITIVO DE EXPANSIÓN:	74
3.11.	DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO	74
3.11.1.	MOTOR DE 1 HP A 220V	77
3.11.2.	MOTOR 3HP A 220V	77
3.11.3.	MOTOR DE ½ HP A 220V	77

3.11.4. ELECTROVÁLVULA A 110V	77
3.11.5. SELECCIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....	78
a. CONDUCTOR ELÉCTRICO DEL MOTOR	79
b. CONDUCTOR ELÉCTRICO DEL CIRCUITO DE CONTROL.....	79
3.12. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL → ARDUINO	80
3.12.1. DESCRIPCIÓN GENERAL	80
3.12.2. PERSPECTIVAS DEL SISTEMA	80
3.12.3. FUNCIONES DEL DISPOSITIVO	80
a. RECIBIR, INTERPRETAR Y PROCESAR SEÑALES DE SENSORES.	81
b. PERMITIR LA INTERACCIÓN CON EL OPERADOR.	81
c. ENVIAR SEÑALES A LOS ACTUADORES Y ELEMENTOS DE CONTROL.....	81
d. ENVIAR Y RECIBIR DATOS VÍA BLUETOOTH.	82
3.12.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS USUARIOS.....	82
3.12.5. RESTRICCIONES.....	82
3.12.6. SUPOSICIONES Y DEPENDENCIAS	82
3.12.7. REQUISITOS	83
a. REQUISITOS FUNCIONALES (RF).....	83
a.1. RECIBIR, INTERPRETAR Y PROCESAR SEÑALES DE SENSORES.	83
a.2. PERMITIR LA INTERACCIÓN CON EL OPERADOR.	83
a.3. ENVIAR SEÑALES A LOS ACTUADORES Y ELEMENTOS DE CONTROL.....	84
a.4. ENVIAR Y RECIBIR DATOS VÍA BLUETOOTH.	84
3.12.8. SELECCIÓN DE INTERFACES EXTERNOS	84
a. INTERFACES DE USUARIO	84

b.	INTERFACES HARDWARE.....	85
c.	INTERFACES SOFTWARE	87
d.	INTERFACES DE COMUNICACIÓN	87
3.12.9.	REQUISITOS TECNOLÓGICOS	88
3.12.10.	DISEÑO	88
3.13.	DISEÑO DEL APLICATIVO → ANDROID	90
3.13.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL	90
a.	PERSPECTIVA DE LA APLICACIÓN	90
b.	FUNCIONES DEL DISPOSITIVO	90
b.1.	CONECTARSE Y DESCONECTARSE DEL CONTROLADOR.....	91
b.2.	ENCENDIDO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y MONITOREO DE DATOS DE TEMPERATURA.....	91
b.3.	SELECCIÓN Y ENVÍO DE LA RECETA A REALIZARSE.....	91
b.4.	ARRANQUE DEL PROCESO DE DOSIFICACIÓN Y MONITOREO DE LA CANTIDAD DE HELADOS PRODUCIDOS.	91
c.	CARACTERÍSTICAS DE LOS USUARIOS.....	91
d.	RESTRICCIONES.....	92
e.	SUPOSICIONES Y DEPENDENCIAS	92
3.13.2.	REQUISITOS	92
a.	REQUISITOS FUNCIONALES(RF).....	92
a.1.	CONECTARSE Y DESCONECTARSE DEL CONTROLADOR.....	92
a.2.	ENCENDIDO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y MONITOREO DE DATOS DE TEMPERATURA.....	93
a.3.	SELECCIÓN Y ENVÍO DE LA RECETA A REALIZARSE.....	94
a.4.	ARRANQUE DEL PROCESO DE DOSIFICACIÓN Y MONITOREO DE LA CANTIDAD DE HELADOS PRODUCIDOS.	94
b.	REQUISITOS DE INTERFACES EXTERNOS.....	95

		xiv
b.1.	INTERFACES DE USUARIO	95
b.2.	INTERFACES HARDWARE.....	95
b.3.	INTERFACES SOFTWARE	95
b.4.	INTERFACES DE COMUNICACIÓN	95
c.	REQUISITOS TECNOLÓGICOS	96
d.	SOFTWARE DE DESARROLLO	96
e.	DISEÑO	96

CAPÍTULO VI IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS

4.1.	INTRODUCCIÓN	98
4.2.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.....	98
4.3.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO	99
4.3.1.	ESTACIÓN UNO	99
4.3.2.	ESTACIÓN DOS	102
4.4.	TABLERO DE CONTROL	106
4.5.	SISTEMA DE CONTROL → ARDUINO.....	109
4.6.	APLICACIÓN → ANDROID	116

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	CONCLUSIONES.....	127
5.2.	RECOMENDACIONES	128
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.	Resumen del micro controlador	33
Tabla 3.1.	Descripción de operaciones por tiempo.....	44
Tabla 3.2.	Factores de seguridad	45
Tabla 3.3.	Características del Nailon	47
Tabla 3.4.	Densidades de frutas	51
Tabla 3.5.	Fluidez del Material.....	56
Tabla 3.6.	Variación de C según β	57
Tabla 3.7.	Descripción de la segunda estacion	68
Tabla 3.8.	Breaker principal	78
Tabla 3.9.	Especificaciones de Arduino Mega	86
Tabla 4.1.	Descripción de elementos del tablero de control	108
Tabla 4.2.	Disposición de pines de la tarjeta Arduino	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.	Proceso general de fabricación de helados	9
Figura 2.2.	Dosificador volumétrico.....	12
Figura 2.3.	Dosificador líquido pastoso	13
Figura 2.4.	Dosificador sin fin.....	14
Figura 2.5.	Componentes transportador de Tornillo sin fin	16
Figura 2.6.	Nomenclatura de los engranajes	17
Figura 2.7.	Componentes de la cadena	18
Figura 2.8.	Rodamientos lineales a bolas autoalineables	19
Figura 2.9.	Láminas de acero inoxidable	21
Figura 2.10.	Polímeros.....	22
Figura 2.11.	Motor eléctrico AC	22
Figura 2.12.	Bombas dosificadoras de diafragma y pistón.....	24
Figura 2.13.	Contactador	25
Figura 2.14.	Relé de estado sólido	25
Figura 2.15.	Fusible	27
Figura 2.16.	Magneto térmico	28
Figura 2.17.	Electroválvula.....	28
Figura 2.18.	Fuente de alimentación.....	30
Figura 2.19.	Dimensiones servomotor	30
Figura 2.20.	Estructura interna de un servomotor.....	32
Figura 2.21.	Arduino Mega 2560 R3 frontal	34
Figura 2.22.	TFT Shield Arduino	34
Figura 2.23.	Modulo puente H L298N de 2A.....	35
Figura 2.24.	Adaptador de Bluetooth	36
Figura 2.25.	Dispositivos móviles.....	38

Figura 2.26.	Arquitectura de Android	40
Figura 2.27.	Editor de bloques de App Inventor	41
Figura 3.1.	Dimensiones piscina en milímetros.....	42
Figura 3.2.	Dimensiones de molde (Jaba) en milímetros	43
Figura 3.3.	Primera estación	48
Figura 3.4.	Segunda estación	49
Figura 3.5.	Dimensiones de la tolva (metros).....	50
Figura 3.6.	Comprobación de masa y volumen de la tolva	52
Figura 3.7.	Tensión de Von Mises.....	53
Figura 3.8.	Factor de seguridad de la tolva	54
Figura 3.9.	Tornillo sin fin.....	54
Figura 3.10.	Componentes del sin fin.....	55
Figura 3.11.	Dimensiones de la artesa.....	62
Figura 3.12.	Tensión de Von mises de la artesa	63
Figura 3.13.	Factor de seguridad de la artesa	64
Figura 3.14.	Tensión de von mises del sin fin	64
Figura 3.15.	Factor de seguridad del sin fin	65
Figura 3.16.	Tensión de von mises en la estructura uno.....	66
Figura 3.17.	Análisis de factor de seguridad de la estructura uno	67
Figura 3.18.	Tensión von mises estructura dos	69
Figura 3.19.	Análisis de factor de seguridad estructura dos	70
Figura 3.20.	Ciclo de refrigeración	73
Figura 3.21.	Circuito de potencia	76
Figura 3.22.	Aislamiento óptico.....	80
Figura 3.23.	Arduino Mega 2560.....	85
Figura 3.24.	Ambiente de desarrollo Arduino	87

Figura 3.25.	Pantalla inicial	88
Figura 3.26.	Pantalla Modo Tablero	88
Figura 3.27.	Pantalla Selección Receta	89
Figura 3.28.	Pantalla de Producción	89
Figura 3.29.	Pantalla Modo Smartphone.....	89
Figura 3.30.	Pantalla principal del Dispositivo.....	96
Figura 3.31.	Pantalla selección de receta del Dispositivo	97
Figura 3.32.	Pantalla de Producción del dispositivo.....	97
Figura 4.1.	Sistema de dosificación	98
Figura 4.2.	Acople tolva sin-fin.....	99
Figura 4.3.	Acople de telescopios	100
Figura 4.4.	Acople carro de nylon	100
Figura 4.5.	Acople estructura	101
Figura 4.6.	Acople de ejes	101
Figura 4.7.	Acople del motor 24V	102
Figura 4.8.	Acoples de bisagras de nylon	103
Figura 4.9.	Acople de servomotores	103
Figura 4.10.	Acople del rodillo.....	104
Figura 4.11.	Acople de Jaula	104
Figura 4.12.	Acople de la peinilla	105
Figura 4.13.	Acople de estructura	105
Figura 4.14.	Instalación de elementos eléctricos	106
Figura 4.15.	Acople de borneras.....	107
Figura 4.16.	Instalaciones de tablero de control	109
Figura 4.17.	Ingreso al ambiente Arduino	110
Figura 4.18.	Selección de puerto de comunicación	111

Figura 4.19.	Selección de tarjeta Arduino	111
Figura 4.20.	Programación en Arduino	112
Figura 4.21.	Cargar Sketch	112
Figura 4.22.	Compilando y cargando el Sketch	113
Figura 4.23.	Conexiones de la tarjeta Arduino	113
Figura 4.24.	Pantalla Modo Manual	114
Figura 4.25.	Abrir Cuenta de Gmail.....	116
Figura 4.26.	Pantalla de Bienvenida	116
Figura 4.27.	Ingreso de nombre de la aplicación	117
Figura 4.28.	Entorno de desarrollo → Diseñador.....	117
Figura 4.29.	Entorno de desarrollo → Programación.....	118
Figura 4.30.	Pantalla principal.....	120
Figura 4.31.	Dirección MAC del módulo Bluetooth HC – 06	120
Figura 4.32.	Diagrama Puzle de programación.....	121
Figura 4.33.	Pantalla de la receta	122
Figura 4.34.	Pantalla de resumen	123
Figura 4.35.	Selección de programa	124
Figura 4.36.	Compilar y descargar el programa	124
Figura 4.37.	Instalar la aplicación	125
Figura 4.38.	Espera de instalación.....	125
Figura 4.39.	Aplicación en el Smartphone	126

RESUMEN

La microempresa FULL CREAM, tiende a innovar la producción de helados en distintos tipos y sabores, utiliza el sistema de congelación denominado salmuera para solidificar los helados de paleta. El ambiente de trabajo al que el operador, se expone le causa enfermedades laborales como: estrés térmico causado por el frío, problemas lumbares y respiratorios debido a las bajas temperaturas. Considerando esta situación, se diseñó e implementó un sistema de dosificación de líquidos de diferentes densidades, controlado mediante tecnología de dispositivos móviles. Con la información recopilada acerca de dosificadores se seleccionó un dosificador de tornillo sin fin, que permite distribuir elementos sólidos equitativamente; el acero inoxidable y polímeros fueron los materiales ideales en la construcción de piezas y partes aptos para el ambiente alimenticio en el que se trabajó. El sistema de control empleado está basado en un AVR (micro controlador) acondicionado mediante una tarjeta Arduino; conectado a una pantalla Touch, permite la selección de la receta y el arranque de la producción, esto puede realizarse también de forma inalámbrica mediante un Smartphone, cuya aplicación fue desarrollada en App Inventor 2. Cabe recalcar que el sistema de control y su programación se desarrollaron bajo licencias de hardware y software libres; así también la aplicación para Android, soportada desde Gingerbread (versión 2.3). La máquina permite una producción de 256 helados por lote en un tiempo aproximado de 45 minutos, minimizando tiempo de producción y optimizando los recursos para la homogenización del producto, así también preservando la salud del operador.

Palabras claves: Dosificación, Arduino, Smartphone, Android, Touch.

ABSTRACT

Microenterprise FULL CREAM tends to innovate the production of ice cream in different types and flavors, using the system called salmuera freezing to solidify popsicles. The work environment to which the operator is exposed causes illnesses such as heat stress caused by cold, low back and breathing problems due to low temperatures. Considering this situation, we designed and implemented a system for dispensing liquids of different densities, controlled by mobile technology. With the information collected about dosing dropper worm that allows solids evenly distribute selected; stainless steel and polymers were ideal materials in the construction of parts and the feeding parts suitable environment in which we worked. The control system used is based on an AVR (microcontroller) conditioned by an Arduino board; connected to a touch screen allows selection of the recipe and the start of production, this can also be done wirelessly using a Smartphone, the application was developed in App Inventor 2. It is noteworthy that the control system and programming developed under free licenses software and hardware; well as the Android app, supported from Gingerbread (version 2.3). The machine allows production of ice cream per batch 256 in approximately 45 minutes, minimizing production time and optimizing resources for the homogenization of the product, while preserving the health of the operator.

Keywords: Dosage, Arduino, Smartphone, Android, Touch

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto describe el Diseño e implementación de un sistema de dosificación de líquidos de diferentes densidades, controlado mediante tecnología de dispositivos móviles para la microempresa Full Cream para optimizar el proceso productivo

Este proyecto está dividido en 5 capítulos, el capítulo I, contiene las generalidades del proyecto tema, planteamiento del problema, justificación, objetivos y metodología de desarrollo de proyecto, los que permiten conocer las expectativas y los alcances del proyecto.

El capítulo II, contiene una descripción general de los sistemas de dosificación para analizarlos y determinar el ideal para crear el mecanismo de dosificación, describe los elementos y componentes que forman parte del sistema, de los dispositivos móviles, de Arduino y características generales.

En el capítulo III, se describe el análisis de los requerimientos de la máquina, del software y de las plataformas para el desarrollo; como también diseño mecánico, eléctrico y la selección de componentes a ser utilizados.

En el capítulo IV, se detalla la implementación, el montaje de los elementos mecánicos, componentes del sistema de control, el montaje eléctrico, la creación del programa para Arduino, el desarrollo del aplicativo en Android, la evaluación del proyecto y análisis de los resultados obtenidos de las pruebas realizadas.

En el capítulo V, se presenta las conclusiones y recomendaciones del proyecto, el manual de operación y mantenimiento de la máquina.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. TEMA DEL PROYECTO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDOS DE DIFERENTES DENSIDADES, CONTROLADO MEDIANTE TECNOLOGÍA DE DISPOSITIVOS MÓVILES PARA LA MICROEMPRESA FULL CREAM.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La microempresa FULL CREAM elabora los tradicionales helados de Sabores, los mismos que se realizan artesanalmente, esto conlleva al desperdicio de recursos, pues el obrero es propenso a descuidos debido a la falta de un dosificador exacto para la dosis de cada uno de los componentes.

El ambiente en que se trabaja para realizar los helados, es considerablemente nocivo para el empleado, pues para llenar de los sabores se expone a temperaturas bajas, se expone a riesgos laborales, estrés térmico por frío. La posición del empleado durante la operación de trabajo es anti ergonómico afectando su salud con problemas lumbares, respiratorios y óseos, provocando enfermedades profesionales, según se detalla en la Legislación Ecuatoriana para la Salud y Seguridad Ocupacional.

En la actualidad la microempresa FULL CREAM, no abastece la demanda exigida por sus consumidores, esto ha obligado a sus propietarios a contratar mano de obra no calificada, lo que disminuye la calidad del helado y hace menos eficiente el proceso de fabricación (mayor tiempo, desperdicio de materia prima y mezcla).

Actualmente el avance tecnológico dinámico y constante, ofrece dispositivos electrónicos que reducen su tamaño y aumentan su potencia, brindando capacidades de almacenamientos y procesamientos más fiables, que se están subutilizando, pues los dispositivos inteligentes, portátiles, táctiles, entre otros, únicamente se ocupan para funciones básicas como llamadas, mensajes y en el mejor de los casos redes sociales; considerando todo esto, se pueden optimizar estos recursos en el proceso de monitoreo y dosificación de helados y en la industria en general.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Para la microempresa FULL CREAM, es una alternativa viable aplicar la automatización en los métodos artesanales de elaboración de los helados de sabores, pues esto le permitirá obtener un producto de mayor calidad, optimizando tiempos y recursos, proyectándose a nuevos centros de consumo, utilizando tecnología de punta y resguardando la salud del operador al evitar su exposición a bajas temperaturas, tomando en cuenta también que, el constante desarrollo tecnológico y económico actual, hace indispensable la implementación de nuevos sistemas, para mantenerse a la vanguardia.

La automatización de un sistema dosificador implica analizar varios requerimientos que están distribuidos en las áreas de mecánica, eléctrica, electrónica y comunicación en sincronización del controlador con el dispositivo móvil. El diseño mecánico, conlleva al estudio de parámetros como: condiciones geométricas, resistencias, flexibilidad, corrosión, fricción, desgaste, lubricación, mantenimiento, como también costos y beneficios de la construcción de la estructura.

El diseño eléctrico, involucra la selección de dispositivos de mando, control y potencia, necesarios para la operación del sistema. El diseño

electrónico, calcula valores para la selección de los elementos óptimos a instalarse con los cuales puedan suplirse todas las funciones requeridas, tomando en cuenta la robustez y velocidad de los mismos.

En lo que respecta al monitoreo e interacción mediante dispositivos móviles, es un campo de incursión totalmente nuevo que abrirá las puertas hacia la investigación de una nueva tendencia tecnológica en el país enfocada a la industria, la interfaz de comunicación en los dispositivos móviles, será amigable con el operador, facilitando así su manejo; considerándose un HMI inalámbrico, portátil y basado en software libre.

La importancia de la elaboración de este proyecto fundamentalmente es abarcar un amplio tema de investigación en tecnologías de dispositivos móviles; que se considera el punto clave en la comunicación para el control eficiente del sistema de dosificación integrando de esta manera las competencias de la Mecatrónica en un proceso productivo. El procedimiento del producto optimizará los recursos e incrementará la productividad con el apoyo de la utilización de esta máquina.

1.4. OBJETIVO GENERAL:

Diseñar e implementar un sistema de dosificación de líquidos de diferentes densidades, controlado mediante tecnología de dispositivos móviles para la microempresa FULL CREAM.

1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Recopilar información acerca de dosificación, sistemas de control y tecnología inalámbrica de dispositivos móviles.

- Diseñar los sistemas mecánico, electrónico y de control para la selección de los elementos óptimos a ser adquiridos.
- Desarrollar el software para el controlador y el Smartphone que permita comunicar los datos de dosificación en forma inalámbrica
- Implementar y evaluar el sistema de dosificación.

1.6. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL PROYECTO

Para la realización de este proyecto se utilizarán los siguientes métodos, los mismos que van de acuerdo al orden del cronograma de actividades.

Investigación bibliográfica para la recopilación de información sobre los sistemas mecánicos, sistemas neumáticos, dispositivos de control, etc. Por medio de documentos físicos o digitales.

Método inductivo-deductivo para el diseño del algoritmo de control, la comunicación con un dispositivo móvil compatible con la plataforma Android y el desarrollo de un software amigable para comunicación y monitoreo.

Método experimental para la construcción, montaje, realización de pruebas de control, funcionamiento y calibración del sistema.

CAPITULO II

ESTADO DEL ARTE

2.1. BREVE HISTORIA DE LOS HELADOS

Se tienen referencias de los helados desde el año 1663, el café Procope de Paris vendió por primera vez un helado (sorbete, en aquella época). Desde la antigüedad, la forma de hacer los helados ha consistido en helar una mezcla contenida en un recipiente que estaba en contacto con hielo y sal. La sal se disuelve al entrar en contacto con el hielo y se desprende una temperatura suficientemente fría como para helar la mezcla (el hielo acumula muchas frigorías). El heladero debía remover la mezcla con una espátula con el fin de desprender la parte helada y permitir que el resto de la mezcla se aproxime a las paredes para helar, a la vez que se incorpore al aire, que actúa como esponjante. Con el paso del tiempo se van produciendo progresivos adelantos, que siempre consistían en mejorar el sistema de movimiento, aunque el sistema de enfriamiento continuaba siendo el mismo.

En 1851 nace en América el ice-cream, con una fórmula diferente a la europea (sin huevo). En 1929, el italiano Cattabriga patenta la primera mantecadora vertical para la producción de helado. A partir de este momento, y con los sucesivos progresos, el helado se produjo en mayores cantidades, y la preocupación ya no será tanto por la forma de producirlo como por el sistema de conservación. (Anna, 2004)

Un gran paso en esta industria fue el descubrimiento del descenso crioscópico (descenso de la temperatura de solidificación) de las soluciones de sal (salmueras) las cuales permitían que utilizando un recipiente rodeado con una mezcla de hielo y sal o de agua y sal a bajas temperaturas, se congelaran batiendo bebidas y zumos de frutas azucarados, dando lugar a los primeros helados de textura cremosa.

Como vemos, el helado en sus orígenes no era un producto lácteo, sino más bien frutal, pero con el correr del tiempo, los derivados lácteos comenzaron a utilizarse en pequeñas proporciones y luego masivamente. Hoy en día los helados y cremas tienen como constituyentes básicos, en la mayoría de los casos, la leche y la crema de leche.

Evolución de los sistemas utilizados en la elaboración de helados

En un principio, las bebidas y pastas heladas se elaboraban con nieve y productos alimenticios como zumos de frutas, dulces, etc., sin ninguna maquinaria.

Los mismos árabes son los primeros en utilizar una vasija con el zumo de frutas dentro de otra, que contenía el hielo picado. Se agitaba el zumo hasta que comenzaba la congelación.

En el siglo XVII, se incorpora la sal al hielo, con lo cual éste aumenta su duración.

En el siglo XVIII la agitación manual se reemplaza por otra mecánica.

A finales del siglo XIX se comienza a pasteurizar el helado.

Producción mundial y consumo de helados en la actualidad es masiva va de 61.3 a 1.8 hectolitros al año (TARINGA, 1999)

En el centro del país, en Salcedo (Cotopaxi) se asienta otro protagonista de este mercado: la Asociación de Productores de Helados de Salcedo. Este gremio integrado en la actualidad por 18 socios produce 140000 helados al mes y sus ventas crecen un 30% al año, según su representante, Patricio Vásquez. (Redacción, 2011)

2.2. MICRO EMPRESA FULL CREAM

La micro empresa FULL CREAM inicio en el año de 1997, como una pequeña tienda para el abastecimiento de víveres de la parroquia once de noviembre, los helados eran realizados artesanalmente en un congelador de uso familiar y como moldes de vasos plásticos, tomando en cuenta el incremento de la demanda adquirieron congeladores para el uso específico de los helados y moldes de aluminio. La producción de los mismos conllevó a las exposiciones prolongadas de los operarios a bajas temperaturas y posturas anti ergonómicas, que posteriormente pueden causar enfermedades profesionales. En el año 2008 gracias al crecimiento de ventas adquirieron la piscina de salmuera. En el 2013 se analizaron las necesidades de la microempresa para el planteamiento del problema y crear una solución al mismo, con un sistema automático de dosificación el cual simplifica el proceso al operario y evita la exposición prolongada a bajas temperaturas. El proyecto conlleva a la investigación de amplios campos como: mecánico, eléctrico, electrónico, software y el manejo de alimentos. En la actualidad la microempresa distribuye sus helados a ciudades como Milagro, Quito, Coca, Buena Fe y uno de sus objetivos a mediano plazo es abarcar en un 50% en el mercado de la provincia de Cotopaxi.

2.3. LA CONGELACIÓN EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LOS HELADOS

Se puede definir a los helados como una mezcla homogénea y pasteurizada de diversos ingredientes (leche, agua, azúcar, nata, zumos, huevos, cacao, etc.), que es batida y congelada para su posterior consumo en diversas formas y tamaños. La legislación de preparación y transporte de los helados indica que, se deben respetar las siguientes temperaturas:

- a) La conservación de la mezcla (de la que se obtendrá el helado), se hará a una temperatura por debajo de 6°C.

- b) El endurecimiento del helado se hará a temperaturas no superiores a -25°C .
- c) La conservación de los helados por períodos inferiores a seis meses, se efectuará a temperaturas por debajo de -23°C , y para períodos de conservación superiores a seis meses, la temperatura deberá ser inferior a -30°C .
- d) El transporte de helados se hará a temperatura inferior a -30°C . y de forma que el aumento de la temperatura deberá ser inferior a -20°C y de forma que el aumento de la temperatura del helado durante el transporte no exceda de -4°C .

Son varias las clasificaciones que se pueden hacer de los helados según se atiende a su composición, ingredientes, envasado, etc., pero básicamente hay dos tipos:

- Helados de agua (sorbetes y granizados) cuyo componente base es el agua, a la que se añade azúcar, zumos de frutas, etc.
- Helados de leche, cuyo componente básico es la leche u otros productos lácteos tales como nata, mantequilla, leche desnatada, etc.

Según la forma de presentación tenemos polos, copas, tarrinas, cortes, envases familiares, tartas heladas, helados a granel, etc. Otra forma de clasificación de los helados es según los ingredientes utilizados en su elaboración. Así tenemos: helados de mantecado de fresa, frutas, etc. También se distingue entre helados artesanales e industriales. Los primeros los hace el heladero en pequeñas instalaciones y los vende en su propia despensa. Cuando se trata de helados industriales, su fabricación se realiza en factorías y posteriormente se distribuyen para la venta, por lo que deben ser envasados y conservados convenientemente.

La elaboración artesanal e industrial de los diversos tipos de helados, incluye las etapas mostradas a continuación:

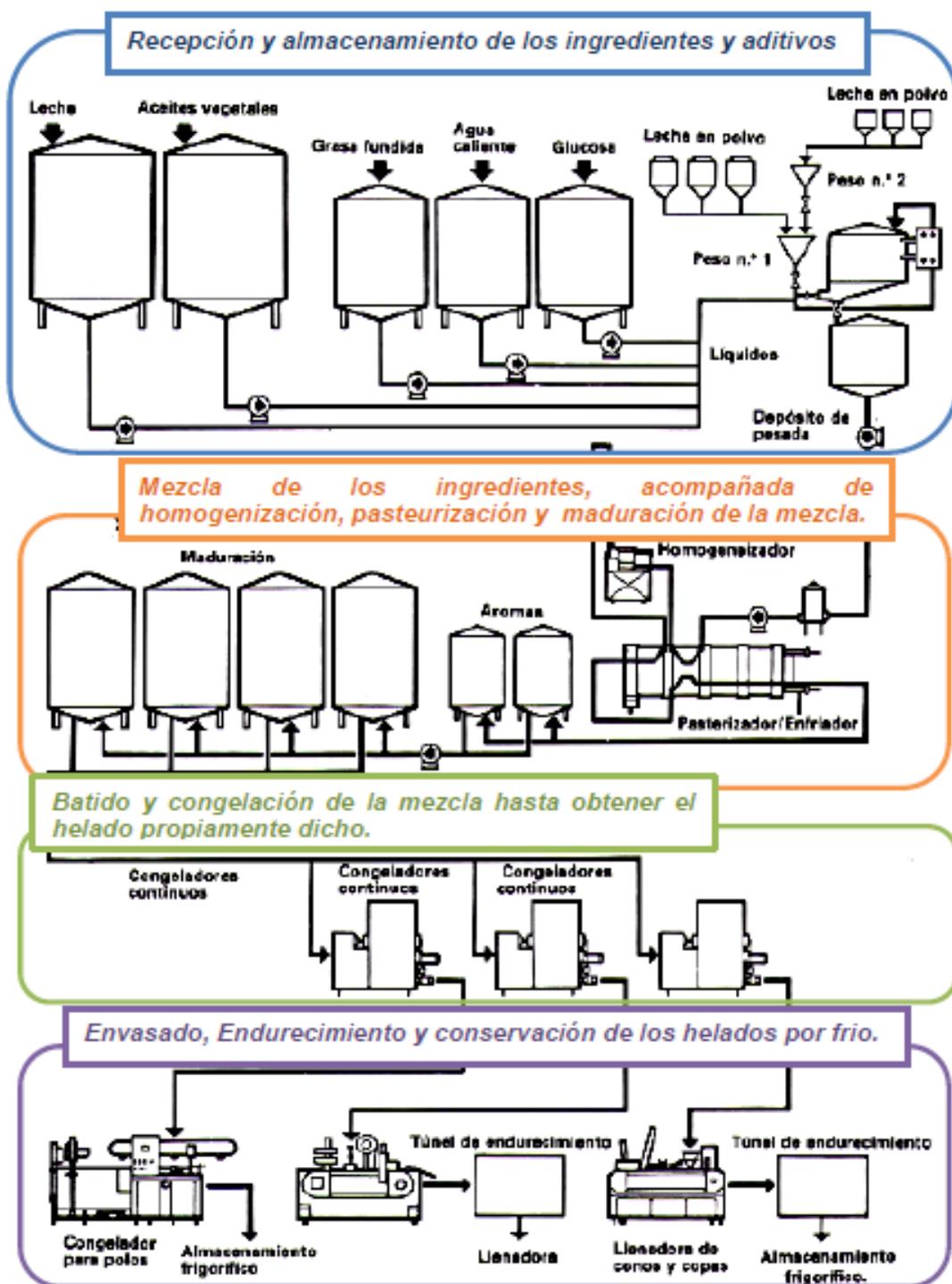


Figura 2.1. Proceso general de fabricación de helados

Fuente: (MADRID, GOMEZ, SANTIAGO, CENZANO, 2003) Recuperada: Refrigeración, congelación y envasado de los alimentos.

La Figura 2.1 presenta el proceso general de fabricación de helados

1. Las diversas materias primas se almacenan en depósitos, tanto líquidas (Leche, nata, aceites vegetales, agua jarabe de glucosa, etc.), como sólidas (leche en polvo, nata en polvo, etc.).
2. Se procede al pesado y mezcla de los diversos componentes del helado hasta formar la mezcla.
3. Para que la mezcla sea lo más perfecta posible se procede a su homogenización a alta presión.
4. La mezcla ya homogenizada, se pasteriza a 80 a 85°C (temperatura suficiente para eliminar microorganismos patógenos) y se mantiene así durante unos 20 a 30 segundos. Después, en el mismo aparato se enfría a 4 a 6°C.
5. Se añaden a la mezcla los aromas correspondientes y se procede a su maduración en depósitos, a 4 a 6°C durante 24horas. Durante este período se consiguen algunos cambios beneficiosos en la mezcla tales como:
 - Cristalización de la grasa.
 - Las proteínas y los estabilizadores añadidos tienen tiempo de absorber agua, con lo que el helado será de buena consistencia.
 - La mezcla absorberá mejor el gas en su batido posterior.
6. La mezcla se transforma en helado por batido con aire o gas inerte, y congelación hasta -7 a -18°C, en congeladores. Esta operación de batido se realiza normalmente con aire a presión pero es mucho más conveniente para la calidad del helado realizarla con un gas inerte como el nitrógeno.
7. El helado está aún muy blando y debe ser envasado y endurecido para que se conserve sin deformaciones ni pérdidas de volumen. Para ello, según tipos de helado, se le hace pasar por unos túneles de endurecimiento cuya misión consiste en bajar lo más rápidamente

posible la temperatura desde los -7 a -18°C hasta -25 a -40°C, con lo cual puede conservarse y transportarse sin problemas.

Los túneles de nitrógeno líquido se prestan muy bien para realizar de forma muy rápida el endurecimiento fina de todo tipo de helados, con lo que se preserva su calidad física y microbiológica mejor que con cualquier otro sistema.

La congelación o endurecimiento de helados con nitrógeno líquido, se puede efectuar en:

- Armarios congeladores por cargas.
- Túneles de congelación de funcionamiento continuo

Si en el túnel convencional de frío mecánico se necesitan de 60 a 180 minutos para el endurecimiento de los helados, en uno de nitrógeno líquido bastan de 3 a 8 minutos. De esta forma se evita la mezcla de colores de distintos componentes del helado, con lo que resultan más atractivos al consumidor. El endurecimiento rápido es también muy útil para conseguir un buen corte de los helados y facilita su transporte sin que sufran daños (MADRID, GOMEZ , SANTIAGO, & MADRID, 2003)

2.4. SISTEMAS DE DOSIFICACIÓN

Sistemas de dosificación que sirve para la correcta inyección de productos a un molde o proceso necesario de manera constante evitando los desperdicios La exactitud de la dosificación depende del dosificador a emplearse

2.4.1. DOSIFICADOR VOLUMÉTRICO

Dosificador por volumen para productos en grano (Figura 2.2). El peso y la producción máxima van en relación a las características del producto.

- 1) Entrada producto
- 2) Mando regulación
- 3) Vaso telescópico
- 4) Motor removedor
- 5) Tolva
- 6) Removedor tolva
- 7) Removedor pre tolva
- 8) Embudo caída

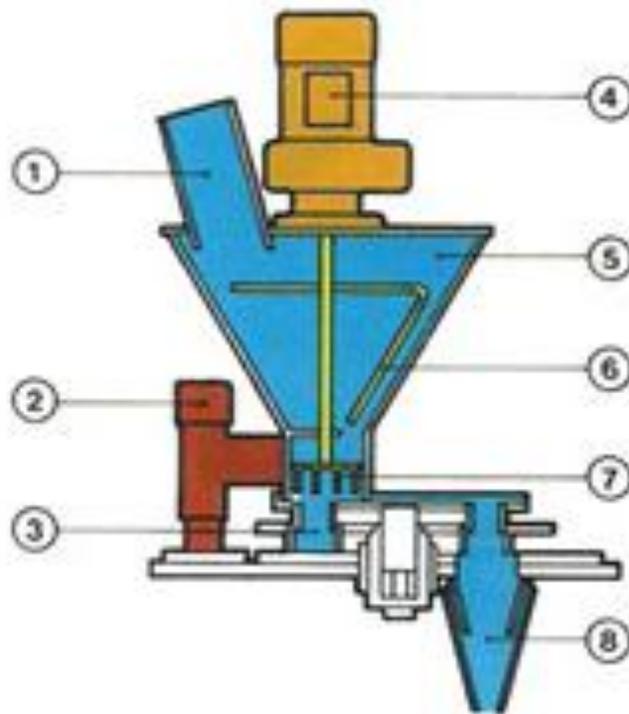


Figura 2.2. Dosificador volumétrico

FUENTE: Postpack 2009, SL. Dosificadoras para maquinas horizontales.
Recuperado: <http://www.postpacksl.com/web/horizontal-dosif.php?lang=1>

2.4.2. DOSIFICADOR PARA LÍQUIDOS Y PASTOSOS

Dosificador para productos líquidos o semi-líquidos (Figura 2.3) El peso y la producción máxima van en relación a las características del producto.

- 1) Válvulas de bola
- 2) Pistón dosificador
- 3) Tubo entrada
- 4) Tubo salida

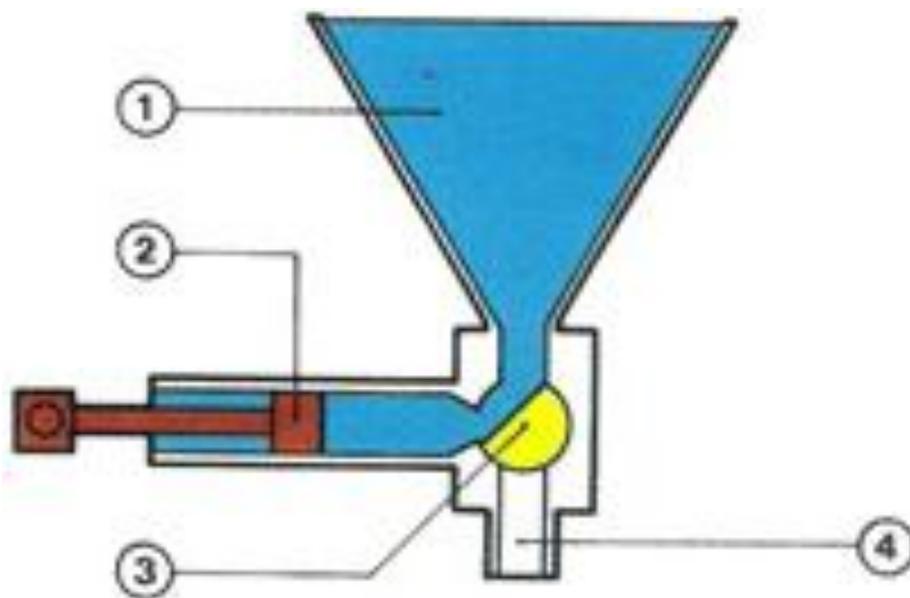


Figura 2.3. Dosificador líquido pastoso

FUENTE: 2009 Postpack, SL. Dosificadoras para máquinas horizontales.
Recuperado: <http://www.postpacksl.com/web/horizontal-dosif.php?lang=1>

2.4.3. DOSIFICADOR SIN FIN

Dosificador para productos en polvo con nivel de máxima incorporado (Figura 2.4). El peso y la producción máxima van en relación a las características del producto.

- 1) Mecanismo accionamiento
- 2) Nivel de control
- 3) Removedor
- 4) Tubo dosificador
- 5) Entrada producto
- 6) Tolva
- 7) Tornillo dosificador
- 8) Embudo caída

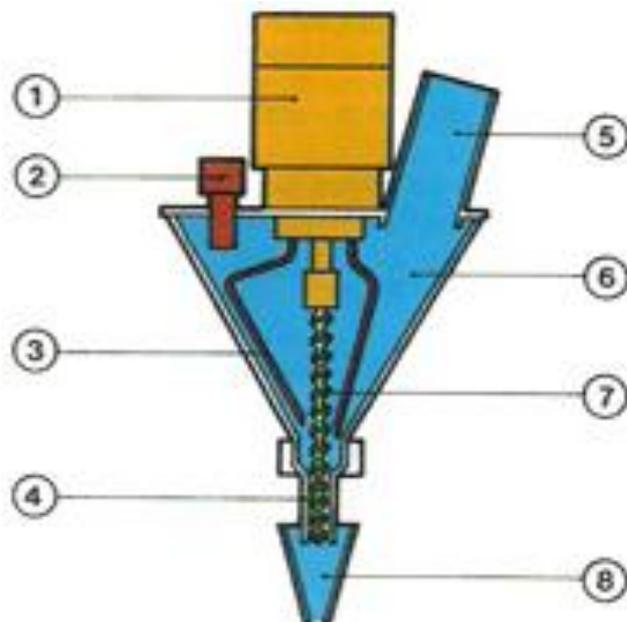


Figura 2.4. Dosificador sin fin

FUENTE: 2009 Postpack, SL. Dosificadoras para maquinas horizontales.
Recuperado: <http://www.postpacksl.com/web/horizontal-dosif.php?lang=1>

2.5. TRANSPORTADOR POR TORNILLO SIN FIN

El tornillo sin fin permite el transporte de materiales y la dosificación de los mismos.

2.5.1. DESCRIPCIÓN

Este tipo de transportador recibe también la denominación de "transportador de tornillo sin fin", "rosca de tornillo giratorio" o "tornillo de Arquímedes".

Se trata de tornillos helicoidales a los que un motor reductor imprime un movimiento rotatorio. Según sus dimensiones y su modo de empleo (en posición horizontal, vertical u oblicua), van montados en un cárter acanalado o cilíndrico.

Para el transporte horizontal se suelen emplear "tornillos en canal" que trabajan como máximo con el 45% de su sección, mientras que para el transporte oblicuo o vertical se sustituye el canal por un tubo de chapa, de manera que la rosca del tornillo trabaja en toda su sección; se trata entonces de "tornillos entubados". A igual diámetro, los tornillos entubados utilizados horizontalmente pueden alcanzar rendimientos dos veces superior al de los tornillos en canal. (Jiménez, 2014)

2.5.2. PARTES FUNDAMENTALES

El transportador de tornillo consiste de hélices en espiral montadas sobre una tubería y se fábrica con dirección a la derecha o a la izquierda para adaptarse a la dirección de rotación del tornillo y a la dirección deseada del viaje del material.

Se forma la hélice helicoidal en un equipo especial de rolado a partir de una barra plana sencilla formando una hélice continua como se indica en la Figura 2.5

La tubería sobre la que están montadas las hélices se selecciona para proporcionar la fuerza de torsión adecuada que transmita la potencia requerida y que proporcione la rigidez necesaria contra la deflexión de su propio peso y elevación del material.

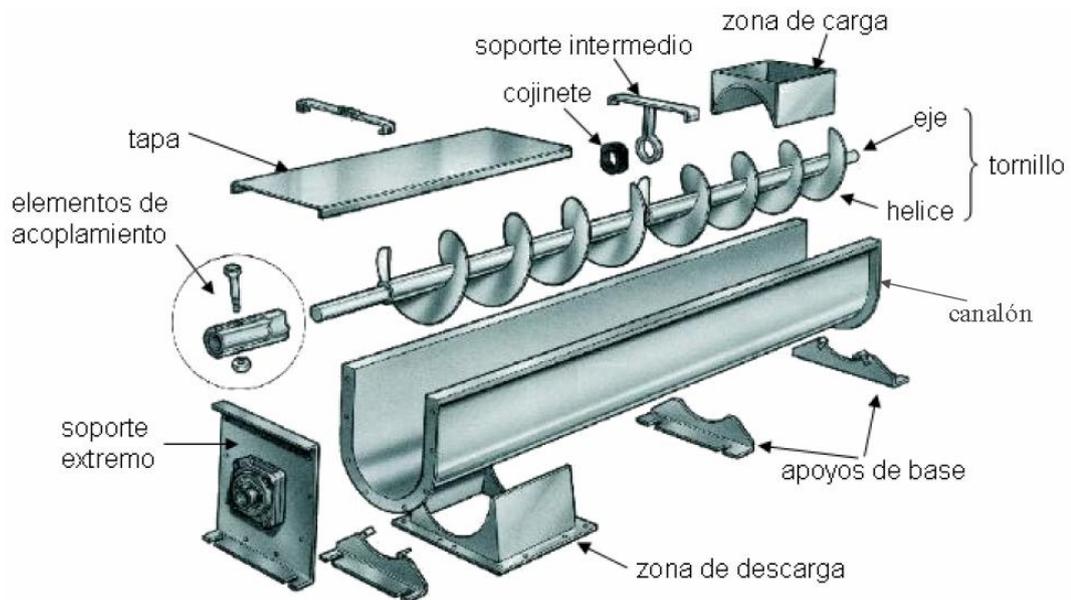


Figura 2.5. Componentes transportador de Tornillo sin fin

FUENTE: Alnicolsa. Tornillo sin fin. Recuperado de: <http://taninos.tripod.com/tornillo.html>

2.6. SISTEMA TELESCÓPICO

Un cilindro telescópico está compuesto por varios cilindros encajados. La ventaja de los cilindros telescópicos reside en que pueden elevarse considerablemente, aun con longitudes de montaje relativamente pequeñas, conservan espacio en su posición inicial al estar comprimidos uno dentro del otro.

2.7. ENGRANAJES

Los engranajes son ruedas cilíndricas dentadas que se emplean para transmitir movimiento y potencia desde un eje o flecha giratoria a otra. En Figura 2.6 se muestran los dientes de un engranaje, un engranaje impulsor se insertan enlazándose con precisión, en los espacios entre los dientes del engrane que es impulsado. Los dientes impulsores empujan a los dientes que son impulsados, ejerciendo una fuerza perpendicular al radio del eje. Por consiguiente se transmite un torque y debido a que el engrane está girando, también se transmite potencia.

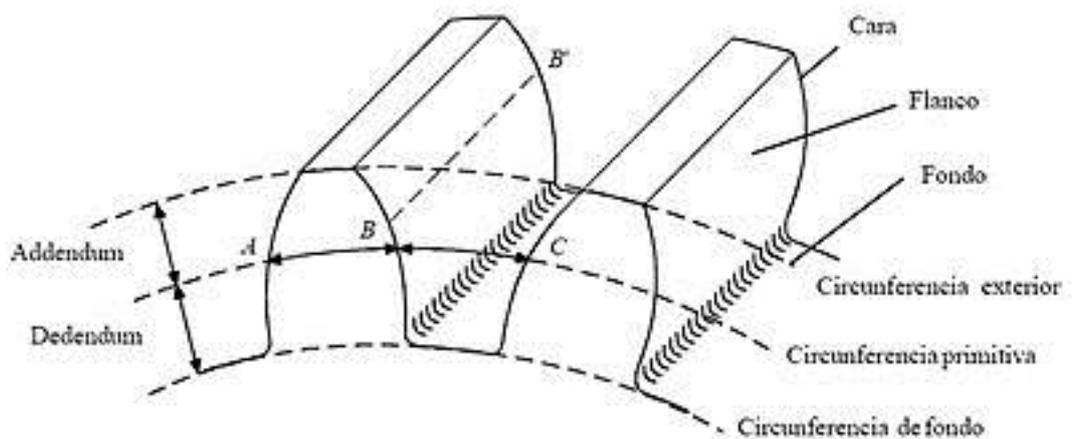


Figura 2.6. Nomenclatura de los engranajes

Fuente: Wikiversidad, 2013 Nomenclatura de engranaje, Recuperado: http://es.wikiversity.org/wiki/ProgramacionIngenieriaMecanicaUPB:Grupo_10

2.8. CADENAS DE TRANSMISIÓN

Una cadena de transmisión sirve para transmitir el movimiento de arrastre de fuerza entre ruedas dentadas. Las cadenas de transmisión son la mejor opción para aplicaciones donde se quiera transmitir grandes pares de fuerza y donde los ejes de transmisión se muevan en un rango de velocidades de giro entre medias y bajas.

Transmisión por cadenas

Las transmisiones por cadenas son transmisiones robustas, que permiten trabajar en condiciones ambientales adversas y con temperaturas elevadas, aunque requieren de lubricación. Además proporcionan una relación de transmisión fija entre las velocidades y ángulo de giro de los ejes de entrada y salida, lo que permite su aplicación en automoción y maquinaria en general que lo requiera. (Ingeniería Mecánica, 2014)



Figura 2.7. Componentes de la cadena

Fuente: Cadenas de transmisión, Recuperada: <http://www.skf.com.pdf>

2.9. RODAMIENTOS LINEALES

Los rodamientos lineales son elementos de rodadura para movimientos de traslación. Igual que en el caso de los rodamientos rotativos, se distingue si las fuerzas que se producen son transmitidas por elementos rotativos o por elementos de fricción.



Figura 2.8. Rodamientos lineales a bolas autoalineables

Fuente: Schaeffler Technologies GmbH & Co. KG 2014.
Recuperado:<http://www.schaeffler.com/remotemedien/media.pdf>

2.10. LUBRICANTES

La industria procesadora de alimentos presenta retos únicos para los formuladores de lubricantes, comercializadores de aceite, ingenieros de lubricación y diseñadores de equipos. Si bien nunca es deseable que un lubricante contamine materias primas, productos en proceso o terminados, las consecuencias de un producto contaminado con aceite casi nunca son tan severas como lo es en la industria alimenticia.

Categorías y Definiciones de Grado Alimenticio

El departamento de agricultura USDA creó la designación original para grado alimenticio H1, H2 y H3, la cual es la terminología en uso. La aprobación y el registro de un nuevo lubricante en una de esas tres categorías dependerán de los ingredientes empleados en su formulación. Las tres designaciones se describen a continuación:

Lubricantes H1 son grado alimenticio y se emplean en ambientes donde se procesan alimentos y donde existe la posibilidad de contacto incidental con los alimentos. Estos lubricantes sólo pueden formularse empleando uno o más de los aditivos, bases lubricantes y espesantes (en el caso de las grasas) listados en 21 CFR 178.3750.

Lubricantes H2 son usados en equipos y maquinarias donde no existe la probabilidad de que el lubricante o superficie lubricada entre en contacto con el alimento. Debido a que no hay ningún riesgo de contacto con el alimento, los lubricantes H2 no tienen por qué tener una lista definida de ingredientes aceptables. Sin embargo, no pueden contener intencionalmente metales pesados como antimonio, arsénico, cadmio, plomo, mercurio o selenio. De igual forma, sus ingredientes no deben incluir sustancias carcinógenas, mutágenas, teratógenas o ácidos minerales.

Lubricantes H3, también conocidos como aceites solubles o comestibles, pueden ser usados para limpiar y prevenir la herrumbre en ganchos, transportadoras y equipos similares. (GEBARIN, 2009)

2.11. MATERIALES

Un material es un elemento que puede transformarse y agruparse en un conjunto. Los elementos del conjunto pueden tener naturaleza real (tangibles), naturaleza virtual o ser totalmente abstractos.

2.11.1. ACERO INOXIDABLE

El término acero inoxidable (Figura 2.9) caracteriza al alto nivel de resistencia a la corrosión que ofrecen las aleaciones en este grupo. Para ser clasificada como acero inoxidable, la aleación debe tener al menos 10% de contenido de cromo. En su mayor parte tienen entre 12 y 18% de cromo.

Descripción general

Tiene buena resistencia a la corrosión en atmósfera industrial y marina. Resiste a casi todos los agentes de corrosión utilizados en la industria. Se suelda fácilmente. Puede soldar con metales no ferrosos. (Plomo-estaño, aleaciones en base de plata, etc.). No obstante, las zonas recalentadas deben ser sometidas a un hipertemple para mejorar la resistencia o la corrosión.

No es templable. Puede endurecerse por deformación en frío. En estado recocido (hipertemplado) no es ferromagnético. Por la deformación en frío adquiere ferromagnetismo a medida que aumenta la tasa de deformación.

Tiene maquinabilidad regular. Para mecanizar hay que usar herramientas de alta calidad que efectúen correctamente el corte bajo las altas presiones que se presentan en la mecanización. (Carburos sinterizados). (CÓRDOBA, 2004)

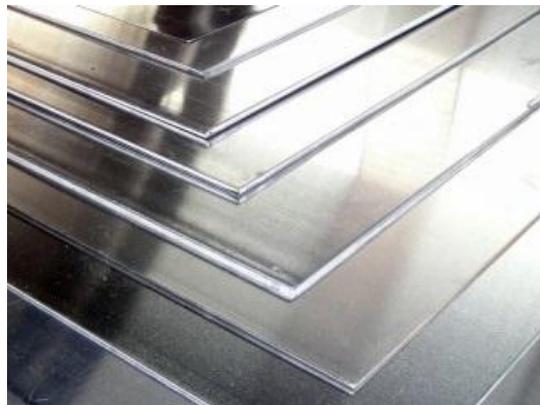


Figura 2.9. Láminas de acero inoxidable

Fuente: Acero inoxidable 304. Recuperada:
<http://www.acerosindustrialeshgb.com/vercatalogo>.

2.11.2. POLÍMEROS

Los plásticos incluyen una extensa variedad de materiales formados por moléculas de gran tamaño a las que se les asigna el nombre de polímeros. Los miles de plásticos distintos se producen al combinar diferentes plásticos combinar diferentes productos químicos para formar cadenas moleculares largas.

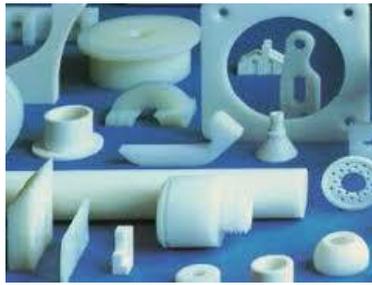


Figura 2.10. Polímeros

Fuente: Química en ingeniería civil, 2013. Recuperada:
<http://quimicaingcivil.blogspot.com/>

2.12. MOTORES ELÉCTRICOS

Un motor eléctrico (Figura 2.11) es una máquina que para producir el movimiento deseado resulta capaz de transformar la energía eléctrica propiamente dicha en energía mecánica, todo logrado a través de diferentes interacciones electromagnéticas.

Hay algunos motores eléctricos que son reversibles, vale decir que pueden hacer el proceso inverso al mencionado antes, es decir transformar la energía mecánica en energía eléctrica pasando a funcionar como un auténtico generador.



Figura 2.11. Motor eléctrico AC

Fuente: DirectIndustri 2014, Recuperada:
<http://www.directindustry.es/cat/motores-control-motores/motores-asincronos-ac-D-599.html>

2.13. BOMBAS DOSIFICADORAS

Las bombas dosificadoras se pueden usar en todos los casos en los que haya que dosificar líquidos, logrando precisión posible un volumen de fluido definido en un tiempo también específico.

2.13.1. FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS DE DOSIFICACIÓN

En las bombas de dosificación (bombas de desplazamiento oscilantes) se aspira un volumen de líquido definido con la carrera de retorno del desplazador y se introduce a presión en la tubería de dosificación con la carrera de compresión. La capacidad de bombeo se puede modificar ajustando el desplazamiento y las carreras de dosificación por unidad de tiempo. Esto permite conseguir una dosificación precisa y uniforme que se mantiene constante incluso con diferentes contrapresiones.

2.13.2. CLASIFICACIÓN BOMBAS DE DOSIFICACIÓN

La gama de tipos de bombas de dosificación abarca desde las bombas magnéticas de dosificación controladas electrónicamente hasta las bombas de dosificación de motor controladas electrónicamente y las bombas de dosificación de accionamiento neumático. La capacidad de dosificación de las bombas va desde unos 0.5ml, por ejemplo para el área de laboratorio, hasta los 40.000 l/h, por ejemplo:

- Bombas de dosificación de diafragma
- Bombas de dosificación de pistón



Figura 2.12. Bombas dosificadoras de diafragma y pistón

Fuente: Protector S.R.L. Recuperada:
http://www.protectorsrl.com/prod_bomba_piston_diafragma.php

2.14. CONTACTOR

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden. (VALDES, 2014)



Figura 2.13. Contactor

Fuente: ElecDirect, Recuperada:
<http://test.elecdirect.com/catalog/contactors-iec>

2.15. RELÉ DE ESTADO SÓLIDO

Los Relés de Estado Sólido o SSR (Figura 2.14) por sus siglas en inglés: Solid State Relays, son dispositivos ampliamente utilizados en la conmutación de cargas resistivas con señales de control en DC o AC.

Como su nombre lo indica los Relés de Estado Sólido Utilizan componentes de estado sólido o semiconductores como los TRIACS y los SCRS, a diferencia de los relés electromagnéticos y contactores que en su construcción emplean bobinas y elementos mecánicos para realizar la conmutación.



Figura 2.14. Relé de estado sólido

Fuente: Eléctrica BC, Recuperada: <http://www.electricasbc.com>

2.15.1. VENTAJAS DE UTILIZAR LOS RELÉS DE ESTADO SOLIDO:

- Altas frecuencias de operación - son más rápidos.
- Su construcción sellada herméticamente los hace más resistentes a las condiciones ambientales.
- Son inmunes a choques y vibraciones
- Los Relés de Estado Sólido No sufren de desgaste mecánico ya que no usan partes móviles.
- Pueden conmutar altas corrientes y voltajes sin producir arcos o ionizar el aire circundante.

2.16. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA

La función de estos dispositivos es proteger a personas y equipos cuando se presentan las siguientes anomalías:

- Cortocircuitos (fusibles, disyuntores)
- Sobre intensidades (relé térmico, relé electromagnético).
- Sobre temperaturas (relé por termistor).
- Sobretensiones (relé de máxima tensión).
- Bajas tensiones (relé de mínima tensión). (MARTÍN, 2009)

2.16.1. EL FUSIBLE

Es un cilindro en cuyo interior existe un conductor calibrado para soportar el paso de una intensidad determinada. Si dicho consumo aumenta (generalmente a causa de una avería o mal funcionamiento de la instalación) el conductor se calentará hasta fundirse para abrir así el circuito. (MOYA, 2014)



Figura 2.15. Fusible

Fuente: GodoFredo, Recuperada: <http://www.instalacionesgodofredo.es>

2.16.2. EL INTERRUPTOR MAGNETO TÉRMICO

Es un dispositivo de protección muy empleado en instalaciones eléctricas en viviendas. Se denomina también pequeño interruptor automático (PIA). La función de dicho dispositivo es igual a la de un fusible pero con la ventaja de que cada vez que actúa no hay que sustituirlo por uno nuevo, basta con rearmarlo subiendo una palanca de baquelita que tiene para ser accionado. Abre el circuito en caso de consumos excesivos provocados por cortocircuitos o sobretensiones.

Su funcionamiento se basa en el efecto de aumento de temperatura en caso de corrientes excesivas (función térmica) así como en los campos electromagnéticos que originan las corrientes elevadas (función magnética). (MOYA, 2014)



Figura 2.16. Magneto térmico

Fuente: GodoFredo, Recuperada: <http://www.instalacionesgodofredo.es>

2.17. ELECTROVÁLVULAS

Son dispositivos que están constituidas de un solenoide y una válvula. El solenoide se encarga de convertir la energía eléctrica en mecánica para actuar sobre la válvula, en algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para vencer la fuerza del muelle y abrir la válvula. Existen electroválvulas biestables que utilizan un solenoide para abrir y otro para cerrar o con un solo solenoide que abre o cierra con un impulso eléctrico. (MOYA, 2014)



Figura 2.17. Electroválvula

Fuente: Accesfluid, Recuperada: <http://www.accesfluid.com/>.

2.18. FUENTE DE ALIMENTACIÓN

En electrónica, una fuente de alimentación son circuitos que convierten las tensiones y corrientes que entregan las fuentes primarias de energía eléctrica (baterías, generadores electromagnéticos, líneas industriales, etc.) en otras formas y valores adaptados a las necesidades de los aparatos electrónicos. Los principales componentes de éstos (diodos, transistores) necesitan para cada uno de sus electrodos una tensión diferente de la que necesitan los demás. Un sistema de alimentación, conectado a la salida de la fuente primaria, proporciona simultáneamente las tensiones citadas. (GÓMEZ, 1998)

2.18.1. CLASIFICACIÓN

Las fuentes de alimentación, para dispositivos electrónicos, pueden clasificarse básicamente como fuente de alimentación lineal y conmutada. Las lineales tienen un diseño relativamente simple, que puede llegar a ser más complejo cuanto mayor es la corriente que deben suministrar, sin embargo su regulación de tensión es poco eficiente. Una fuente conmutada, de la misma potencia que una lineal, será más pequeña y normalmente más eficiente pero será más complejo y por tanto más susceptible a averías.

2.18.2. ESPECIFICACIONES

Una especificación fundamental de las fuentes de alimentación es el rendimiento, que se define como la potencia total de salida entre la potencia activa de entrada. El factor de potencia es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente de entrada. Es una medida de la calidad de la corriente. La fuente debe mantener la tensión de salida al voltaje solicitado independientemente de las oscilaciones de la línea, regulación de línea o de la carga requerida por el circuito, regulación de carga.



Figura 2.18. Fuente de alimentación

Fuente: MegaLux, Recuperada: <http://www.logismarket.es>

2.19. EL SERVOMOTOR

Un Servo es un dispositivo pequeño que tiene un eje de rendimiento controlado. Este puede ser llevado a posiciones angulares específicas al enviar una señal codificada. Con tal de que una señal codificada exista en la línea de entrada, el servo mantendrá la posición angular del engranaje. Cuando la señal codificada cambia, la posición angular de los piñones cambia. En la práctica, se usan servos para posicionar superficies de control como el movimiento de palancas, pequeños ascensores y timones. Ellos también se usan en radio control, títeres y por supuesto en robots.

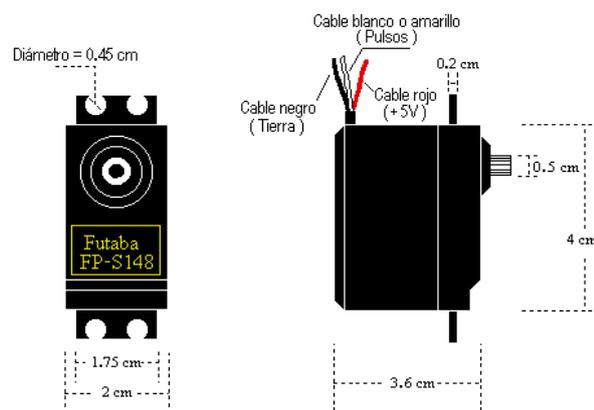


Figura 2.19. Dimensiones servomotor

Fuente: MotoresDC.pdf

Los Servos son sumamente útiles en robótica. Los motores son pequeños, tiene internamente una circuitería de control interna y es sumamente poderoso para su tamaño. Un servo normal o Standard como el HS-300 de Hi-tec tiene 42 onzas por pulgada o mejor 3kg por cm. De torque que es bastante fuerte para su tamaño. También potencia proporcional para cargas mecánicas. Un servo, por consiguiente, no consume mucha energía. Uno es para alimentación Vcc (+5volts), conexión a tierra GND y el alambre blanco es el alambre de control.

2.19.1. FUNCIONAMIENTO

El motor del servo tiene algunos circuitos de control y un potenciómetro que esta es conectada al eje central del servo motor. En la Figura 2.20 se puede observar al lado izquierdo del circuito. Este potenciómetro permite a la circuitería de control, supervisar el ángulo actual del servo motor. Si el eje está en el ángulo correcto, entonces el motor está apagado. Si el circuito verifica que el ángulo no es el correcto, el motor girará en la dirección adecuada hasta llegar al ángulo correcto. El eje del servo es capaz de llegar alrededor de los 180 grados. Normalmente, en algunos llega a los 210 grados, pero varía según el fabricante. Un servo normal se usa para controlar un movimiento angular de entre 0 y 180.

La cantidad de voltaje aplicado al motor es proporcional a la distancia que éste necesita viajar. Así, si el eje necesita regresar una distancia grande, el motor regresará a toda velocidad. Si este necesita regresar sólo una pequeña cantidad, el motor correrá a una velocidad más lenta. A esto se le llama control proporcional. (Electrónica, 2014)

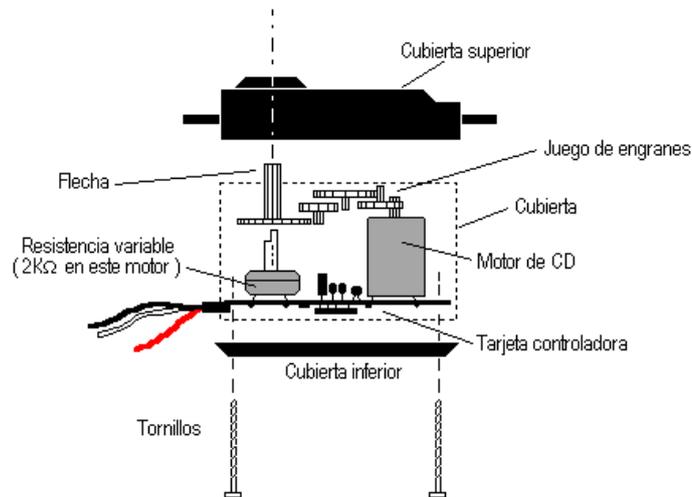


Figura 2.20. Estructura interna de un servomotor

Fuente: MotoresDC.pdf

2.20. ARDUINO

Es una plataforma de computación física de código abierto basado en una placa electrónica simple, y un entorno de desarrollo para escribir software para la placa.

Se puede utilizar para desarrollar objetos interactivos, teniendo entradas de una variedad de interruptores o sensores y el control de una variedad de luces, motores y otras salidas físicas. Proyectos Arduino pueden ser independientes, o pueden comunicarse con el software que se ejecuta en el ordenador (por ejemplo, Flash, Processing, MaxMSP). Las placas se pueden montar a mano o compradas pre ensamblado; el IDE de código abierto se puede descargar de forma gratuita.

El lenguaje de programación Arduino es una implementación de cableado, una plataforma de computación física similar, que se basa en el entorno de programación procesamiento multimedia. (ARDUINO, 2014)

2.20.1. ARDUINO MEGA 2560

El Arduino Mega 2560 (Figura 2.21) es una placa electrónica basada en el ATmega2560. La Tabla 2.1 muestra los datos importantes como, el número de entradas / salidas digitales, entradas analógicas, 4 UARTs (puertas seriales), un 16 MHz oscilador de cristal, una conexión USB, un conector de alimentación, un header ICSP y un botón de reset. Contiene todo lo necesario para apoyar el micro controlador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB, o alimentarla con un adaptador o la batería para empezar de CA a CC. La Mega es compatible con la mayoría de los shield para Arduino Duemilanove o Diecimila.

Tabla 2.1. Resumen del micro controlador

Fuente: Arduino,

Recuperada: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>

Micro controlador	Atmega2560
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límites)	6-20V
Digital pines I / O	54 (de las cuales 15 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	16
Corriente DC por I / O Pin	40 mA
Corriente CC para Pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	256 KB, 8 KB utilizado por gestor de arranque
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad de reloj	16 MHz

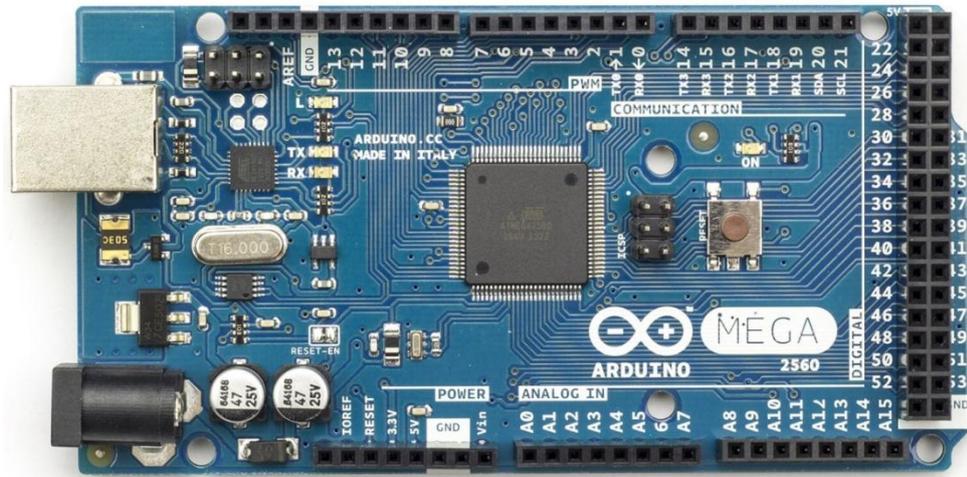


Figura 2.21. Arduino Mega 2560 R3 frontal

Fuente: Arduino, Recuperada:

<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>

2.20.2. 3.2 "TFT LCD TOUCH SHIELD PARA ARDUINO

Arduino Uno Rev3 / Mega Shield compatible huella • TFT Resolution: 240 x 320 píxeles • Retroiluminación: LED • Compatible con el nivel de voltaje de operación 3.3/5V



Figura 2.22. TFT Shield Arduino

Fuente: WeShop Recuperada: <http://weshop.ph>.

2.20.3. DRIVERS L298n

Shield Arduino (Figura 2.23) con doble puente H, controla 2 motores DC simultáneamente, o 1 motor pasó a paso. Chip L298N. El módulo integra todas las conexiones y protecciones necesarias para su correcto funcionamiento. Este módulo tiene integrado un regulador LM7805 de 5Vdc. Para alimentar el circuito de control de no necesitarse se puede deshabilitarse con un jumper (pin9).



Figura 2.23. Módulo puente H L298N de 2A

Fuente: MgSystems, Recuperada: http://modulo-puente-h-l298n_-_JM

2.21. TECNOLOGÍA DE COMUNICACIONES DE REDES INALÁMBRICAS

El Bluetooth (Figura 2.24) es un estándar inalámbrico de corto alcance y bajo precio, especialmente dirigido para conectar dispositivos tales como PDAs, ordenadores portátiles y teléfonos móviles sin necesidad de cableados adicionales.

La tecnología Bluetooth se ha mostrado como una plataforma de soporte prometedora en las redes ad hoc. El término ad hoc hace referencia a redes flexibles, en las cuales todas las estaciones ofrecen servicios de encaminamiento para permitir la comunicación de estaciones que no tienen

conexión inalámbrica directa, las redes ad hoc presentan cambios de topología frecuentes e impredecibles debido a la movilidad de sus estaciones. (CANO, 2003)



Figura 2.24. Adaptador de Bluetooth

Fuente: ShopClues, Recuperada: <http://www.shopclues.com/wireless-usb-bluetooth-2.0-dongle-adapter.html>

2.22. DISPOSITIVOS MÓVILES

Los dispositivos móviles (también conocidos como computadora de mano, palmtop o simplemente handheld) son aparatos de pequeño tamaño, con algunas capacidades de procesamiento, con conexión permanente o intermitente a una red, con memoria limitada, diseñados específicamente para una función, pero que pueden llevar a cabo otras funciones más generales.

2.22.1. GENERALIDADES

Un dispositivo móvil (DM) se puede definir como aquel que disfruta de autonomía de movimiento y está libre de cableado. La movilidad de un DM está condicionada por la necesidad de utilizar una batería. Esto representa un inconveniente debido a que la batería necesita recargas periódicas, lo que dificulta en muchos casos la portabilidad del DM.

Un DM ofrece recurso tanto a nivel personal como a nivel empresarial. Es en este último caso en el que los DM's no disponen de la capacidad requerida para sus necesidades (poco espacio de almacenamiento de datos, introducción de datos poco eficaz, visualización limitada, etc.).

2.22.2. CARACTERÍSTICAS

Una característica importante es el concepto de movilidad, los dispositivos móviles son pequeños para poder portarse y ser fácilmente empleados durante su transporte. En muchas ocasiones pueden ser sincronizados con algún sistema de la computadora para actualizar aplicaciones y datos con algunas capacidades de procesamiento, con conexión permanente o intermitente a una red, con memoria limitada, diseñados específicamente para una función, pero que pueden llevar a cabo otras más generales. La mayoría de estos aparatos pueden ser transportados en el bolsillo del propietario y otros están integrados dentro de otros mayores, controlando su funcionalidad (como puede ser el ordenador integrado en una lavadora). Un dispositivo móvil no solamente es celular. (UPC, 2012)



Figura 2.25. Dispositivos móviles

Fuente: TICBeat, Recuperada: <http://www.ticbeat.com/sim/espana-lidera-la-utilizacion-de-internet-movil-en-europa-en-2013/>

2.23. SISTEMA OPERATIVO ANDROID

Android también es una plataforma de Software basada en el núcleo de Linux. Diseñada en un principio para dispositivos móviles, Android permite controlar dispositivos por medio de bibliotecas desarrolladas o adaptados por Google mediante el lenguaje de programación Java. Android es una plataforma de código abierto. Esto quiere decir, que cualquier desarrollador puede crear y desarrollar aplicaciones escritas con lenguaje C u otros lenguajes y compilarlas a código nativo de ARM (API de Android).

2.23.1. ARQUITECTURA DE ANDROID:

La arquitectura interna de la plataforma Android (Figura 2.26), está básicamente formada por 4 componentes:

a. APLICACIONES:

Todas las aplicaciones creadas con la plataforma Android, incluirán como base un cliente de e-mail, calendario, programa de SMS, mapas, navegador, contactos, y algunos otros servicios mínimos. Todas ellas escritas en el lenguaje de programación Java.

b. ARMAZÓN DE APLICACIONES:

Todos los desarrolladores de aplicaciones Android, tienen acceso total al código fuente usado en las aplicaciones base. Esto ha sido diseñado de esta forma, para que no generen cientos de componentes de aplicaciones distintas, que respondan a la misma acción, dando la posibilidad de que los programas sean modificados o reemplazados por cualquier usuario sin tener que empezar a programar sus aplicaciones desde el principio.

c. LIBRERÍAS:

Android incluye en su base de datos un set de librerías C/C++ , que son expuestas a todos los desarrolladores a través del framework de las aplicaciones Android System C library, librerías de medios, librerías de gráficos, 3D, SQLite, etc.

d. ANDROID RUNTIME:

Android incorpora un set de librerías que aportan la mayor parte de las funcionalidades disponibles en las librerías base del lenguaje de programación Java. La Máquina Virtual está basada en registros y corre clases compiladas por el compilador de Java que anteriormente han sido transformadas al formato .dex (Dalvik Executable) por la herramienta "dx". (Vilchez, 2009)

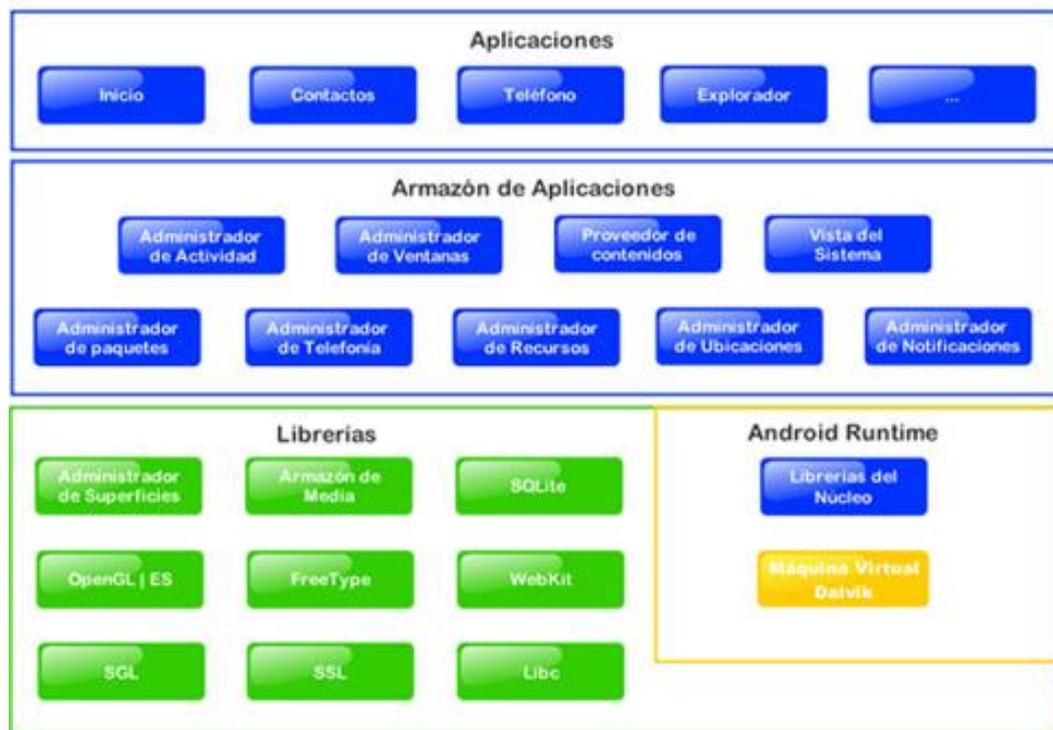


Figura 2.26. Arquitectura de Android

Fuente: Configurar Equipos. Recuperada:
<http://www.configurarequipos.com/doc1107.html>

2.24. APP INVENTOR

App inventor es un framework creado inicialmente por el MIT (Instituto tecnológico de Massachusetts) y fue cogido por google, para que cualquier persona con interés pueda crearse su propia aplicación móvil, ya sea para su empresa, para su casa o por otros intereses.

Para crear una aplicación con app inventor hay que realizar estos pasos:

El diseño de la aplicación, en la que se seleccionan los componentes para su aplicación. El editor de bloques, donde se escogerán los bloques que sean necesarios según la aplicación que tenga pensada de desarrollar. La aplicación aparecerá paso a paso de en la pantalla del teléfono a

medida que añade pieza a la misma, para que pueda probar el trabajo. Cuando haya terminado, puede empaquetar la aplicación y producir una aplicación independiente para instalar. Si no tiene un teléfono Android, puede construir las aplicaciones utilizando el emulador de Android, el software que se ejecuta en una computadora y se comporta como el teléfono.

El entorno de desarrollo de App Inventor es compatible con Mac OS X, GNU / Linux y sistemas operativos de Windows, y varios modelos de teléfonos Android populares. Las aplicaciones creadas con App Inventor se pueden instalar en cualquier teléfono Android. (TuAppInventor, 2014)

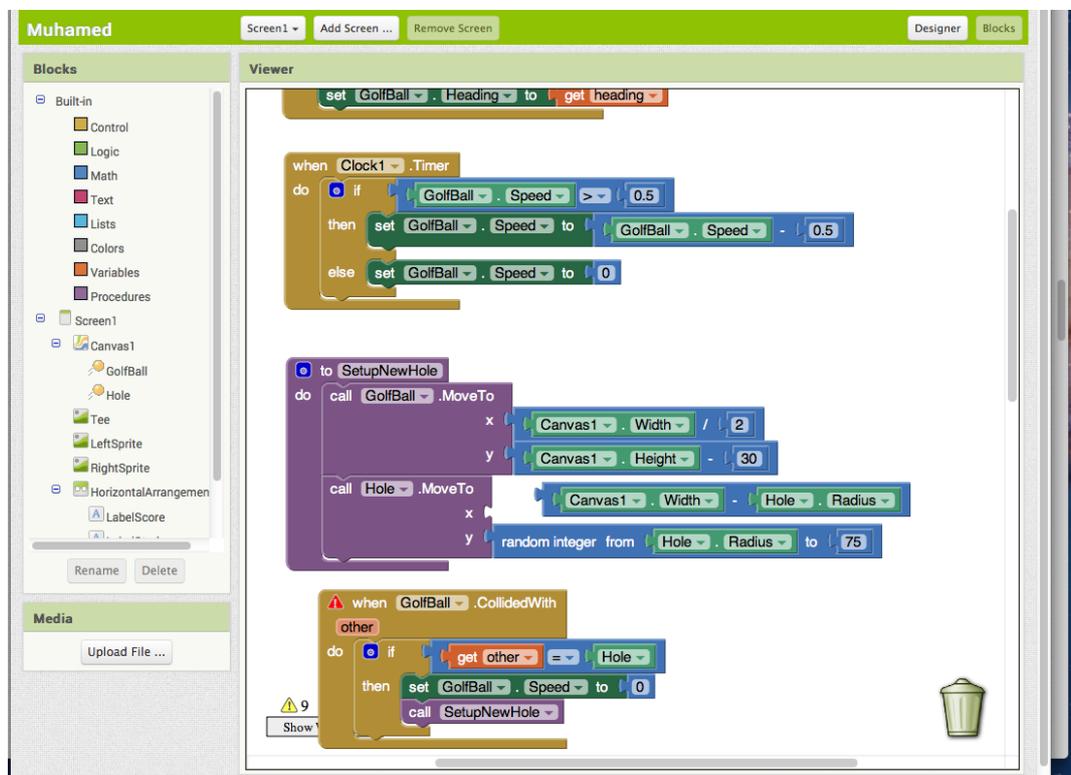


Figura 2.27. Editor de bloques de App Inventor

Fuente: Tu App Inventor Recuperada:
<http://www.tuappinventorandroid.com/aprend>

CAPÍTULO III DISEÑO Y SELECCIÓN

3.1. DISEÑO Y SELECCIÓN

En este capítulo se diseña y selecciona todos los componentes del sistema de dosificación, aplicando los fundamentos teóricos del capítulo 2.

3.2. CAPACIDAD DEL EQUIPO

Para el diseño de un sistema de dosificación, es necesario iniciar por la determinación de la capacidad del mismo, para lo cual e debe tomar en cuenta consideraciones importantes.

- Dimensiones de la máquina de enfriamiento (Salmuera)

La máquina de Enfriamiento tiene una superficie de trabajo de 2600mm x 570 mm, en la Figura 3.1 se indican las dimensiones detalladas de la piscina de salmuera.

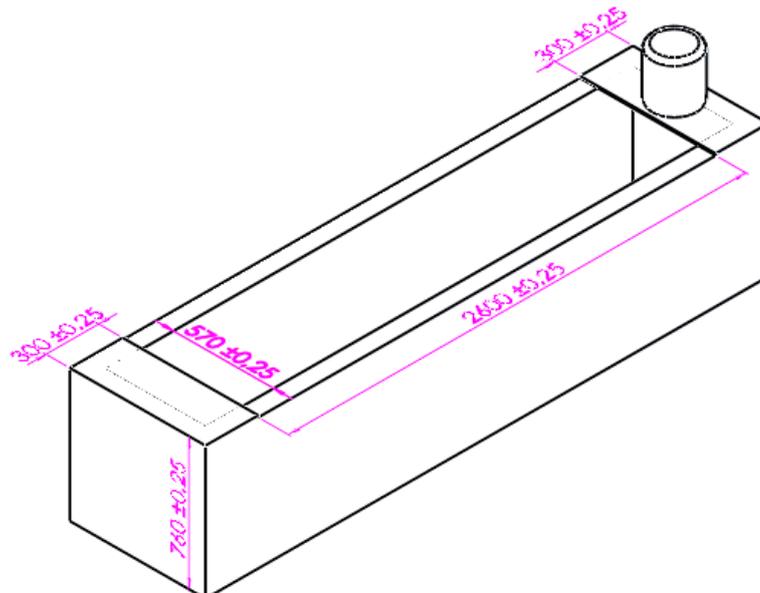


Figura 3.1. Dimensiones piscina en milímetros

Elaborador por: Autores

- Molde o jaba de congelación

Los moldes que dispone la microempresa ocupan un área de 280mm x 280mm. Relacionando la superficie de trabajo de la máquina de salmuera con las dimensiones de los moldes se obtiene que la capacidad de la máquina es de 16 moldes por lote; esto quiere decir que se produzcan como máximo 256 helados.

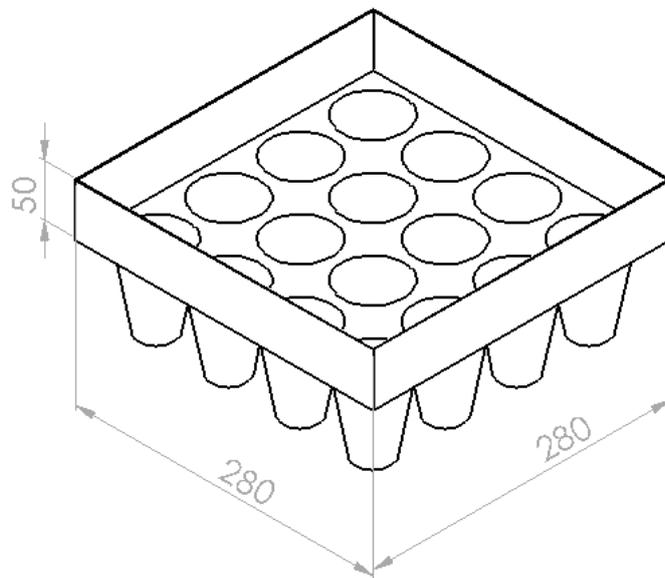


Figura 3.2. Dimensiones de molde (Jaba) en milímetros

Elaborador por: Autores

- Tiempo de proceso

En la Tabla 3.1 se observa los tiempos que cada operación requiere para tener el producto final tomando como referencia un lote completo (16 moldes).

El tiempo de la elaboración de los helados está en un rango de 93 a 114 minutos. Teniendo como resultado la capacidad de la máquina de aproximadamente 134 helados por hora en el peor de los casos.

Tabla 3.1. Descripción de operaciones por tiempo

Fuente: Investigación de campo

Operación (por lote)	Tiempo (minutos)
Ubicación de molde	2 – 5
Llenado de molde	30 – 32
Espera de congelación	6 – 8
Inserción de paletas	20 – 24
Congelación final	35 – 45
Total	93 – 114

3.3. PARÁMETROS DE DISEÑO

El sistema de dosificación debe cumplir lo parámetros descritos a continuación:

3.3.1. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA

La capacidad del sistema es de 134 helados por hora, el mismo estará en funcionamiento alrededor de 6 horas al día y trabajo intermitente.

3.3.2. CARACTERÍSTICAS DEL DOSIFICADOR

El dosificador tiene dos tipos de operación

- **Tipo A:** La dosificación de líquidos se realizara en relación de 4 en 1 lo que ayuda a optimizar el tiempo, se utilizara un control discreto con una electroválvula.
- **Tipo B:** la dosificación de elementos solidos se realizara por un dosificador de tornillo sin fin.

3.3.3. FACTOR DE SEGURIDAD

Es el cociente entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real a que se verá sometido. Por este motivo es un número mayor que uno, que indica la capacidad en exceso que tiene el sistema por sobre sus requerimientos. (Gonzales, 2006)

Para el diseño se toma un rango de valores seleccionando con el material el acero, o metales dúctiles y con tipo de carga muerta o carga variable bajo análisis por fatiga mostrados en la Tabla 3.2 .

Tabla 3.2. Factores de seguridad

Fuente : Factor de seguridad.pdf

TIPO O CLASE DE CARGA	ACERO, METALES DÚCTILES		HIERRO FUNDIDO, METALES FRÁGILES	MADERA DE CONSTRUCCIÓN
	Basado en la resistencia máxima*	Basado en la resistencia de fluencia**	Basado en la resistencia máxima*	
Carga muerta o carga variable bajo análisis por fatiga	4 a 6	1 a 3	7 a 8	9
Las siguientes recomendaciones NO se deben adoptar si se hace análisis por fatiga				
Repetida en una dirección, gradual (choque suave)	6	4	8 a 9	10
Repetida invertida, gradual (choque medio)	8	5	10 a 12	15
Choque fuerte	10 a 15	6 a 7	15 a 20	20
* Resistencia máxima se refiere a S_u , S_{uc} o S_{us} (dependiendo de si el esfuerzo es de tracción, de compresión o cortante)				
** Resistencia de fluencia se refiere a S_y , S_{yc} o S_{ys} (dependiendo de si el esfuerzo es de tracción, de compresión o cortante)				

3.3.4. SELECCIÓN DE MATERIALES

Para la industria alimentaria se recomienda material inoxidable tomando en cuenta parámetros como : la resistencia a la corrosión y desgaste a la

abrasión producida por la salmuera, nivel de auto limpieza propia del material, la capacidad para ser mecanizado, plegado, cortado, pulido, soldado, la disponibilidad en el mercado, el espesor, el costo, la apariencia y el peso. Con una composición química de C = 0.08 % mín., Mn = 2.00 %, Si = 1.00 %, Cr = 18.0 – 20.0 %, Ni = 8.0 – 10.5 %, P = 0.045 % y S = 0.03 %

El tipo de acero inoxidable a ser usado es AISI 304 (Anexo A-3), es el más común en la industria alimenticia, cumple con la composición química establecida, su acabado muestra una superficie lisa, reflectante, grisácea y será utilizado en:

- Lámina de 1.5mm de espesor: en la construcción del contenedor – tolva, jaula de paletas y eslabones de los mecanismos.
- Eje de 7.94 mm de diámetro: para la construcción del tornillo sin fin.
- Tubo cuadrado de 25,4 mm de lado por 1.2mm de espesor: para la estructura que sostiene todos los componentes y mecanismos del sistema.

De igual manera se ha considerado la utilización polímeros de para la construcción de los componentes debido a las ventajas de sus propiedades físico-químicas, especialmente la facilidad de mecanizado.

Tabla 3.3. Características del Nailon

Fuente: Materiales.pdf

PROPIEDAD	UNIDAD	NYLON (PA6, PA66)
Alargamiento a la rotura	%	>50
Conductividad Térmica	W/Km	0,28
Coefficiente de dilatación Térmica de 20°C a 50°C	m/m K	85·10-6
Coefficiente de Fricción		0,3
Densidad	g/cm ²	1,14
Dureza a la bola	N/mm ²	136
Dureza "Shore"		D75
Módulo de elasticidad	N/mm ²	2.850
Punto de fusión	°C	220
Resistencia Superficial		5·1010
Resistencia al impacto	KJ/m ²	3,8
Resistencia a la tracción	N/mm ²	78
Temperatura máxima de utilización	°C	90
Temperatura mínima de uso	°C	-40

El tipo de polímero a ser usado es el nylon por las características mostradas en la Tabla 3.3 este será utilizado en:

- Eje de 63.5 mm de diámetro: Bujes del sin fin.
- Plancha de 60 mm x 125 mm x 24.5 mm: en el transportador de la primera estación.
- Plancha de 200mm x 240mm x 12mm: en las bisagras para la segunda estación.

3.4. DESCRIPCIÓN

El diseño del sistema de dosificación de líquidos de diferentes densidades, controlado mediante tecnología de dispositivos móviles para la microempresa Full Cream esta seccionado por dos estaciones.

3.4.1. PRIMERA ESTACIÓN

En la primera estación (Figura 3.3) se tiene un contenedor para las frutas picadas, el coco rallado, las pasas, y todos los sólidos que se colocaran al helado. En la parte inferior de la tolva se tiene un tornillo sin fin realizado muy cuidadosamente con un eje de acero inoxidable de diámetro 7.94 mm, el mismo que transporta los elementos sólidos, que descienden por un sistema telescópico conectado con el transportador de nylon, éste realiza un movimiento en el Eje X posicionándose en los 4 moldes alternadamente.

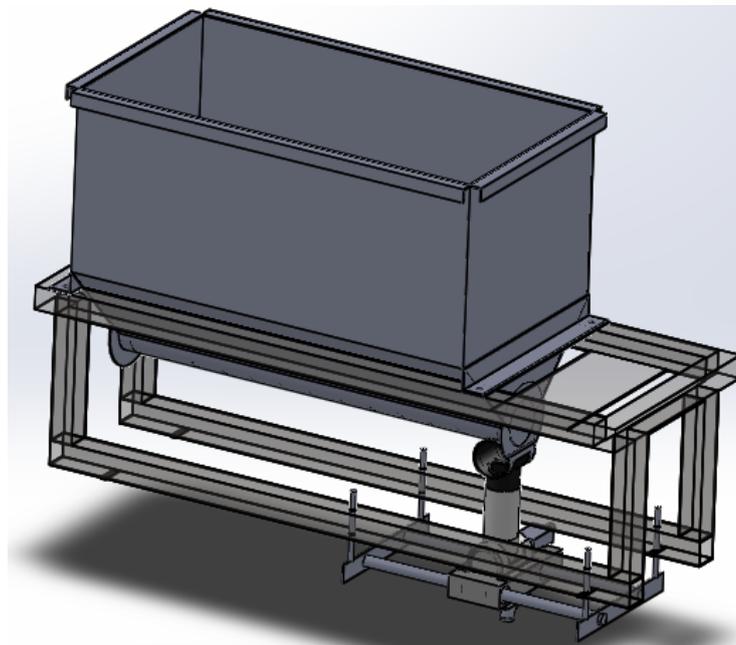


Figura 3.3. Primera estación

Elaborador por: Autores

3.4.2. SEGUNDA ESTACIÓN

La segunda estación (Figura 3.4) tiene su estructura diseñada con tubo cuadrado de una pulgada de acero inoxidable, aquí se sujeta la bisagra de nylon que permite el almacenamiento de paletas en cuatro posiciones, éstas serán inyectadas, todas a la vez con el apoyo de una peinilla que tiene movimiento longitudinal gracias a un mecanismo. Consta de una bisagra con la capacidad de girar 90°, donde se encuentra un rodillo encargado de depositarlos en su destino final en conjunto con la mermelada.

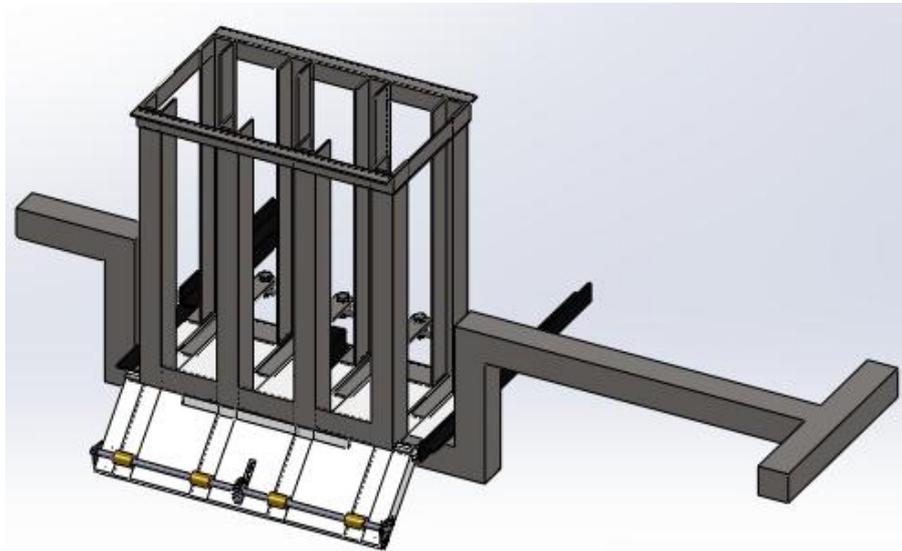


Figura 3.4. Segunda estación

Elaborado por: Autores

3.5. DISEÑO DE LA TOLVA

El contenedor almacena componentes como: frutas picadas, coco rallado, pasas y chicles, los cuales son depositados posteriormente en cada uno de los moldes de los helados.

3.5.1. DIMENSIONES

En la Figura 3.5 se indican detalladamente las dimensiones de la tolva, que facilitan el cálculo de su volumen.

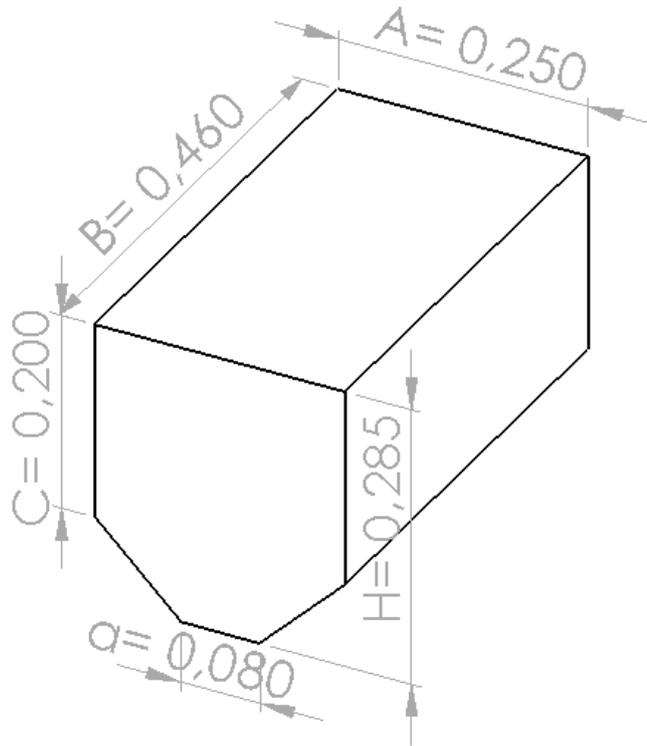


Figura 3.5. Dimensiones de la tolva (metros)

Elaborado por: Autores

$$V = (A \times B \times C) + \left(\frac{A + a}{2}\right) \times B \times (H - C)$$

Ec. 3.1.

$$V = \left[(0,25 \times 0,46 \times 0,20) + \left(\frac{0,25 + 0,080}{2}\right) \times 0,460 \times (0,285 - 0,20) \right] m^3$$

$$V = 0,0294515m^3$$

Para determinar la densidad de las frutas se realizó un promedio entre las densidades de la Tabla 3.4 obteniendo como resultado $\rho = 1067,05kg/m^3$

Tabla 3.4. Densidades de frutas

Fuente: Densidad de Frutas.pdf

PULPA	DENSIDAD (kg/m ³)
Lulo	1030
Mora	1036
Naranja	1100
Manzana	1000
Limón	1056
Guanábana	1072
Mango	1090
Mandarina	1110
Durazno	1082
Tamarindo	1100
Pina	1057
Curuba	1058
Uva	1052
Pera	1107
Fresa	1028
Tomate	1072
Papaya	1072
Guayaba	1085

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Ec. 3.2.

$$m = \rho \times v$$

$$m = \frac{1067,05kg}{m^3} \times 0,0294515m^3$$

$$m = 31.426kg$$

Densidad = 1067.05 kilogramos por metro cúbico
Masa = 31.43 kilogramos
Volumen = 0.03 metros cúbicos

Figura 3.6. Comprobación de masa y volumen de la tolva

Fuente: SolidWorks

3.5.2. TENSIÓN DE VON MISES

La Figura 3.7 muestra el análisis de Von Mises en solidworks, asignando como material: acero AISI 304 y aplicando una carga de 308.29 N calculada con la Ec. 3.3.

$$W = m \times g$$

Ec. 3.3.

$$W = 31.426 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 308.29 \text{ N}$$

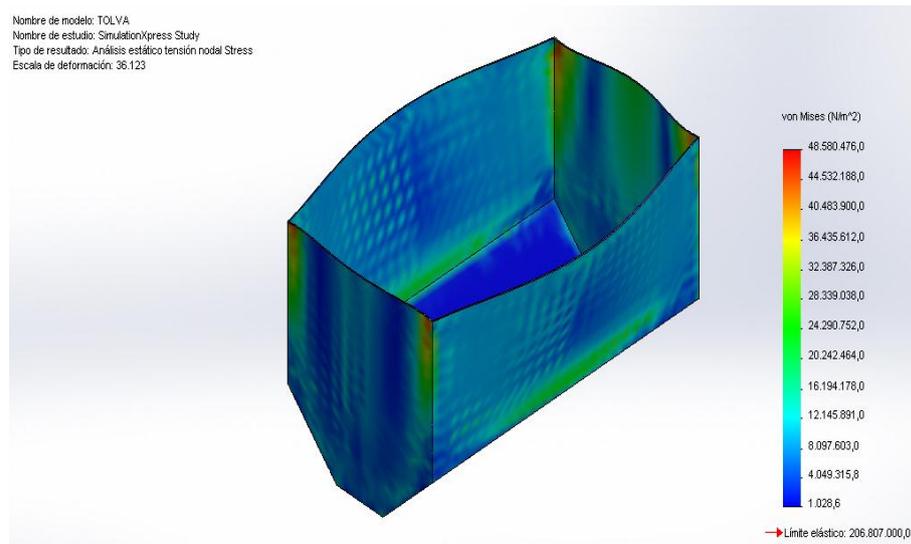


Figura 3.7. Tensión de Von Mises

Elaborado por: Autores

$$\sigma' \leq S_y$$

Ec. 3.4.

$$48,58MPa \leq 206MPa$$

3.5.3. FACTOR DE SEGURIDAD

La Figura 3.8 muestra el esquema de factor de seguridad, corroborando el valor mínimo de 4,24 obtenido con la Ec. 3.5 encontrándose en el rango basado en la resistencia máxima, aceptable para el diseño.

$$F_s = \frac{S_y}{\sigma'}$$

Ec. 3.5.

$$F_s = \frac{206MPa}{48,58MPa}$$

$$F_s = 4.24$$

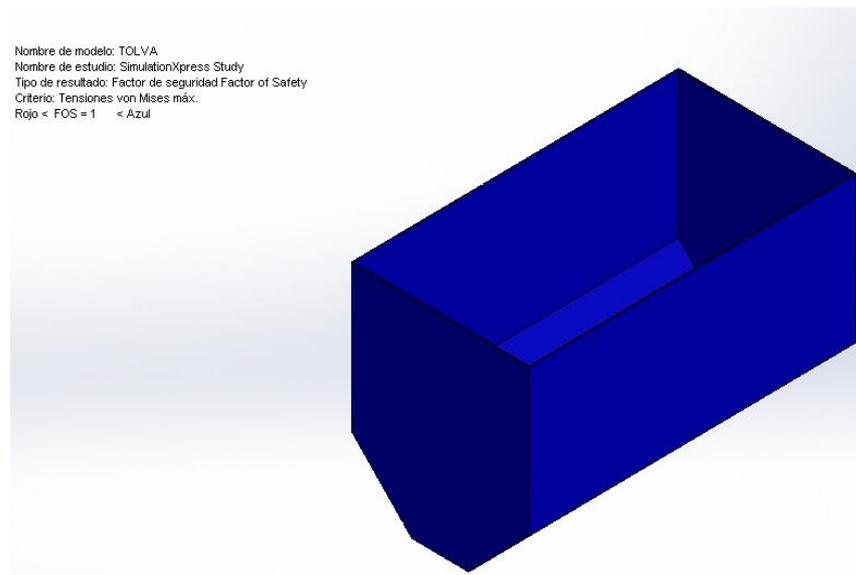


Figura 3.8. Factor de seguridad de la tolva

Elaborado por: Autores

3.6. DISEÑO DEL SIN FIN

El diseño del transportador tornillo sin fin en este dosificador es especial por tener forma de resorte y ser de centro hueco (Figura 3.9), construido en eje de acero AISI 304 de diámetro 7.94mm (5/16") teniendo como objetivo específico evitar cortar y exprimir las frutas que se ubicarán en el contenedor – tolva.



Figura 3.9. Tornillo sin fin

Elaborado por: Autores

3.6.1. DIMENSIÓN RECOMENDADA DE UN TRANSPORTADOR DE TORNILLO.

Las dimensiones de los componentes principales de un transportador de tornillo como se muestra en la Figura 3.10 son el diámetro nominal del tornillo helicoidal, paso del tornillo, diámetro de eje del tornillo, la anchura de la tapa, la altura de la tapa desde el centro del eje del tornillo, el espesor de material de la carcasa y el espesor nominal del espiral.

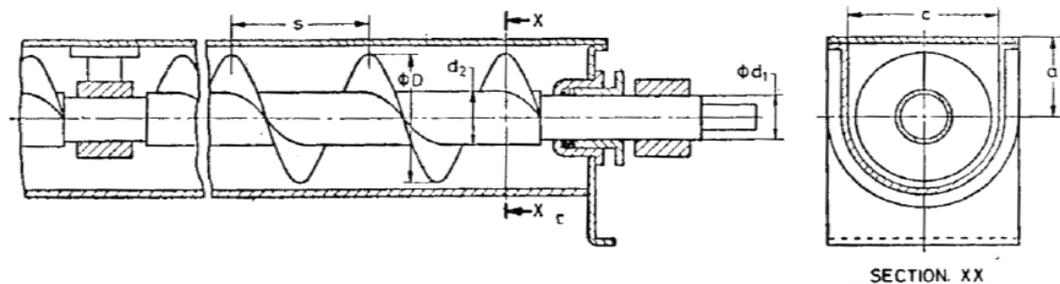


Figura 3.10. Componentes del sin fin

Fuente: Ray, S (2008). Introduction to Materials Handling. Conveyors. Página 114.

New Delhi

Dónde:

(S) Paso del tonillo.

(D) Tamaño nominal.

(a) Altura de la tapa desde el centro del eje del tornillo.

(d1) Diámetro de acoplamiento.

(d2) Diámetro del eje.

(C) Anchura de la tapa.

3.6.2. CAPACIDAD DEL TRANSPORTADOR DE TORNILLO.

La capacidad volumétrica 'V' en m³/hora depende del diámetro del tornillo 'D' en metros, paso del tornillo 'S' en metros, su velocidad de rotación 'N' rpm y la eficiencia de carga del área de la sección transversal 'φ'. La capacidad 'Q' en kg/hora se da por:

$$Q = V_v = \frac{\pi D^2}{4} S 60 N \phi \rho C$$

Ec. 3.6.

Dónde:

ρ Densidad del material en kg/m³.

C Factor dependiendo de la inclinación del transportador.

φ varía con la fluidez del material como muestra Tabla 3.5

Tabla 3.5. Fluidez del Material.

FUENTE: Ray, S (2008). Introduction to Materials Handling. Conveyors. Página 116. New Delhi

Características de materiales	Valor de φ
Flujo lento, abrasivos (linker, ceniza)	0.125
Flujo lento, suave abrasivo	0.25
Flujo libre, suave abrasivo (arena)	0.32
Flujo libre, no abrasivo (grano)	0.4

Con el apoyo de la Tabla 3.5 se escoge el valor φ = 0,4 relacionando que las fruta no es un elemento abrasivo.

Tabla 3.6. Variación de C según β .

FUENTE: Ray, S (2008). Introduction to Materials Handling. Conveyors. Página 116.
New Delhi

B	0°	5°	10°	15°	20°
C	1.0	0.9	0.8	0.7	0.65

De la Tabla 3.6 se selecciona el valor de $C = 1$ debido a que la variación de β es 0° .

De acuerdo a los requerimientos de los operarios se toma en cuenta que cada helado contiene 165ml y el 50% son frutas, con la Ec. 3.2 se calculara la masa.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$m = \rho \times v$$

$$m = 1067,05 \text{ kg/m}^3 \times 0,000165\text{m}^3$$

$$m = 0,176\text{kg}$$

Se tiene que $m = 0,176\text{kg}$ de un helado, si el 50% es de frutas, se tiene una masa de $m=0.088\text{kg}$ y en la capacidad máxima de la máquina es de 16 jabas de 16 helados cada uno es decir; $m_T= 22,5\text{Kg}$ en un tiempo de una hora la capacidad es:

$$Q = 22,5 \text{ kg/h}$$

3.6.3. PARÁMETROS

El sin fin se encarga de la dosificación de las frutas que la tolva contiene. Para el correcto dimensionamiento del dosificador se mencionan los parámetros conocidos y/o requeridos.

- **Tipo:** transportador de tornillo sin fin horizontal.
- **Longitud:** 0.46 m.
- **Paso:** 0.034 m.
- **Diámetro del tornillo:** 0,052 m.
- **Material a transportar:** frutas = 1067.05 kg/m³ (densidad específica).
- **Capacidad requerida o caudal:** 22,5 kg/h.

Con la Ec. 3.6 hallamos el valor de velocidad de giro del tornillo sin fin

$$N = \frac{Q}{15\pi D^2 S \rho C \phi}$$

$$N = \frac{22,5 \text{ kg/h}}{15\pi(0.052\text{m})^2 (0.034\text{m})(1067,05 \text{ kg/m}^3)(1)(0.4)}$$

$$N = 12.17 \text{ rpm}$$

El tornillo sin fin necesita 12,17 rpm para dosificar la cantidad necesaria de frutas.

3.6.4. LA POTENCIA DEL MOTOR.

Según (Ray, 2008), ha recomendado el cálculo de la necesidad de potencia de un transportador de tornillo. La potencia de accionamiento de un transportador de tornillo cargado viene dado por la fórmula:

$$P = P_H + P_N + P_{st}$$

Ec. 3.7.

Dónde:

P_H Potencia necesaria para transportar el material.

P_N Potencia motriz del transportador sin carga.

P_{st} Potencia requerida para la inclinación del transportador.

a. POTENCIA NECESARIA PARA TRANSPORTAR EL MATERIAL.

La potencia P_H en W es el producto de la tasa de flujo másico del material "Q", la longitud de movimiento de material en la cinta transportadora "L" y un coeficiente de fricción artificial " λ ", también llamado coeficiente de resistencia del material.

$$P_H = \frac{QL}{367} \lambda [W]$$

Ec. 3.8.

Dónde:

Q Flujo requerido del material.

L La longitud de transportación m.

λ Coeficiente de resistencia de material.

Cabe señalar que durante el avance de material, más allá del deslizamiento entre el material, la artesa y el tornillo, las partículas del material se deslizan contra otras dando lugar a la fricción interna. Por lo tanto, λ es un coeficiente normal de fricción para el material.

b. POTENCIA DE ACCIONAMIENTO DEL TORNILLO SIN CARGA.

Es comparativamente un valor más bajo. Es proporcional al diámetro del tornillo y la longitud total del tornillo. La fórmula es:

$$P_N = \frac{DL}{20} [KW]$$

Ec. 3.9.

Dónde:

D Diámetro nominal del tornillo m.

L Longitud total del tornillo m.

c. POTENCIA DEBIDO A LA INCLINACIÓN.

Este requisito de potencia es el producto de la tasa del flujo másico y la altura a la que el material está siendo transportado.

$$P_{st} = \frac{QH}{367} [W]$$

Ec. 3.10.

Dónde:

Q Flujo requerido del material kg/hora.

H Altura m.

Si el material se mueve hacia abajo de la inclinación, H debe ser tomada como negativa. Por lo tanto, el requisito de potencia total es:

$$P = \frac{Q(\lambda L + H)}{367} + \frac{DL}{20}$$

Ec. 3.11.

3.6.5. CALCULO DE LAS POTENCIAS

Para el cálculo de la potencia del motor del sin fin recurrimos a la Ec. 3.8 para trasportar el material, tomando el valor de $\lambda = 1,5$ tomada del ANEXO A-2.

$$P_H = \frac{QL}{367} \lambda [W]$$

$$P_H = \frac{4 \times 0,46}{367} \times 1,5 [W]$$

$$P_H = 0.00752 [W]$$

La potencia de accionamiento del tornillo sin carga P_N se calcula con la Ec. 3.9

$$P_N = \frac{DL}{20} [KW]$$

$$P_N = \frac{0.052 \times 0.46}{20} [KW]$$

$$P_N = 0.01196 [KW]$$

$$P_N = 1.196 [W]$$

La potencia debido a la inclinación P_{st} de la Ec. 3.10 es igual a cero debido a que este es un tornillo horizontal y la inclinación es nula

$$P_{st} = 0$$

La potencia total requerida Ec. 3.7 es la suma de las tres potencias previamente calculadas

$$P = P_H + P_N + P_{st}$$

$$P = 0.00752 + 1,196 + 0$$

$$P = 1.204 W$$

3.6.6. DISEÑO DE ARTESA

La artesa es el elemento mecánico que sirve de camino para el material a ser procesado, cuyo volumen interior está definido por una sección transversal que difiere según la aplicación y por la longitud del recorrido o distancia.

a. DIMENSIONAMIENTO

Con la Figura 3.11 y Ec. 3.12 se obtendrá el volumen de la mitad de un cilindro.

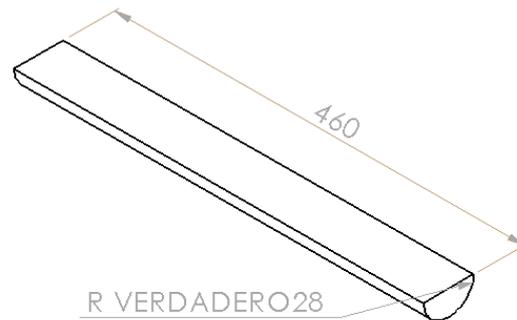


Figura 3.11. Dimensiones de la artesita

Elaborado por: Autores

Se Reemplazan los datos obtenidos según de diámetro y altura de la artesita.

$$V = \frac{\pi r^2 h}{2}$$

Ec. 3.12.

$$V = \frac{\pi(0.028)^2(0.46)}{2}$$

$$V = 0.000566m^3$$

Con la Ec. 3.2 se despeja la masa con la densidad de las frutas

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$m = \rho \times v$$

$$m = 1067.05 \text{ kg/m}^3 \times 0.000566m^3$$

$$m = 0.6044kg$$

Para encontrar el peso al que es sometida la artesa se utiliza la Ec. 3.3.

$$W = m \times g$$

$$W = 0.6044kg \times 9.81 m/s^2$$

$$W = 5,93N$$

b. ANÁLISIS DE VON MISES DE LA ARTESA

Para el análisis de tensión de von mises Figura 3.12 se aplicó la fuerza del peso que ejercería en la artesa que fue calculada anteriormente 5.93N

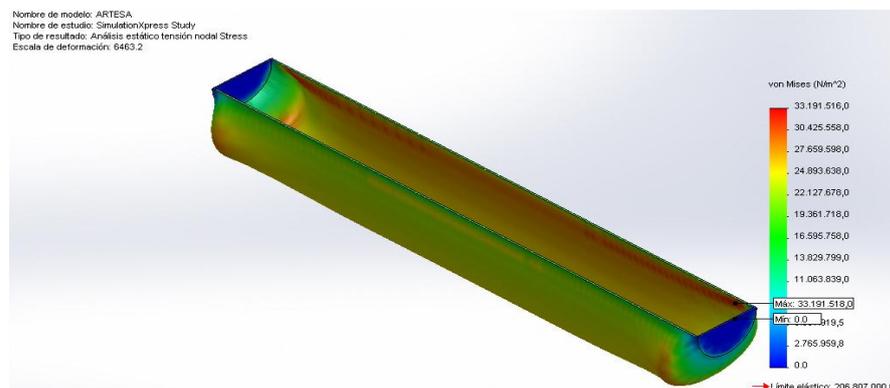


Figura 3.12. Tensión de Von mises de la artesa

Elaborado por: Autores

$$\sigma' \leq S_y$$

$$33,2MPa \leq 206MPa$$

c. FACTOR DE SEGURIDAD DE LA ARTESA

El factor de seguridad mínimo obtenido es de 6,2 el mismo que se encuentra sobredimensionamiento debido al material utilizado en el diseño (tubo de 56mm de diametro y 1,5mm de espesor), por su maleabilidad en la construcción.

$$F_s = \frac{S_y}{\sigma'}$$

$$F_s = \frac{206 MPa}{33,2 MPa}$$

$$F_s = 6,2$$

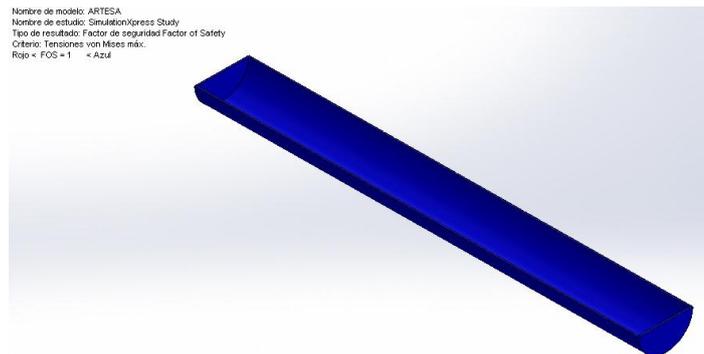


Figura 3.13. Factor de seguridad de la artesa

Elaborado por: Autores

3.6.7. ANÁLISIS DE VON MISES DEL TORNILLO SIN FIN

La fuerza aplicada para este análisis es de 2,96N que es la mitad del peso que tiene en la artesa.

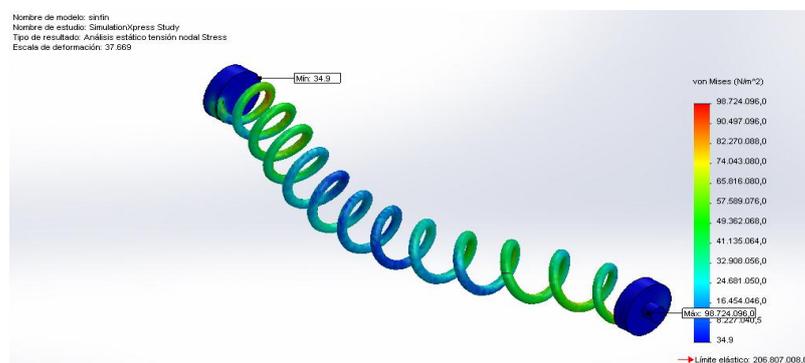


Figura 3.14. Tensión de von mises del sin fin

Elaborado por: Autores

$$\sigma' \leq Sy$$

$$98,7MPa \leq 206MPa$$

3.6.8. FACTOR DE SEGURIDAD DEL TORNILLO SIN FIN

El factor de seguridad es de 2,08 se encuentra en el rango basado a la resistencia de fluencia según la Tabla 3.2

$$Fs = \frac{Sy}{\sigma'}$$

$$Fs = \frac{206MPa}{98,7 MPa}$$

$$Fs = 2.08$$

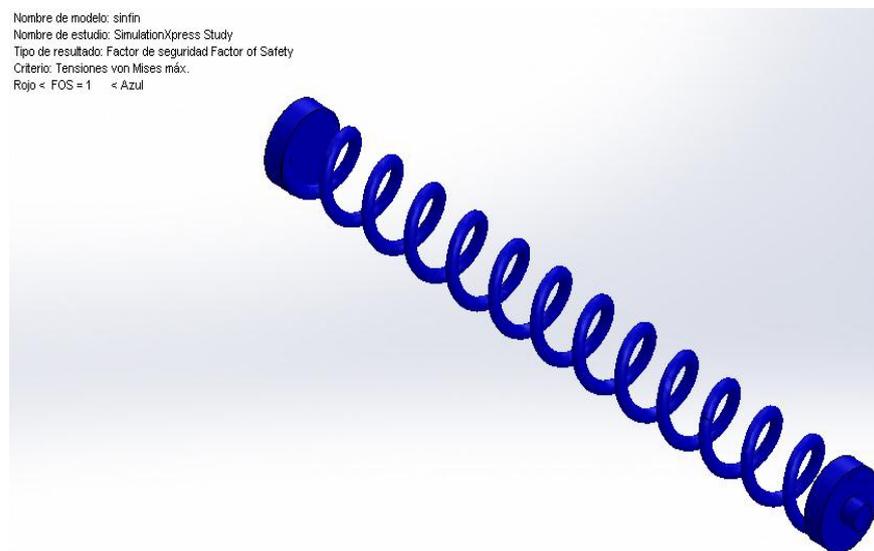


Figura 3.15. Factor de seguridad del sin fin

Elaborado por: Autores

3.7. ESTACIÓN UNO

La estructura de la estación uno está realizada con tubo cuadrado de 25,4mm por 1,2 mm de espesor en acero AISI 304 y soporta todos los componentes de la primera estación.

Para determinar la fuerza que se aplicara en esta estructura se debe hacer una sumatoria de todos los pesos a soportar como son: el de la tolva, artesa y sin fin obtenidos anteriormente.

3.7.1. ANÁLISIS DE VON MISES DE LA ESTRUCTURA

La fuerza aplicada es 407.7N para determinar la tensión de von mises que se muestra en Figura 3.16 obtenida de SolidWorks

$$\sigma' \leq S_y$$

$$49,3 \leq 206MPa$$

Nombre de modelo: Uldos
Nombre de estudio: SimulationXpress Study
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Stress
Escala de deformación: 112.042

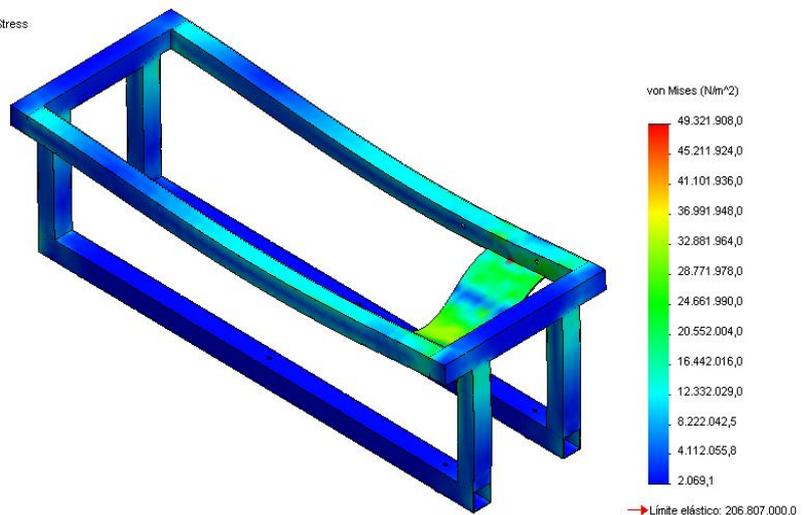


Figura 3.16. Tensión de von mises en la estructura uno

Elaborado por: Autores

b. ANÁLISIS DE FACTOR DE SEGURIDAD DE LA ESTRUCTURA

El factor de seguridad obtenido de la estructura de la estación uno es de 4.17 lo que muestra que el diseño esta realizado adecuadamente con las dimensiones y materiales apropiados.

$$F_s = \frac{S_y}{\sigma'}$$

$$F_s = \frac{206MPa}{49,3MPa}$$

$$F_s = 4,17$$

Nombre de modelo: Udos
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor of Safety
 Criterio: Tensiones von Mises máx.
 Rojo < FOS = 1 < Azul

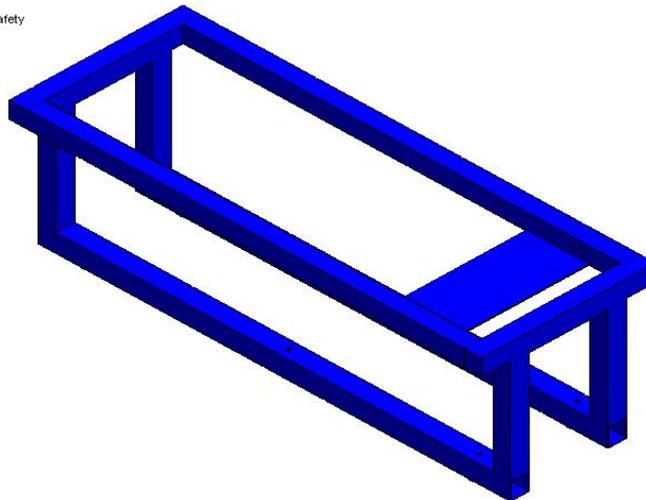


Figura 3.17. Análisis de factor de seguridad de la estructura uno

Elaborado por: Autores

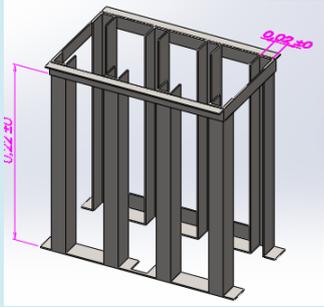
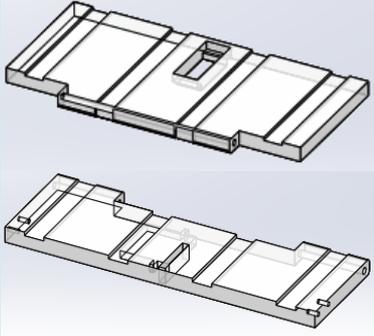
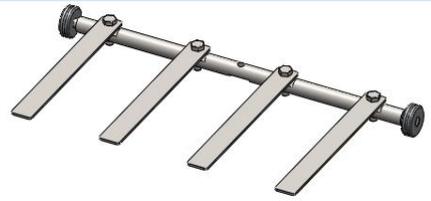
3.8. ESTRUCTURA ESTACIÓN DOS

La estructura realizada con tubo cuadrado de 25,4mm y 1,2 mm de espesor soporta la bisagra de nylon y la jaula de almacenamiento de paletas la fuerza aplicada debida al peso es de 38N.

En la Tabla 3.7 se muestran las partes principales las funciones que realizan el material utilizado y la capacidad en la operación que realizan.

Tabla 3.7. Descripción de la segunda estacion

Elaborado por: Autores

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
	<p>Nombre: Jaula</p> <p>Descripción : Se encarga de almacenar las paletas de helado</p> <p>Capacidad: 100 paletas en cada fila</p> <p>Material : AISI 304 Plancha de 1,5mm</p>
	<p>Nombre: Bisagra</p> <p>Descripción : Se encarga de encaminar a las paletas</p> <p>Capacidad: 1 paleta en cada canal</p> <p>Material : Nylon Plancha de 200mm x 240mm x 12mm</p>
	<p>Nombre: Peinilla</p> <p>Descripción: Se encarga del empuje de las paletas</p> <p>Capacidad: 1 paleta en cada canal</p> <p>Material : AISI 304 Plancha de 1,5mm</p>

3.8.2. ANALISIS DE VON MISES ESTRUCTURA DOS

La deformación de la estructura es menor al límite elástico del material, cumpliendo con la teoría de von mises.

$$\sigma' \leq Sy$$

$$38,4MPa \leq 206MPa$$

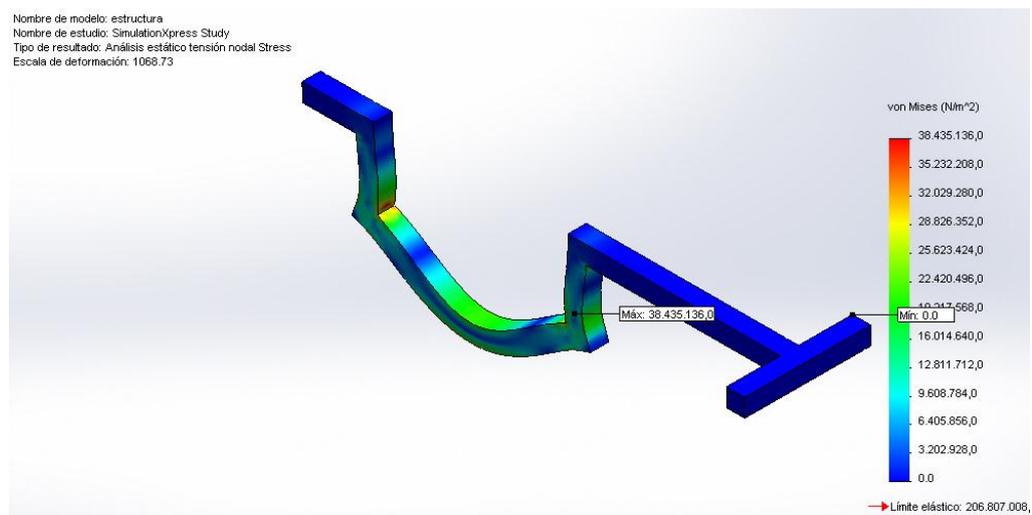


Figura 3.18. Tensión von mises estructura dos

Elaborado por: Autores

3.8.3. ANÁLISIS DE FACTOR DE SEGURIDAD DE ESTRUCTURA DOS

El factor de seguridad es 5,36 encontrándose en un valor sobredimensionado para la carga que se aplicara debido al material que comercialmente existe tubo cuadrado de 25,4mm y 1,2 mm de espesor.

$$F_s = \frac{Sy}{\sigma'}$$

$$F_s = \frac{206MPa}{38.4MPa}$$

$$F_s = 5.36$$

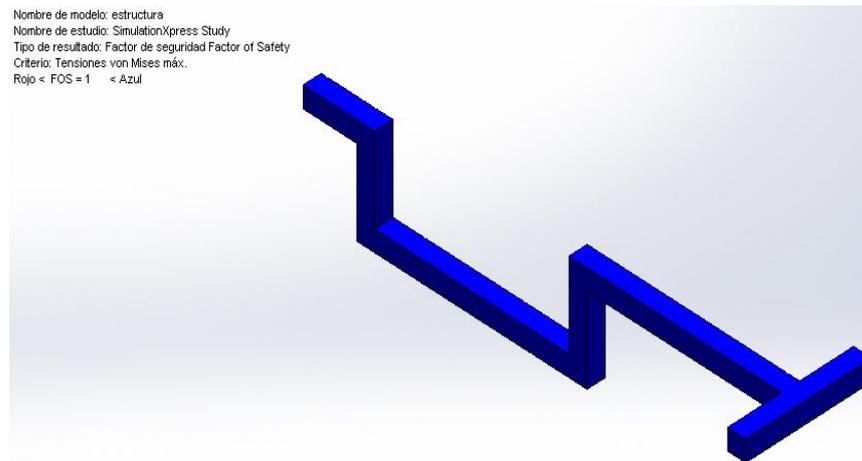


Figura 3.19. Análisis de factor de seguridad estructura dos

Elaborado por: Autores

3.9. SISTEMA DE TRASLACIÓN DE MOLDES

Para el movimiento en el eje Y de los moldes (jabas) se aplicó un mecanismo cadena-piñón; por su fácil utilización se los dispuso en forma de rectángulo. Para la transmisión de movimiento se utilizó un motor de 1/2Hp acoplado a un reductor 60:1 y al matrimonio del motor, que transmite el movimiento a una rueda dentada motriz y de este modo a la cadena.

Se pudo conocer el peso que el motor debe transportar al aplicar el principio de Arquímedes que afirma “Un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido en reposo, recibe un empuje de abajo hacia arriba igual al peso del volumen del fluido que desaloja.»

$$E = m \times g = \rho f \times g \times v$$

Ec. 3.13.

Dónde:

E: Fuerza de empuje

g: Gravedad

ρ_f : Densidad del fluido

v: Volumen

Tomando en cuenta que cada helado tiene un volumen de 165ml y cada molde tiene 16 unidades, se tiene un total por molde de 2640ml. Así mismo se tienen 16 moldes llenos, obteniendo en la capacidad máxima de la máquina un volumen de 42240ml.

Para el cálculo del peso se utiliza la Ec. 3.13 sabiendo que la densidad es 1067.05kg/m^3

$$E = W = m \times g = \rho_f \times v \times g$$

$$E = 1067.05 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0.04224\text{m}^3$$

$$E = 442.15 \text{ N}$$

Sabiendo que la potencia mecánica es igual la fuerza por velocidad (Ec. 3.15).

La velocidad es calculada con la Ec. 3.14 sabiendo que la distancia operacional de la máquina es 2,5m y que serán recorridos en un tiempo de 5 segundos.

$$V = \frac{d}{t}$$

Ec. 3.14.

$$V = \frac{2.5m}{5s}$$

$$V = 0.5 \text{ m/s}$$

$$P = F \times V$$

Ec. 3.15.

$$P = 442.15 \text{ N} \times 0.5 \text{ m/s}$$

$$P = 221.08 \text{ W}$$

$$P \approx 0.3 \text{ HP}$$

3.10. CICLO DE REFRIGERACIÓN.

A fin de hacer circular el fluido refrigerante y optimizar su absorción de calor se utiliza un compresor:

- El compresor absorbe el refrigerante como un gas a baja presión y baja temperatura, y lo mueve comprimiéndolo hacia el área de alta presión, donde el refrigerante pasa a ser una mezcla de gas y líquido a alta presión y alta temperatura.
- Al pasar por el condensador el calor del refrigerante se disipa al ambiente (y sigue a alta presión).
- A continuación, pasa a través de una válvula de tres vías que separa las áreas de alta y baja presión. Al bajar la presión, la temperatura de saturación del refrigerante baja, permitiendo que absorba calor.
- Ya en el lado de baja presión, el refrigerante llega a una válvula de expansión que se encuentra en el evaporador, donde absorbe el calor del ambiente. De ahí pasa otra vez al compresor, cerrando el ciclo.

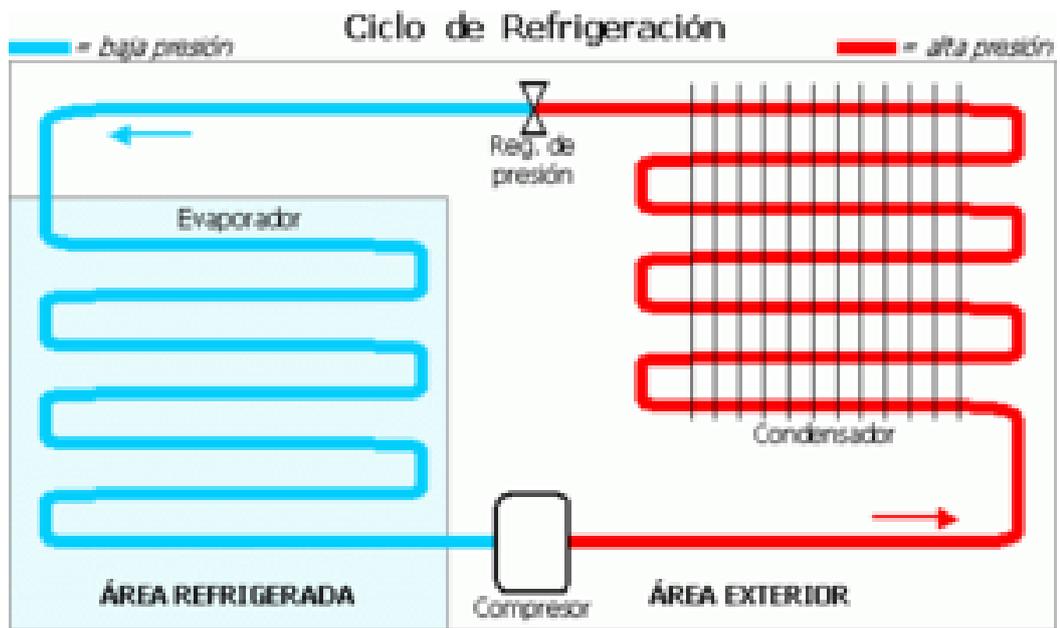


Figura 3.20. Ciclo de refrigeración

Fuente: Wikipedia. Recuperada:

http://es.wikipedia.org/wiki/Equipos_de_refrigeraci%C3%B3n

ELEMENTOS

Los elementos mínimos son:

3.10.1. COMPRESOR:

Es un dispositivo mecánico que bombea el fluido refrigerante, creando una zona de alta presión y provocando el movimiento del refrigerante en el sistema.

3.10.2. CONDENSADOR:

Generalmente es un serpentín de cobre con laminillas de aluminio a modo de disipadores de calor. Su función es liberar el calor del refrigerante al ambiente.

3.10.3. EVAPORADOR:

También es un serpentín, pero su presentación varía. En los equipos de acondicionamiento de aire es muy similar al condensador, pero en los refrigeradores domésticos suele ir oculto en las paredes del congelador. Su función es que el refrigerante absorba calor del área refrigerada.

3.10.4. DISPOSITIVO DE EXPANSIÓN:

Según el caso puede ser una válvula de expansión o un tubo capilar. En cualquier caso, es un punto donde hay una pérdida de carga muy grande, por reducción de la sección de paso; su función es dejar que el refrigerante pase desde la parte del circuito de alta presión a la de baja presión, expandiéndose.

Elementos usualmente anexos:

Termostato: su función es apagar o encender automáticamente el compresor a fin de mantener el área enfriada dentro de un campo de temperaturas.

Ventilador: su función es aumentar el flujo de aire para mejorar el intercambio de calor. Generalmente está en el área del condensador. Según el tipo de dispositivo que sea, puede haber ventilador (evaporador de aire forzado) o no (evaporador estático) en el área del evaporador. (wikipedia, Equipos de refrigeración, 2014).

3.11. DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Para el diseño eléctrico se toma en cuenta toda la carga que el sistema tendrá, esto viene dado en la potencia que cada uno de los elementos en el circuito consumirá, otro dato importante para el diseño y selección de elementos es su voltaje de trabajo.

En la disponibilidad de la empresa, se cuenta únicamente con un diferencial de tensión de 220Vca, que establece como limitante este voltaje para la selección de los elementos de potencia.

El sistema de refrigeración está ya instalado en la máquina y tendrá un control ON/OFF activado por un contactor mediante un relé auxiliar a 24Vcc, cuya señal de control está gestionada por una tarjeta de potencia y la señal del controlador (Arduino).

Al igual que el sistema de refrigeración, el motor del agitador lleva la misma circuitería, y su activación es dada mediante una salida digital de la tarjeta Arduino.

Para el sistema de enfriamiento están instalados: el motor de 3HP correspondiente al sistema de refrigeración descrito en la sección 3.11.2 en conjunto con el motor del agitador de 1HP descrito en la sección 3.11.1.

La Figura 3.21 muestra el circuito de potencia con los tres motores principales y la electroválvula estos son todos los elementos que trabajan a 220Vca.mas detalles en el Anexo C

M1 motor del sistema de refrigeración

M2 motor del agitador

Estos motores son parte de la máquina de salmuera,

M3 motor de traslación de las jabas,

YV electroválvula

M1 y M2 tienen relés térmicos y contactores a sus salidas, por su parte el M3 y YV tienen un SSR por la velocidad de conmutación, y todos estos se activan mediante una tarjeta de potencia de 24Vcc.

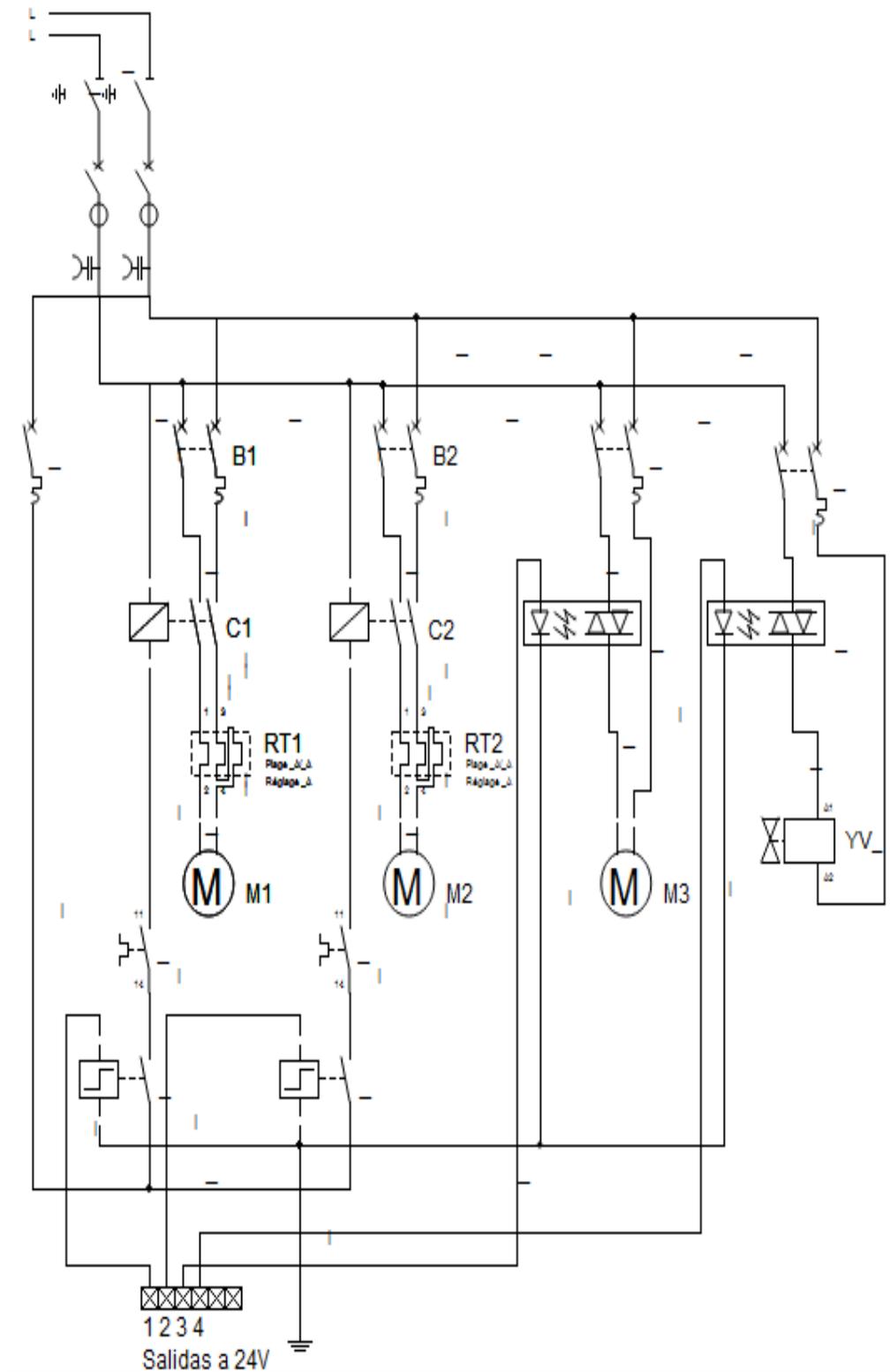


Figura 3.21. Circuito de potencia

Elaborado por: Autores

3.11.1. MOTOR DE 1 HP A 220V

Las protecciones para este motor son: un breaker de 2 polos a 10A basado en un valor de 5.46A y un relé térmico de 7 -10A. Para su activación se utilizó un contactor de 3 polos a 25A y 220V.

3.11.2. MOTOR 3HP A 220V

Las protecciones para este motor son: un breaker de 32A de 2 polos y un relé térmico de 17-25A. Para su activación se empleó un contactor de 3 polos a 18A y 220V.

3.11.3. MOTOR DE ½ HP A 220V

En este caso al tratarse de un motor que va a conmutar aproximadamente 20 veces por minuto se determinó utilizar un relé de estado sólido que evita arcos en su activación y permite alargar la vida útil del elemento. El relé empleado es de 220V y 40A, al ser basado en una corriente de 5.46A, fue el valor comercial más cercano y accesible a los requerimientos. Para su activación se trabajó con una salida de la tarjeta de potencia de 24V controlada por un pin del controlador (Arduino).

3.11.4. ELECTROVÁLVULA A 110V

Por la frecuencia de encendido de este elemento, se decidió manejar un relé de estado sólido de 20A que fue el valor mínimo suministrado por el proveedor.

Tabla 3.8. Breaker principal

Elaborado por: Autores

Cargas				
	Potencia	Componente	Amperaje	Voltaje
Motores	1 HP	Agitador	8,4	220
	3 HP	Compresor	10,17	220
	¼ HP	Ventilador	2,1	220
	½ HP	Sistema de Traslación	4,2	220
Fuentes de alimentación		Fuente 24Vcc	6	220
		Fuente 12Vcc y 5Vcc	5	220
		Fuente Arduino	2	110
		Elementos de control	6	220
		Bomba Peristáltica	2	220
SUMA TOTAL DE CARGAS			45.87	
			45.87	25% = 57.33A

Dado que en las cargas totales tenemos un valor de 45.87 A, y según las especificaciones del fabricante se requiere un 125% de la carga continua para protecciones que no cumplan con el certificado del Art. 220 – 10 literal b) del código eléctrico nacional (CPE INEN 019); el breaker directamente asociado con esta carga debería ser de 57,33A pero debido a cuestiones comerciales el inmediato superior encontrado es de 63A.

Entonces se instaló un breaker de caja moldeada de 63A de la marca CHINT.

3.11.5. SELECCIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Los conductores eléctricos deben ser seleccionados correctamente, al igual que el resto de los elementos que conforman el diseño eléctrico.

Una deficiente elección de los conductores puede dar lugar a:

- Elevadas caídas de voltaje a nivel de los receptores.

- Calentamiento excesivo de los conductores.
- Coste elevado de la instalación por sobredimensionar las secciones de los conductores.
- Poner conductores de sección correcta pero con aislamientos innecesarios que encarecen el producto.

a. CONDUCTOR ELÉCTRICO DEL MOTOR

Para la instalación del tablero se usó el cable flexible AWG 12 para motores, cable flexible AWG 8 para la alimentación principal basado en la Tabla 3.8.

b. CONDUCTOR ELÉCTRICO DEL CIRCUITO DE CONTROL

Según las especificaciones de la Arduino, se recomienda utilizar cables con una sección adecuada para la intensidad. Las entradas de la Arduino aceptan cables AWG 26, pero no se puede utilizar ese cable para toda la instalación debido a la caída de tensión y la aplicación industrial que se le da, es por esto que se acoplo a los cables específicos para la Arduino conductor AWG 18 para los elementos que conforman el circuito de control.

Para la conmutación de relés de potencia desde Arduino; con el objetivo de aislarla para evitar ruido y posibles sobre corrientes debido a fuentes externas se colocó un aislamiento óptico (Figura 3.22) mediante un circuito basado en un opto transistor 4N35 y un transistor de potencia TIP 31C para activar salidas a 24Vcc mediante los 5Vcc que da Arduino. Se decidió emplear en lugar de baquelita fibra de vidrio para realizar esta tarjeta, debido a que disipa calor con mayor facilidad.

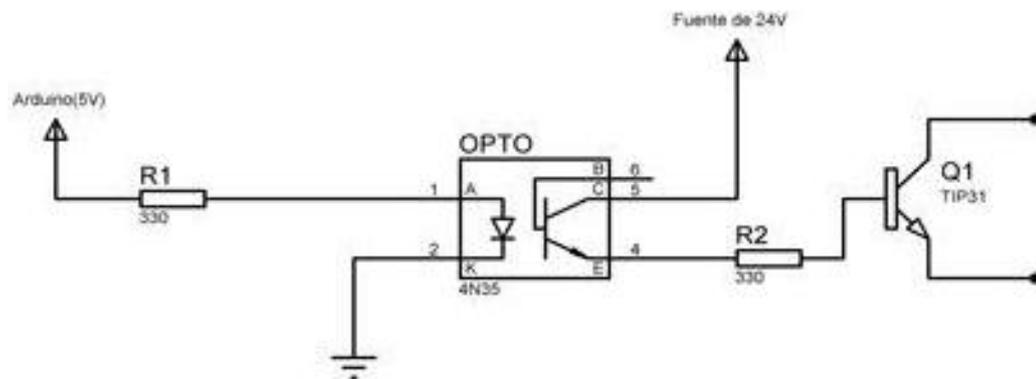


Figura 3.22. Aislamiento óptico

Elaborado por: Autores

3.12. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL → ARDUINO

3.12.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Para la automatización de la máquina, se requiere de un controlador, que se encarga de dar señales a los actuadores para realizar las siguientes acciones: recibir, interpretar y procesar datos proporcionados por los sensores, al mismo tiempo tiene como objetivo facilitar la comunicación con el usuario mediante una interfaz y la comunicación inalámbrica.

3.12.2. PERSPECTIVAS DEL SISTEMA

El controlador debe hallarse en la capacidad de gestionar: el sistema de enfriamiento, la dosificación, comunicarse con una interfaz de usuario y enviar y recibir datos vía inalámbrica.

3.12.3. FUNCIONES DEL DISPOSITIVO

El controlador, deberá tener la capacidad de realizar las siguientes tareas:

- Recibir, interpretar y procesar señales de sensores.
- Permitir la interacción con el operador.
- Enviar señales a los actuadores y elementos de control.
- Enviar y recibir datos vía Bluetooth.

A continuación se describen en detalle estas tareas.

a. RECIBIR, INTERPRETAR Y PROCESAR SEÑALES DE SENSORES.

Al contar la máquina con diversos mecanismos, se requiere controlarlos de tal manera que en la automatización trabajen como un todo, donde cada señal proporcionada admita una acción, en este caso contaremos con un sensor de temperatura y dos de presencia, cuyas señales deberán ser regidas por el sistema.

b. PERMITIR LA INTERACCIÓN CON EL OPERADOR.

El operador tendrá la posibilidad de seleccionar una nueva receta, activar el sistema de enfriamiento, e iniciar la producción por medio de una interfaz conectada directamente al controlador o vía inalámbrica.

c. ENVIAR SEÑALES A LOS ACTUADORES Y ELEMENTOS DE CONTROL.

Cuando el operador indique al controlador encender o apagar el sistema de enfriamiento, realizar una nueva receta, cancelar la producción o comunicarse vía inalámbrica, este contará con la robustez para realizar todas estas acciones.

d. ENVIAR Y RECIBIR DATOS VÍA BLUETOOTH.

Paralelamente a la interfaz incluida en el tablero de control, en la comunicación inalámbrica es posible comandar la máquina de tal manera que el operador lo realice con cierta holgura característica de un teléfono móvil. Para cumplir con esta función, el controlador podrá enviar y recibir datos vía bluetooth.

3.12.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS USUARIOS.

El usuario de esta aplicación es el operador, el cual previamente será capacitado en cuanto al manejo de la misma, y de igual manera tendrá a disposición un manual de operación.

3.12.5. RESTRICCIONES.

La comunicación inalámbrica será únicamente punto a punto y tendrá un alcance de 10 metros alrededor del tablero de control.

3.12.6. SUPOSICIONES Y DEPENDENCIAS

El hardware y el software base de desarrollo del proyecto serán libres, lo cual consiste en que su diseño base pueda ser copiado, distribuido, modificado, y fabricado libremente. Mas no implica que este no pueda también ser vendido, o que cualquier puesta en práctica del hardware del diseño estará libre de coste.

3.12.7. REQUISITOS

Aquí se presentan los requisitos funcionales que va a cumplir el controlador. Todos los requisitos aquí expuestos son esenciales, por tanto, no sería aceptable un controlador que no los satisfaga.

a. REQUISITOS FUNCIONALES (RF)

a.1. RECIBIR, INTERPRETAR Y PROCESAR SEÑALES DE SENSORES.

RF001.- El controlador recibirá una señal de temperatura.

Para iniciar el proceso, es necesaria una temperatura base de trabajo (-15°C), por tal motivo, este requisito es esencial para el proceso.

RF002.- Monitorear señal de 2 sensores digitales de presencia.

Es preciso conocer la ubicación de la jaba en ciertos puntos críticos del proceso, para lo cual se utilizan sensores de presencia, cuya señal está ligada directamente al controlador.

RF003.- Interpretar y procesar señal de los sensores.

Esto hace referencia a que el controlador estará en la capacidad de permitir el ingreso e interpretación de varios tipos de señales, así como de procesarlas.

a.2. PERMITIR LA INTERACCIÓN CON EL OPERADOR.

RF004.- Soportar una interfaz de comunicación con el usuario.

Es necesario que se facilite el ingreso de una receta; y el monitoreo constante del proceso al operador, contando con un dispositivo compatible

con el controlador, amigable con el usuario y con capacidad de soportar gráficos.

a.3. ENVIAR SEÑALES A LOS ACTUADORES Y ELEMENTOS DE CONTROL.

RF005.- Contar con 10 salidas digitales.

Como mínimo se requiere contar con esta cantidad de salidas debido a que hay diversos elementos de control que únicamente soportan 2 estados, o requieren de un estado lógico para su funcionamiento respectivamente.

RF006.- Contar con 3 salidas análogas (PWM).

En el sistema mecánico, es esencial el posicionamiento de 3 mecanismos, los cuales están comandados por servomotores.

a.4. ENVIAR Y RECIBIR DATOS VÍA BLUETOOTH.

RF007.- El controlador debe permitir la conexión a un dispositivo Bluetooth.

Es necesario que el hardware utilizado como controlador soporte la conexión bluetooth, que en este caso sería vía Serial.

3.12.8. SELECCIÓN DE INTERFACES EXTERNOS

a. INTERFACES DE USUARIO

La interfaz de usuario será una pantalla gráfica touch de 3.2" intuitiva de fácil uso compatible con Arduino, que requiere de: fuente de alimentación 5V, 5 entradas analógicas en el controlador, 13 entradas/salidas digitales y un puerto de comunicación Serial.

b. INTERFACES HARDWARE

Bluetooth tipo 2, debido a que la comunicación habitual de los dispositivos móviles está basada en redes WPAN cuyo estándar indica un alcance de 10 m, el cual cumple el Bluetooth tipo 2, para este caso se establece utilizar un módulo HC-06, el cual requiere de un puerto serial de comunicación y alimentación de 5Vcc.

Sensor de temperatura compatible con Arduino con un rango mínimo de -25 a 25 grados centígrados, pues este es el intervalo de trabajo de la máquina, considerando esto, se decide utilizar un sensor DS18B20 que se basa en tecnología OneWire, demandando así únicamente una entrada digital y la conexión a 5Vcc de alimentación.

Debido a que en la parte eléctrica, no es posible acceder a relés auxiliares de 5Vcc, se hizo necesario el diseño de una tarjeta de control, que nos facilite trabajar a 24Vcc, para amplificar la señal de las salidas digitales de la tarjeta Arduino.

En cuanto a los sensores de presencia, requieren igual de 24V para trabajar, por lo que se hace necesaria la creación de una tarjeta de control, que modifique la señal de 24Vcc a 5Vcc que se refieren a las entradas digitales de Arduino.

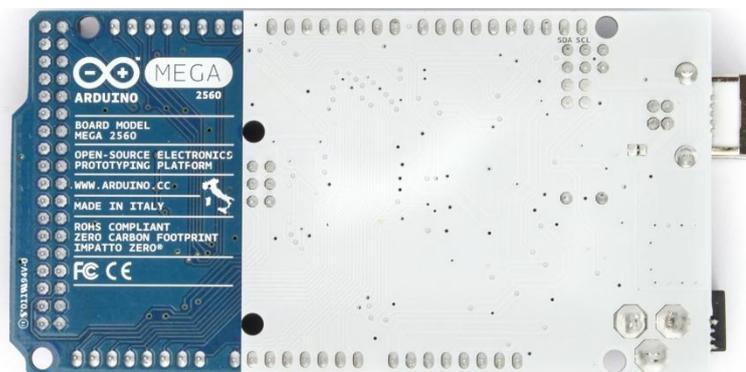


Figura 3.23. Arduino Mega 2560

Fuente: www.arduino.com

Se decide utilizar una tarjeta Arduino Mega 2560 REV 3 (Figura 3.23) como controlador, porque a nivel de mercado es la más estable con respecto a ruido industrial al poseer un diodo Schottky, el cual gracias a su alta velocidad de conmutación y bajo voltaje de activación estabiliza el sistema inmunizándolo al ruido. Al ser también la de mayor capacidad en la gama, facilita 16 entradas analógicas, 54 pines digitales de los cuales 15 pueden trabajar como PWM, y especialmente en cuanto a comunicación es la única que cuenta con 4 puertos de comunicación Serial, de los cuales uno estaría directamente ligado al touch, y otro obligatoriamente al bluetooth.

En la Tabla 3.9 se observan las especificaciones de la tarjeta Arduino Mega seleccionada para el sistema de control.

Tabla 3.9. Especificaciones de Arduino Mega

Fuente: www.arduino.com

Micro controlador	ATmega2560
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límites)	6-20V
Digital I / O Pins	54 (de los cuales 15 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	16
Corriente continua para las E / S Pin	40 mA
Corriente de la CC para Pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	256 KB, 8 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad del reloj	16 MHz

c. INTERFACES SOFTWARE

Al Considerar la mejor plataforma de desarrollo para Arduino, se consideran: en el ambiente de desarrollo de Arduino y S4A basado en Scratch, que se refiere a una plataforma de alto nivel que requiere de un framework para la comunicación.

Entre estas opciones, la mejor es el ambiente propio de desarrollo de Arduino Figura 3.24, pues hay mayor información en la red, y sencillamente se requiere de una comunicación USB para pasar a la tarjeta el programa dándole ventajas frente a S4A.



Figura 3.24. Ambiente de desarrollo Arduino

Fuente: www.arduino.com

Para El ambiente de desarrollo de Arduino está en la capacidad de correr sobre:

- Windows.
- GNU/Linux

d. INTERFACES DE COMUNICACIÓN

Bluetooth HC - 06.

Un cable de conexión USB tipo A, hacia conexión USB tipo B.

3.12.9. REQUISITOS TECNOLÓGICOS

El ambiente de desarrollo Arduino, proporcionado para la programación de la tarjeta, establece como requisito las plataformas:

Windows: 7, Vista o XP

Mac OS: X

Linux 32 bit, 64 bit

3.12.10. DISEÑO



Figura 3.25. Pantalla inicial

Elaborado por: Autores

La pantalla inicial Figura 3.25 mostrará dos botones: **SMARTPHONE**, que habilitará la comunicación inalámbrica mostrando la pantalla Bluetooth Figura 3.29 y **TABLERO** que mostrará la pantalla enfriar Figura 3.26.

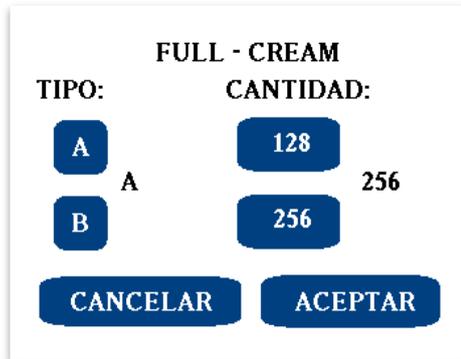


Figura 3.26. Pantalla Modo Tablero

Elaborado por: Autores

Luego de presionar **TABLERO**, en la pantalla enfriar Figura 3.25 se tendrán los botones: **CANCELAR** que regresará a la pantalla inicial Figura 3.26, **RECETA** que pasará a la pantalla de selección de tipo y cantidad a producirse Figura 3.27 y **ENFRIAR** que habilitará el sistema de refrigeración y mostrará la temperatura.

La pantalla de selección receta Figura 3.27 permitirá seleccionar mediante



botones: el tipo (A o B) y la cantidad (128 o 256), así también contará en su parte inferior con dos botones: **ACEPTAR** para pasar a la pantalla producción Figura 3.28 y **CANCELAR** que regresará a la pantalla inicial Figura 3.25.

Figura 3.27. Pantalla Selección Receta

Elaborado por: Autores



La pantalla producción Figura 3.28 mostrará la temperatura, la cantidad de helados en proceso y dos botones: **INICIAR**, que arranca el proceso y **CANCELAR** que suspenderá la producción y mostrará la pantalla inicial Figura 3.25

Figura 3.28. Pantalla de Producción

Elaborado por: Autores



La pantalla Bluetooth Figura 3.29 mostrará el estado de la conexión inalámbrica, la temperatura en caso de estar activado el sistema de enfriamiento y el botón **CANCELAR** que regresará a la pantalla inicial Figura 3.25.

Figura 3.29. Pantalla Modo Smartphone

Elaborado por: Autores

3.13. DISEÑO DEL APLICATIVO → ANDROID

3.13.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Aquí se describen las funciones que el software debe realizar, la información utilizada, las restricciones y otros factores que afectan al desarrollo del mismo.

a. PERSPECTIVA DE LA APLICACIÓN

El sistema tendrá la capacidad de comunicarse vía inalámbrica de forma bidireccional con el controlador de la máquina.

b. FUNCIONES DEL DISPOSITIVO

Principalmente la aplicación permitirá las siguientes interacciones con el controlador de la máquina mediante comunicación inalámbrica:

- Conectarse y desconectarse del controlador.
- Encendido del sistema de enfriamiento y monitoreo de datos de temperatura.
- Selección y envío de la receta a realizarse.
- Arranque del proceso de dosificación y monitoreo de la cantidad de helados producidos.

A continuación se describen con más detalle estas funciones.

b.1. CONECTARSE Y DESCONECTARSE DEL CONTROLADOR.

La aplicación gestionará una conexión punto a punto para comunicarse mediante la dirección MAC correspondiente al controlador configurado como esclavo.

b.2. ENCENDIDO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y MONITOREO DE DATOS DE TEMPERATURA.

Se requiere una temperatura mínima para iniciar el proceso de congelación, dado esto, es necesario un pre enfriamiento hasta -15°C que debe ser alcanzado antes de pasar a seleccionar una receta.

b.3. SELECCIÓN Y ENVÍO DE LA RECETA A REALIZARSE.

En cuanto a realizar una receta, se selecciona basada en si contiene o no aderezo sólido y cuantos helados van a constituir el lote.

b.4. ARRANQUE DEL PROCESO DE DOSIFICACIÓN Y MONITOREO DE LA CANTIDAD DE HELADOS PRODUCIDOS.

Seleccionada la receta y notificada al controlador, se requiere una señal de inicio para arrancar la dosificación, y conforme avanza el proceso, se actualiza el número de helados producidos.

c. CARACTERÍSTICAS DE LOS USUARIOS.

El usuario de esta aplicación es el operador, el cual previamente será capacitado en cuanto al manejo de la misma, y de igual manera tendrá a

disposición un manual de operación. Cabe recalcar que al tratarse de una aplicación de Smartphone, tiende a ser intuitiva y de fácil comprensión.

d. RESTRICCIONES.

La comunicación será únicamente punto a punto y tendrá un alcance de 10 metros alrededor del tablero de control.

e. SUPOSICIONES Y DEPENDENCIAS

La aplicación, ha sido desarrollada en App Inventor, cuyo ejecutable (.apk) se puede correr únicamente bajo la plataforma ANDROID, siempre y cuando su versión sea 2.3 (Gingerbread) o posterior.

3.13.2. REQUISITOS

Aquí se presentan los requisitos funcionales que va a cumplir el sistema. Todos los requisitos aquí expuestos son esenciales, por tanto, no sería aceptable un sistema que no los satisfaga.

a. REQUISITOS FUNCIONALES(RF)

a.1. CONECTARSE Y DESCONECTARSE DEL CONTROLADOR.

RF001.- El operador podrá conectar o desconectar el Smartphone al controlador:

Mostrado en la interfaz gráfica de la aplicación, habrá un botón con el texto CONECTAR o DESCONECTAR según el caso, enviando al presionarse un texto vía Bluetooth para enlazarse con el controlador.

a.2. ENCENDIDO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y MONITOREO DE DATOS DE TEMPERATURA.

RF002.- El operador podrá encender el sistema de enfriamiento desde el Smartphone:

Habr  un botón mostrado en la pantalla principal con el texto ENFRIAR o ENFRIANDO según el caso, que enviando un texto hacia el controlador permitirá encender o apagar el sistema de enfriamiento de la máquina.

RF003.- El operador podrá Monitorear temperatura:

Al encontrarse el sistema de enfriado encendido, y el botón en estado ENFRIANDO, el operador podrá visualizar datos de temperatura en la interfaz gráfica enviados por el controlador.

RF004.- El operador recibirá una notificación alcanzada la temperatura ideal:

Cuando la máquina haya alcanzado su temperatura ideal de trabajo, la aplicación emitirá una notificación dando simultáneamente paso a seleccionar una nueva receta.

RF005.- Se preguntar  al operador si desea apagar la máquina antes de salir:

Al presionar la tecla de atrás característica en los Smartphones, encontrándose en la pantalla inicial, o en la pantalla de producción; en un cuadro de diálogo, la aplicación pedir  confirmación al operador para apagar la máquina antes de salir o cancelar el proceso respectivamente.

a.3. SELECCIÓN Y ENVÍO DE LA RECETA A REALIZARSE.

RF006.- El operador puede seleccionar el tipo de receta a realizarse:

Al encontrarse en la pantalla receta, la interfaz gráfica de la aplicación, esta permite seleccionar entre tipo A y B.

RF007.- El operador puede seleccionar la cantidad de helados a producirse:

En la interfaz visual de la aplicación, esta permite seleccionar entre 128 o 256, valores estimados en función de la capacidad de la máquina.

RF008.- El operador puede enviar la receta al controlador:

Una vez seleccionados el tipo y la cantidad de helados a realizarse, al presionar el botón aceptar, un cuadro de selección permitirá confirmar o no la receta para pasar a la pantalla proceso siempre y cuando se hayan seleccionado el tipo y la cantidad.

RF009.- De no desear, el operador puede cancelar la receta:

Si no está de acuerdo con producir, el operador puede cancelar la receta y regresar a la pantalla inicial ya sea presionando el botón cancelar de la aplicación o atrás del Smartphone.

a.4. ARRANQUE DEL PROCESO DE DOSIFICACIÓN Y MONITOREO DE LA CANTIDAD DE HELADOS PRODUCIDOS.

RF010.- El operador puede decidir cuándo arrancar el proceso:

Una vez se encuentra el sistema listo para producir, el operador presiona el botón iniciar.

RF011.- Se puede monitorear el número de helados producidos:

Al iniciarse el proceso, la aplicación mostrará en la interfaz gráfica el número de helados que se van produciendo.

RF011.- El operador podrá confirmar la finalización del proceso:

Terminado el proceso, el operador mediante la aplicación puede dejar en resumen la máquina luego de la producción o regresarla a su estado inicial.

b. REQUISITOS DE INTERFACES EXTERNOS

b.1. INTERFACES DE USUARIO

La interfaz de usuario debe ser gráfica, y el manejo del programa será mediante la pantalla táctil del dispositivo.

Interfaz intuitiva de fácil uso.

b.2. INTERFACES HARDWARE

Smartphone con pantalla táctil.

b.3. INTERFACES SOFTWARE

Para el software de desarrollo → Navegador Google Chrome con soporte Java.

Para correr la aplicación → Sistema operativo ANDROID 2.3 (Gingerbread) o posterior.

b.4. INTERFACES DE COMUNICACIÓN

Bluetooth tipo 2.

c. REQUISITOS TECNOLÓGICOS

Al requerir ANDROID 2.3 (Gingerbread), no hay requerimientos mínimos para el dispositivo móvil a utilizar (Smartphone), pues Gingerbread no requiere un procesador mínimo según las indicaciones del desarrollador.

d. SOFTWARE DE DESARROLLO

Entre las opciones existentes de desarrollo de aplicaciones para Smartphones, se tomaron Eclipse basado en lenguaje java y App Inventor característico por poseer su propio estilo puzzle de programación que facilita la codificación sin un nivel alto de conocimiento en java; programando en este caso sobre un Navegador.

Al considerar la complejidad de la aplicación a realizarse, App Inventor es el más adecuado, pues en este caso específicamente no se prioriza el desarrollo de aplicaciones, sino la sincronización del dispositivo y el controlador.

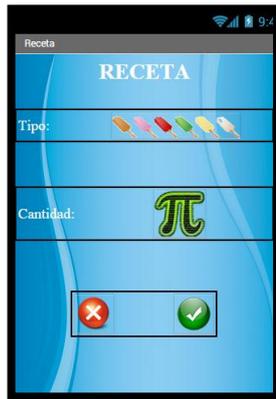
e. DISEÑO



La interfaz gráfica de la aplicación en su pantalla principal Figura 3.30, contará con el botón de conexión y desconexión al controlador, un botón para activar el sistema de enfriamiento, y un botón para pasar a la pantalla RECETA Figura 3.31; así también mostrará el valor de la temperatura entre los botones enfriar y nueva receta.

Figura 3.30. Pantalla principal del Dispositivo

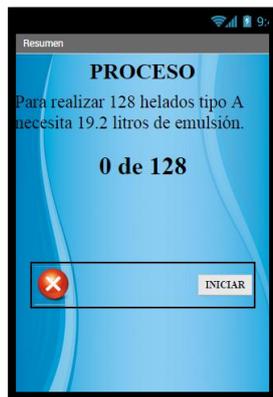
Elaborado por: Autores



En la pantalla receta Figura 3.31, se podrá seleccionar el tipo de helado a realizarse (A o B), la cantidad (128 o 256), y contará con dos botones: el uno para aceptar la receta pasando a la pantalla proceso Figura 3.32 y el otro para cancelarla y regresar a la pantalla principal Figura 3.30.

Figura 3.31. Pantalla selección de receta del Dispositivo

Elaborado por: Autores



Una vez seleccionada y aceptada la receta, se observará la pantalla proceso Figura 3.32 donde se mostrará un resumen del helado a producirse, así también *dos* botones: uno para arrancar el proceso y otro para cancelarlo y regresar a la pantalla principal Figura 3.30 de ser necesario.

También permitirá monitorear en tiempo real la cantidad de helados producidos.

Figura 3.32. Pantalla de Producción del dispositivo

Elaborado por: Autores

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS

4.1. INTRODUCCIÓN

La implementación permite poner en práctica, el diseño y selección de los componentes de la máquina, para comprobar la hipótesis del proyecto elaborado.

4.2. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

Concluido el diseño del sistema de dosificación automática se inicia con el proceso de construcción, de todos los componentes que conforman el sistema, en este capítulo se describe el montaje de la parte mecánica, eléctrica y de control, para una vez finalizada proceder a la puesta en marcha, efectuar pruebas de funcionamiento y la posterior corrección de fallas.

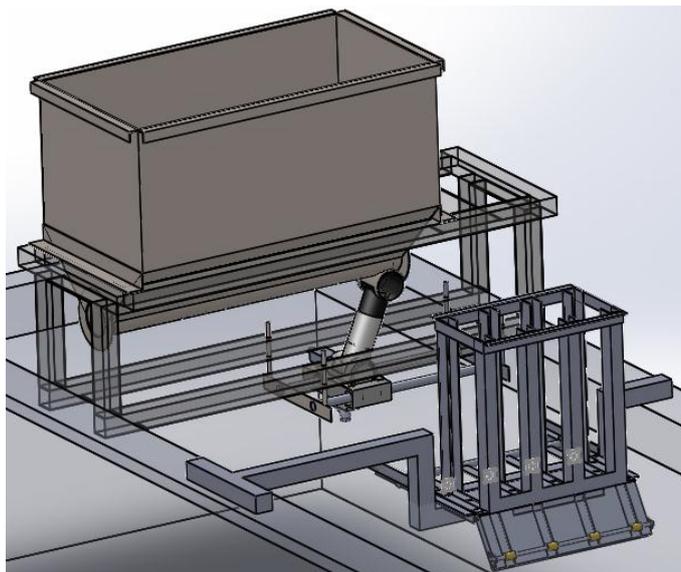


Figura 4.1. Sistema de dosificación

Elaborado por: Autores

4.3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO

Cada uno de los componentes diseñados para el desarrollo de este proyecto, son propios de los autores por lo que se ha adoptado nombres enfocados a la forma y función que cumple cada uno de estos.

4.3.1. ESTACIÓN UNO

Para instalar la estación uno primero se deben ensamblar todos los componentes alineándose uno al otro.

Se empezara ensamblando el tornillo sin fin a la tolva tal como se observa en la Figura 4.2 todos los componentes son de fácil acoplamiento.

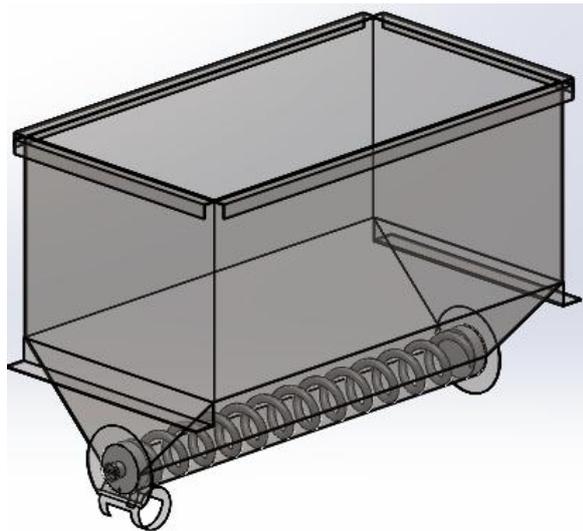


Figura 4.2. Acople tolva sin-fin

Elaborado por: Autores

Se acoplan los telescopios uno al otro y se insertan en la parte inferior de la tolva a la salida del tornillo sin fin (Figura 4.3) , para evitar la fricción entre metales se usaron orines en la entrada y salida de los tubos del sistema de telescopio.

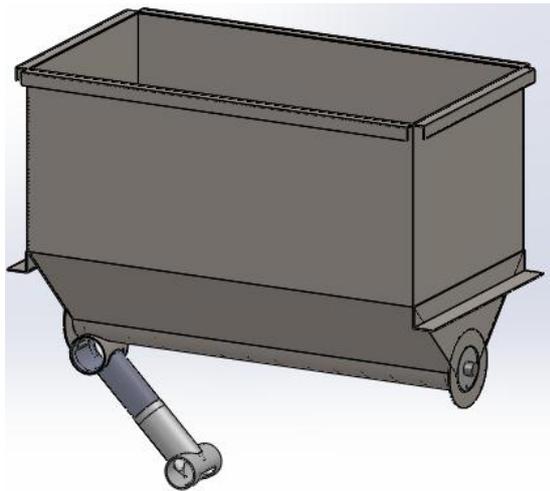


Figura 4.3. Acople de telescopios

Elaborado por: Autores

El carro de nylon de la Figura 4.4 esta diseñado para articular los telescopios de modo que permita el movimiento en el eje X, esta articulación es sujeta por seguros, el carro de nylon tiene insertados rodamientos lineales que suavizan el movimiento.

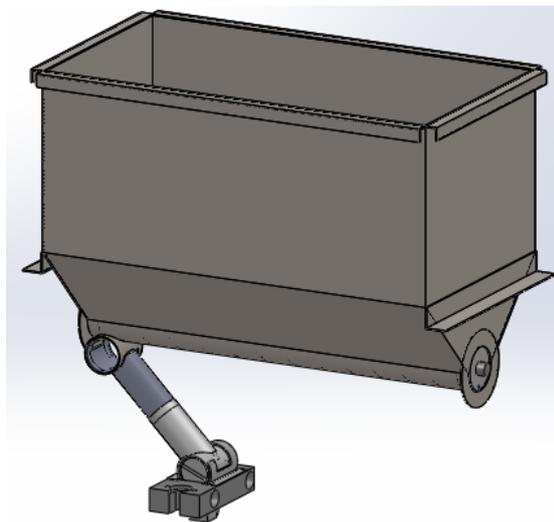


Figura 4.4. Acople carro de nylon

Elaborado por: Autores

En la Figura 4.5 se muestra que la tolva se fija a la estructura de tubo cuadrado con pernos a sus cuatro esquinas.

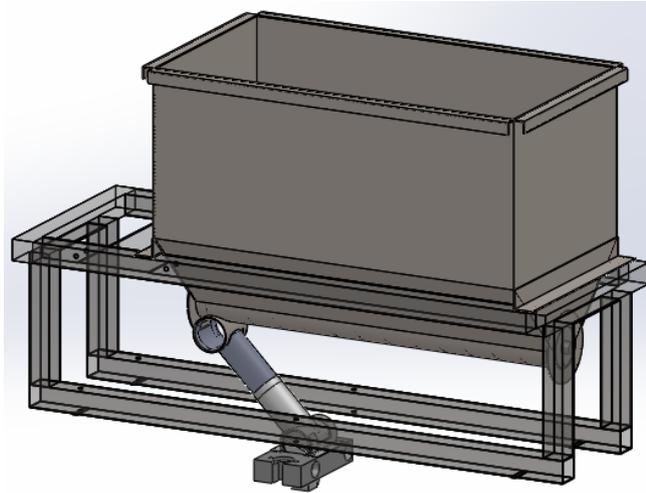


Figura 4.5. Acople estructura

Elaborado por: Autores

La Figura 4.6 muestra el alineamiento de los ejes al carro y a la estructura para que cumpla con su movimiento en Y, entre los rodamientos lineales y los ejes.

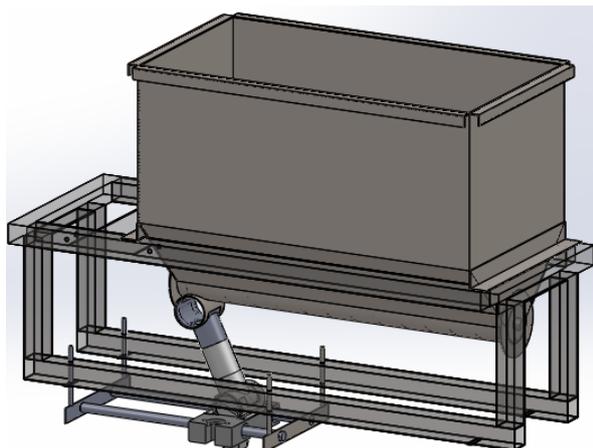


Figura 4.6. Acople de ejes

Elaborado por: Autores

Finalmente se acopla el motor de 24Vcc (Figura 4.7) a la estructura y al matrimonio del tornillo sin fin. Así se tiene completo el ensamblaje de la primera estación y esta listo para su instalación

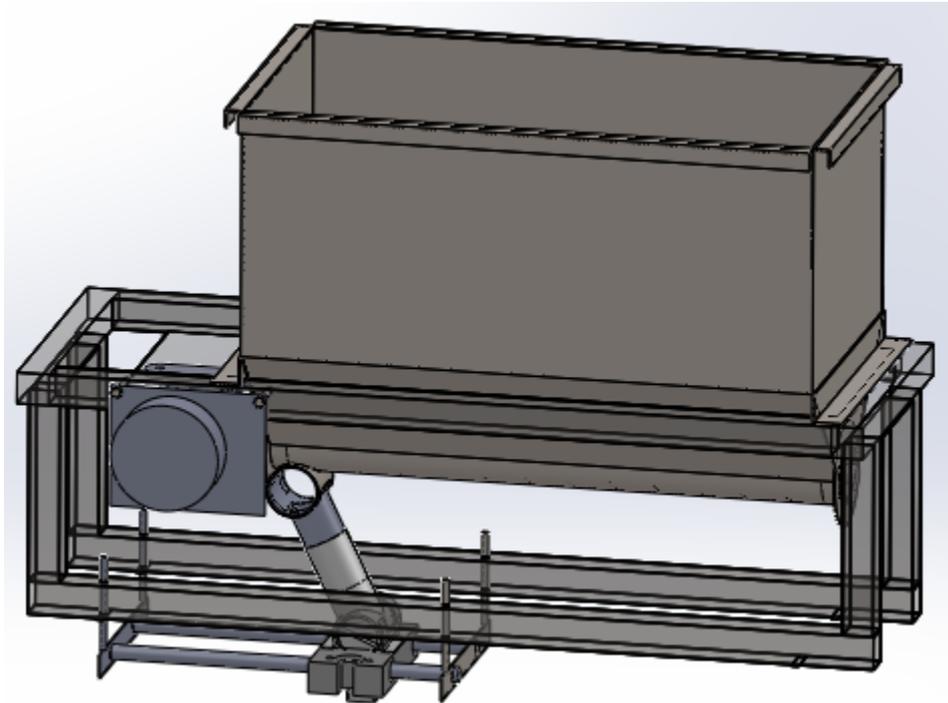


Figura 4.7. Acople del motor 24V

Elaborado por: Autores

4.3.2. ESTACIÓN DOS

Se empieza alineando las bisagra de nylon (Figura 4.8) y como su nombre lo indica se forma una bisagra, consiste en cuatro canales y un rango de movimiento de 0° a 90° para facilitar la inserción de las paletas de helado.

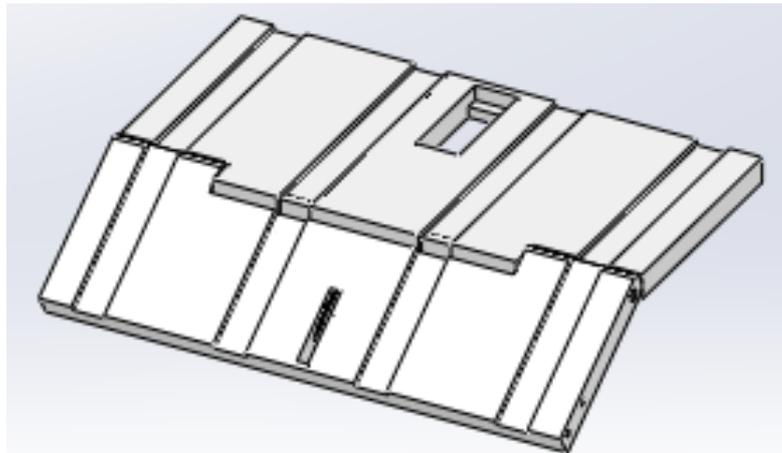


Figura 4.8. Acoples de bisagras de nylon

Elaborado por: Autores

La bisagra esta mecanizada para facilitar el ajuste de los servomotores (Figura 4.9), se sujetan con los tornillos que vienen en el kit de los servomotores.

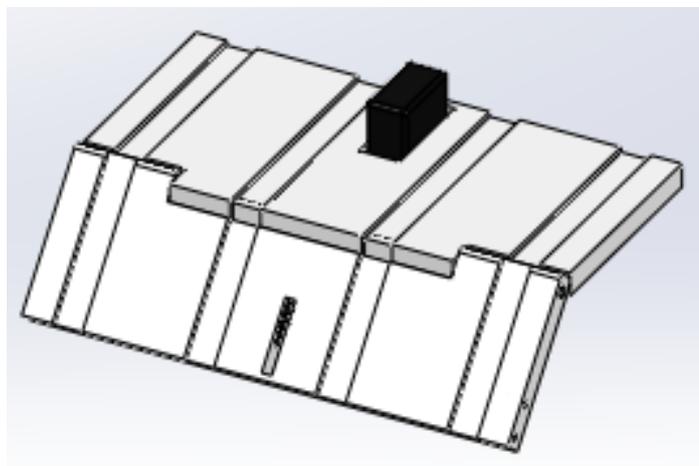


Figura 4.9. Acople de servomotores

Elaborado por: Autores

En la Figura 4.10 observamos el ensamble del rodillo a la bisagra el rodillo cumple la función de empujar las paletas de helado hacia los moldes

previamente llenados, su movimiento es transmitido por un par de engranajes.

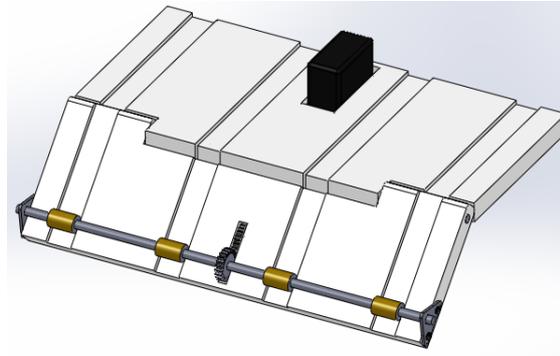


Figura 4.10. Acople del rodillo

Elaborado por: Autores

La Figura 4.11 indica la sujeción de la jaula en la que se depositaran las paletas de helado de forma horizontal.

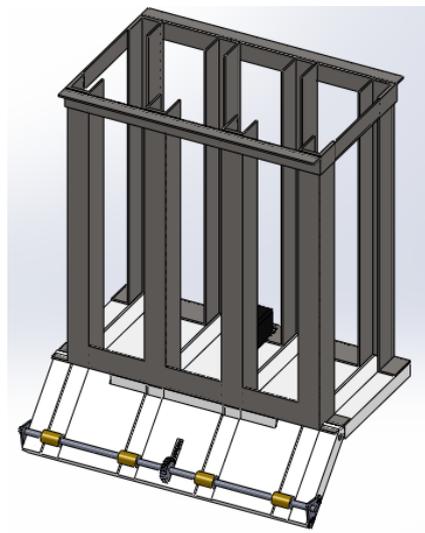


Figura 4.11. Acople de Jaula

Elaborado por: Autores

En la Figura 4.12 se observa la peinilla, pieza con la cual las paletas serán empujadas hasta llegar a los rodillos.

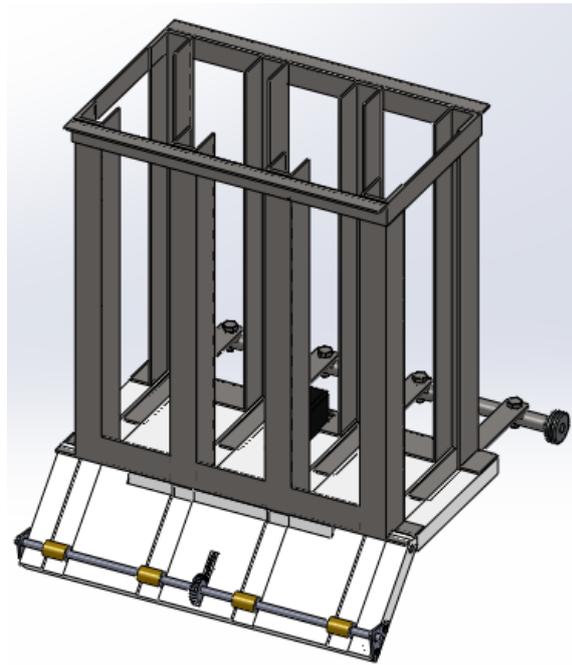


Figura 4.12. Acople de la peinilla

Elaborado por: Autores

El ensamblaje de la estación dos esta completo al sujetar la bisagra a la estructura en la que se montara (Figura 4.13).

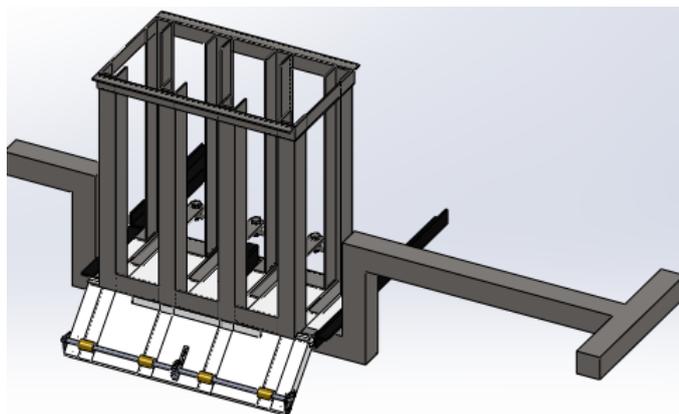


Figura 4.13. Acople de estructura

Elaborado por: Autores

4.4. TABLERO DE CONTROL

Interiormente se alinearon e instalaron los elementos de potencia y control buscando separarlos de tal manera que no se genere ruido. Una vez dado esto, se cortó e instaló el riel DIN y las canaletas utilizando auto perforantes y un taladro de mano.

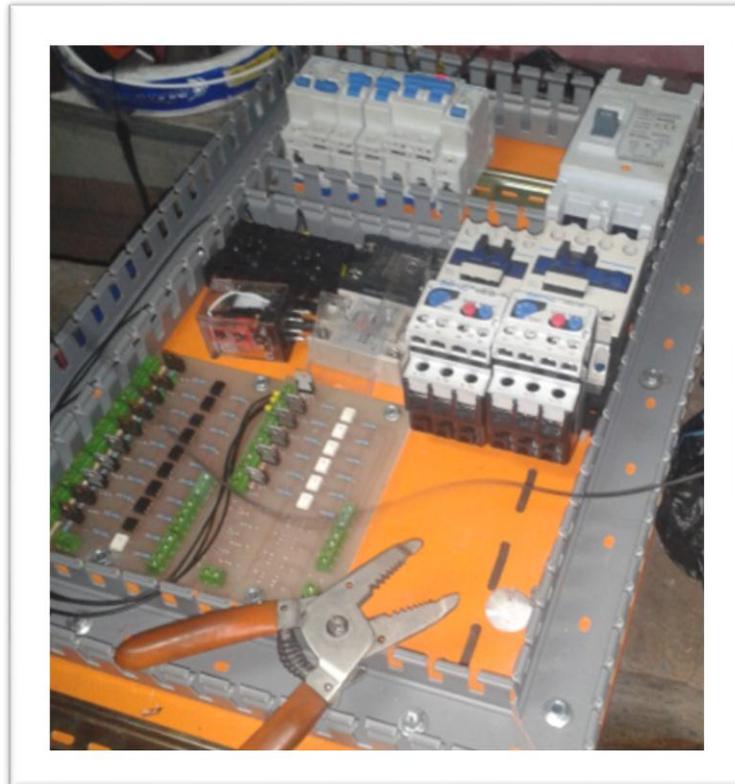


Figura 4.14. Instalación de elementos eléctricos

Fuente: Trabajo de campo

El cableado se efectuó utilizando terminales acorde a los cables, dejando las entradas y salidas de voltaje conectadas a bornera. En el lugar de instalación, se fijó el gabinete en la pared (Figura 4.16) a un costado de la máquina.

Las borneras de salida se conectaron al cableado necesario para motores y se acoplaron las entradas de alimentación.

En cada una de las estaciones, se instalaron los elementos electrónicos de la tarjeta Arduino con cable flexible AWG 26.

Realizando pruebas en vacío, se corroboró el correcto funcionamiento de todos los elementos integrados en el tablero de control.

Comprobado su correcto funcionamiento, acorde a cada una de las estaciones, fue encaminado el cableado necesario para motores y señales utilizando 2 mangueras corrugadas, una para control y otra para potencia; conectando posteriormente los cables correspondientes a las borneras de salida del tablero.

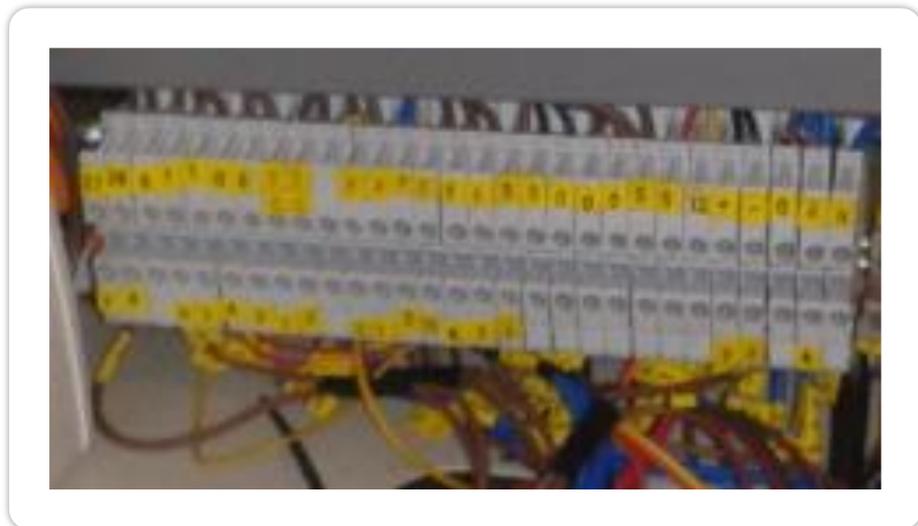


Figura 4.15. Acople de borneras

Fuente: Trabajo de campo

En la Tabla 4.1 se observa la distribución de los elementos del tablero de control y para que componente se usó basándose en la Figura 4.16.

Tabla 4.1. Descripción de elementos del tablero de control

Fuente: Trabajo de campo

Número	Elemento
1	Breaker de caja moldeada
2	Breaker para motor de 3 Hp sistema de refrigeración
3	Breaker para motor de 1Hp agitador
4	Breaker para sistema de traslación
5	Breaker para las fuentes de alimentación
6	Breaker para las bobinas de contactores
7	Relé para la bomba peristáltica
8	Relé para el agitador
9	Relé para el sistema de refrigeración
10	SSR sistema de traslación
11	SSR para la electroválvula
12	Contactador para el agitador
13	Contactador para el sistema de refrigeración
14	Relé térmico para el agitador
15	Relé térmico para el sistema de refrigeración
16	Tarjeta de potencia 24V a 5V
17	Tarjeta de aislamiento óptico 5V
18	Fuente de alimentación 5V- 12V- 24V
19	Fuente auxiliar
20	Borneras

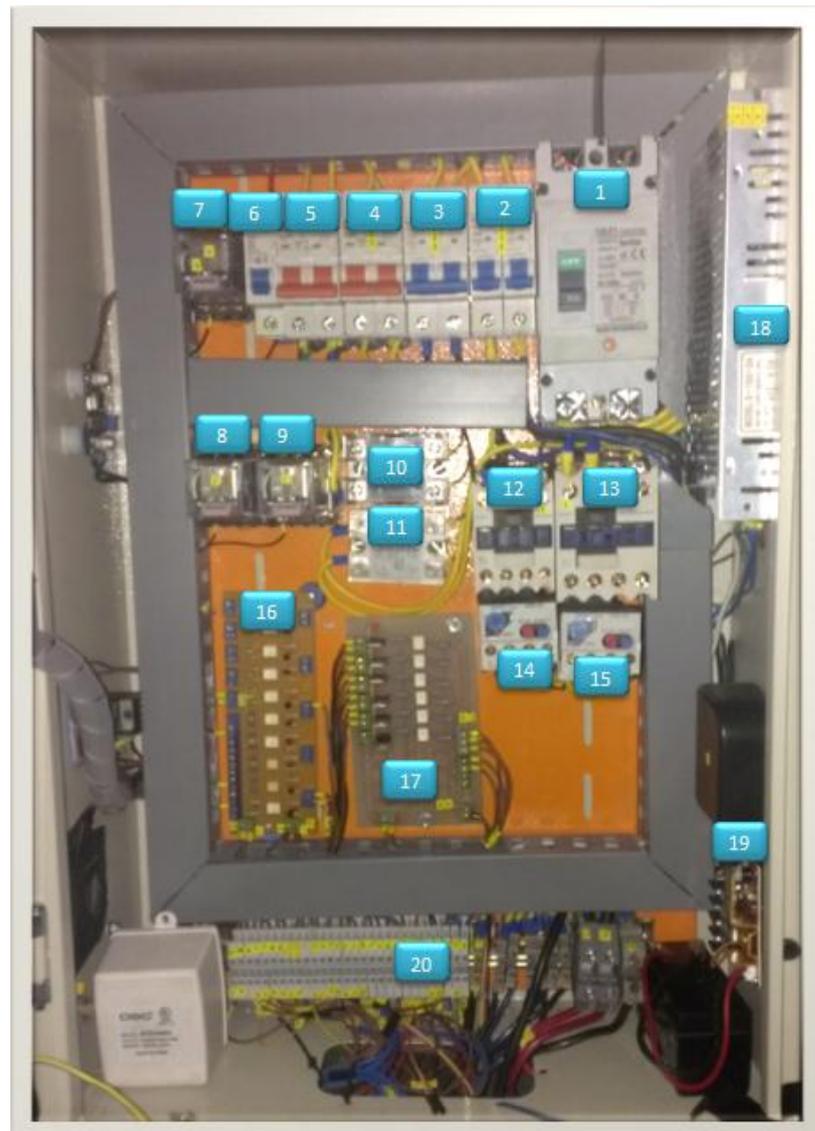


Figura 4.16. Instalaciones de tablero de control

Fuente: Trabajo de campo

4.5. SISTEMA DE CONTROL → ARDUINO

Para desarrollar el sistema de control se debe inicialmente instalar el ambiente de desarrollo Arduino, que se lo encuentra libre en <http://www.arduino.cc>

Una vez instalado, se lo abre en el caso de Windows 7; de la siguiente manera: Inicio → Todos los programas → Arduino.



Figura 4.17. Ingreso al ambiente Arduino

Elaborado por: Autores

Una vez abierto, se configuran:

El puerto de comunicación: se debe seleccionar el puerto serial al cual se va a conectar la tarjeta Arduino como se observa en la Figura 4.18 para este caso COM8 así: menú Herramientas → Puerto Serial → COM8.



Figura 4.18. Selección de puerto de comunicación

Fuente: Trabajo de campo

El tipo de tarjeta conectada: Se selecciona la tarjeta arduino que sera utilizada en este caso Arduino Mega 2560 como se muestra en la Figura 4.19: menú Herramientas → Tarjeta → Arduino Mega 2560 or Mega ADK.

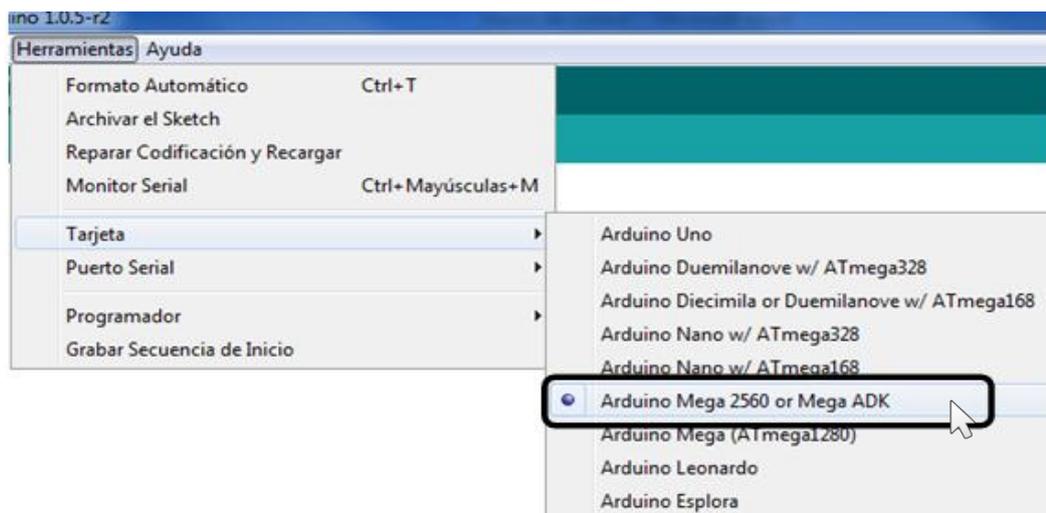


Figura 4.19. Selección de tarjeta Arduino

Fuente: Trabajo de campo

Realizado esto, se puede proceder a crear el programa, llamado sketch en este ambiente; en la Figura 4.20 se observa el modo de programación. La programación completa se encuentra en el Anexo P



```

Estaes | Arduino 1.0.5-r2
Archivo Editar Sketch Herramientas Ayuda

Estaes
#include <UTouch.h> //Libreria touch
#include <OneWire.h> //Libreria para sensor de temperatura con tecnologia OneWire
#include <DallasTemperature.h> //Libreria para lectura de temperatura
#include <Servo.h> //Libreria para controlar servos
#include <DigitalToggle.h> //Libreria para alternar el estado de un pin digital(ON-OFF)

Servo granservo; //Para accionar mecanismo del carrito
Servo peiservo; //Para desplazar los palitos hacia adelante.
Servo bisagraservo; // Para bajar los palitos

```

Figura 4.20. Programación en Arduino

Fuente: Trabajo de campo

Al tener completo el programa, se lo carga a la tarjeta Arduino presionando cargar Figura 4.21. Primero se verifica y compila el programa, y una vez terminado esto; si está correcto se carga al controlador.



Figura 4.21. Cargar Sketch

Fuente: Trabajo de campo

En la barra de estado (parte inferior) Figura 4.22, se muestra el progreso de la operación hasta cuando ha sido cargada.

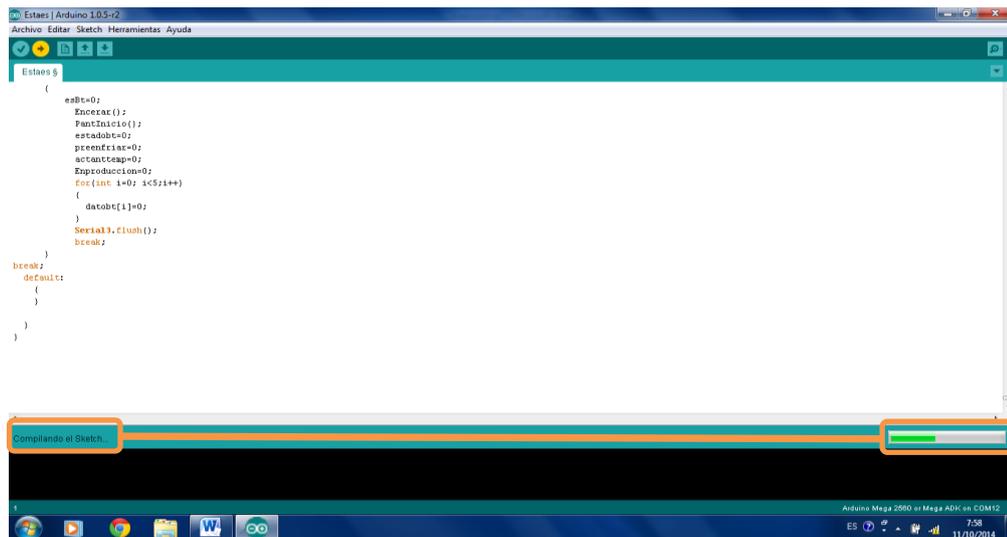


Figura 4.22. Compilando y cargando el Sketch

Fuente: Trabajo de campo

Una vez cargado el programa, enchufando a la tarjeta Arduino: su fuente independiente de alimentación, la pantalla touch, los pines digitales de señal, los pines PWM, las salidas de voltaje y el sensor de temperatura fue puesta al mando de todo el sistema permitiendo así su comunicación inmediata como se muestra en la Figura 4.23.



Figura 4.23. Conexiones de la tarjeta Arduino

Fuente: Trabajo de campo

Para realizar pruebas y calibraciones, fue desarrollado un programa que permita mediante un método de conmutación encender y apagar las salidas digitales utilizadas para el control de la máquina, así como variar los ángulos de posicionamiento de los servomotores. Este muestra en pantalla varios botones para el efecto Figura 4.24

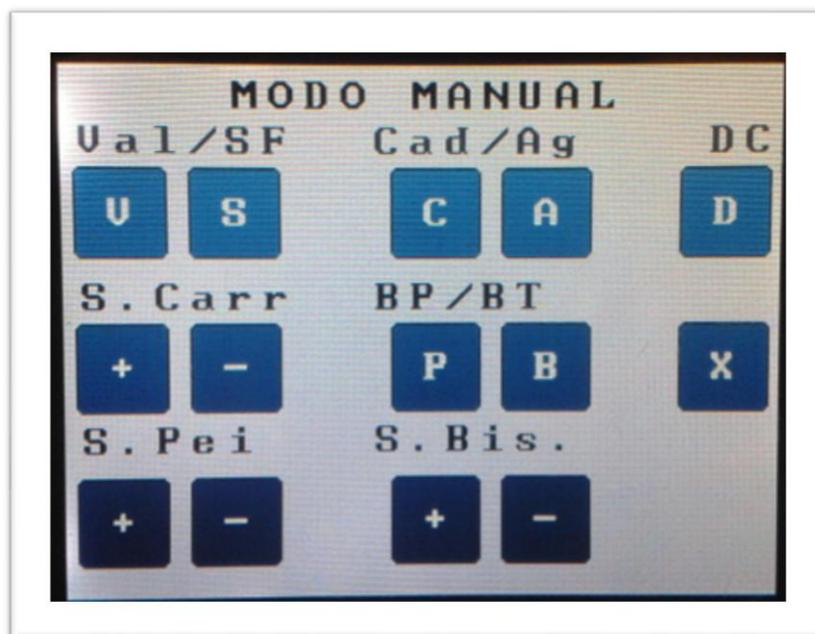


Figura 4.24. Pantalla Modo Manual

Fuente: Trabajo de campo

Con este programa, al realizar diversas pruebas, fue posible obtener la Tabla 4.2

Tabla 4.2. Disposición de pines de la tarjeta Arduino

Elaborado por: Autores

Dispositivo	Condiciones	Pin(es) de conexión
Enfriador	Encendido durante todo el proceso.	52
Agitador	Encendido durante todo el proceso.	53
Cadena	Encendido continuo al iniciar el proceso. Intervalo de 400ms para ir de posición a posición.	51
Electroválvula	Encendida 9s para cada posición.	50
TRG sinfín	Activado 500ms.	27
DIR sinfín	Siempre en 0 lógico.	28
Servomotor carrito	Pos1 → 30° Pos2 → 70° Pos3 → 100° Pos4 → 130°	12
Bomba peristáltica	Encendido 150ms.	49
Servomotor de empuje	Afuera → 0° Adentro → 75°	10
Servomotor de inclinación	Arriba → 15° Abajo → 115°	11
Motor de rodillos	Intervalo 1 → 3s Intervalo 2 → 4s	29,30
Bluetooth	Encendido cuando se selecciona Smartphone.	32
Temperatura	Requerir el dato en los puntos que el proceso solicita, siempre activo.	9

Una vez comprobados los intervalos de trabajo y los ángulos óptimos de posicionamiento, se realizó la sincronización completa de dispositivos para dar paso a la dosificación automática.

4.6. APLICACIÓN → ANDROID

Para desarrollar el aplicativo de la interfaz de comunicación con el usuario a través del dispositivo móvil, se accede a: <http://ai2.appinventor.mit.edu>, y mediante una cuenta de Gmail, es posible ingresar como usuario para desarrollar el software online.



Figura 4.25. Abrir Cuenta de Gmail

Fuente: Trabajo de campo

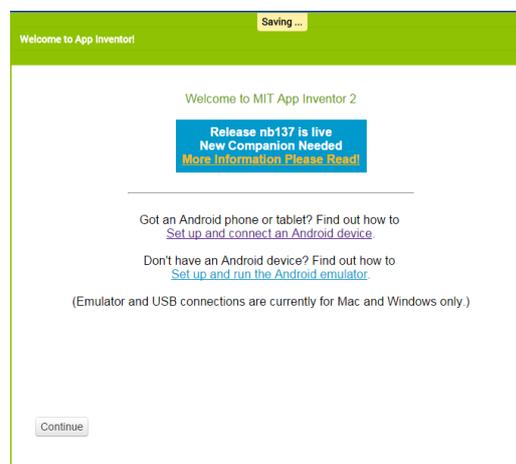


Figura 4.26. Pantalla de Bienvenida

Fuente: Trabajo de campo

En la pantalla de bienvenida, se presiona Continue; para crear una nueva aplicación: dar clic en la opción Start new Project; se presenta una

ventana de diálogo donde se debe ingresar el nombre, para este caso Full_Cream (Figura 4.27)

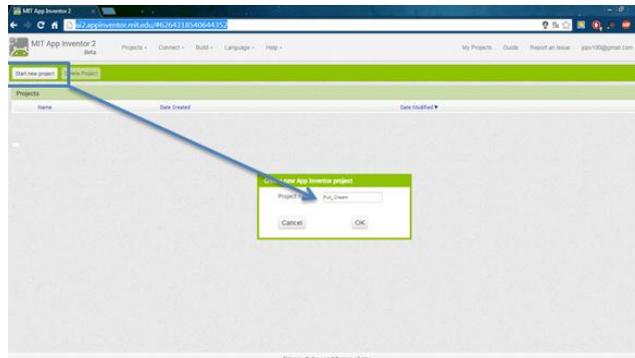


Figura 4.27. Ingreso de nombre de la aplicación

Fuente: Trabajo de campo

Una vez creado un nuevo proyecto, se puede personalizar la aplicación acorde a los requisitos funcionales anteriormente descritos utilizando los elementos que facilita el entorno de desarrollo Figura 4.28

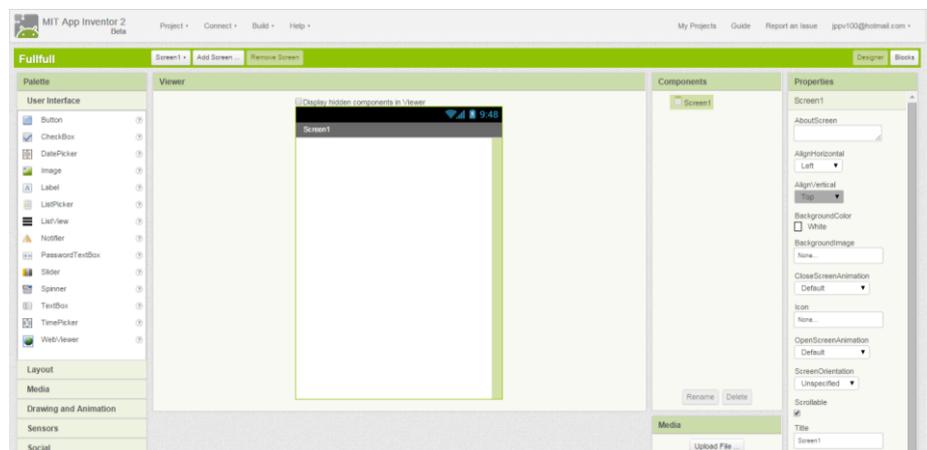


Figura 4.28. Entorno de desarrollo → Diseñador.

Fuente: Trabajo de campo

En cuanto al diseñador; en la parte central, se encuentra el **Viewer**, que permite tener una vista previa de cómo quedará la interfaz gráfica y es donde van a ser arrastrados los elementos para desarrollar la aplicación.

En el costado izquierdo, **Palette** se dispone de elementos para satisfacer los requerimientos de cualquier aplicación como: botones, cuadros de texto, imágenes, notificaciones, bases de datos, entre otros. Al lado derecho de **Viewer**, se encuentra la sección **Components**, la cual indica los elementos que se han agregado a la aplicación; a la derecha de esto, se encuentra la sección **Propiedades**, donde se modifican propiedades como texto, tamaño, color, alineación, entre otros. En cuanto a programar cada elemento, se dispone del botón **Block** arriba de **Propiedades**. Al dar clic aquí, se muestra la pantalla de programación de la aplicación Figura 4.29.

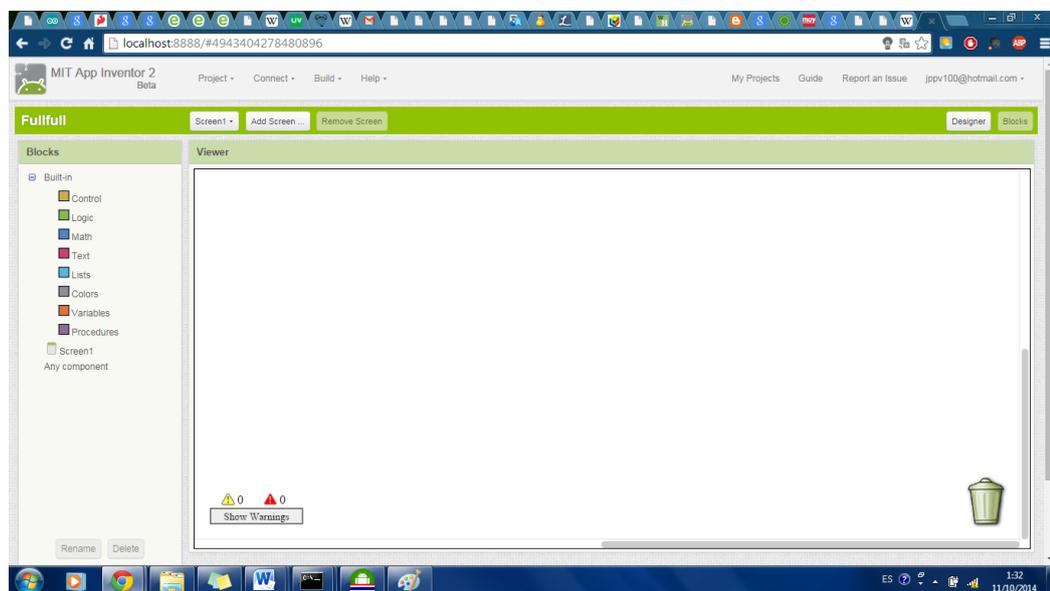


Figura 4.29. Entorno de desarrollo → Programación.

Fuente: Trabajo de campo

La pantalla de programación cuenta con un **Viewer** que muestra las acciones, a la izquierda **Blocks**, que permite arrastrar condicionales de control, variables, operaciones, comparaciones, funciones de los elementos insertados, entre otros.

Aplicación acorde a los Requisitos Funcionales.

Para el caso de la pantalla principal Figura 4.30, se desarrolló un ambiente amigable modificando propiedades e insertando diferentes elementos descritos a continuación:

- 1.- Imagen → Logotipo de la empresa.
- 2.- Imagen → Fondo de pantalla para la aplicación.
- 3.- Botón CONECTAR → Utilizado para conectar el dispositivo al controlador.
- 4.- Botón ENFRIAR → Enciende y apaga el sistema de enfriamiento.
- 5.- Txttemperatura → Utilizado para mostrar la temperatura del proceso.
- 6.- Botón NUEVA RECETA → Abre una segunda pantalla de la aplicación.
- 7.- BluetoothClient1 → Gestiona el envío y recepción de datos mediante Bluetooth.
- 8.- Clock1 → Permite el monitoreo constante del Bluetooth.
- 9.- TinyDB1 → Almacena datos de la aplicación.
- 10.- Alerta → Notifica mediante una narración de texto la temperatura para iniciar el proceso.
- 11.- Notifier 1 y 2 → Utilizados para notificaciones de selección en pantalla.

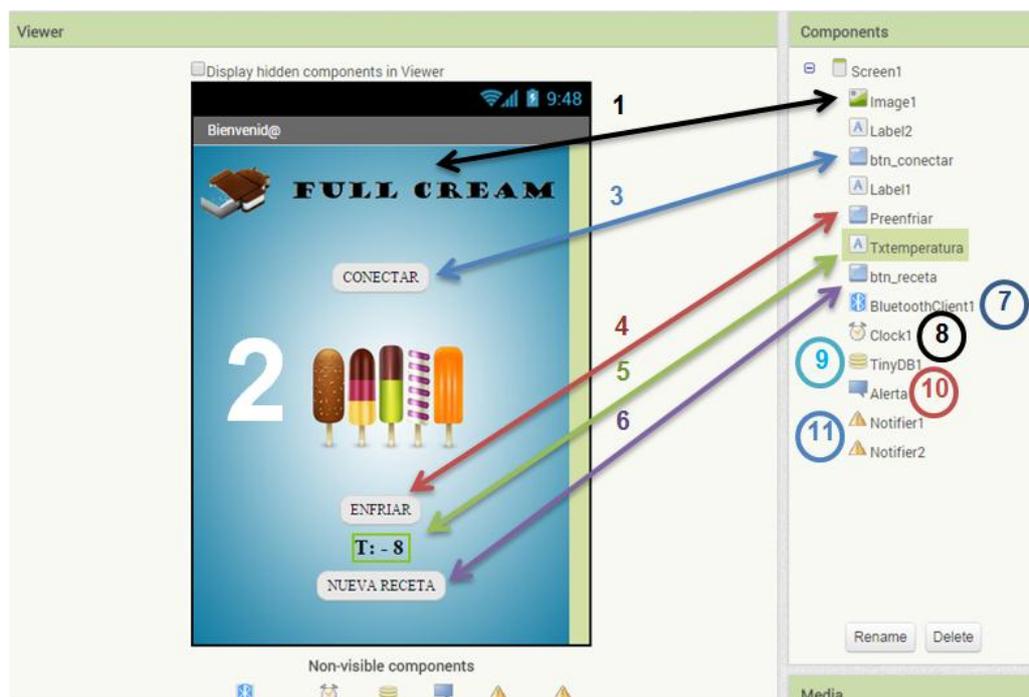


Figura 4.30. Pantalla principal

Fuente: Trabajo de campo

Para la programación en App Inventor, tomando como ejemplo la conexión al controlador, en la sección de programación (Blocks), primero se declara la dirección MAC del Bluetooth como una variable global (Figura 4.31).



Figura 4.31. Dirección MAC del módulo Bluetooth HC – 06

Fuente: Trabajo de campo

Ahora, al presionar el botón conectar, si el texto es igual a CONECTAR, se solicita la conexión al módulo Bluetooth HC-06 instalado en la máquina enviando el texto FCBT, modificando el texto del botón por DESCONECTAR, habilitando el botón enfriar y guardando en una base de datos la dirección MAC del bluetooth.

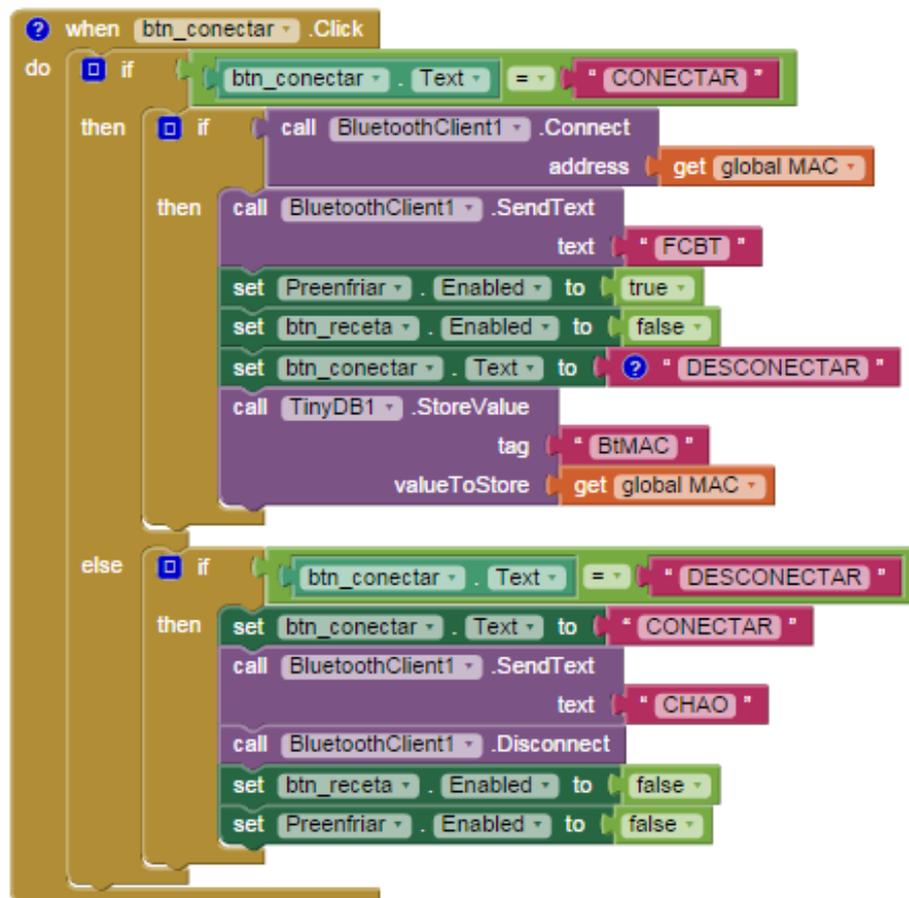


Figura 4.32. Diagrama Puzle de programación

Fuente: Trabajo de campo

Ahora para el caso de presionarse nuevamente el botón, si el texto es DESCONECTAR se cambia por CONECTAR, se envía por Bluetooth el texto CHAO, desconectando seguidamente la conexión y se deshabilitan los botones ENFRIAR y NUEVA RECETA.

Para el caso de la pantalla Receta (Figura 4.33), se puede observar distintos textos en la pantalla y un fondo; adicional en sus elementos funcionales consta de:

- 1.- lp_tipo → Al presionar permite seleccionar el tipo de receta (A o B).

2.- Ip_cantidad → Al ser pulsado nos da la posibilidad de escoger la cantidad de helados (128 o 256).

3.- Botón SIGUIENTE → Utilizado para confirmar la receta.

4.- Botón ATRÁS → En caso de querer cancelar la receta, este botón nos permite realizar dicha acción.

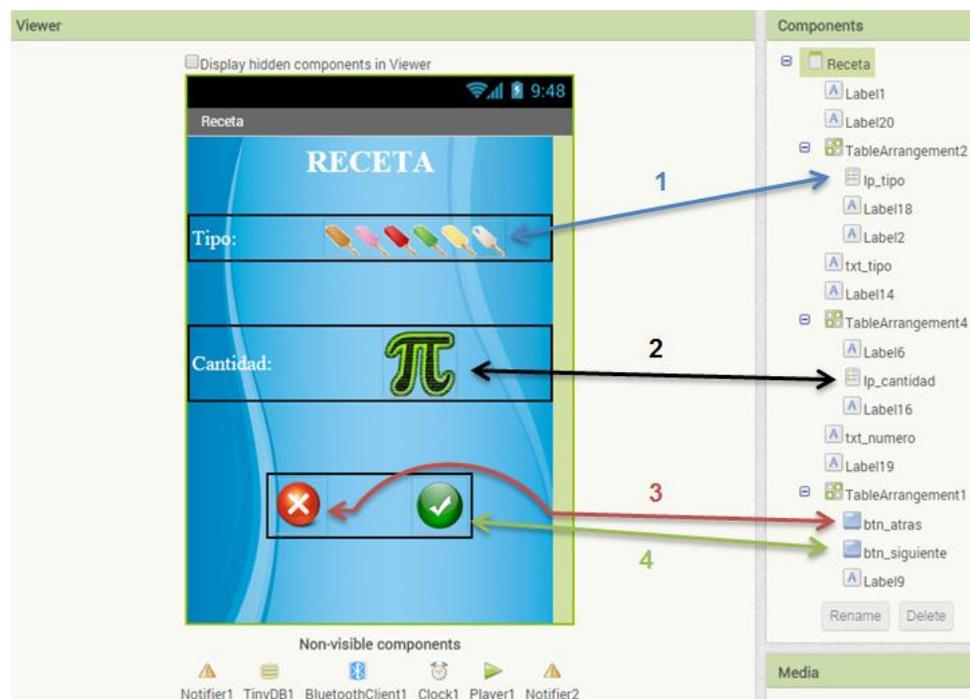


Figura 4.33. Pantalla de la receta

Fuente: Trabajo de campo

Una vez seleccionada la receta a realizarse, se tiene la Figura 4.34 del resumen del tipo de receta y la cantidad de helados, con un detalle adicional, donde se indica el volumen de emulsión necesario para la producción considerándose también los elementos funcionales que se detallan a continuación:

- 1.- TxtCantidad → Aquí se imprime a pantalla la cantidad de helados según avanza la producción.
- 2.- Botón CANCELAR → Se utiliza para cancelar la receta y apagar completamente la máquina de así indicarlo el operador.
- 3.- Botón INICIAR → Comunica la señal de inicio del proceso al controlador.



Figura 4.34. Pantalla de resumen

Fuente: Trabajo de campo

Una vez completados el diseño y la programación, para seguir con el proceso de creación del archivo (.apk) para instalarlo en un Smartphone:

En la barra de herramientas ubicada en la parte superior de Viewer, se selecciona My Projects y luego el proyecto que se va a compilar.

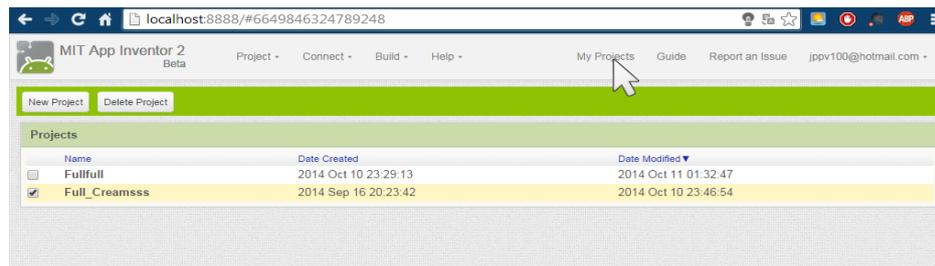


Figura 4.35. Selección de programa

Fuente: Trabajo de campo

Para realizar la compilación (.apk), dar clic en Build y luego en App (save .apk to my computer).



Figura 4.36. Compilar y descargar el programa

Fuente: Trabajo de campo

Pasar el archivo al Smartphone mediante un cable, vía Bluetooth o Wifi para instalarla y abrir el archivo.



Figura 4.37. Instalar la aplicación

Fuente: Trabajo de campo

Seleccionar Instalar la aplicación.

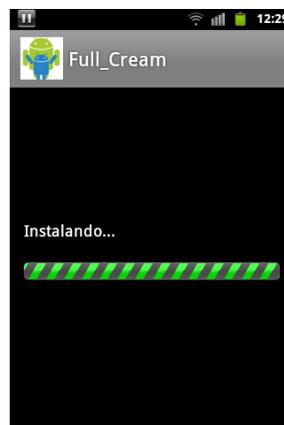


Figura 4.38. Espera de instalación

Fuente: Trabajo de campo

Utilizando la opción Smartphone, y un teléfono con Android 2.3 (Gingerbread) con bluetooth que cumple con los requerimientos mínimos de la aplicación:

La temperatura y el número de helados producidos se mostraron correctamente evidenciando así una comunicación bidireccional y sin contratiempos.



Figura 4.39. Aplicación en el Smartphone

Fuente: Trabajo de campo

Se verifico que las notificaciones y advertencias se dieron correctamente. Realizadas estas pruebas, quedó confirmado que el software cumple con todos los requisitos funcionales anteriormente propuestos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.

- En el diseño y selección de dispositivos y elementos mecánicos y eléctricos, se consideró factores de seguridad ≥ 2 , disponibilidad en el mercado y factibilidad de manufactura, con el propósito de garantizar la fiabilidad del proceso y la calidad del producto terminado.
- El sistema de dosificación se encuentra en la capacidad de realizar hasta 256 helados por cada lote de producción; al dosificar paralelamente 4 moldes a la vez; se disminuye el tiempo de producción, aumentando la eficiencia del proceso.
- El sistema tiene como finalidad dosificar líquidos para el consumo humano por lo que es necesario utilizar, el acero inoxidable AISI 304, de acuerdo al reglamento de alimentos, gracias a sus propiedades físico químicas.
- El contenedor de la segunda estación tiene una capacidad de almacenamiento de 400 paletas de helado, avalando el 156% de la producción por lote.
- El tornillo sin fin hueco del sistema dosificador, conformado por eje de acero inoxidable AISI 304, facilita su limpieza y el manejo adecuado de la materia prima, conservando las propiedades del producto.

- En el App Inventor 2 se desarrolló la aplicación que fue posteriormente instalada en el Smartphone, lo que permitió el monitoreo mediante la comunicación inalámbrica brindando así mayor flexibilidad al sistema de control y a sus operadores.
- La tarjeta de control Arduino Mega 2560 REV 3, permite comunicar sensores, actuadores: análogos y digitales desarrollados genéricamente para variedades de micro controladores, confirmado que su diseño es apto para aplicaciones industriales, dando así confiabilidad y robustez al sistema de dosificación.
- La comunicación inalámbrica se realizó mediante un Smartphone con sistema operativo Android, versión Gingerbread (3.0) y un bluetooth HC – 06, comprobando el alcance de diez metros a la redonda preestablecidos por el fabricante del mismo.

5.2. RECOMENDACIONES

- Al tratarse del campo alimenticio industrial, en el diseño mecánico, es fundamental considerar estrictamente normas sanitarias y materiales aptos para el efecto, pues esto garantizará la eficacia del proceso asegurándole al consumidor un producto de calidad.
- Cuando se implementa el tablero de control, dejar las conexiones de sensores y actuadores a bornera, con el objetivo de comprobar los elementos de control antes de la instalación. Posterior a esto facilitar el cableado y proporcionar comodidad en caso de requerirse una reparación futura.

- Al realizar el cableado en general, procurar identificar por medio de marquillas cada terminal, de manera que las conexiones se hagan con facilidad quedando acorde al diagrama establecido, favoreciendo en la identificación de fallas o daños futuros en elementos.
- Para cualquier controlador basado en un microprocesador. En este caso particular, la tarjeta Arduino; con el objetivo de no sobrecargar sus elementos internos y evitar el recalentamiento con riesgo de daños, acondicionar las salidas con una tarjeta de potencia basada en elementos de bajo consumo de corriente como por ejemplo opto acopladores y utilizar enfriamiento forzado.
- Realizar un análisis exhaustivo de los requisitos a cumplir en la funcionalidad del aplicativo, pues de la complejidad de este depende la robustez del software de desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- CÓRDOBA. (2004). *CYCLOSRL*. Obtenido de http://www.cyclosrl.com.ar/03infdat_01.htm
- DE CASTRO, c. (2004). *Teorías de falla bajo cargas estáticas*. Obtenido de <http://dim.usal.es/eps/im/roberto/cmm/Teorasdefallabajocargasestticas.pdf>
- Enigmind. (2 de Agosto de 2014). *ELECTRICAS BC*. Obtenido de <http://www.electricasbc.com/articulo/contenido/15-reles-de-estado-solido>
- GEBARIN, S. (Junio de 2009). *Fundamentos de los Lubricantes Grado Alimenticio*. Obtenido de http://www.machinerylubrication.com/sp/fundamentos_lubricantes_grado_alimenticio.asp
- GÓMEZ, L. (1998). *Tecnología electrónica*. Madrid: Paraninfo.
- Gonzales. (2006). Obtenido de <http://www.scg.org.co/wp-content/uploads/FACTORES-DE-SEGURIDAD-BASICOS-E-INDIRECTOS-AJGG2.pdf>
- MADRID, V., GOMEZ, J., SANTIAGO, F., & MADRID. (2003). *Refrigeración, congelación y envasado de los alimentos*. Madrid: Mundi-Prensa.
- MARTÍN, F. M. (09 de Junio de 2009). *Área de Ingeniería de Sistemas y Automática*. Obtenido de <http://isa.uniovi.es/docencia/IngdeAutom/transparencias/Elementos%20de%20Protec.pdf>
- Miranda, J. F. (Diciembre de 2004). *Universidad de Costa Rica Facultad de Ingeniería Eléctrica*. Obtenido de <http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb0434t.pdf>

- Mott, R. (1992). *Diseño de elementos de maquinas 2/Ed.* México: Prentice Hall Hispanoamericana.sa.
- Mott, R. (2006). La Naturaleza del diseño mecánico. En R. Mott, *Diseño de Elementos de Máquinas* (págs. 9-15). Mexico: PEARSON.
- MOYA, F. (5 de mayo de 2014). Obtenido de http://ficus.pntic.mec.es/fmam0047/ttecp/corriente_alterna.pdf
- Norton, R. (2009). *Diseño de maquinaria.* México, D.F.: Mc Graw Hill.
- Ortega, M., & Iravo, J. (2001). *Sistemas de Interacción Persona-Computador.* Madrid: Ediciones de la Universidad Castilla-La Mancha.
- Orthman. (2004). *Screw Conveyor Catalog & Engeneering Manual.* Columbia, MO: CEMA.
- Ray, S. (2008). Conveyors. En S. Ray, *Introduction to Materials Handling* (págs. 114-118). Kolkata: New Age International Publisher.
- Redacción. (2011). La demanda de los helados se calienta. *Lideres*, 18.
- Roldan, J. (2005). Motores Eléctricos. En J. Roldan, *Motores Electricos. Accionamientos de máquinas 30 tipos de motores* (pág. 55). Ediciones Paraninfo S.A.
- SENA. (2012). *Rodamientos.* Bogota: SENA.
- Shigley, J. (2008). *Diseño en Ingeniería Mecánica.* Madrid: McGraw-Hill.
- TARINGA. (1999). *Taringa.* Obtenido de Helados (MegaPost): <http://www.taringa.net/posts/recetas-y-cocina/4324655/Helados-MEGAPOST.html>
- TuAppInventor. (2014). *App Invetor.* Obtenido de Que es App Inventor: <http://www.tuappinventorandroid.com/aprender/>

UPC. (8 de Octubre de 2012). Obtenido de http://docencia.ac.upc.edu/EPSC/PSE/documentos/Trabajos/Archivo/Trabajo_PDM.pdf

VALDES, C. C. (18 de Julio de 2014). *Controles eléctricos*. Obtenido de <http://controleselectricos.weebly.com/contactores.html>

Vilchez, A. (04 de abril de 2009). *configurar equipos*. Obtenido de <http://www.configurarequipos.com/doc1107.html>

wikipedia. (13 de Julio de 2014). Obtenido de Equipos de refrigeración: http://es.wikipedia.org/wiki/Equipos_de_refrigeraci%C3%B3n

Elaborado por:

Pacheco Yessenia

Pazmiño Juan

Aprobado por:

Ing. Vicente Hallo.

DIRECTOR DE LA CARRERA INGENIERÍA MECATRÓNICA

Certificado por:

Dr. Fredy Jaramillo Ch.

SECRETARIO ACADÉMICO