



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**TEMA:**

**SISTEMA SEMIAUTOMÁTICO DE BATIDO Y CONGELADO DE  
HELADOS ARTESANALES PARA EL SECTOR MICROINDUSTRIAL**

**AUTOR: HÉCTOR HUGO BENAVIDES CHAPI**

**DIRECTOR: ING. DIEGO ORTIZ**

**IBARRA – ECUADOR**

**MAYO 2016**



## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Grado "SISTEMA SEMIAUTOMÁTICO DE BATIDO Y CONGELADO DE HELADOS ARTESANALES PARA EL SECTOR MICROINDUSTRIAL", fue desarrollado por el egresado Héctor Hugo Benavides Chapi, bajo mi supervisión, lo cual certifico en honor a la verdad.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "Diego Ortiz", is written over a horizontal line.

Ing. Diego Ortiz

DIRECTOR



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR**  
**DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DEL CONTACTO</b>	
<b>Cédula de Identidad</b>	100225887-7
<b>Apellidos y Nombres</b>	Benavides Chapi Héctor Hugo
<b>Email</b>	hh.benavides@hotmail.com
<b>Teléfono Fijo</b>	062651422
<b>Teléfono Móvil</b>	0984539022
<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>Título</b>	SISTEMA SEMIAUTOMÁTICO DE BATIDO Y CONGELADO DE HELADOS ARTESANALES PARA EL SECTOR MICROINDUSTRIAL
<b>Autor (es)</b>	Benavides Chapi Héctor Hugo
<b>Fecha</b>	03 de Mayo de 2016
<b>Programa</b>	Pregrado
<b>Título por el que aspira</b>	Ingeniero en Mecatrónica

## 2. AUTORIZACIÓN USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **Benavides Chapi Héctor Hugo**, con cédula de identidad N° 100225887-7, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la Ley de educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asumen (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 03 días del mes de Mayo de 2016

**EL AUTOR:**



Benavides Chapi Héctor Hugo



**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL  
TRABAJO GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, **Benavides Chapi Héctor Hugo**, con cédula de identidad N° 100225887-7, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, Artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **“SISTEMA SEMIAUTOMÁTICO DE BATIDO Y CONGELADO DE HELADOS ARTESANALES PARA EL SECTOR MICROINDUSTRIAL”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de **Ingeniero en Mecatrónica**, quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi calidad de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en el formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

---

Nombre: Benavides Chapi Héctor Hugo

Cédula: 100225887-7

Ibarra, 03 de Mayo del 2016



## DECLARACIÓN

Yo, Héctor Hugo Benavides Chapi, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; y que este no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Héctor Hugo Benavides Chapi", is written over a horizontal line.

Héctor Hugo Benavides Chapi

C.I. 100225887-7

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a las siguientes personas:

A mi madre Julia por el esfuerzo entregado diariamente que ha sido un apoyo incalculable a lo largo de mi formación académica.

A mi padre Héctor por ser un modelo a seguir a lo largo de mi vida y me ha guiado enormemente con sus sabios consejos.

A mis hermanos Santiago y Henry que se han convertido en mi inspiración para esforzarme cada día.

Y con gran afecto a una persona que aunque no esté presente en estos momentos se mantiene enviándome fuerza desde el cielo para avanzar lidiando los obstáculos presentes y por venir en mi vida, para mi abuelito Gonzalo Benavides Ruiz.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero primeramente agradecer a mis padres Julia y Héctor, por todo su apoyo, confianza, paciencia y amor incondicional.

A mis hermanos Santiago y Henry quienes estuvieron presente apoyándome incondicionalmente para poder culminar esta etapa en mi vida.

A Cristina y Fernando por el apoyo brindado en el aspecto investigativo del presente trabajo.

A mis amigos por los momentos inolvidables que hemos compartido los cuales sirvieron para superarme como persona.

A la Universidad Técnica del Norte por trasmitirme el conocimiento necesario para desenvolverme profesionalmente en esta magnífica área.

Y a todas aquellas personas que de forma positiva y hasta negativa influyeron en la realización del presente trabajo.



## ABSTRACT

Project of the semi-automatic system of shake and frozen artisanal ice cream for the microindustrial sector, it has of six chapters: introduction, parameters of the system, design, construction and implementation, cost analysis, conclusions and recommendations.

The first chapter investigates and analyzes the issues relating to the elaboration of ice cream in the microindustrial sector.

The second chapter reviews the current status of the micro-industry and it has the theoretical basis and the useful information presented for the development of the project.

The third chapter is about the design of the system using the parameters and requirements, it was obtained in the previous chapters.

The fourth chapter presents the process of construction, implementation and testing of the system.

In the fifth chapter, it has an economic study, it is done to check the profitability and expectations for the future of the system.

In the sixth chapter, conclusions and recommendations are specified.

## **PRESENTACIÓN**

El proyecto del sistema semiautomático de batido y congelado de helados artesanales para el sector microindustrial, está compuesto de seis capítulos: introducción, parámetros del sistema, diseño del sistema, construcción e implementación, análisis de costos, conclusiones y recomendaciones.

En el primer capítulo se investiga y analiza la problemática referente a la elaboración de helados en el sector microindustrial.

En el segundo capítulo se revisa la situación actual de la microindustria y se indica la base teórica y la información útil presentada para la elaboración del proyecto.

En el tercer capítulo se trata el diseño del sistema usando los parámetros y requerimientos obtenidos en los anteriores capítulos.

En el cuarto capítulo se expone el proceso de construcción, implementación y pruebas del sistema.

En el quinto capítulo se hace un estudio económico para verificar la rentabilidad y expectativas a futuro del sistema.

En el sexto capítulo se especifican las conclusiones y recomendaciones.

## Tabla de contenidos

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN.....	iii
DECLARACIÓN.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
PRESENTACIÓN.....	x
<b>CAPÍTULO 1 Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Introducción a los helados artesanales.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.1 Breve reseña histórica del helado.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.2 Tipos de helados por su proceso de elaboración.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.3 Máquinas para la elaboración de helado artesanal.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2 Justificación.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Objetivo general.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4 Objetivos específicos.....</b>	<b>7</b>
<b>1.5 Conceptos generales y normativas.....</b>	<b>8</b>
<b>1.6 Procesos artesanales de elaboración de helado.....</b>	<b>8</b>
<b>1.6.1 Introducción.....</b>	<b>9</b>
<b>1.6.2 Procesamientos de los ingredientes.....</b>	<b>10</b>
<b>1.6.2.1 Selección y limpieza.....</b>	<b>10</b>
<b>1.6.2.2 Higiene del alimento.....</b>	<b>11</b>
<b>1.6.2.3 Extracción del zumo.....</b>	<b>11</b>
<b>1.6.3 Mezcla de ingredientes.....</b>	<b>11</b>
<b>1.6.3.1 Almíbar.....</b>	<b>12</b>
<b>1.6.3.2 Crema de leche.....</b>	<b>12</b>
<b>1.6.3.3 Batido.....</b>	<b>12</b>
<b>1.6.4 Reposo de la mezcla.....</b>	<b>13</b>

<b>1.6.5 Batir y congelar la mezcla.....</b>	<b>13</b>
<b>1.6.5.1 Método del trinche.....</b>	<b>13</b>
<b>1.6.5.2 Método de la paila. ....</b>	<b>14</b>
<b>1.6.6 Endurecer.....</b>	<b>15</b>
<b>1.6.7 Almacenar. ....</b>	<b>16</b>
<b>1.7 Análisis del proceso artesanal de elaboración de helado.....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO 2 Parámetros del sistema .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Determinación de la capacidad de producción del sistema.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.1 Análisis actual de la empresa.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.2 Determinación de la capacidad de producción diseñada. ....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Refrigeración .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.1 Refrigeración por compresión de vapor. ....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2 Refrigeración por mezclas endotérmicas.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.2.1 Salmueras o mezclas endotérmicas. ....</b>	<b>23</b>
<b>2.3 Transferencia de calor .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.1 Conducción estacionaria unidimensional. ....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.1.1 Aislamiento y valores R.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.1.2 Flujo de calor unidimensional a través de un cilindro hueco.....</b>	<b>27</b>
<b>2.3.1.3 Flujo de calor unidimensional a través de secciones cilíndricas multicapa.....</b>	<b>28</b>
<b>2.4 Mecánica de fluidos .....</b>	<b>29</b>
<b>2.4.1 Fluidos newtonianos .....</b>	<b>30</b>
<b>2.4.2 Fluidos no newtonianos .....</b>	<b>30</b>
<b>2.4.2.1 Requisitos de potencia en la agitación y mezcla de fluidos no newtonianos.....</b>	<b>31</b>
<b>2.5 Agitador mecánico.....</b>	<b>34</b>
<b>2.5.1 Tipos de agitadores.....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.1.1 Agitador propulsor de tres aspas. ....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.1.2 Agitador de paletas.....</b>	<b>36</b>
<b>2.5.1.3 Agitador de turbina. ....</b>	<b>36</b>
<b>2.5.1.4 Agitador de banda helicoidal.....</b>	<b>37</b>
<b>2.6 Cojinetes de empuje. Fricción en discos .....</b>	<b>37</b>

<b>CAPÍTULO 3 Diseño del sistema.....</b>	<b>39</b>
<b>3.1 Diseño térmico del sistema.....</b>	<b>39</b>
<b>3.1.1 Descripción del sistema. ....</b>	<b>39</b>
<b>3.1.2 Restricciones del sistema.....</b>	<b>40</b>
<b>3.1.2.1 Dimensiones de recipientes. ....</b>	<b>41</b>
<b>3.1.3 Carga térmica del sistema.....</b>	<b>44</b>
<b>3.1.3.1 Cargas en el recipiente de mezcla líquida para helado.....</b>	<b>45</b>
<b>3.1.3.2 Cargas del recipiente de mezcla endotérmica. ....</b>	<b>46</b>
<b>3.2 Diseño mecánico del sistema.....</b>	<b>48</b>
<b>3.2.1 Diseño del agitador mecánico. ....</b>	<b>48</b>
<b>3.2.1.1 Potencia en la agitación.....</b>	<b>49</b>
<b>3.2.1.2 Potencia por raspado de paredes.....</b>	<b>50</b>
<b>3.2.1.3 Potencia requerida por el sistema. ....</b>	<b>52</b>
<b>3.2.1.4 Determinación del diámetro eje.....</b>	<b>53</b>
<b>3.2.1.5 Determinación del espesor de las paletas.....</b>	<b>55</b>
<b>3.2.1.6 Estructura del agitador mecánico. ....</b>	<b>55</b>
<b>3.2.1.6.1 Análisis de estructura del agitador mecánico.....</b>	<b>56</b>
<b>3.2.2 Determinación del acople de potencia.....</b>	<b>57</b>
<b>3.2.3 Determinación de chaveta y chavetero .....</b>	<b>59</b>
<b>3.2.4 Selección de materiales.....</b>	<b>60</b>
<b>3.3 Diseño de hardware del sistema .....</b>	<b>61</b>
<b>3.3.1 Diagrama de bloques del sistema. ....</b>	<b>61</b>
<b>3.3.2 Unidad de procesamiento y control.....</b>	<b>62</b>
<b>3.3.3 Entradas unidireccionales del sistema. ....</b>	<b>64</b>
<b>3.3.3.1 Sensor de temperatura. ....</b>	<b>64</b>
<b>3.3.3.2 Sensor de corriente. ....</b>	<b>66</b>
<b>3.3.4 Salidas del sistema. ....</b>	<b>68</b>
<b>3.3.5 HMI .....</b>	<b>69</b>
<b>3.3.5.1 Medio de visualización .....</b>	<b>70</b>
<b>3.3.5.2 Ingreso de datos y acceso a funciones. ....</b>	<b>71</b>
<b>3.3.6 Circuito de potencia y acondicionamiento de señales.....</b>	<b>72</b>
<b>3.3.6.1 Contactor.....</b>	<b>72</b>
<b>3.3.6.2 Guardamotor. ....</b>	<b>73</b>
<b>3.3.6.3 Acondicionamiento de señales. ....</b>	<b>73</b>

3.3.6.3.1 Relay.....	74
3.3.6.3.2 Triac.....	74
3.3.7 Fuente de alimentación.....	74
3.3.8 Disyuntor termomagnético.....	75
3.3.9 Gabinete metálico.....	76
3.3.10 Diagramas de conexión.....	77
3.3.10.1.1 Calibres de cables de conexión.....	77
3.3.10.1.2 Conexión del sensor de temperatura.....	77
3.3.10.1.3 Conexión del sensor de corriente.....	78
3.3.10.1.4 Conexión del LCD 16X2.....	79
3.3.10.1.5 Conexión del teclado 4X4.....	79
3.3.10.1.6 Conexión del relay de 5 VDC.....	80
3.3.10.1.7 Conexión del triac.....	81
3.3.11 Diseño de circuitos impresos.....	81
3.3.11.1 Shield para el sistema de batido y congelado.....	82
3.4 Diseño de software del sistema.....	82
3.4.1 Requerimientos de software del sistema.....	83
3.4.2 Programación del Arduino Uno.....	83
3.4.2.1 Comunicación con LCD 16X2.....	85
3.4.2.2 Comunicación con teclado 4X4.....	85
3.4.2.3 Comunicación con el sensor DS18B20.....	86
3.4.2.4 Configurar Timer1 a 1 s.....	87
3.4.2.5 Comunicación con el sensor ACS712.....	88
Capítulo 4 Construcción e implementación del sistema.....	89
4.1 Construcción del sistema.....	89
4.1.1 Desarrollo y adecuaciones de los elementos del sistema.....	89
4.1.2 Montaje del sistema de potencia.....	94
4.1.3 Montaje del sistema de control.....	95
4.1.4 Montaje HMI.....	95
4.2 Implementación del sistema.....	96
4.3 Pruebas del sistema.....	97
4.3.1 Funcionamiento en vacío y carga del sistema.....	97

4.3.2 Capacidad de producción del sistema.....	99
4.3.3 Características físicas del helado luego del proceso.....	99
4.3.4 Análisis de resultados. ....	100
Capítulo 5 Análisis de costos.....	101
5.1 Costos del sistema .....	101
5.1.1 Costos directos. ....	102
5.1.1.1 Costos de materia prima. ....	102
5.1.1.2 Costos de elementos utilizados.....	102
5.1.1.3 Costos de maquinado.....	104
5.1.1.4 Costos de montaje.....	105
5.1.2 Costos indirectos.....	105
5.1.2.1 Costos no recuperables.....	105
5.1.2.2 Costos de materiales consumibles. ....	106
5.1.2.3 Costos de ingeniería.....	106
5.1.2.4 Costos de imprevistos. ....	106
5.1.3 Costo total del sistema.....	107
5.1.4 Análisis costo-beneficio del sistema.....	107
5.1.4.1 Sin sistema de batido y congelado. ....	108
5.1.4.2 Con sistema de batido y congelado.....	109
5.1.4.3 Costo-beneficio.....	109
CAPÍTULO 6 Conclusiones y recomendaciones.....	111
6.1 Conclusiones.....	111
6.2 Recomendaciones.....	112
Lista de Referencias .....	114

## Lista de figuras

Figura 1.1 Garrapiñera, en el Museo de Artes Tradicionales de Sevilla.....	3
Figura 1.2 Flujograma de procesos progresivo en la elaboración de helado. ....	9
Figura 2.1 Detalle del diagrama de fases (temperatura vs concentración de sal % en peso) de las mezclas endotérmica de sal (NaCl).....	24
Figura 2.2 Tipos de aislantes y aplicaciones.....	26
Figura 2.3 Conductividad térmica de algunos materiales .....	26
Figura 2.4 Flujo de calor unidimensional a través de un cilindro hueco y analogía eléctrica .....	28
Figura 2.5 Flujo de calor unidimensional a través de secciones cilíndricas múltiples y analogía eléctrica .....	29
Figura 2.6 Diagrama de esfuerzos cortante para fluidos newtonianos y no newtonianos independientes del tiempo .....	30
Figura 2.7 Correlación de potencia en la agitación para una turbina plana de seis aspas con disco en fluidos pseudoplásticos no newtonianos y newtonianos .....	33
Figura 2.8 Tanque con deflectores y agitador de turbina de paletas planas con patrón de flujo axial.....	35
Figura 2.9 Varios tipos de agitadores .....	36
Figura 2.10 Cojinetes de empuje .....	38
Figura 3.1 Descripción y partes del sistema térmico .....	39
Figura 3.2 Dimensiones de recipientes del sistema .....	43



Figura 3.3 Fragmentos de hielo por trituración manual.....	44
Figura 3.4 Diseño agitador mecánico .....	55
Figura 3.5 Resultado de la simulación de la estructura del agitador mecánico..	56
Figura 3.6 Desplazamiento simulado del agitador mecánico.....	57
Figura 3.7 Dimensiones de chavetero y chaveta normalizada .....	59
Figura 3.8 Diagrama de bloques del sistema .....	61
Figura 3.9 Dimensiones gabinete metálico .....	76
Figura 3.10 Distribución gabinete metálico.....	76
Figura 3.12 Diagrama de conexión del sensor DS18B20 .....	78
Figura 3.13 Diagrama de conexión del sensor ACS12 .....	79
Figura 3.14 Diagrama de conexión del LCD 16X2 .....	79
Figura 3.15 Diagrama de conexión del teclado 4X4.....	80
Figura 3.16 Diagrama de conexión del relay de 5VDC.....	80
Figura 3.17 Diagrama de conexión del triac .....	81
Figura 3.18 Diseño de Shield para el sistema compatible con Arduino Uno.....	82
Figura 3.19 Diagrama de Flujo del programa del sistema de batido congelado	84
Figura 4.1 Guía del cojinete de empuje .....	90
Figura 4.2 Cojinete de empuje.....	90
Figura 4.3 Recipiente contenedor de helado.....	91
Figura 4.4 Acole de potencia Lovejoy (matrimonio).....	91

Figura 4.5 Recipiente contenedor de mezcla endotérmica .....	92
Figura 4.6 Recipiente contenedor de mezcla endotérmica inyectado poliuretano. .	93
Figura 4.7 Recipiente contenedor de mezcla endotérmica luego de tratamiento contra la corrosión .....	94
Figura 4.8 Gabinete metálico terminado .....	94
Figura 4.9 Shield para Arduino Uno.....	95
Figura 4.10 HMI del sistema .....	96

## Lista de tablas

Tabla 1.1 Variables que influyen en procesamiento de ingredientes.....	10
Tabla 1.2 Variables que influyen en mezcla de Ingredientes .....	12
Tabla 1.3 Variables que influyen en reposo de la mezcla.....	13
Tabla 1.4 Variables que influyen en batir y congelar la mezcla .....	13
Tabla 1.5 Ventajas y desventajas al usar el método del trinche para batir y congelar la mezcla.....	14
Tabla 1.6 Ventajas y desventajas al usar el método de la paila para batir y congelar la mezcla.....	15
Tabla 1.7 Variables que influyen en endurecer la mezcla .....	15
Tabla 2.1 Condiciones ambientales y de entorno de la empresa.....	18
Tabla 2.2 Variables y resultados de la capacidad diseñada .....	19
Tabla 3.1 Alternativas de sistema de refrigeración.....	40
Tabla 3.2 Diámetro de equipos o utensilios.....	41
Tabla 3.3 Propiedades físicas del helado .....	45
Tabla 3.4 Propiedades físicas de la mezcla líquida para helado en su proceso.....	45
Tabla 3.5 Alternativas del agitador mecánico .....	48
Tabla 3.6 Alternativas de acople de potencia .....	58
Tabla 3.7 Alternativas unidad de procesamiento y control.....	62
Tabla 3.8 Alternativas sensor de temperatura.....	65
Tabla 3.9 Alternativas sensor de corriente.....	66
Tabla 3.10 Alternativas luz piloto y señal sonora.....	68
Tabla 3.11 Medios de visualización compatibles con Arduino .....	70
Tabla 3.12 Elementos para ingresar datos compatibles con Arduino .....	71
Tabla 3.13 Consumo de corriente del sistema electrónico.....	74

Tabla 3.14 Consumo de corriente del sistema en general.....	75
Tabla 4.1 Funcionamiento en vacío y en carga del sistema.....	98
Tabla 4.2 Capacidad de producción del sistema.....	99
Tabla 4.3 Características físicas del helado luego del proceso .....	100
Tabla 4.4 Resumen de proceso de batido y congelado .....	100
Tabla 5.1 Costos de materia prima .....	102
Tabla 5.2 Costos de elementos utilizados.....	102
Tabla 5.3 Costos de maquinado.....	104
Tabla 5.4 Costos de montaje.....	105
Tabla 5.5 Costos no recuperables .....	105
Tabla 5.6 Costos de materiales consumibles .....	106
Tabla 5.7 Costos de ingeniería .....	106
Tabla 5.8 Costos de imprevistos.....	107
Tabla 5.9 Costo total del sistema.....	107
Tabla 5.10 Costo-beneficio sin sistema de batido y congelado. ....	108
Tabla 5.11 Costo-beneficio con sistema de batido y congelado. ....	109

## Lista de ecuaciones

Ecuación 2.1 Estandar .....	19
Ecuación 2.2 Capacidad diseñada .....	20
Ecuación 2.3 Calor R.....	25
Ecuación 2.4 Calor cilindro hueco .....	27
Ecuación 2.5 Calor cilindro multicapa .....	28
Ecuación 2.6 Número de potencia.....	31
Ecuación 2.7 Número de Reynolds .....	32
Ecuación 2.8 Viscosidad aparente .....	32
Ecuación 2.9 Viscosidad .....	32
Ecuación 2.10 Velocidad de corte promedio .....	32
Ecuación 2.11 .....	32
Ecuación 2.12 .....	33
Ecuación 2.13 .....	33
Ecuación 3.1 Volumen de un cilindro .....	42
Ecuación 3.2 Calor específico .....	44
Ecuación 3.3 Par nominal.....	51
Ecuación 3.4 Diseño de ejes .....	53
Ecuación 3.5 .....	53

**Lista anexos**

ANEXO A Motor eléctrico.....	117
ANEXO B Reductor de Velocidad.....	120
ANEXO C Contactor.....	126
ANEXO D Guardamotor.....	132
ANEXO E Arduino Uno.....	135
ANEXO F LCD 16X2.....	139
ANEXO G Teclado 4x4 tipo membrana.....	144
ANEXO H Sensor de temperatura.....	147
ANEXO I Sensor de corriente.....	152
ANEXO J Relay.....	158
ANEXO K Triac.....	160
ANEXO L Moc 3010.....	162
ANEXO M Calibres AWG.....	165
ANEXO N Poliuretano.....	166
ANEXO O Pintura.....	167
ANEXO P Interrupciones.....	169
ANEXO Q Manual de Usuario.....	173
ANEXO R Manual de mantenimiento.....	181
ANEXO S Limpieza y Mantenimiento del Acero Inoxidable.....	184
ANEXO T Planos.....	186

## **CAPÍTULO 1 Introducción**

### **1.1 Introducción a los helados artesanales**

Los helados artesanales son tradicionales en distintos lugares de nuestro país, los encargados de continuar con dicha tradición son los maestros/as en elaboración de helados, que pertenecen al sector microindustrial y necesitan de formas para impulsar y sostener a dicha microempresa activa en el mercado.

La elaboración se la realiza básicamente con procedimientos manuales dictados de generación en generación, adoptando variantes mínimas que engrandece su personalización y les permite destacar, se emplea invariablemente productos frescos, la razón a la cual se debe su gran calidad ante otros tipos de helado. Una vez obtenida la mezcla y siguiendo con la elaboración continuamos con un proceso importante, el cual es, el batido y congelado.

El proceso de batido ayuda a que los cristales de hielo se mantengan en un tamaño discreto. Los cristales de hielo deben tener un diámetro entre 30-50  $\mu\text{m}$ , es importante lograr la mayor cristalización posible del agua libre en esta etapa de congelación, puesto que en la etapa siguiente, endurecimiento, los cristales aumentarán de tamaño, si existe aún agua disponible, y darán por resultado una textura final indeseada. (Mantello, 2007)

Los métodos manuales para cumplir con este proceso son:

El primero es el de introducir la mezcla de helado en un recipiente en el congelador para luego iniciar el proceso de rompimiento de cristales de hielo con un trinche transcurrido un espacio de tiempo, lo que proporciona una mayor facilidad, relativo ahorro de dinero en la elaboración y se apega de gran manera al reglamento de buenas prácticas para alimentos procesados pero necesita de mucho tiempo para culminar el proceso entre otros inconvenientes.

Un método también usado es el de introducir la mezcla de helado a un recipiente metálico el cual se encuentra encima de una mezcla congeladora de hielo y sal en grano, luego se procede a mezclarla con un utensilio iniciando ahí el proceso de rompimiento de cristales de hielo, esto posee un grado mayor de dificultad que el método anteriormente mencionado, también se observa una considerable cantidad de tiempo y esfuerzo invertida, también resulta inadecuado con el reglamento de buenas prácticas para alimentos procesados por el uso de materiales inadecuados en el recipiente contenedor de la mezcla de helado y el utensilio para mezclar dicha mezcla entre otros.

Los argumentos citados son suficientes para introducirnos de alguna forma y obtener un sistema capaz de satisfacer las necesidades de dicho sector.

### **1.1.1 Breve reseña histórica del helado.**

Nadie sabe con certeza quien elaboró el primer helado del mundo, pero es probable que fueran los chinos los primeros que elaboraron postres helados. Se sabe



que empezaron congelando zumos de fruta y té, y que ello les llevo a fabricar los primeros helados hace unos dos mil años.

En 1620, los químicos que trabajaban con nitro (nitrato potásico y sódico) descubrieron que era posible utilizarlo para licuar hielo y nieve reduciendo la temperatura por debajo del punto de congelación. Este efecto endotérmico también se conseguía con sal común y cuando se rodeaba un recipiente lleno de agua con una mezcla de hielo y sal, el agua se convertía en hielo. Este descubrimiento tenía muchas implicaciones incluyendo el potencial de fabricar helados. **(Farrow & Lewis, 2000, p.7)**

A finales del siglo XVIII en Francia descubren que batiendo y congelando mejora la textura, desde este punto los maestros heladeros para elaborar su producto, añadieron obligatoriamente a los diversos procesos, el batido y congelado del mismo, y a mediados del siglo XIX se dio a conocer las primeras heladeras que parecía un cubo de madera con un pequeño bote de metal dentro para contener el helado, el cubo se llenaba con una mezcla de hielo y sal y el helado se la batía a mano. En la siguiente figura de aprecia la heladera o máquina artesanal:



**Figura 1.1** Garrapiñera, en el Museo de Artes Tradicionales de Sevilla.

**Fuente:** Helados y sorbetes durante el asedio (Ruiz Torres, 2010). Recuperado de: <http://cocinagaditanadeldoce.blogspot.com/2010/09/helados-y-sorbetes-durante-el-asedio-1.html>.

### 1.1.2 Tipos de helados por su proceso de elaboración.

Existen varias formas en las cuales las personas clasifican los tipos de helados pero nos vamos a centrar más en su proceso de elaboración para esto lo que en resumen sobresalen dos que son artesanal o industrial.

No existe una limitación clara entre estas dos al momento de definir las lo que podemos observar al revisar la normativa en nuestro país, lo que si podemos notar son ciertas características que las personas notan y estas son:

**Helados Industriales:** Son los helados elaborados en plantas industriales en cuya elaboración son empleados colorantes artificiales, saborizantes y estabilizadores para realzar su aspecto y sabor, respectivamente; es un helado con una gran cantidad de aire incorporado. Debido a su producción masiva, es uno de los más económicos. (Creative Commons, 2015)

**Helados Artesanales:** Se elaboran en pequeñas fábricas, básicamente con procedimientos manuales. En su elaboración se emplean únicamente productos frescos y, al contrario de los helados industriales, no se utilizan saborizantes artificiales, colorantes, ni conservantes. Tienen mucho menos aire incorporado y un aspecto muy cremoso. Su precio es considerablemente mayor que el del helado industrial, debido a la calidad y cantidad de los productos empleados, además de su producción a pequeña escala. Hay países donde se ha desarrollado mucho la elaboración del helado artesanal, como Italia, Argentina, Alemania y Japón. (Creative Commons, 2015)

**Helado Soft (también llamado Helado suave o Barquilla en Venezuela):** Es un helado que se fabrica a partir de una mezcla de base, producida industrialmente, que se coloca en una máquina congeladora de pequeño tamaño. Al momento de servirlo, se acciona un grifo de la máquina extrayendo el helado al momento. La característica principal es la gran cantidad de aire que tiene dentro; es decir, que es muy liviano y tiene una textura muy suave. Es un helado que no necesariamente es de baja calidad, pero generalmente, más económico porque no requiere de la operación de congelación a la que se someten los otros tipos de helado después de la formación de la emulsión. Suelen ser denominados en otros países, como Venezuela, barquillas por ser este el nombre del cono hecho de hojaldre en el cual se sirven. Suelen ser vendidos en algunos restaurantes de comida rápida y en algunos puestos ambulantes. (Creative Commons, 2015)

Entonces al no estar regulado la forma de referirse como helado artesanal es válida y queda todo a conciencia y conocimiento del maestro/a en elaboración de helados y en un paladar educado, el cual, reconozca la buena calidad en el producto final.

### **1.1.3 Máquinas para la elaboración de helado artesanal.**

En la actualidad en el mercado nacional existen máquinas muy eficaces para hacer helado en casa, pero lamentablemente no sería suficiente su capacidad de producción para satisfacer al sector microindustrial y las máquinas que están destinadas para la industria deben ser importadas lo que incrementa su costo y

dependiendo de la complejidad de la máquina los repuestos y mantenimiento incrementaría aún más la inversión.

## **1.2 Justificación**

La aplicación de máquinas en la elaboración de helados no es una novedad, como lo demuestran los miles de máquinas existentes en el mundo. En la actualidad las máquinas para batir y congelar helado existen con un precio que no es accesible para iniciarse o establecerse en el sector microindustrial y por otro lado es la capacidad de producción que no va de acuerdo a los parámetros del sector. El proceso manual para el batido y congelado del helado usado por varios maestros heladeros requiere alrededor de 10 horas para uno de los procesos de batido y congelado.

Mediante la creación del sistema semiautomático de batido y congelado de helados artesanales, la optimización del tiempo y la calidad en la elaboración de los helados será una realidad. El tiempo necesario para batir 20 litros de helado en el sistema, será de 60 minutos aproximadamente. La producción de helado aumentara debido al ahorro de tiempo y esfuerzo en la elaboración.

Esta investigación se justifica porque se optimizará el tiempo y la calidad en la elaboración de los helados, debido a que al disminuir el tiempo de batido y congelado representa una reducción de tamaño en los cristales de hielo lo que se traduce a una textura más suave y al reducir el tiempo de exposición a contaminaciones cruzadas promueve la obtención de un producto inocuo en relación con métodos comunes encontrados actualmente.

Además teniendo presente la Misión de la Universidad Técnica del Norte se justifica la investigación porque contribuirá al desarrollo del sector microindustrial en la región y el país.

También otro detalle importante ha sido el fabricar este tipo de sistemas en este país ya que usualmente suelen ser importadas a costos elevados, esto muestra que la industria ecuatoriana cuenta con mano de obra y tecnología disponible para la construcción de estos sistemas evitando así la fuga de capital.

### **1.3 Objetivo general**

Contribuir al desarrollo microindustrial en la región y el país diseñando y construyendo un sistema semiautomático de batido y congelado de helados artesanales.

### **1.4 Objetivos específicos**

- Analizar el fundamento teórico del diseño mecánico, térmico y de control del sistema semiautomático de batido y congelado de helados artesanales.
- Diseñar el sistema semiautomático de batido y congelado de helados artesanales.
- Construir e implementar el sistema semiautomático de batido y congelado de helados artesanales para el sector microindustrial.
- Comprobar la eficiencia del sistema mediante pruebas como producción diaria y calidad del helado.

## 1.5 Conceptos generales y normativas

Para un mejor entendimiento acerca del helado, método de elaboración, definiciones, clasificaciones, ejemplos, requisitos, riesgos, especificaciones técnicas y recomendaciones, citadas o mencionadas a lo largo de este documento se encuentra detallado de mejor manera en las siguientes normas mencionadas a continuación:

- Helados. Requisitos NTE INEN 706:2005
- Reglamentos vigentes en el país como el reglamento de buenas prácticas para alimentos procesados.
- Normas de higiene internacionales como son la ISO 22000.

La interpretación de las normas anteriormente expuestas nos asegura tener un control del producto final adecuado para el consumo humano seleccionando materiales propios para el contacto con alimentos.

Facilita el entendimiento de la línea de procesos que necesita un producto alimenticio como lo es el helado.

## 1.6 Procesos artesanales de elaboración de helado

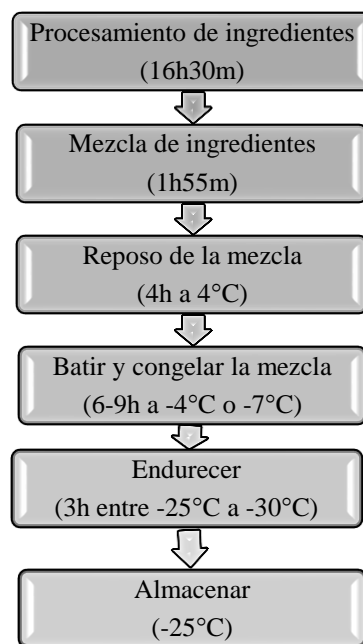
En esta sección vamos a mencionar los procesos artesanales de elaboración de helado, elegimos un tipo de helado tradicional y de gran aceptación en los consumidores el cual es el helado de crema de leche con mora. El proceso de explicar lo más detallado posible para comenzar a analizar la forma de obtener un resultado que satisfaga los objetivos planteados en la **sección 1.3 y 1.4**.

### 1.6.1 Introducción.

En la **Figura 1.2** se presenta un flujograma de procesos progresivo con su respectivo tiempo y condición óptima de temperatura, que resume la elaboración del helado.

Cada paso que se siga en el flujograma será detallado a continuación para analizar las ventajas o desventajas y como engrandecer el proceso haciendo uso del sistema.

Los datos obtenidos para esta sección del proyecto fueron recopilados de experiencia e investigaciones de maestros/as en la elaboración de helados a lo largo de su desempeño.



**Figura 1.2** Flujograma de procesos progresivo en la elaboración de helado.

## 1.6.2 Procesamientos de los ingredientes.

Para facilitar el análisis en los proceso nos ayudamos de una tabla que nos indica en resumen los tiempos requeridos, la experiencia requerida para ejecutar el proceso y el esfuerzo ocupado para el proceso, resultado de observación de los procesos.

**Tabla 1.1** Variables que influyen en procesamiento de ingredientes.

Procesos	Tiempo requerido	Experiencia requerida	Esfuerzo utilizado
Selección y limpieza	3 horas	Poca	Poco
Higiene del alimento	1 hora	Nada	Nada
Extracción del zumo	15 horas	Nada	Alto
Almacenamiento	30 minutos	Nada	Nada
Total	16 horas y 30 minutos	Nada	Alto

### 1.6.2.1 Selección y limpieza.

Antes de este proceso es oportuno mencionar la importancia de seleccionar ingredientes de calidad esto se relaciona también a eliminar materia prima claramente inadecuada, esto es clave para obtener buenos resultados en el producto final.

Una vez seleccionados los ingredientes lo siguiente es procesarlos, para el caso del helado de crema de leche con mora, 40 libras de mora serán procesadas hasta obtener el zumo de mora para posteriormente agregarlo a la mezcla.

Se limpia la mora retirando elementos indeseados como tallos, hojas, moras en mal estado, etc. Para la cantidad de mora usada el tiempo que les toma es de 3 horas.



### **1.6.2.2 Higiene del alimento.**

Se hierva agua y se vierte sobre las moras que se encuentran en un colador, este paso se lo hace como higiene del alimento para controlar la proliferación de microorganismos nocivos para la salud, se mantiene las moras en el colador hasta que se escurra la mayor cantidad de agua posible y se enfríe las moras lo que nos indicaran que están listas para la extracción del zumo que necesitaremos para la mezcla de ingredientes.

### **1.6.2.3 Extracción del zumo.**

Para extraer el zumo se utiliza una licuadora en donde entran las moras para ser licuadas y luego valiéndonos de un colador adecuado vertimos el líquido moviendo constantemente con un utensilio de cocina como una espátula para obtener el zumo de mora, este proceso toma una considerable cantidad de tiempo por la dificultad en el colado pero no requiere experiencia alguna, el zumo de mora será almacenado en un recipiente y refrigerado para luego ser usado.

### **1.6.3 Mezcla de ingredientes**

En este paso necesitaremos preparar al almíbar y la crema de leche para incorporar a la mezcla, lo mencionamos porque se necesita utilizarlos rápidamente luego de prepararlos y el tiempo de preparación es relativamente corto, así que hay que tener en mente al momento de tener los ingredientes para la mezcla líquida para helados porque si no disponemos de dichos ingredientes pueden pasarse los tiempos y tendremos un resultado indeseado.

**Tabla 1.2** Variables que influyen en mezcla de ingredientes.

Procesos	Tiempo requerido	Experiencia requerida	Esfuerzo utilizado
Almíbar	1 hora y 30 minutos	Elevada	Poco
Crema de leche	15 minutos	Elevada	Poco
Batido	10 minutos	Nada	Poco
Total	1 hora y 55 minutos	Elevada	Poco

### 1.6.3.1 Almíbar.

Para el almíbar necesitaremos una olla de fondo pesado, ponemos 6 Kg de azúcar y la cantidad justa de agua. Hay que mecer a fuego lento hasta llegar al punto de hilo para lo cual es necesario una grado de experiencia elevada y el tiempo para esto es de 30 minutos y en enfriar el almíbar de 45 minutos a 1 hora.

### 1.6.3.2 Crema de leche.

Tomando en cuenta el almíbar que ya este lo suficientemente frío para utilizarlo en la mezcla continuamos batiendo 11000 cm<sup>3</sup> de crema de leche por 10 minutos a velocidad anterior a la máxima y 5 minutos a máxima velocidad. La dificultad en este proceso se debe a lo delicado que es batir la crema de leche ya que si nos pasamos del punto las moléculas de grasa se unirán y se comenzara a ver mantequilla.

### 1.6.3.3 Batido.

El batir todos los ingredientes se lo realiza incorporando a la crema de leche el almíbar enfriado poco a poco hasta su totalidad, luego el zumo almacenado se procede a verter en la mezcla y a batir todo por 7 minutos aproximadamente.

### 1.6.4 Reposo de la mezcla.

El reposo de la mezcla es importante para que tenga un tiempo la mezcla de homogenizarse luego de tanta agitación y alcanzar una única temperatura en toda la mezcla.

**Tabla 1.3** Variables que influyen en reposo de la mezcla.

Procesos	Tiempo requerido	Experiencia requerida	Esfuerzo utilizado
Almacenamiento	4 horas	Nada	Nada
Total	4 horas	Nada	Nada

### 1.6.5 Batir y congelar la mezcla.

Los maestros/as en la elaboración de helados tienen 2 métodos conocidos los cuales vamos a analizar y encontrar sus ventajas y desventajas.

**Tabla 1.4** Variables que influyen en batir y congelar la mezcla.

Procesos	Tiempo requerido	Experiencia requerida	Esfuerzo utilizado
Batir y congelar método del trinche	9 horas	Elevada	Alto
Batir y congelar método de la paila	6 horas	Elevada	Alto
Total	6 horas o 9 horas	Elevada	Alto

#### 1.6.5.1 Método del trinche.

En el método del trinche, la mezcla de líquida para helados luego del reposo en el mismo recipiente ayudándose de un trinche se procede a batir vigorosamente durante un tiempo adecuado toda la mezcla, luego se congela durante 3 horas.

El batir con el trinche y congelar por un lapso de tiempo se repite esto 3 veces aproximadamente para obtener un resultado aceptable.

**Tabla 1.5** Ventajas y desventajas al usar el método del trinche para batir y congelar la mezcla.

Ventajas	Desventajas
Cumple con todas las normas dictadas en el código de prácticas para manipulación de alimentos y el reglamento de buenas prácticas para alimentos procesados desarrollándolo adecuadamente.	La calidad del producto se ve afectada. El tiempo de este proceso es muy elevado.
No necesita de inversión en una máquina que cumpla el proceso.	Existe un mayor porcentaje de contaminaciones cruzadas. Se requiere de gran esfuerzo y atención. Consume mayor cantidad de energía eléctrica al abrir y cerrar una cantidad elevada de veces el congelador.

#### **1.6.5.2 Método de la paila.**

En el método de la paila, se utiliza un contenedor con una purga en su parte inferior en algunos casos en donde se pone una capa de paja como aislante térmico lo que representa un contaminante potencial porque la mezcla está expuesta a contaminaciones cruzadas, se lo utiliza para evitar un temprano desgaste del hielo.

Luego se pone hielo y sal en grano apropiadamente hasta hacer una especie de nido para ubicar la paila de bronce encima de esto.

La mezcla de líquida para helados se vierte en la paila de bronce y comienzan a batir haciendo girar la paila en la mezcla congeladora y con una cuchara de madera se raspa la superficie de la paila esto requiere de un gran esfuerzo físico y experiencia para obtener buen resultado y así cumplir con el proceso de batido y congelado.

**Tabla 1.6** Ventajas y desventajas al usar el método de la paila para batir y congelar la mezcla.

Ventajas	Desventajas
No necesita de inversión en una máquina que cumpla el proceso.	No cumple con todas las normas dictadas en el código de prácticas para manipulación de alimentos y el reglamento de buenas prácticas para alimentos procesados por los materiales usados.
La calidad del producto aumenta en comparación al método del trinche.	Se requiere de gran esfuerzo y atención para obtener una buena textura. Existe un mayor porcentaje de contaminaciones cruzadas.

### 1.6.6 Endurecer.

Se endurece la mezcla a  $-25^{\circ}\text{C}$  o  $-30^{\circ}\text{C}$ , así se obtiene una consistencia adecuada para su comercialización, el tiempo de endurecimiento varía según la temperatura utilizada y para este paso ya se podría usar un recipiente que contenga el helado para su presentación.

**Tabla 1.7** Variables que influyen en endurecer la mezcla.

Procesos	Tiempo requerido	Experiencia requerida	Esfuerzo utilizado
Endurecer	3 horas	Nada	Nada
Total	3 horas	Nada	Nada

### **1.6.7 Almacenar.**

Para almacenar el producto la temperatura no debe ser inferior a  $-18^{\circ}\text{C}$  se recomienda una temperatura de  $-25^{\circ}\text{C}$  y el producto descongelado no debe ser nuevamente congelado.

### **1.7 Análisis del proceso artesanal de elaboración de helado**

Revisando los resultados de las tablas: Tabla 1.2, Tabla 1.3, Tabla 1.4 y Tabla 1.7. Nos decidimos por el proceso de batido y congelado de la mezcla porque al observar la Tabla 1.4 es el que consume mayormente el esfuerzo y tiempo, y mencionando la experiencia nos referimos a que el trabajo debe realizarse por el experimentado maestro/a en elaboración de helado. Los otros procesos pueden agilizarse contratando personal y así promover el empleo.

Es necesario dedicar un tiempo apropiado en el campo para conocer datos reales y variables no conocidas.

## **CAPÍTULO 2 Parámetros del sistema**

### **2.1 Determinación de la capacidad de producción del sistema**

Para el sector microindustrial del cual forma parte el maestro/a en elaboración de helado tiene que producir en base a su demanda, no puede, almacenar una gran cantidad de producto porque reduciría exponencialmente su calidad, esto hace que el helado este en el punto de venta a la sumo unos días y en algunos casos solo horas. Esto sumado a otras variables resulta en un problema al momento de encontrar máquinas disponibles en el mercado que se ajusten a estas exigencias.

La demanda en las empresas heladeras existentes en el sector microindustrial cambia con mucha frecuencia debido a distintas variables y tomaremos la producción semanal por el corto tiempo de almacenamiento debido a la degradación de la calidad del producto. Por lo que la mayor cantidad producida semanalmente en feriados la cual es el pico de producción se tomara para determinar la capacidad del sistema.

#### **2.1.1 Análisis actual de la empresa.**

La empresa presenta las siguientes condiciones ambientales y de entorno en los procesos de elaboración que serán de mucha utilidad en el proceso de diseño del

sistema y la selección de diversos elementos necesarios para el funcionamiento del mismo.

**Tabla 2.1** Condiciones ambientales y de entorno de la empresa.

Ubicación	Ibarra
Altitud	2220 msnm
Temperatura promedio	18 °C
Piso	Cerámica
En proceso de elaboración	Salpicaduras de agua
Observación eléctrica	No dispone de motores de grandes potencias ni otros elementos que puedan ocasionar contaminación electromagnética
Proceso de producción	Discontinuo
Fuente eléctrica disponible	Red eléctrica de 120VAC

En la actualidad la empresa elabora un pico de 210 litros de helado en una semana muy productiva.

Existe una mayor elaboración de los productos en ciertas semanas debido feriados en los que es más frecuente la visita de clientes; por lo cual tomaremos la estimación de la demanda en base a los datos obtenidos en los mencionados periodos.



### 2.1.2 Determinación de la capacidad de producción diseñada.

Para encontrar el estándar de nuestro sistema ocuparemos la **Ecuación 3.5** y el valor de 273 litros se debe a un 30% adicional, ya que la empresa en el año 2014 se vio un incremento de la producción y cubriría una nueva producción por incremento de la demanda.

El 25% del tiempo total del proceso es el que se toma para el batido y congelado, si tomamos el 25% de las horas laborables tenemos 2 horas que representan el funcionamiento del sistema.

**Tabla 2.2** Variables y resultados de la capacidad diseñada.

Producción semanal pico	210	Litros
Incremento adicional	30%	
Producción semanal prevista	273	Litros
Horas laborables	8	Horas
Días laborables por semana	7	Días
Horas de funcionamiento del sistema	2	Horas

$$\text{estandar}[l/h] = \frac{\text{Producción prevista}}{\text{días laborables} * \text{horas funcionamiento}}$$

**Ecuación 2.1**

**Fuente:** Principios de administración de operaciones (**Heize & Render, 2004, p.277**)

$$\text{estandar}[l/h] = \frac{273}{7 * 2}$$

$$\text{estandar}[l/h] = 19.5$$

El estándar del sistema es de 19.5 [l/h] así que tomaremos el estándar de 20 [l/h] y calcularemos nuestra capacidad diseñada.

$$\text{capacidad diseñada} = \text{estandar}[l/h] * \text{días laborables} * \text{horas funcionamiento} \quad \text{Ecuación 2.2}$$

**Fuente:** Principios de administración de operaciones. (Heize & Render, 2004, p.277)

$$\text{capacidad diseñada} = 20 * 7 * 2$$

$$\text{capacidad diseñada} = 280 \left[ \frac{l}{\text{semana}} \right]$$

La capacidad diseñada es de 280 litros a la semana lo que supera a la producción semanal prevista.

## 2.2 Refrigeración

El sistema de refrigeración se utiliza para mantener un espacio determinado a una temperatura inferior con respecto a los alrededores.

### 2.2.1 Refrigeración por compresión de vapor.

Según (Yañez, 2015) existen dos presiones en el ciclo básico de refrigeración por compresión: la de evaporación o de baja presión y la de condensación o de alta presión.

El refrigerante actúa como medio de transporte para mover el calor del evaporador al condensador, donde es despedido a la atmósfera o al agua de enfriamiento, en el caso de sistemas enfriados por agua. Un cambio de estado líquido

a vapor, y viceversa, permite al refrigerante absorber y descargar grandes cantidades de calor en forma eficiente. (Yañez, 2015)

El ciclo básico de refrigeración opera de la siguiente forma: el refrigerante líquido a alta presión es alimentado al tanque receptor a través de la tubería de líquido, pasando por un filtro desecante al instrumento de control, que separa los lados de alta y de baja presión del sistema. (Yañez, 2015)

Existen varios instrumentos de control de flujo que pueden emplearse, pero se considera únicamente la válvula de expansión, la cual controla la alimentación del refrigerante líquido al evaporador, y por medio de un pequeño orificio reduce la presión y la temperatura del refrigerante. (Yañez, 2015)

La reducción de presión en el refrigerante líquido provoca que éste hierva o se vaporice, hasta que el refrigerante alcanza la temperatura de saturación, correspondiente a la de su presión. (Yañez, 2015)

Conforme el refrigerante de baja temperatura pasa a través del evaporador, el calor del elemento a enfriar fluye a través de las tuberías del mismo hacia el refrigerante, haciendo que la acción de ebullición continúe hasta que el refrigerante se encuentre totalmente vaporizado. (Yañez, 2015)

La válvula de expansión regula el flujo a través del evaporador para mantener el sobrecalentamiento constante, para mantener la diferencial de temperatura que existe entre la temperatura de vaporización y el vapor que sale del evaporador.

Conforme la temperatura del gas que sale del evaporador varía, el bulbo de la válvula de expansión registra variación y actúa para modular la alimentación a través de la válvula de expansión, y así adaptarse a las nuevas necesidades. El vapor refrigerante que sale del evaporador viaja a través de la línea de succión hacia la entrada del compresor. El compresor toma el vapor a baja presión y lo comprime aumentando, tanto su presión, como su temperatura. (Yañez, 2015)

El vapor caliente, al alcanzar una alta presión, es bombeado fuera del compresor a través de la válvula de descarga hacia el condensador. Conforme pasa a través de éste, el gas a alta presión es enfriado por algún medio externo. En sistemas enfriados por aire se usa generalmente un ventilador y un condensador aletado. En sistemas enfriados por agua se emplea por lo regular un intercambiador de calor refrigerado por agua. (Yañez, 2015)

Conforme el vapor del refrigerante alcanza la temperatura de saturación, correspondiente a la alta presión del condensador, el vapor se condensa y fluye al receptor como líquido, repitiéndose nuevamente el ciclo. (Yañez, 2015)

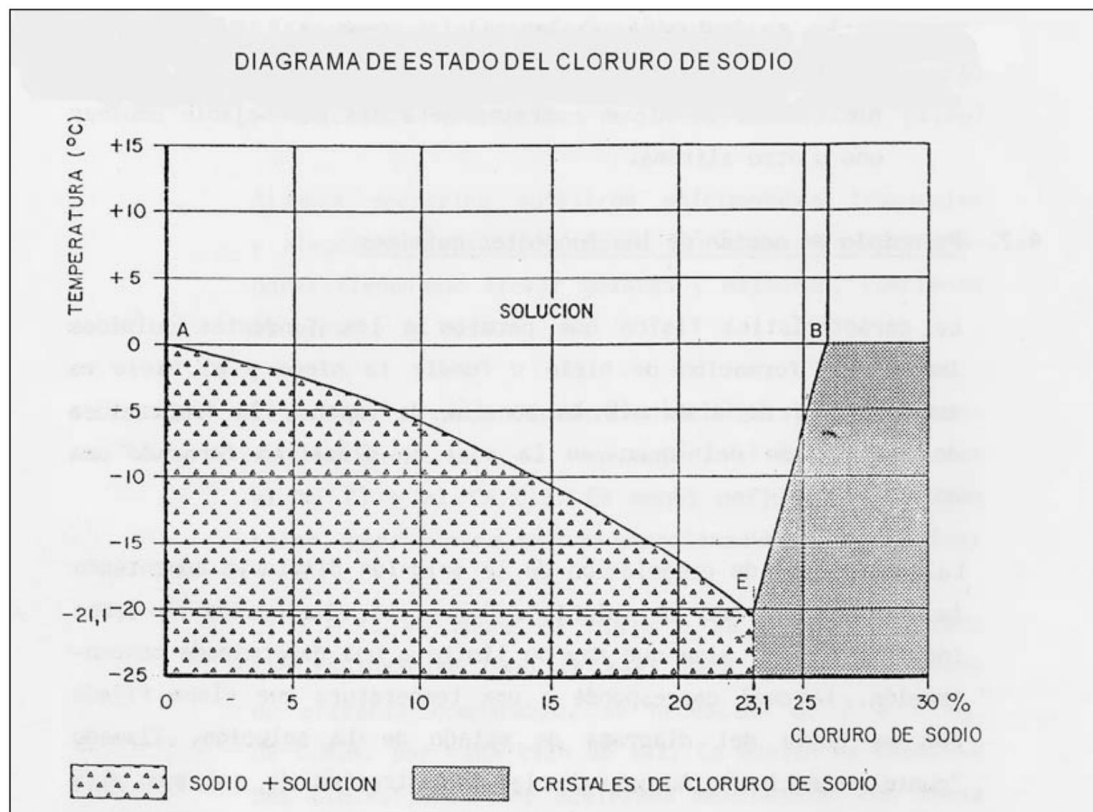
### **2.2.2 Refrigeración por mezclas endotérmicas.**

La salmuera o mezcla endotérmica se utiliza como un refrigerante secundario, en este caso particular transfiere el efecto frigorífico desde un ciclo de refrigeración por compresión existente en la empresa en los diferentes congeladores a la mezcla líquida para helado.

### 2.2.2.1 Salmueras o mezclas endotérmicas.

En general, cuando se mezclan sustancias a presión y temperatura constantes, varían el volumen total (aumenta o disminuye) y la entalpía (aumenta o disminuye). A esta segunda variación, cambiada de signo para que sea positiva si el sistema pierde energía, se le llama calor de la mezcla (o de disolución).

Una aplicación muy interesante del calor de mezcla tiene lugar cuando éste es negativo (mezclas endotérmicas), pues si se aísla térmicamente el sistema se obtendrá un efecto refrigerante. Antiguamente, en la producción y transporte de helados se usaban contenedores con dos paredes entre las cuales se echaba una mezcla de hielo y sal; si la pared externa era poco conductora del calor, se podía mantener durante un cierto tiempo el contenido a  $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Otra aplicación corriente del mismo fenómeno es la fusión del hielo de aceras y calzadas en invierno echando sal encima. (Martínez, 1992, p. 156)



**Figura 2.1** Detalle del diagrama de fases (temperatura vs concentración de sal % en peso) de las mezclas endotérmica de sal (NaCl).

**Fuente:** Aplicación de fundentes líquidos. Salmueras. (Basurto Álvarez, 2013) Recuperado de: <http://slideplayer.es/slide/1053407/>

## 2.3 Transferencia de calor

La transferencia de calor es la ciencia que trata de predecir el intercambio de energía que puede tener lugar entre cuerpos materiales, como resultado de una diferencia de temperatura. (Holman, 1999, p. 1)

### 2.3.1 Conducción estacionaria unidimensional.

Ahora, se desea examinar las aplicaciones de la ley de Fourier de la conducción del calor al cálculo del flujo de calor en algunos sistemas unidimensionales simples.

Dentro de la categoría de los sistemas unidimensionales, se pueden encontrar varias formas físicas distintas: los sistemas cilíndricos y esféricos son unidimensionales cuando la temperatura en el cuerpo es sólo función de la distancia radial, e independiente del ángulo azimutal o de la distancia axial. En algunos problemas bidimensionales, el efecto de una segunda coordenada espacial puede ser tan pequeño como para justificar que se desprece, y el problema del flujo de calor multidimensional puede aproximarse mediante un análisis unidimensional. En estos casos, las ecuaciones diferenciales se simplifican y, como resultado de esta simplificación, se llega a una solución mucho más sencilla. **(Holman, 1999, p. 17)**

### 2.3.1.1 Aislamiento y valores R.

Para beneficio del sistema es necesario utilizar aislamiento y conocer su valor R para seleccionar el adecuado. “A la hora de clasificar las cualidades del aislante, es una práctica común en la industria de la construcción utilizar un término denominado calor R, definido como” **(Holman, 1999, p. 18)**

$$R = \frac{\Delta T}{q/A}$$

**Ecuación 2.3**

**Fuente:** Transferencia de Calor. (Holman, 1999, p. 18)

Donde:

$$R = \text{Calor R, } [^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}^2 / \text{W}]$$

$$q = \text{Calor unidimensional, } [\text{W}]$$

$$\Delta T = \text{Diferencia de potencial térmico, } [^{\circ}\text{C}]$$

$A = \text{Área, [m}^2\text{]}$

Tipo	Intervalo de temperatura, °C	Conductividad térmica, mW/m·°C	Densidad, kg/m <sup>3</sup>	Aplicación
1. Superaislamiento al vacío de Linde	-240-1.100	0,0015-072	Variable	Muchas
2. Espuma de uretano	-180-150	16-20	25-48	Tuberías frías y calientes
3. Espuma de uretano	-170-110	16-20	32	Depósitos
4. Bloques de vidrio celular	-200-200	29-108	110-150	Depósitos y tuberías
5. Manta de fibra de vidrio para envolver	-80-290	22-78	10-50	Tuberías y acondicionamiento de tuberías
6. Mantas de fibra de vidrio	-170-230	25-86	10-50	Depósitos y equipamiento
7. Coquillas preformadas de fibra de vidrio	-50-230	32-35	10-50	Estructuras de tuberías
8. Láminas de elastómero	-40-100	36-39	70-100	Depósitos
9. Placas de fibra de vidrio	60-370	30-55	10-50	Tuberías y acondicionamiento de tuberías
10. Coquillas preformadas de elastómero	-40-100	36-39	70-100	Tuberías y acondicionamiento
11. Manta de fibra de vidrio con lámina impermeable al vapor	-5-70	29-45	10-32	Líneas de refrigeración
12. Camisa de fibra de vidrio sin lámina impermeable al vapor	hasta 250	29-45	24-48	Caloductos
13. Planchas de fibra de vidrio	20-450	33-52	25-100	Calderas, depósitos, cambiadores de calor
14. Bloques y planchas de vidrio celular	20-500	29-108	110-150	Caloductos
15. Bloques y planchas de espuma de uretano	100-150	16-20	25-65	Tuberías
16. Coquillas preformadas de fibra mineral	hasta 650	35-91	125-160	Caloductos
17. Mantas de fibra mineral	hasta 750	37-81	125	Caloductos
18. Bloques de lana mineral	450-1.000	52-130	175-290	Caloductos
19. Planchas y bloques de silicato cálcico	230-1.000	32-85	100-160	Caloductos, calderas, forros de chimeneas
20. Bloques de fibra mineral	hasta 1.100	52-130	210	Calderas y depósitos

Figura 2.2 Tipos de aislantes y aplicaciones.

Fuente: Transferencia de Calor (Holman, 1999, p. 19)

Material	Conductividad térmica k	
	W/m·°C	Btu/h·ft·°F
<b>Metales:</b>		
Plata (pura)	410	237
Cobre (puro)	385	223
Aluminio (puro)	202	117
Níquel (puro)	93	54
Hierro (puro)	73	42
Aceró al carbono, 1 % C	43	25
Piomo (puro)	35	20,3
Aceró cromo-níquel (18 % Cr, 8 % Ni)	16,3	9,4
<b>Sólidos no metálicos:</b>		
Diamante	2.300	1.329
Cuarzo, paralelo al eje	41,6	24
Magnesita	4,15	2,4
Mármol	2,08-2,94	1,2-1,7
Piedra arenisca	1,83	1,06
Vidrio, ventana	0,78	0,45
Arce o roble	0,17	0,096
Serrín	0,059	0,034
Lana de vidrio	0,038	0,022
Hielo	2,22	1,25
<b>Líquidos:</b>		
Mercurio	8,21	4,74
Agua	0,536	0,327
Amoníaco	0,540	0,312
Acete lubricante, SAE 50	0,147	0,085
Freón 12, CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	0,073	0,042
<b>Gases:</b>		
Hidrógeno	0,175	0,101
Helio	0,141	0,081
Aire	0,024	0,0139
Vapor de agua (saturado)	0,0206	0,0119
Dióxido de carbono	0,0146	0,00844

Figura 2.3 Conductividad térmica de algunos materiales.



**Fuente:** Transferencia de Calor. (Holman, 1999, p. 5)

### 2.3.1.2 Flujo de calor unidimensional a través de un cilindro hueco.

Para encontrar la transferencia de calor de nuestro sistema nos basaremos en lo siguiente: “En un cilindro cuya longitud sea muy grande comparada con su diámetro, se puede suponer que el calor fluye sólo en dirección radial, con lo que la única coordenada espacial necesaria para definir el sistema es  $r$ .” (Holman, 1999, p. 19)

$$q = \frac{2\pi kL(T_i - T_e)}{\ln(r_e/r_i)} \quad \text{Ecuación 2.4}$$

**Fuente:** Transferencia de Calor. (Holman, 1999, p. 19)

Donde:

$q$  = Calor unidimensional, [W]

$k$  = Conductividad térmica, [W/m°C]

$L$  = Longitud del cilindro, [m]

$T_i$  = Temperatura al interior del cilindro, [°C]

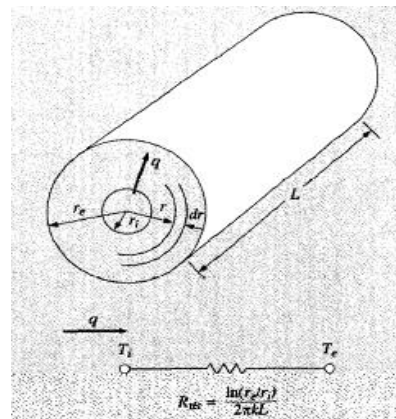
$T_e$  = Temperatura al exterior del cilindro, [°C]

$r_i$  = Radio de la pared interna del cilindro, [m]

$r_e$  = Radio de la pared externa del cilindro, [m]

En la **Figura 2.4** nos muestra un cilindro hueco que podemos interpretar como un recipiente contenedor sin ningún tipo de aislante u otro material adicional al del que está elaborado el mismo recipiente.

Es importante mencionar esta comparación para facilitar el entendimiento de lo aplicado en nuestro sistema.



**Figura 2.4** Flujo de calor unidimensional a través de un cilindro hueco y analogía eléctrica.

**Fuente:** Transferencia de Calor. (Holman, 1999, p. 20)

### 2.3.1.3 Flujo de calor unidimensional a través de secciones cilíndricas multicapa.

Para encontrar la transferencia de calor de nuestro sistema: “El concepto de resistencia térmica puede utilizarse con paredes cilíndricas multicapa de la misma manera en que se hizo con paredes planas. Para el sistema de tres capas mostrado en la figura la solución es” (**Holman, 1999, p. 20**)

$$q = \frac{2\pi L(T_1 - T_4)}{\left[ \ln(r_2/r_1)/k_A + \ln(r_3/r_2)/k_B + \ln(r_4/r_3)/k_C \right]} \quad \text{Ecuación 2.5}$$

**Fuente:** Transferencia de Calor. (Holman, 1999, p. 20)

Donde:

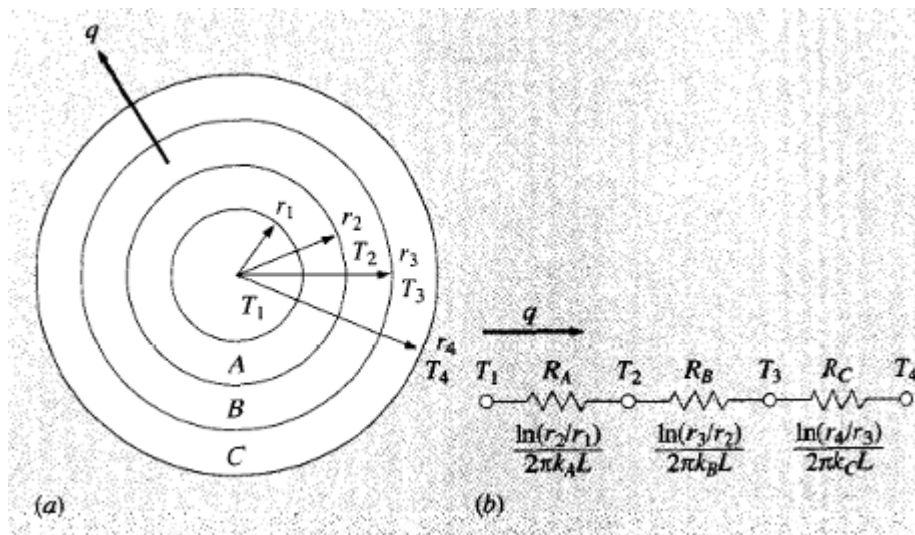
$L$  = Longitud del cilindro, [m]

$T_1$  = Temperatura interior del cilindro, [°C]

$T_4$  = Temperatura externa del cilindro, [°C]

$r$  = Radio o distancia radial, [m]

$k$  = Conductividad térmica, [ $W/m^{\circ}C$ ]

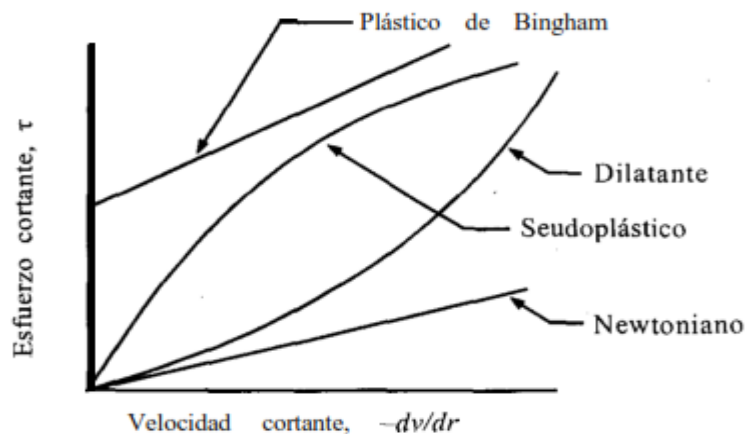


**Figura 2.5** Flujo de calor unidimensional a través de secciones cilíndricas múltiples y analogía eléctrica.

**Fuente:** Transferencia de Calor (Holman, 1999, p. 20).

## 2.4 Mecánica de fluidos

Nos valdremos de la mecánica de fluidos para determinar las propiedades físicas de la mezcla líquida para helado y obtener datos acertados para nuestro sistema.



**Figura 2.6** Diagrama de esfuerzos cortante para fluidos newtonianos y no newtonianos independientes del tiempo.

**Fuente:** Procesos de transporte y operaciones unitarias (Geankoplis, 1998, p. 175)

### 2.4.1 Fluidos newtonianos

Se caracteriza por cumplir la ley de Newton, es decir, que existe una relación lineal entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación.

### 2.4.2 Fluidos no newtonianos

La relación entre esfuerzo cortante y la velocidad de deformación para los fluidos no newtonianos no es lineal. Los fluidos no newtonianos son aquellos que no obedecen la ley de Newton. Estos son algunos según **Geankoplis (1998)**:

- Fluidos Plásticos de Bingham

Estos son los más simples debido a que, sólo difieren de los newtonianos en cuanto a que la relación lineal no pasa por el origen. (Geankoplis, 1998)

- Fluidos Seudoplásticos

La mayoría de los fluidos no newtonianos pertenecen a esta categoría e incluyen las soluciones o fusiones de polímeros, las grasas, las suspensiones de almidón, la mayonesa, ciertos fluidos biológicos, las suspensiones de detergentes, los medios de dispersión de algunos productos farmacéuticos y las pinturas. (Geankoplis, 1998)

- Fluidos Dilatantes

Estos son mucho menos comunes que los pseudoplásticos y su comportamiento de flujo muestra un aumento de la viscosidad aparente al elevar la velocidad cortante. (Geankoplis, 1998, p. 175)

#### **2.4.2.1 Requisitos de potencia en la agitación y mezcla de fluidos no newtonianos.**

Para correlacionar los requisitos de potencia en la agitación y mezcla de los fluidos no newtonianos, el número de potencia  $N_p$  está definido por la  $\frac{P}{\rho N^3 D_a^5}$  o se encuentra el origen de la referencia., que es la misma ecuación que se usa para los fluidos newtonianos. Sin embargo, la definición del número de Reynolds es mucho más complicada que para los fluidos newtonianos, ya que la viscosidad aparente no es constante en los fluidos no newtonianos y varía con las velocidades de corte o con los gradientes de velocidad en el recipiente. En varias investigaciones (Gl, MI) se ha usado una viscosidad aparente promedio  $\mu_a$ , que se utiliza en el número de Reynolds como sigue:

$$N_p = \frac{P}{\rho N^3 D_a^5}$$

**Ecuación 2.6**

**Fuente:** Procesos de transporte y operaciones unitarias. (Geankoplis, 1998, p. 164)

$$N'_{Re,n} = \frac{D_a^2 N \rho}{\mu_a} \quad \text{Ecuación 2.7}$$

**Fuente:** Procesos de transporte y operaciones unitarias. (Geankoplis, 1998, p. 185)

La viscosidad aparente promedio puede relacionarse con la velocidad de corte promedio o con el gradiente de velocidad promedio por el siguiente método. Para un fluido que obedece la ley de potencia,

$$\tau = K \left( -\frac{dv}{dy} \right)_{prom}^n \quad \text{Ecuación 2.8}$$

**Fuente:** Procesos de transporte y operaciones unitarias. (Geankoplis, 1998, p. 185)

Para un fluido newtoniano,

$$\tau = \mu_a \left( -\frac{dv}{dy} \right)_{prom} \quad \text{Ecuación 2.9}$$

**Fuente:** Procesos de transporte y operaciones unitarias. (Geankoplis, 1998, p. 185)

Al combinar las ecuaciones: **Ecuación 2.8** y **Ecuación 2.9**,

$$\mu_a = K \left( \frac{dv}{dy} \right)_{prom}^{n-1} \quad \text{Ecuación 2.10}$$

**Fuente:** Procesos de transporte y operaciones unitarias. (Geankoplis, 1998, p. 185)

Metzner y otros (Gl, Ml) encontraron experimentalmente que la velocidad de corte promedio  $\left( \frac{dv}{dy} \right)_{prom}$  para los líquidos pseudoplásticos ( $n < 1$ ) varía aproximadamente como sigue con la velocidad de rotación:

$$\left( \frac{dv}{dy} \right)_{prom} = 11N \quad \text{Ecuación 2.11}$$

**Fuente:** Procesos de transporte y operaciones unitarias. (Geankoplis, 1998, p. 185)

Por consiguiente, combinando las ecuaciones: **Ecuación 2.10** y **Ecuación 2.11**,

$$\mu_a = (11N)^{n-1}K \quad \text{Ecuación 2.12}$$

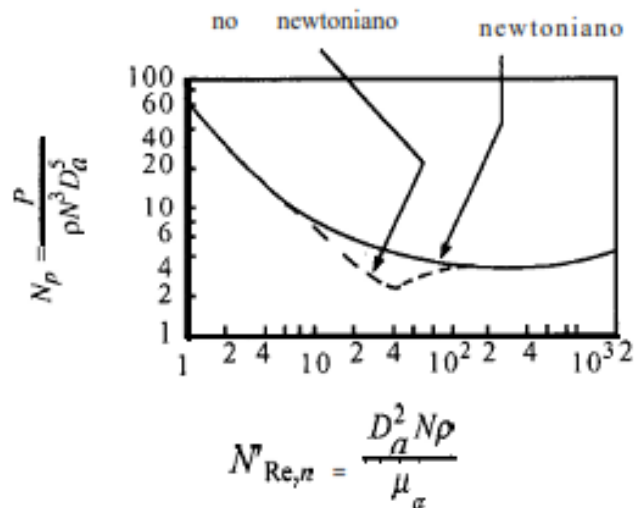
**Fuente:** Procesos de transporte y operaciones unitarias. (Geankoplis, 1998, p. 186)

Al sustituir en la **Ecuación 2.7**,

$$N'_{Re,n} = \frac{D_a^2 N^{2-n} \rho}{11^{n-1} K} \quad \text{Ecuación 2.13}$$

**Fuente:** Procesos de transporte y operaciones unitarias. (Geankoplis, 1998, p. 186)

Las curvas de la **Figura 2.7** muestran que los resultados son idénticos para el intervalo de números de Reynolds de 1 a 2000, excepto que difieren sólo en el intervalo de 10 a 100, donde los fluidos seudoplásticos usan menos potencia que los fluidos newtonianos. (Geankoplis, 1998, p. 185, 186)



**Figura 2.7** Correlación de potencia en la agitación para una turbina plana de seis aspas con disco en fluidos seudoplásticos no newtonianos y newtonianos.

**Fuente:** Procesos de transporte y operaciones unitarias. (Geankoplis, 1998, p. 186)

## 2.5 Agitador mecánico

Para el proceso nuestro sistema requiere de sino es el más importante uno de las más importantes elementos el cual es el agitador mecánico para cumplir con nuestros objetivos en esta sección explicaremos la importancia y los tipos para un desempeño aceptable,

En las industrias químicas de procesos y en otras semejantes, muchas operaciones dependen en alto grado de la agitación y mezclado eficaz de los fluidos, por lo general, la agitación se refiere a forzar un fluido por medios mecánicos para que adquiera un movimiento circulatorio en el interior de un recipiente. El mezclado implica partir de dos fases individuales, tales como un fluido y un sólido pulverizado o dos fluidos, y lograr que ambas fases se distribuyan al azar entre sí. (Geankoplis, 1998)

Existen varios objetivos en la agitación de fluidos y algunos de ellos son:

1. Mezclado de dos líquidos miscibles, tales como alcohol etílico y agua.
2. Disolución de sólidos en líquidos, tales como sal en agua.
3. Dispersión de un gas en un líquido en forma de burbujas pequeñas, como en el caso del oxígeno del aire en una suspensión de microorganismos para la fermentación, o para el proceso de activación de lodos en el tratamiento de aguas de desperdicio.
4. Suspensión de partículas sólidas finas en un líquido, tal como en la hidrogenación catalítica de un líquido, donde las partículas del catalizador sólido y las burbujas de hidrógeno se dispersan en un líquido.



5. Agitación de un fluido para aumentar la transferencia de calor entre dicho fluido y un serpentín o una camisa en las paredes del recipiente.

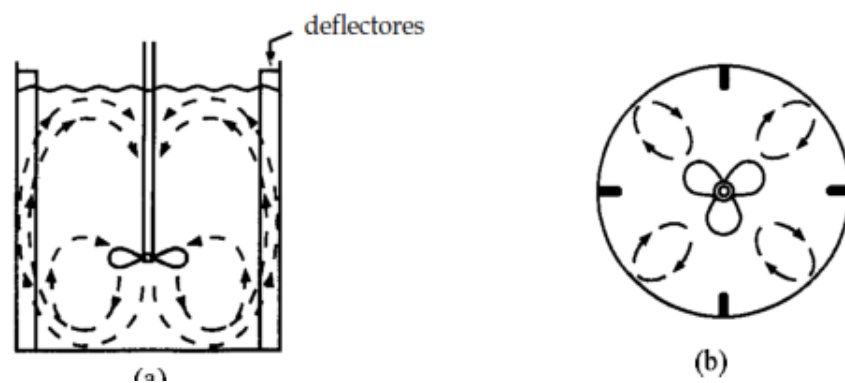
(Geankoplis, 1998, p. 161)

### 2.5.1 Tipos de agitadores.

Existen varios tipos de agitadores de uso común en empresas siendo los de mayor uso los siguientes agitadores a continuación:

#### 2.5.1.1 Agitador propulsor de tres aspas.

Uno de los más conocidos es el agitador de tres aspas de tipo marino, similar a la hélice de un motor fuera de borda para lanchas. El agitador puede ser móvil para introducirlo lateralmente en el tanque o estar montado en la pared de un tanque abierto, en posición desplazada del centro. Estos agitadores giran a velocidades de 400 a 1750 rpm (revoluciones por minuto) y son propios para líquidos de baja viscosidad. (Geankoplis, 1998, p. 161)

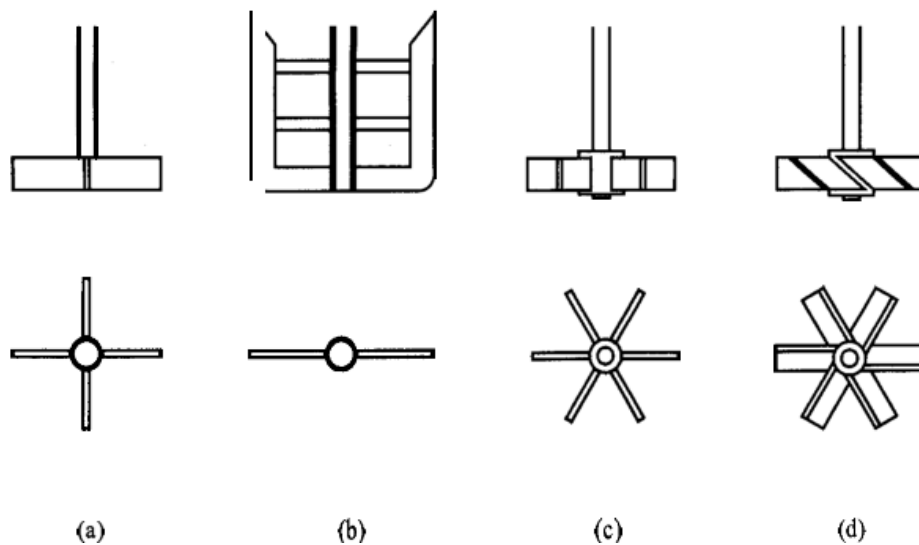


**Figura 2.8** Tanque con deflectores y agitador de turbina de paletas planas con patrón de flujo axial.

**Fuente:** Procesos de transporte y operaciones unitarias (Geankoplis, 1998, p. 161)

### 2.5.1.2 Agitador de paletas.

Para velocidades de 20 a 200 rpm se emplean diversos tipos de agitadores de paletas. Tal como la **Figura 2.9** (a) se tienen sistemas de dos a cuatro paletas planas. El agitador de paletas no es efectivo para sólidos en suspensión porque, aunque hay un buen flujo radial, hay poco flujo axial o vertical. Se suele usar una paleta de ancla o compuerta, en la **Figura 2.9** (b), la cual barre o raspa las paredes del tanque y a veces su fondo. Se emplea con líquidos viscosos que pueden generar depósitos en las paredes y para mejorar la transferencia de calor hacia las mismas, pero no es buen mezclador. Se suele usar para procesar pastas de almidón, pinturas, adhesivos y cosméticos. (**Geankoplis, 1998, p. 162**)



**Figura 2.9** Varios tipos de agitadores.

**Fuente:** Procesos de transporte y operaciones unitarias. (Geankoplis, 1998, p. 162)

### 2.5.1.3 Agitador de turbina.

Cuando se procesan líquidos con amplia diversidad de viscosidades se usan turbinas semejantes a un agitador de paletas múltiples con aspas más cortas. El diámetro de una turbina suele medir del 30 al 50% del diámetro del tanque. Normalmente las turbinas tienen cuatro o seis aspas. En la **Figura 2.9 (c)** se ven una turbina plana abierta de seis aspas. Las turbinas con aspas planas producen un flujo radial. Para dispersar un gas en un líquido, el gas puede hacerse penetrar justo por debajo del propulsor de la turbina en su eje; de esa manera las paletas dispersan el gas en muchas burbujas finas. Con la turbina de hojas inclinadas que se muestra en la **Figura 2.9 (d)**, con las aspas a  $45^\circ$ , se imparte cierto flujo axial, de modo que hay una combinación de flujos radial y axial. Este tipo es útil para sólidos en suspensión, ya que las corrientes fluyen hacia abajo y luego levantan los sólidos depositados. **(Geankoplis, 1998, p. 162)**

### 2.5.1.4 Agitador de banda helicoidal.

Este tipo de agitadores se usa para soluciones sumamente viscosas y opera a pocas rpm, en la región laminar. La banda se forma en una trayectoria helicoidal y está unida a un eje central. El líquido se mueve en una trayectoria de flujo tortuosa hacia abajo en el centro y hacia arriba a los lados, con movimiento de giro. Otros tipos semejantes son el de banda helicoidal doble y el de banda helicoidal con tornillo. **(Geankoplis, 1998, p. 162)**

## 2.6 Cojinetes de empuje. Fricción en discos

Para el soporte del agitador mecánico en nuestro sistema utilizaremos un cojinete de empuje según afirma (Beer, Johnston Russell, Mazurek, & Eisenberg, 2010)

Para proporcionarle soporte axial a las flechas y a los ejes que giran se utilizan dos tipos de cojinetes de empuje: a) cojinetes de tope o frontales y b) cojinetes de collar o radiales. En el caso de los cojinetes de collar se desarrollan fuerzas de fricción entre las dos áreas en forma de anillo que están en contacto. En el caso de los cojinetes de tope la fricción ocurre sobre áreas circulares completas o sobre áreas en forma de anillo cuando el extremo de la flecha es hueco. La fricción entre áreas circulares, denominada fricción en discos, también ocurre en otros mecanismos como los embragues de disco. (Beer, Johnston Russell, Mazurek, & Eisenberg, 2010, p. 442)



**Figura 2.10** Cojinetes de empuje.

**Fuente:** Mecánica Vectorial para Ingenieros Estática. (Beer, Johnston Russell, Mazurek, & Eisenberg, 2010)

Con el conocimiento y la experiencia desarrollada en la carrera se procederá a diseñar de mejor manera el sistema.

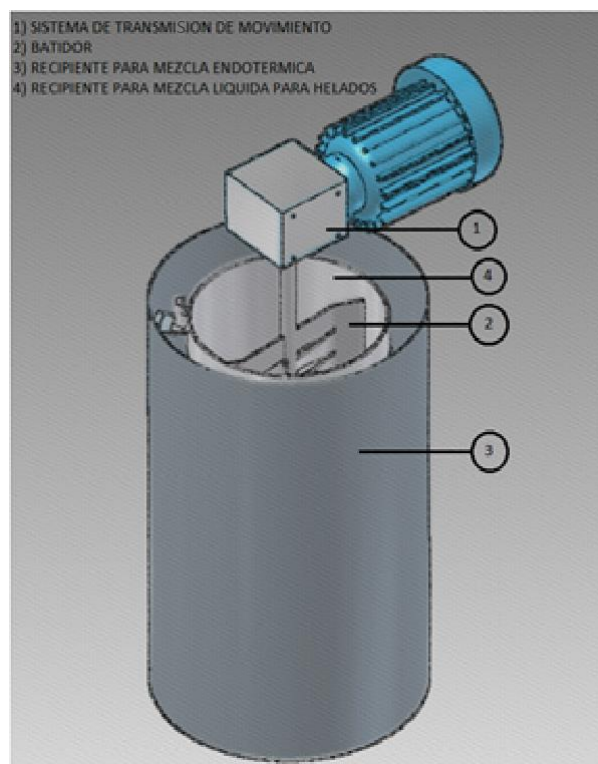
## CAPÍTULO 3 Diseño del sistema

### 3.1 Diseño térmico del sistema

A continuación con lo enunciado en el **capítulo 2** justificaremos dimensiones, proporciones, etc. Concerniente al diseño térmico del sistema.

#### 3.1.1 Descripción del sistema.

A continuación en la **Figura 3.1**, se muestra el esquema del sistema.



**Figura 3.1** Descripción y partes del sistema térmico.

El sistema está constituido por:

- Recipiente de almacenamiento para mezcla endotérmica o mezcla congeladora, que se aislara térmicamente para mantener por cierto tiempo una baja temperatura.
- Recipiente de almacenamiento para mezcla líquida para helados, que sea adecuado y garantice la inocuidad del alimento.
- Batidor, que permita la agitación continua a la mezcla de helado durante el proceso de congelación y garantice la inocuidad del alimento.
- Sistema de transmisión de movimiento, consta de un motor que genera un movimiento y mediante dispositivos transmisores de potencia se conecta con el batidor.

### 3.1.2 Restricciones del sistema.

La capacidad de la maquina está restringida a un caudal volumétrico de  $20 \left[ \frac{l}{h} \right]$  el cual fue determinado en la **sección 2.1.2**, por lo tanto los posteriores cálculos y dimensionamiento se realizará tomando en cuenta esta restricción.

**Tabla 3.1** Alternativas de sistema de refrigeración.

Alternativas	Ventajas	Desventajas
Por compresión de vapor	Un rango amplio de temperaturas. Producen gran cantidad de energía frigorífica.	Mantenimiento de equipo. Contaminación al ambiente por ruido.

		Incremento de manera directa e indirectamente del efecto invernadero.
		Costo elevado de inversión.
Por mezcla endotérmica	Costo de inversión reducido. Optimiza el uso de refrigeración por compresión de vapor existente en la empresa y disminuyendo el impacto ambiental. El mantenimiento es casi nulo. No requiere conocimiento previo su uso.	El rango de temperatura se limita a 0 y -21 °C. Es corrosivo.

De los sistemas de refrigeración revisados, el sistema de refrigeración por mezcla endotérmica satisface los requerimientos del sistema para la temperatura y la desventaja de que es corrosivo se puede solucionar con materiales propios para una sustancia de este tipo o tratamientos a materiales que le afectan la corrosión validando su uso en el sistema.

### 3.1.2.1 Dimensiones de recipientes.

El diámetro promedio de los equipos o utensilios utilizados para trasportar ingredientes o la propia mezcla líquida de helados viene indicado en la siguiente tabla:

**Tabla 3.2** Diámetro de equipos o utensilios.

#	Equipo o utensilio	Diámetro [m]
1	Jarra medidora	0.18
2	Olla con pico vertedor	0.15
3	Jarra	0.15

4	Tazón	0.19
---	-------	------

---

Tomamos la magnitud máxima de la **Tabla 3.2** que es 0.19 [m] e incrementamos un 25% de holgura para su manipulación teniendo así una magnitud de 0.24 [m].

Para el cálculo de la altura del recipiente tenemos:

$$V_{cilindro} = \pi * r^2 * h \quad \text{Ecuación 3.1}$$

**Fuente:** Matemáticas Practicas. (Palmer, Fletcher, Jarvis, & Mrachek, 2003, p.388)

Donde:

$V_{cilindro}$  = Volumen del cilindro, [m]

$r$  = Radio que forma al cilindro, [m]

$h$  = Altura del cilindro, [m]

Donde sumamos un 8% para evitar que desborde el recipiente por agregar overrun a la mezcla y recordaremos que los helados artesanales tienen la característica de tener menos cantidad de overrun en comparación con otros así que este valor es aceptable porque no aumentara su volumen en gran medida.

$$h_{rh} = \frac{0.02}{\pi * 0.12^2} = 0.44 [m]$$

$$h_{rh} = 0.44 + 8\% = 0.47[m]$$

$$V_{rh} = \pi * 0.12^2 * 0.47 = 0.021 [m^3]$$

Para diámetro y altura del recipiente contenedor de mezcla endotérmica viene dado por el diámetro de los fragmentos de hielo propios de una trituración manual donde experimentado nos dio como resultado un diámetro de fragmentos entre 1 y



3 centímetros como se logra apreciar en la **Figura 3.3** por lo que para nuestro sistema un  $r = 0.17 [m]$  obtenemos un espacio de  $5 [cm]$  que permiten el paso de fragmentos de hielo triturados manualmente y como el recipiente de helado tiene que estar rodeador por la salmuera esta medida se suma a la altura del recipiente de salmuera.

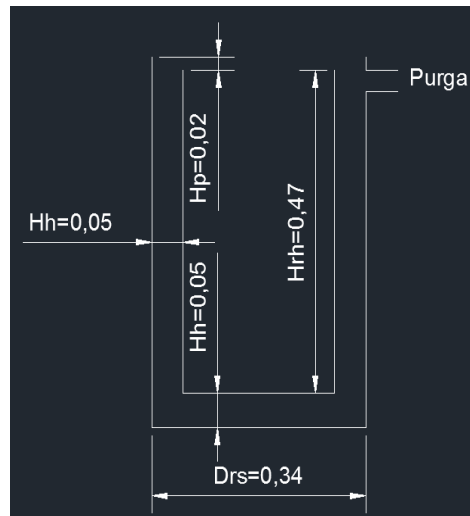
En la tapa es este nuestro punto crítico de control en el proceso por ello es necesario controlar que la mezcla endotérmica o sustancia peligrosa no entre en contacto con nuestra mezcla líquida para helado para este fin se agregó dos salida para la salmuera una manual y otra por desborde para controlar el nivel de la salmuera las cuales nos representa un altura de  $2 [cm]$ .

$$h_{rs} = h_{rh} + h_h + h_p$$

$$h_{rs} = 0.47 + 0.05 + 0.02$$

$$h_{rs} = 0.54 [m]$$

En la siguiente **Figura 3.2** se puede apreciar las dimensiones de los recipientes así como su ubicación al momento de estar acoplados.



**Figura 3.2** Dimensiones de recipientes del sistema.



**Figura 3.3** Fragmentos de hielo por trituración manual.

### 3.1.3 Carga térmica del sistema.

Para conocer la carga térmica del sistema ocuparemos la fórmula del calor específico la cual es:

$$C_p = \frac{q}{m\Delta T}$$

**Ecuación 3.2**

**Fuente:** Mundo de la Física 2. (De la Torre Zermeño & Flores Escobar, 2003, p.31)

Donde:

$$C_p = \text{Calor específico, } [kJ/kg^{\circ}C]$$

$$q = \text{Cantidad de calor, } [kJ]$$

$$m = \text{Masa, } [kg]$$

$$\Delta T = \text{Diferencia de temperatura, } [^{\circ}C]$$

**Tabla 3.3** Propiedades físicas del helado.

Producto	Punto de Enfriamiento $T_{en}$ [ $^{\circ}C$ ]	% de Agua	Encima del punto de congelación $C_{pe}$ [ $kJ/kg^{\circ}C$ ]	Debajo del punto de congelación $C_{ps}$ [ $kJ/kg^{\circ}C$ ]	Calor latente de fusión $c_{hel}$ [ $kJ/kg$ ]	Densidad de la mezcla $\rho_{hel}$ [ $kg/m^3$ ]
Mezcla líquida de helado	-2.778	58 a 66	3.266	1.884	223.296	1099

**Fuente:** Handbook of Fundamentals. (Ashrae, 1972)

**Tabla 3.4** Propiedades físicas de la mezcla líquida para helado en su proceso.

Producto	Temperatura de ingreso $T_{in}$ [ $^{\circ}C$ ]	Temperatura de salida $T_{out}$ [ $^{\circ}C$ ]	Volumen de la mezcla $V_{hel}$ [ $m^3$ ]	Masa de la mezcla $m_{hel}$ [ $kg$ ]

Mezcla líquida de helado	1 a 5	-4 a -7	0.02	23.37
--------------------------	-------	---------	------	-------

### 3.1.3.1 Cargas en el recipiente de mezcla líquida para helado.

El presente cálculo de carga en su totalidad se utiliza despejando  $q$  de la **Ecuación 3.5** y reemplazando con valores obtenidos en las tablas: **Tabla 3.3** y **Tabla 3.4**.

Carga térmica relacionada a la temperatura de ingreso hasta el punto de congelación de la mezcla se obtiene.

$$q_1 = m_{hel} * C_{pe} * (T_{in} - T_{en})$$

$$q_1 = 23.37 * 3.266 * (5 - (-2.778))$$

$$q_1 = 593.67 [kJ]$$

Carga térmica relacionada a cambio de fase de la mezcla, se considera un 55 de agua necesaria para las siguientes fases.

$$q_2 = m_{hel} * c_{hel} * \%agua$$

$$q_2 = 23.37 * 223.296 * 0.55$$

$$q_2 = 2870.14 [kJ]$$

Carga térmica relacionada a la temperatura de punto de congelación hasta la temperatura de salida de la mezcla.

$$q_3 = m_{hel} * C_{ps} * (T_{en} - T_{out})$$

$$q_3 = 23.37 * 1.884 * ((-2.778) - (-5.5))$$

$$q_3 = 119.76 [kJ]$$

Carga térmica total de la mezcla.

$$q_{Tm} = q_1 + q_2 + q_3$$

$$q_{Tm} = 593.67 + 2870.14 + 119.76$$

$$q_{Tm} = 3583.57 [kJ]$$

### 3.1.3.2 Cargas del recipiente de mezcla endotérmica.

Transferencia de calor por convección en cilindro sin aislante térmico podemos saber al reemplazar los valores propios del sistema obtenidos como la altura del recipiente de salmuera que es de  $L = 0.54 [m]$ , temperatura al interior del tanque que en promedio oscilara a  $T_i = -18[^\circ C]$ , temperatura exterior que en promedio oscilara entre  $T_e = 18[^\circ C]$ , y los radios exterior e interior cuya diferencia es el espesor de la plancha en la **Ecuación 2.4**, el valor de conductividad térmica del material viene dado en la **Figura 2.3** obteniendo como resultado:

$$q = \frac{2\pi kL(T_i - T_e)}{\ln(r_e/r_i)}$$

$$q_{sinR} = \frac{2 * \pi * 45.3 * 0.54(-18 - 18)}{\ln(0.17/0.168)}$$

$$q_{sinR} = 467547.75 [W]$$

Transferencia de calor por convección en cilindro con aislante térmico, se ha seleccionado como aislante a la espuma de uretano o poliuretano expandido según lo establecido en la **Figura 2.2** por su poca conductividad térmica, baja densidad y por su aplicación a depósitos.

El espesor del mismo es de  $0.03[m]$  por recomendación del técnico fabricante del producto para el cálculo inicial de la transferencia de calor, para determinar el nuevo valor obtenido al asilar nuestro recipiente tenemos que reemplazar los datos en la **Ecuación 2.5**, los coeficientes de conductividad vienen establecidos en las figuras: **Figura 2.2 y Figura 2.3.**

$$q = \frac{2\pi L(T_1 - T_4)}{\left[ \frac{\ln(r_2/r_1)}{k_A} + \frac{\ln(r_3/r_2)}{k_B} + \frac{\ln(r_4/r_3)}{k_C} \right]}$$

$$q_{conR} = \frac{2 * \pi * 0.57 * (-18 - 18)}{\left[ \frac{\ln(0.17/0.168)}{43} + \frac{\ln(0.198/0.17)}{0.02} + \frac{\ln(0.2/0.198)}{43} \right]}$$

$$q_{conR} = 16.91[W]$$

Nos entrega un valor relativamente bajo en comparación a la carga térmica total de la mezcla, si bien podríamos aumentar el aislamiento pero esto supone un mayor coste para el sistema por tal motivo el espesor es de  $0.03[m]$  es adecuado para el sistema y es valor calculado se reducirá luego del tratamiento contra la corrosión.

### 3.2 Diseño mecánico del sistema

Para el diseño mecánico en esta sección nos apoyaremos en las normas y reglamentos citados en la **sección 1.5** en su totalidad para estar bajo norma.

#### 3.2.1 Diseño del agitador mecánico.

El valor concerniente al sistema, es decir el número de revoluciones del motor es de  $45 \frac{rev}{min}$  el cual es un dato obtenido basado en la observación de los métodos de

batidos expuestos en la **sección 1.6.5** los cuales no lograr superar al segundo por raspado o batido en un lapso continuo.

**Tabla 3.5** Alternativas del agitador mecánico.

Alternativas	Ventajas	Desventajas
Agitador propulsor de tres aspas	Movilidad. Menor dificultad en la manufactura.	Usado para líquidos de baja viscosidad. Se emplean para revoluciones elevadas para nuestro requerimiento.
Agitador de paletas	Empleado en líquidos viscosos. Empleados en velocidades de nuestro requerimiento. Mejoran la transferencia de calor. La paleta de ancla o compuerta barre o raspa las paredes del tanque y a veces su fondo. Menor dificultad en la manufactura.	
Agitador de turbina	Procesan líquidos con amplia diversidad de viscosidad. Producen flujo radial y axial dependiendo de la inclinación de las hojas.	No raspa las paredes del tanque.
Agitador de banda helicoidal	Opera con soluciones sumamente viscosas. Opera a bajas revoluciones.	Mayor dificultad en la manufactura.

El tipo de paleta seleccionado es el tipo ancla porque para nuestro sistema el barrer o raspar la mezcla es importante al diseño se agregara en el espacio intermedio

del agitador mecánico tipo ancla paletas con inclinación  $45^\circ$  para otorgar a la mezcla un flujo axial que beneficiara a la homogenización de la misma estos datos son obtenidos de la **sección 2.5.1** .

### 3.2.1.1 Potencia en la agitación.

Gracias a estudios realizados en tesis de grado donde afirman que “La mezcla líquida para helados es un fluido seudoplástico y obtienen los siguientes valores para su constante  $n = 0.56$ , para su constante  $k = 10.79$  y la densidad  $\rho = 1099$ ” (Núñez Lopez & Proaño Cárdenas, 2008, p. 42), valores que tomaremos para encontrar nuestra potencia necesaria para la agitación reemplazando en la **Ecuación 2.13** y valores propios del sistema como las revoluciones sobre segundo y el diámetro de las paletas que en nuestro caso es el diámetro del recipiente de helado.

$$N'_{Re,n} = \frac{D_a^2 N^{2-n} \rho}{11^{n-1} K}$$

$$N'_{Re,n} = \frac{0.24^2 \frac{45^{2-0.56}}{60} 1099}{11^{0.56-1} 10.75}$$

$$N'_{Re,n} = 11.18$$

Para el valor obtenido de 11.18 y ubicándolo en la **Figura 2.7** nos da un valor para  $N_p = 5$  , despejando P y reemplazando los valores tenemos:

$$P = N_p \rho N^3 D_a^5$$

$$P = 5 * 1099 * \frac{45^3}{60} * 0.24^5$$

$$P_{agitación} = 1.89 [W]$$



### 3.2.1.2 Potencia por raspado de paredes.

Utilizando los resultados de estudios realizados en tesis de grado “La caga distribuida para desprender 2 [mm] de espesor de hielo es 1.47  $\left[\frac{N}{cm}\right]$  ” (Núñez Lopez & Proaño Cárdenas, 2008, p. 51)

$$F = \text{carga distribuida} \left[\frac{N}{cm}\right] * \text{altura de la mezcla [cm]}$$

$$F = 1.47 * 54$$

$$F = 79.38 [N]$$

$$\tau_{paleta} = F * \frac{\text{diámetro recipiente para helados}}{2}$$

$$\tau_{paleta} = 19.38 * \frac{0.24}{2}$$

$$\tau_{paleta} = 9.53 [N.m]$$

Este valor es el torque o momento al raspar con una paleta la pared del recipiente el sistema consta de dos según el tipo de agitador seleccionado así que este valor es multiplicado por 2 y la potencia para el raspado es:

$$\tau_{agitador} = 9.53 * 2$$

$$\tau_{agitador} = 19.06 [N.m]$$

$$\tau_n = \frac{P_n}{w}$$

**Ecuación 3.3**

**Fuente:** Electrotecnia. (Santamaría & Castejón, 2009, p.244)

Donde:

$P_n$  = Potencia nominal, [W]

$\tau_n = \text{Par nominal, [N. m]}$

$w = \text{Velocidad angular, } \left[\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right]$

Despejamos de la **Ecuación 3.5** la potencia nominal y reemplazamos con los datos obtenidos con anterioridad y transformamos a rad sobre segundo teniendo lo siguiente:

$$P_{\text{raspado}} = \tau_{\text{agitador}} * 45 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} * \frac{6.28 \text{ rad}}{1 \text{ rev}}$$

$$P_{\text{raspado}} = 89.77 \text{ [W]}$$

### 3.2.1.3 Potencia requerida por el sistema.

La potencia requerida por el sistema es igual a la suma de potencia de agitación y potencia de raspado.

$$P_{\text{requerida}} = P_{\text{agitación}} + P_{\text{raspado}}$$

$$P_{\text{requerida}} = 1.89 + 89.77$$

$$P_{\text{requerida}} = 91.66 \text{ [W]}$$

La potencia real viene dada por la potencia requerida sobre el producto de las pérdidas por transmisión y eficiencia del motor.

La eficiencia del motor se establece en 52.5% según el **anexo A**, la eficiencia del reductor de velocidad en 98% y un 98% del acople de potencia.

$$P_{\text{real}} = \frac{91.66}{(0.53 * 0.98 * 0.98)}$$

$$P_{\text{real}} = 180.07 \text{ [W]}$$

La potencia necesaria está disponible en el mercado por lo tanto se selecciona 0.18kW o 0.25 HP, también según la **Tabla 2.1** el grado de protección será de IP 55, la fuente de alimentación en la empresa es de 120VAC o monofásica y entre los tipos de motores que existe el motor de capacitor de arranque-capacitor marcha o la serie AMDE y el motor de arranque por capacitor AMD se elige la AMD porque la mezcla líquida para helado se incorpora con el agitador en marcha para evitar la formación de cristales, por todo lo expuesto y de acuerdo a lo siguiente:

El mejor motor es también el más costoso y el peor motor es el menos costoso. Así mismo, no todas las técnicas de arranque están disponibles en todos los rangos de tamaños de motor. Queda a discreción del ingeniero diseñador seleccionar el motor disponible más económico para una aplicación dada. (**Chapman, 2000, p. 675**)

#### 3.2.1.4 Determinación del diámetro eje.

El eje es el encargado de comunicar el momento de fuerza del motoreductor al agitador mecánico para su diseño utilizaremos lo siguiente “la **Ecuación 3.5** se usa para el diseño de ejes en este libro. Esto es compatible con la norma ANSIB106.IM-1985. Y la **Ecuación 3.5** se puede usar para flexion pura o torsión pura” (Mott, 2006, p. 548)

$$D = \left[ \frac{32N}{\pi} \sqrt{\left[ \frac{K_t M}{S'_n} \right] + \frac{3}{4} \left[ \frac{\tau}{S_y} \right]^2} \right]^{1/3}$$

**Ecuación 3.4**

**Fuente:** Diseño de elementos de máquinas. (Mott, 2006, p.548)

Para usar la **Ecuación 3.5** para una torsión pura que lo que ocurre en nuestro sistema debido a que solamente actúa el momento de fuerza entregado por el motoreductor nos quedaría de la siguiente forma:

$$D = \left[ \frac{32N}{\pi} \sqrt{\frac{3}{4} \left[ \frac{\tau}{S_y} \right]^2} \right]^{1/3}$$

**Ecuación 3.5**

**Fuente:** Diseño de elementos de máquinas. (Mott, 2006, p.549)

Donde:

$D$  = Diámetro del eje, [m]

$N$  = Factor de seguridad

$\tau$  = Momento de fuerza transmitido, [N.m]

$S_y$  = Resistencia de fluencia del material, [m]

El acero utilizado en la construcción del eje es el acero inoxidable 304  $S_y = 276$  [MPa] debido a su contacto con la mezcla líquida para helado.

El cálculo del torque con el motoreductor seleccionado es:

$$\tau = \frac{180 * 0.51 * 0.98 * 0.98}{45 \frac{rev}{min} * \frac{1 min}{60 s} * \frac{6.28 rad}{1 rev}}$$

$$\tau = 18.72 \text{ [N.m]}$$

Reemplazando los datos obtenidos anteriormente en la para un factor de seguridad de 5 tenemos:

$$D = \left[ \frac{32(5)}{\pi} \sqrt{\frac{3}{4} \left[ \frac{18.72}{276 * 10^6} \right]^2} \right]^{1/3}$$

$$D = 0.014 [m]$$

Como el diámetro del eje calculado es menor que el diámetro de la corona tomamos el diámetro de la corona en el motoreductor es decir 0.019 [m] y el valor del diámetro obtenido lo ocuparemos para dimensionar el cojinete de empuje visto en la **sección 2.6**.

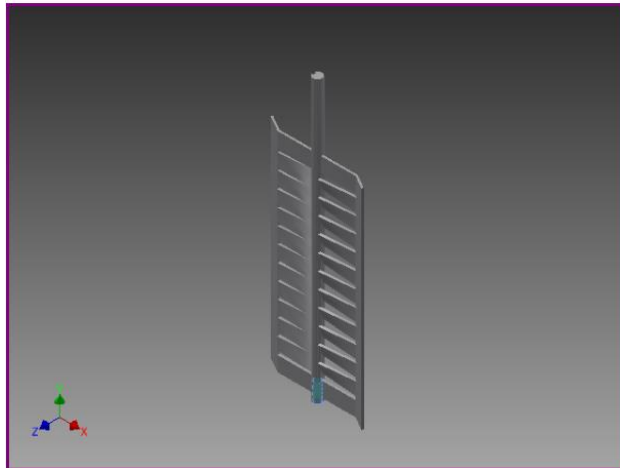
Con el diámetro de 0.019 [m] tenemos un factor de seguridad de 11 el cual nos asegura su funcionamiento.

### **3.2.1.5 Determinación del espesor de las paletas.**

Para determinar el espesor de las paletas gracias a estudios realizados en tesis de grado donde afirman que “Por facilidad de maquinado, montaje y soldadura se elige un material de 3 [mm] de espesor para el diseño de las paletas”. (**Moreno Bungacho & Ortega Andrade, 2012, p. 108**)

### **3.2.1.6 Estructura del agitador mecánico.**

Se utiliza el software CAD Inventor para diseñar la estructura del agitador mecánico y evaluar los esfuerzos, deformaciones y factor de seguridad del agitador mecánico con los parámetros obtenido es la **sección 3.2**. Y se obtiene los siguientes resultados:



**Figura 3.4** Diseño agitador mecánico.

#### **3.2.1.6.1 Análisis de estructura del agitador mecánico.**

Para el análisis de estructura presentado se desarrolló en análisis de tensión una herramienta de la cual está provisto el software CAD Inventor.

Para la simulación se aplicó las fuerzas a los extremos de la paleta que son de  $64.68 [N]$  y el momento de fuerza del motoreductor que es de  $18.72 [N.m]$  entregando los siguientes resultados basados en la teoría de Von Mises:

## ☐ Resultados

### ☐ Fuerza y pares de reacción en restricciones

Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componente (X, Y, Z)	Magnitud	Componente (X, Y, Z)
Restricción de pasador:1	10,8325 N	-6,44874 N	0,33565 N m	0,0171206 N m
		-7,51364 N		0,201312 N m
		4,39332 N		0,268031 N m
Restricción de pasador:2	8,91963 N	0 N	7,94836 N m	-3,03309 N m
		8,91963 N		1,58113 N m
		0 N		7,17474 N m
Restricción fija:1	7,59909 N	1,25939 N	5,7994 N m	-0,00398547 N m
		-1,23644 N		5,7994 N m
		-7,3913 N		0 N m

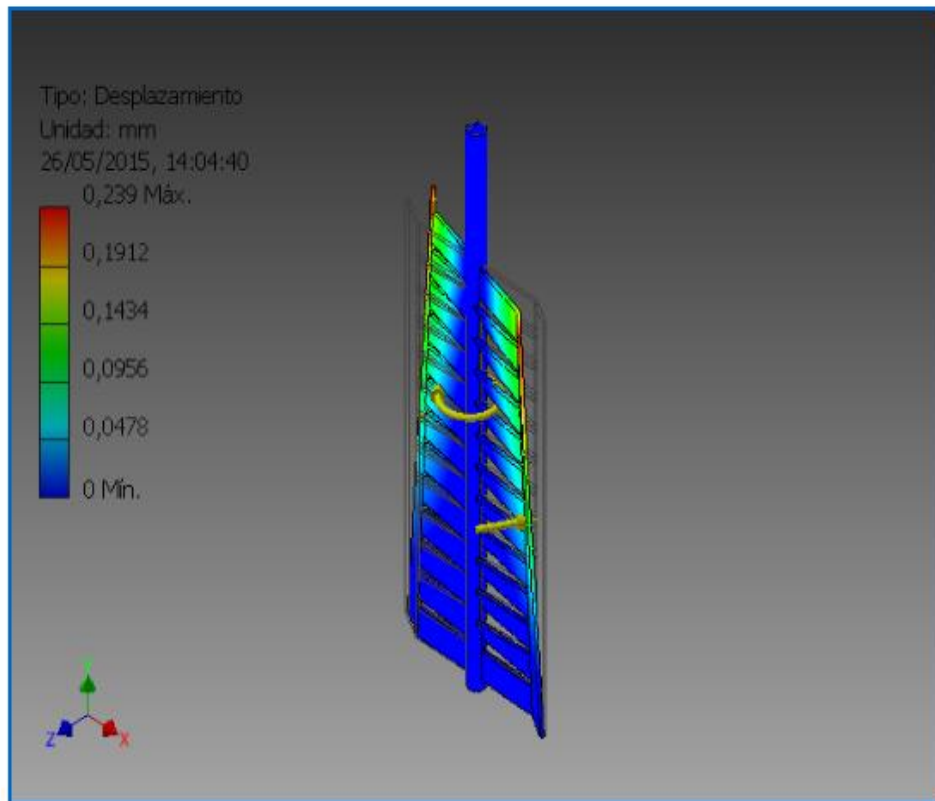
### ☐ Resumen de resultados

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	432537 mm <sup>3</sup>	
Masa	3,47327 kg	
Tensión de Von Mises	0,0498257 MPa	18,6693 MPa
Primera tensión principal	-1,05666 MPa	20,3041 MPa
Tercera tensión principal	-14,007 MPa	1,7491 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,239039 mm
Coefficiente de seguridad	12,2125 su	15 su

**Figura 3.5** Resultado de la simulación de la estructura del agitador mecánico.

En la **Figura 3.6** observamos los resultados relevantes de la simulación de la estructura lo que destaca para asegurarnos un correcto diseño el desplazamiento que es inferior a 1 mm y un factor de seguridad mínimo de 12.21 lo que nos garantiza su funcionamiento.

## ☐ Desplazamiento



**Figura 3.6** Desplazamiento simulado del agitador mecánico.

En la **Figura 3.6** observamos un desplazamiento inferior a un milímetro en la parte superior de las paletas del agitador.

### 3.2.2 Determinación del acople de potencia.

En el mercado local existe varios acoples de potencia de los cuales enumeraremos unos pocos para encontrar el adecuado para su uso en el sistema, estos son encargados de transferir el movimiento al agitador mecánico.

**Tabla 3.6** Alternativas de acople de potencia.

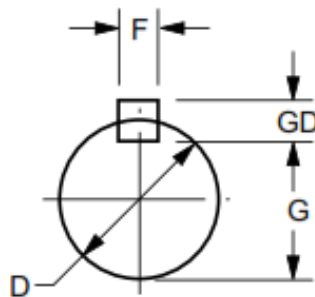


Alternativa	Ventajas	Desventajas
Por cadena	Larga vida útil Eficiencia elevada Tensión inicial baja	Deben tener buena lubricación. Mayor riesgo de contaminación a la mezcla líquida para helados El mantenimiento es costoso. Contaminación sonora. Ocupa mucho espacio. Existe riesgo de laceraciones sin una adecuada protección.
Por bandas	Facilidad de reemplazo. Rango de torque elevado. Buena absorción de cargas por choque. Transmite movimiento entre ejes distantes	Hay que controlar la tensión en las correas. Ocupa mucho espacio. Existe riesgo de laceraciones sin una adecuada protección.
Lovejoy (matrimonio)	Fácil armador y desarmado del acople. Ocupa poco espacio. Larga vida útil Eficiencia elevada. Buena absorción de cargas por choque Facilidad de reemplazo. Rango de torque elevado.	No transmite movimiento entre ejes distantes. Piezas móviles para su ensamble. Necesita herramienta para su armado y desarmado.

Las ventajas de los acoples Lovejoy (matrimonio) superan por mucho a las alternativas para la transmisión por lo que para el sistema ocuparemos los mismos.

### 3.2.3 Determinación de chaveta y chavetero

El acople seleccionado presenta en su hoja de datos para ingenieros las dimensiones de chavetas y chavetero normalizadas las cuales se tomara para el sistema en base al diámetro del eje de 19 milímetros como muestra la siguiente figura:



**Key and Keyseat Dimensions**

Frame	D	G	F	GD
63	11	8.5	4	4
71	14	11	5	5
80	19	15.5	6	6
90	24	20	8	7
100	28	24	8	7
112	28	24	8	7
132	38	33	10	8
160	37	42	12	8
180	48	42.5	14	9
200	55	49	16	10
225	60	53	18	11
250	65	67.5	20	12
280	80	71	22	14
315	85	76	22	14
355	85	76	22	14

**Figura 3.7** Dimensiones de chavetero y chaveta normalizada.

**Fuente:** Engineering Data. Recuperado de: [www.lovejoy-inc.com](http://www.lovejoy-inc.com).

### 3.2.4 Selección de materiales.

Los material que entre en contacto directo con alimentos deberán ser de acero inoxidable 304 y/o duralon según las normativas y reglamentos citados en la **sección 1.5.**

Para la unión de acero inoxidable usaremos en soldadura TIG una varilla de aportación 308L.

El duralon es utilizado gracias a “sus propiedades lo convierten en el material ideal para el maquinado de piezas que se utilizan en la industria cárnica, por ejemplo: en planchas de corte y procesamientos de carne” (**Grupo Carrión Alvarez, 2014, p. 4**)

Por otro lado el recipiente de salmuera esta fuera de esta restricción así que según estudios realizados en la tesis de grado “Para disminuir precios se procedió a utilizar perfiles de acero al carbono para luego pintarlo.” (**Núñez Lopez & Proaño Cárdenas, 2008, p. 29**). Que en nuestro caso particular seran planchas de acero al carbono y para su union usaremos un electrodo de acero bajo en carbono E-6011.

Con lo anteriormente redactado se detremina que se usará duralon en las partes que entre en contacto el recipiente de helado y el agitador mecánico para reducir la fuerza de fricción en el proceso de raspado y agitado, logrando así evitar el calor generado por fricción entre aceros, alargar la vida util del agitador mecánico y recipiente para helados.

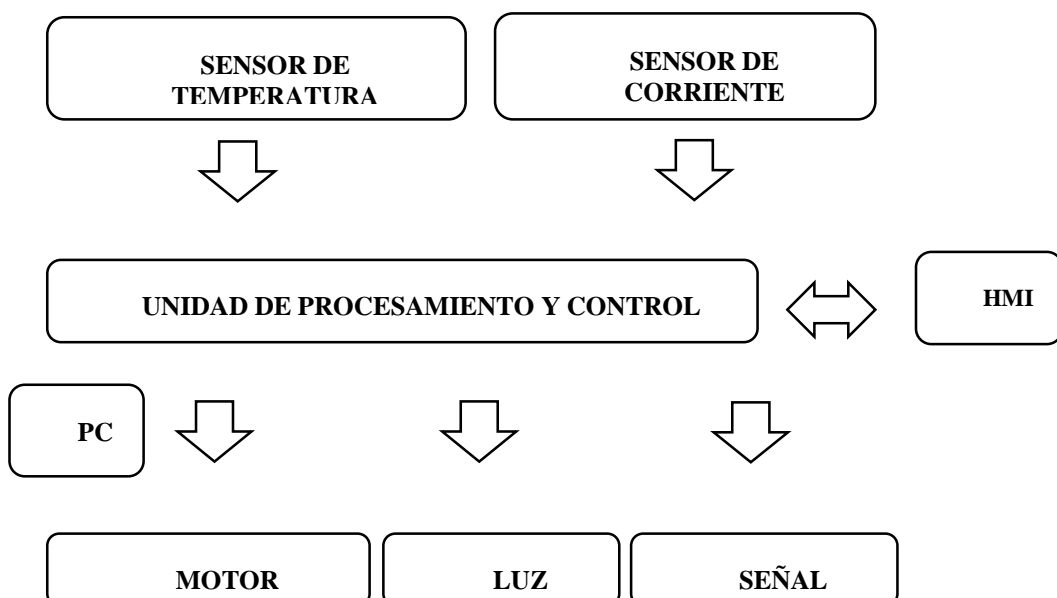
### 3.3 Diseño de hardware del sistema

En esta sección presentaremos el diseño de hardware del sistema tomando en consideración los datos proporcionados por los fabricantes y los parámetros del ambiente de trabajo del sistema expuestos en la **Tabla 2.1**.

#### 3.3.1 Diagrama de bloques del sistema.

Si bien podríamos usar elementos pasivos para conmutar señales para el sistema, pero estaríamos malgastando preciado tiempo y esfuerzo dentro del proceso, de aquí partimos con la necesitada de asistir en cierta manera el proceso haciendo uso de una unidad de control que en conjunto con las señales de ingreso y salida nos permitirá reducir al mínimo el número de revisiones al sistema.

El hardware requerido para el sistema está representado mediante el siguiente diagrama de bloques:



**Figura 3.8** Diagrama de bloques del sistema.

### 3.3.2 Unidad de procesamiento y control.

Para este caso particular en la unidad de procesamiento y control se observa en la **Figura 3.8** que se necesita dos entradas para los sensores de temperatura y corriente, una comunicación bidireccional con la HMI (Human Machine Interface) y tres salidas para la parada del motor eléctrico, una luz piloto y una señal sonora, además internamente debe disponer de un timer para llevar el tiempo del proceso esta información nos será de utilidad para seleccionar los más adecuados elementos para el sistema.

**Tabla 3.7** Alternativas unidad de procesamiento y control.

Alternativas	Ventajas	Desventajas
PLC	Robustos Modulares Existen más empresas que solucionan problemas con PLC Garantía del fabricante Satisfacen las necesidades del sistema.	Procesamiento lento Mantenimiento por personal capacitado Inversión elevada. El costo de elementos es elevado.
Microcontrolador	Procesamiento rápido Menos empresas que solucionan problemas por fallas. Satisfacen las necesidades del sistema.	Diseño de hardware específicos Mantenimiento por personal capacitado Inversión moderada Hay que conseguir el programador
Arduino	Procesamiento rápido Modulares	Mantenimiento por personal capacitado Inversión moderada

Menos empresas que solucionan problemas por fallas.

Posee una gran comunidad que aporta a diario con soluciones que facilitan la programación.

Programador incorporado.

Satisfacen las necesidades del sistema.

Se puede replicar más fácilmente.

Software y hardware libre.

---

De la **Tabla 3.7** presentada existen muchas ventajas al instalar un sistema en base a un PLC ya que existen una garantía y más personal para el mantenimiento sin embargo todas estas ventajas se han desarrollado para las exigencias de las empresas grandes las cuales una parada en la producción les representa grandes pérdidas y en la situación de la empresa para nuestro caso no justifican una instalación de un sistema entorno al PLC porque incrementaría el presupuesto, no vamos a trabajar en ambientes industriales contaminados por ondas electromagnéticas e intensas jornadas de producción. El sistema está pensado para trabajar en forma manual paralelamente así que no representa un inconveniente el fallo en el control y de las alternativas que son microcontrolador y Arduino la diferencia está en que con Arduino se ahorra el diseño del hardware por lo tanto una replicación implica menos recursos y se la puede hacer incluso a nivel mundial también al ser hardware y software libre se puede usar sin temor a estar violando los derechos de autor de alguien, con todo lo expuesto se ha elegido a Arduino como unidad de procesamiento y control.

### 3.3.3 Entradas unidireccionales del sistema.

Existen 2 entradas unidireccionales si vale el término para nuestro sistema las cuales se encargaran de detectar las magnitudes físicas concernientes al proceso de batido y congelado, estas magnitudes son la temperatura de la mezcla endotérmica y la corriente consumida en el proceso de batido.

#### 3.3.3.1 Sensor de temperatura.

En el desarrollo del sistema se vio en la necesidad de utilizar un sensor de temperatura para en primer lugar saber si la salmuera asciende a un punto de temperatura que no es aceptable a cual sería superior a  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  según la **Tabla 3.3**, el descenso de temperatura es irrelevante porque se daría a bajar de  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  que es la temperatura a la cual el helado continua en su proceso de elaboración en la etapa de endurecimiento y nuestra salmuera solo puede descender hasta  $-23.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  en condiciones óptimas según la **Figura 2.1**. Otro punto para incluir el sensor de temperatura es simular a un final de carrera de la mezcla endotérmica ya que está ubicado en la parte cercana a la tapa del recipiente para helado es decir nos aseguraríamos que el recipiente se encuentra cubierto en su totalidad.

Para la selección del sensor de temperatura veamos las alternativas que nos presenta el mercado nacional.

**Tabla 3.8** Alternativas sensor de temperatura.

Alternativas	Ventajas	Desventajas
NTC	Amplios rango de temperatura	Hay que acondicionar
	Económicos	la señal
	Acondicionados para ser sumergidos	Difícil de reemplazar.
	Satisfacen las necesidades del sistema.	Falta de linealidad.
	Margen de error bajo.	
Termocupla	Amplios rango de temperatura	Diseño de hardware.
	Acondicionados para ser sumergidos.	Hay que acondicionar
	Satisfacen las necesidades del sistema.	la señal.
	Robustas.	
	Margen de error bajo.	
DS18B20	No necesita de hardware adicional para su	Poca precisión +-
	funcionamiento a excepción de una resistencia.	0.5°C.
	Los voltajes de operación son compatibles con los	
	suministrados por Arduino.	
	Soporta inmersiones en líquidos.	
	Solo necesita un pin para su comunicación bidireccional.	
	Rango de temperatura -55 a 125 °C	
	Satisface los requerimientos del sistema.	
Se puede conectar hasta 8 sensores en paralelo al mismo		
cable de datos.		

En la **Tabla 3.8** se puede observar información recopilada de sensores en el mercado y podemos determinar el sensor de temperatura ideal a las necesidades para nuestro sistema es el DS18B20 el inconveniente de la precisión que tiene no afecta a nuestro sistema ya que no necesita de una gran precisión en la lectura, los rangos de temperatura satisfacen las necesidades, tiene la capacidad de inmersión en



líquidos, internamente se puede programar una alarma para recibirla su se pasa del rango de temperatura de  $-25$  a  $-3$  °C del sistema.

### 3.3.3.2 Sensor de corriente.

El sensor de corriente en el sistema está encargo de medir el consumo de corriente en el motoreductor para seleccionar el adecuado necesitamos saber el consumo de corriente del motor eléctrico seleccionado en la **sección 3.2.1.3**.

En el **anexo A** podemos observar la corriente nominal es  $3.3$  [A] a los  $115$  [VAC] disponibles en la empresa.

Para la selección del sensor de corriente con los parámetros anteriormente mencionados veamos las alternativas que nos presenta el mercado nacional.

**Tabla 3.9** Alternativas sensor de corriente.

Alternativas	Ventajas	Desventajas
ACS712	Amplios rango de corriente Económicos Satisfacen las necesidades del sistema. Margen de error bajo. Los voltajes de operación son compatibles con los suministrados por Arduino. Las salidas son compatibles con las entradas disponibles en Arduino.	Hay que acondicionar la señal mediante hardware o software.

Toroidal	<p>Amplios rango de corriente</p> <p>Satisfacen las necesidades del sistema.</p> <p>Margen de error bajo.</p> <p>Los voltajes de operación son compatibles con los suministrados por Arduino.</p> <p>Las salidas son compatibles con las entradas disponibles en Arduino.</p>	<p>Diseño de hardware en algunos modelos.</p> <p>Según los modelos pueden ser más costosos.</p>
ACS712 con etapa de ganancia	<p>No necesita de hardware adicional para acondicionar una señal ya que viene incluido.</p> <p>Económicos.</p> <p>Satisfacen las necesidades del sistema.</p> <p>Margen de error bajo.</p> <p>Los voltajes de operación son compatibles con los suministrados por Arduino.</p> <p>Las salidas son compatibles con las entradas disponibles en Arduino.</p>	<p>Hay que acondicionar la señal mediante software.</p> <p>Es necesario calibrar el hardware incorporado.</p> <p>El rango de medición está limitado de 0 a 5 amperios.</p>

---

En la **Tabla 3.9** se puede observar información recopilada de sensores en el mercado y podemos determinar el sensor de corriente ideal a las necesidades para nuestro sistema es el ACS712 con etapa de ganancia la desventaja de limitación de rango es irrelevante porque entra en el rango del sistema y no necesitamos acondicionar su entrada hacia Arduino.

### 3.3.4 Salidas del sistema.

Existen 3 salidas para nuestro sistema las cuales se encargaran de detectar la energización en las diferentes etapas del sistema para acelerar la interpretación de una falla o procesos del sistema, para darnos a conocer datos ingresados, inicio o finalización de un proceso y una salida de potencia la cual acciona al motoreductor.

Como mencionamos en la **sección 3.3.2** el sistema está pensado para que trabaje en forma manual paralelamente esto quiere decir que no depende de la unidad de procesamiento y control para el inicio y paro en el motoreductor pero si tiene una salida que ejecuta el paro del motor.

Para las salidas tenemos 3 luces piloto para indicar la energización en el sistema, para el inicio del motoreductor y para una señal de alarma lumínica.

La otra señal de alarma sonora que se podrá seleccionar mediante un seleccionador de 3 posiciones presente en la HMI necesaria para alertar a distancias más grandes el estado del sistema.

**Tabla 3.10** Alternativas luz piloto y señal sonora.

Alternativas	Ventajas	Desventajas
Luz piloto con bombillo incandescente	Económicas. Alto consumo.	Sobrecalientan y dañan su carcasa. Descontinuadas.
Luz piloto led	Bajo consumo.	Costosos. Vida útil elevada.

	No dañan su carcasa por calentamiento.	
	Funcionan a 110 o 220 VAC.	
Sirena	Mayor número de decibeles.	Costosa.
		Ocupa un espacio considerable.
Luz piloto con sonido intermitente	Bajo consumo. No dañan su carcasa por calentamiento.	Limitado número de decibeles.
	Funcionan a 110 o 220 VAC.	Vida útil elevada.

---

Se ha elegido la luz piloto led para nuestro sistema porque su consumo es bajo y tienen una vida útil más elevada. Y la luz piloto intermitente como salida sonora porque el limitado número de decibeles no es problema en el ambiente donde va a funcionar y no sobre dimensiona el espacio que ocupa el sistema.

### 3.3.5 HMI

El HMI es el medio por el cual el usuario va a comunicarse con el sistema en nuestro caso particular consta de un medio para visualizar las variables del sistema como el tiempo, la temperatura, la corriente y también mensajes de interés para el proceso.

También un medio para ingresar datos al sistema y acceder a funciones que requiere el proceso.

### 3.3.5.1 Medio de visualización

En el mercado local existen los siguientes medios de visualización compatibles con Arduino, es necesario tener presente lo que necesitamos visualizar al momento de seleccionar el adecuado.

**Tabla 3.11** Medios de visualización compatibles con Arduino.

Alternativas	Ventajas	Desventajas
PC	Amplio espacio visualización de datos y personalización.	Alto consumo. Costo elevado.
Display de 7 segmentos	Bajo consumo. Económico.	Se debe ocupar uno por dígito. Hardware para multiplexión. Necesita de muchos pines para su uso.
LCD o pantalla de cristal líquido	Espacio visualización de datos según la dimensiones de la LCD. Los voltajes de operación son compatibles con los suministrados por Arduino. Las salidas son compatibles con las entradas disponibles en Arduino.	Precio moderado. Necesita de muchos pines para su uso.

Para visualizar datos importantes concernientes al proceso de batido y congelado como su temperatura, tiempo de batido, consumo de corriente, etc. Se ha seleccionado una LCD 16X2 debido a que sus 2 filas de 16 caracteres son suficientes para visualizar datos como temperatura, tiempo de agitación, etc. No necesita de hardware adicional para su funcionamiento a excepción de una resistencia y

potenciómetro para regular el contraste e iluminación y porque las otras alternativas en el mercado no satisfacen o no se justifican para este sistema.

### 3.3.5.2 Ingreso de datos y acceso a funciones.

En el mercado existen los siguientes elementos para ingresar datos compatibles con Arduino que a continuación valoraremos para seleccionar el más adecuado para nuestro sistema.

**Tabla 3.12** Elementos para ingresar datos compatibles con Arduino.

Alternativas	Ventajas	Desventajas
Botones	Ocupa poco espacio. Económico.	Ocupa un pin de Arduino por botón. No tiene protección a salpicaduras. Mayor complejidad al ingresar datos.
Teclado	Bajo consumo. Precio moderado.	Ocupa varios pines para su comunicación.
Teclado de membrana	Resistente a salpicaduras de agua. Bajo consumo. Precio moderado.	Ocupa varios pines para su comunicación.

Para insertar datos importantes y acceder a funciones concernientes al proceso de batido y congelado como el tiempo de batido, guardar datos, visualizar temperatura, visualizar corriente, etc. Se ha seleccionado un teclado 4X4 del tipo membrana por las siguientes razones: resiste a salpicaduras de agua propias del ambiente, no necesita de hardware adicional para su funcionamiento, satisface sus 16 teclas para

diseñar y desarrollar el menú del sistema e ingresar cualquier parámetro de entrada, es compatible con Arduino Uno.

En necesario también para iniciar la marcha del motor eléctrico para el proceso de batido y congelado, un botón normalmente cerrado, para detener la marcha del motor eléctrico para el proceso de batido y congelado es necesario un botón normalmente cerrado y para seleccionar los tipos de alarma que dispone el sistema como son la señal luminosa, sin señal de alarma (Mensajes en LCD 16X2), y una señal tanto luminosa como audible se ha elegido un selector de 3 posiciones.

### **3.3.6 Circuito de potencia y acondicionamiento de señales.**

En esta sección determinaremos los elementos encargados de manejar el gran consumo de corriente del motor eléctrico y las protecciones adecuadas para el sistema.

#### **3.3.6.1 Contactor.**

Para seleccionar un contactor de debe conocer la corriente máxima que circulara sobre el este dato obtenemos del motor eléctrico previamente seleccionado. (Ver **anexo A**)

$$I_A \text{ o } I_{m\acute{a}x} = I_n * \frac{I_A}{I_N}$$

$$I_A \text{ o } I_{m\acute{a}x} = 3.3 * 1.9$$

$$I_A \text{ o } I_{m\acute{a}x} = 6.27 [A]$$

Para controlar el arranque del motor eléctrico es necesario de un contactor encargo de establecer o interrumpir el paso de corriente dirigida al motor este se debe seleccionar según la corriente máxima que circulara sobre él y la alimentación de su bobina, teniendo en cuenta estos parámetros se ha seleccionado el contactor 3RT2015-1AF01 cuyas características se muestran en el **anexo C**.

### **3.3.6.2 Guardamotor.**

Para proteger al motor eléctrico es necesario de un guardamotor encargo de interrumpir el paso de corriente dirigida al motor en el caso de cortocircuito o sobrecargas los parámetros de selección son en base a su corriente nominal de 3.3 [A] en nuestro caso particular (Ver **anexo A**), teniendo en cuenta estos parámetros se ha seleccionado el 3RV2011-EA10 cuyas características se muestran en el **anexo D**.

### **3.3.6.3 Acondicionamiento de señales.**

Las señales de salida que tiene nuestro Arduino no pueden conectarse directamente a las salidas de nuestro sistema es necesario un acondicionamiento y dependiendo de las características de las señales a manejar se lo diseña.

La primera señal es para el enclavamiento de la bobina del contactor en este caso podemos usar un relay porque no existen muchas conmutaciones en la señal, la siguiente es nuestra señal de alarma que va a trabajar a un numero de conmutaciones elevadas y el triac soluciona este inconveniente.



### 3.3.6.3.1 Relay.

Para controlar el enclavamiento del contactor se usó un relay para determinar el adecuado necesitamos conocer ciertos parámetros como: el voltaje para accionar el relay y la corriente que atravesara al mismo el consumo de la bobina de nuestro contactor es de 0.25 [A] y el voltaje para accionar la bobina del relay disponible es de 5 VDC entregado por nuestro Arduino, en base a estos parámetros se ha seleccionado relay SRD-5VDC-SL-C.

### 3.3.6.3.2 Triac.

La selección del triac se la elabora en base a la corriente que circulara sobre él y al voltaje, la corriente que consume la luz piloto led y la luz piloto con sonido intermitente no supera a los 30 [mA], en base a estos parámetros se ha seleccionado el triac BT136.

### 3.3.7 Fuente de alimentación.

Para seleccionar una alimentación adecuada a nuestro sistema electrónico es necesario conocer el consumo de nuestros elementos.

**Tabla 3.13** Consumo de corriente del sistema electrónico.

Elementos	Consumo [mA]
Arduino	100
LCD 16X2	150
Relay	50
Moc3010	100
Sensor de temperatura	50

Sensor de corriente	50
$\Sigma$	500

En base a los parámetros establecidos en **Tabla 3.13** se usa una fuente de alimentación 9 VDC/1A para suministrar la tensión al Arduino Uno y los demás elementos del sistema

### 3.3.8 Disyuntor termomagnético.

Protege al sistema contra cortocircuito y sobrecargas de manera general cuando la intensidad de corriente eléctrica sobrepasa el valor preestablecido, y así se evita daños a los dispositivos eléctricos, para determinar el valor del disyuntor se suma el consumo del sistema.

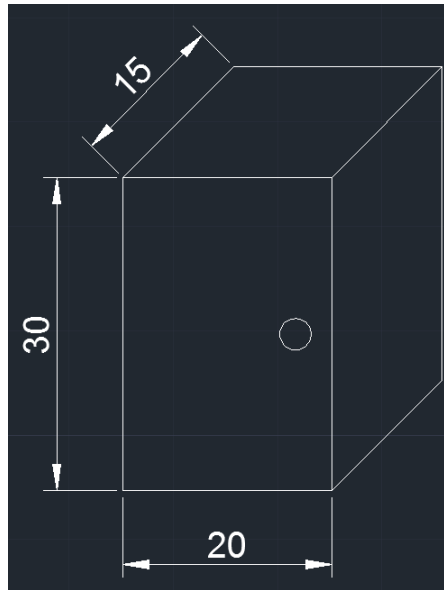
**Tabla 3.14** Consumo de corriente del sistema en general.

Elementos	Consumo [A]
Sistema electrónico	0.5
Contactor	0.25
Luces piloto	0.042
Motor eléctrico	6.27
$\Sigma$	7.06

Obtenemos un valor de 7.06 [A] valor que nos permite seleccionar al disyuntor termomagnético.

### 3.3.9 Gabinete metálico.

Su utilizo un gabinete metálico de 30 \* 20 \* 15 [cm] para alojar a los diferentes dispositivos, así como su respectivo cableado, canaletas ranuradas, riel DIN, etc. Como nos muestra las siguientes figuras:



**Figura 3.9** Dimensiones gabinete metálico.



**Figura 3.10** Distribución gabinete metálico.

### **3.3.10 Diagramas de conexión.**

En esta sección mencionaremos los diagramas de conexión de los elementos del sistema tomaremos de la mejor manera las sugerencias mencionadas por el fabricante para el uso apropiado de los mismos así como la determinación de los calibres de alambre para conexiones.

#### **3.3.10.1.1 Calibres de cables de conexión.**

Para la sección de cable que va estar expuesta al ambiente se selecciona en base a **anexo M** y la **Tabla 3.14** Consumo de corriente del sistema en general un cable concéntrico 3x14 AWG.

Para la sección que conduce la corriente al motor en su interior se determina un cable flexible #14 AWG.

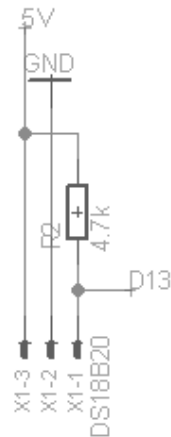
Para la sección que conduce la corriente al contactor en su interior se determina un cable flexible #23 AWG, así como las demás conexiones como son las de luz piloto, luz piloto con sonido intermitente, botones, algunas borneras, selector, etc.

Se utilizaran terminales en sus extremos que variaran según en calibre del cable o elemento al cual ira conectado.

#### **3.3.10.1.2 Conexión del sensor de temperatura.**

El sensor de temperatura DS18B20 se alimenta con 5VDC que suministra nuestra placa Arduino Uno previamente energizada.

Se puede observar en la **Figura 3.11** el uso de una resistencia de 4.7k que va desde los VCC hasta el pin de Datos según las especificaciones del fabricante. (Ver **anexo H**)

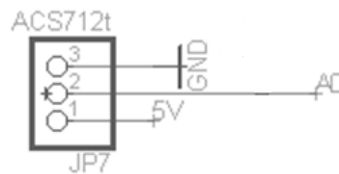


**Figura 3.11** Diagrama de conexión del sensor DS18B20.

### 3.3.10.1.3 Conexión del sensor de corriente.

El sensor de corriente ACS712 montado en su placa de comercialización se alimenta con 5VDC que suministra nuestra placa Arduino Uno previamente energizada.

Se puede observar en la **Figura 3.12** que para su uso no es necesario hardware adicional según las especificaciones del fabricante solamente la calibración se la realiza con los potenciómetros montados en la placa comercial del sensor. (Ver **anexo I**)

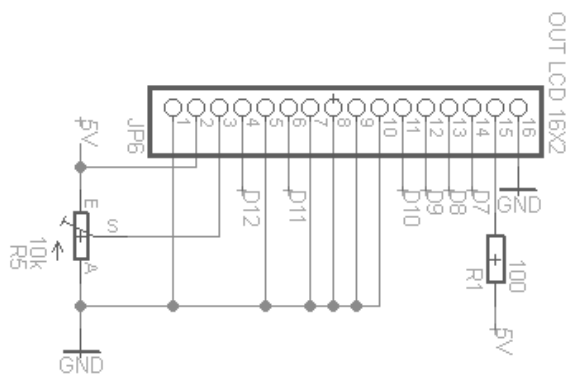


**Figura 3.12** Diagrama de conexión del sensor ACS12.

#### 3.3.10.1.4 Conexión del LCD 16X2.

El LCD 16X2 se comunica mediante Arduino Uno usando 6 pines para tal fin y se alimenta con 5VDC que suministra nuestra placa Arduino Uno previamente energizada.

Se puede observar en la **Figura 3.13** el uso de un potenciómetro para regular el contraste y de una resistencia de 100 ohmios que va desde los VCC hasta el pin 15 según las especificaciones del fabricante. (Ver **anexo F**)

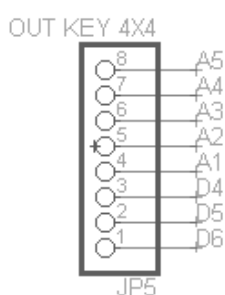


**Figura 3.13** Diagrama de conexión del LCD 16X2.

### 3.3.10.1.5 Conexión del teclado 4X4.

El teclado 4X4 no necesita de alimentación para su funcionamiento nada más del uso de los pines de nuestra placa Arduino Uno.

Se puede observar en la **Figura 3.14** que no necesita de hardware adicional para su funcionamiento según las especificaciones del fabricante. (Ver **anexo G**)

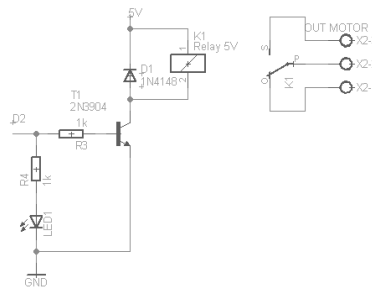


**Figura 3.14** Diagrama de conexión del teclado 4X4.

### 3.3.10.1.6 Conexión del relay de 5 VDC.

El relay de 5 VDC que hace referencia el elemento R2 en la en el **anexo T** se alimenta con 5VDC para su funcionamiento los cuales suministra nuestra placa Arduino Uno previamente energizada.

Se puede observar en la **Figura 3.15** el uso un diodo en paralelo con nuestra bobina del relay para evitar el retorno de corriente y dañe nuestro circuito, el uso también de un transistor 2N3904 para suministrar la corriente necesaria a la bobina, una resistencia de 1k que va desde el pin D2 del Arduino hasta la base del transistor según las especificaciones del fabricante. (Ver **anexo J**)

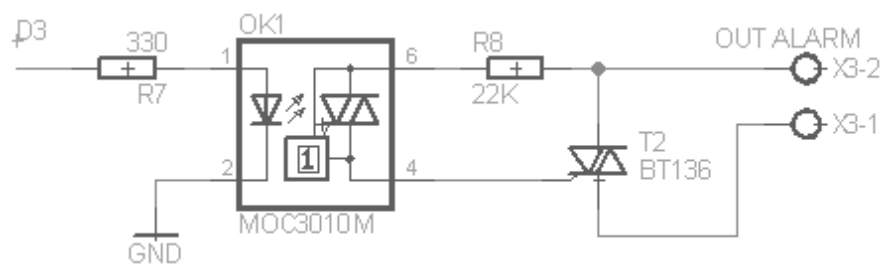


**Figura 3.15** Diagrama de conexión del relay de 5VDC.

### 3.3.10.1.7 Conexión del triac.

Para la conexión del triac que hace referencia al elemento R3 en el **anexo T** es necesario el uso de un optocoplador en este caso el MOC3010 y resistencias para acoplarse con nuestra placa Arduino Uno.

Se puede observar en la **Figura 3.16** el uso una resistencia de 330 ohmios que va desde el pin D3 del Arduino hasta el pin 1 del optocoplador y una resistencia de 120 ohmios/1W según las especificaciones del fabricante. (Ver **anexo K** y **anexo L**)



**Figura 3.16** Diagrama de conexión del triac.



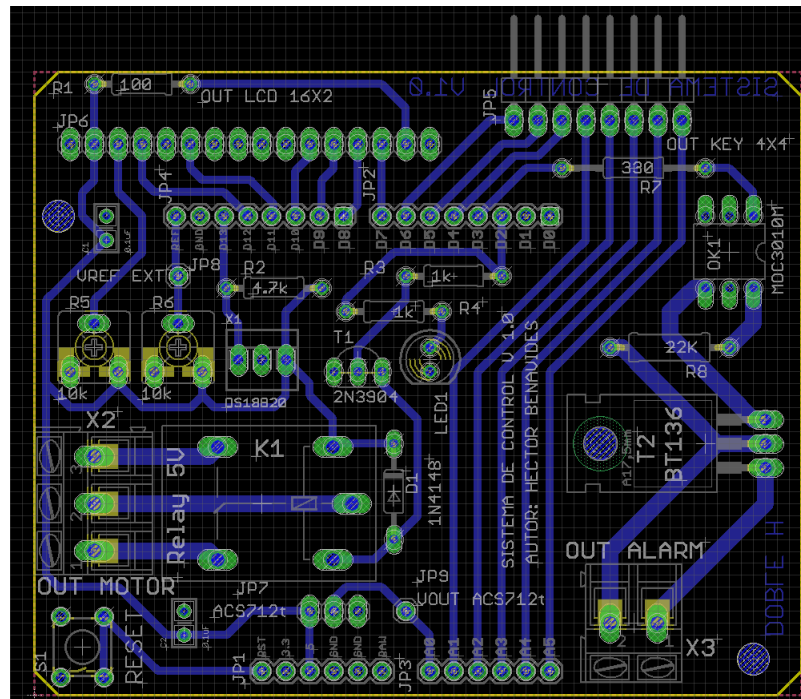
### **3.3.11 Diseño de circuitos impresos.**

Si bien se podría diseñar una placa donde encierre todos los elementos que están gobernados por el microcontrolador es mejor aprovechar el hardware de Arduino para reducir los gastos que conllevaría diseñar una placa de mayor tamaño y con más elementos.

Para el diseño de la shield utilizamos el software EAGLE para el ruteado de las pistas de la shield, las shield de Arduino nos muestran que podemos adaptarnos y tratar de emular el beneficio que nos dan los PLC al ser modulares y así reducir el costo de implementación de PLC en trabajos donde no sea indispensable el uso de los mismos.

#### **3.3.11.1 Shield para el sistema de batido y congelado.**

Se diseñó una shield para la placa Arduino Uno de esta manera se puede replicar más fácilmente y aprovechamos el hardware propio de Arduino para no diseñar hardware innecesariamente (Ver **anexo E**). Para las conexiones con el circuito de maniobra del motor se usó borneras que facilitan su conexión.



**Figura 3.17** Diseño de Shield para el sistema compatible con Arduino Uno.

### 3.4 Diseño de software del sistema

En la presente sección y después de adecuar el hardware necesario para implementar procederemos a desarrollar el software para el sistema de batido y congelado.

#### 3.4.1 Requerimientos de software del sistema.

Previo a comenzar su desarrollo el necesario enumerar las tareas necesarias para satisfacer el funcionamiento apropiado del sistema para lo cual estas son las tareas a desempeñar:

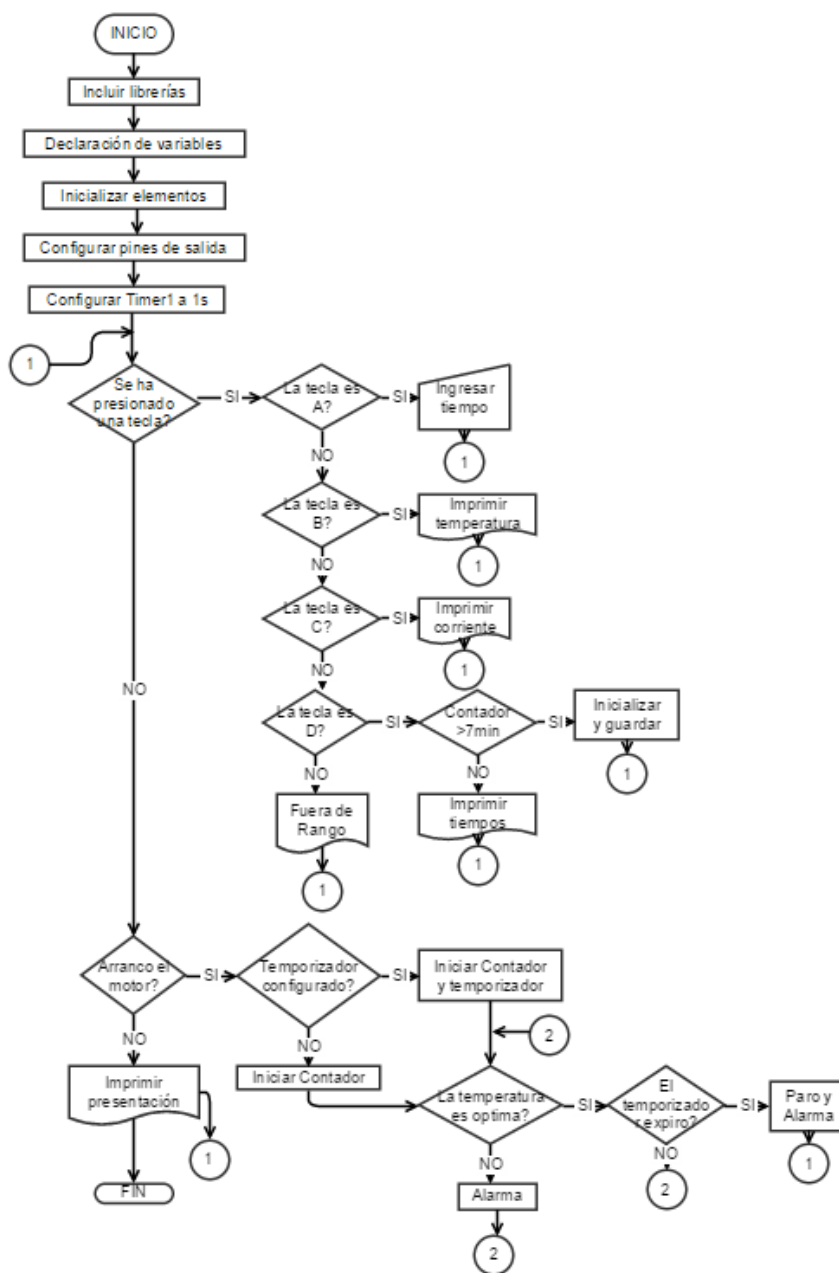
- 1) Desplegar un mensaje de bienvenida y datos concernientes al proceso.
- 2) Programar temporizador para el batido y congelado asistido.
- 3) Leer el sensor de corriente para iniciar su contador o temporizador.

- 4) Visualizar los tiempos del contador y temporizador si es el caso.
- 5) Leer el sensor de temperatura cada tiempo determinado y compara con el rango óptimo para el batido y congelado de la mezcla líquida para helado.
- 6) Emitir una alarma si la temperatura esta fuera de rango o el nivel de la salmuera no es apropiado.
- 7) Emitir una alarma si el tiempo del temporizador termino para retirar el helado.
- 8) Visualizar e informar si es prudente guardar los datos de tiempo del proceso para su uso a futuro.

### **3.4.2 Programación del Arduino Uno.**

Arduino cuenta con un entorno de desarrollo nativo creado en java, el lenguaje que usa es propio de Arduino y está basado en C.

En el flujograma del sistema se puede visualizar los pasos del programa esta forma complementaria de programación nos ayuda a organizar las ideas antes de ponernos a programar el código y disminuye considerablemente el tiempo de programación.



**Figura 3.18** Diagrama de Flujo del programa del sistema de batido y congelado.

### 3.4.2.1 Comunicación con LCD 16X2.

Existe una gran variedad de ejemplos y librerías de uso libre las cuales podemos usar para comunicar a Arduino con diversos elementos.

En este caso conoceremos las líneas de código para utilizar una LCD de 16X2 y son las siguientes:

Primero debemos incluir la librería para manejar LCD 16X2 con controlador Hitachi HD44780, luego los pines que vamos a ocupar en nuestro Arduino que para nuestro caso serán: RS=12, EN=11, D4=10, D5=9, D6=8, D7=7.

```
#include <LiquidCrystal.h>  
LiquidCrystal lcd(12, 11, 10, 9, 8, 7);
```

Luego en la función void setup() incluimos la línea siguiente para indicar que trabajaremos con una LCD de 16X2 y con esto podremos acceder a todas las funciones que disponemos en nuestra librería que incluye Arduino.

```
lcd.begin(16,2);
```

#### **3.4.2.2 Comunicación con teclado 4X4.**

Para la comunicación con el teclado 4X4 conoceremos las líneas de código que son las siguientes:

Primero debemos incluir la librería para manejar teclado 4X4, declarar las variables donde almacenaremos el valor de la tecla presionada, asignar valor a las constantes que indicara que usaremos un teclado de 4 filas por 4 columnas, luego es necesario crear una matriz donde asignaremos los caracteres propios a cada tecla, asignamos los pines que vamos a asignar al manejo del teclado y por ultimo iniciamos y nombramos al teclado para acceder a las funciones de la librería.

```
#include <Keypad.h>
```

```

char key;
const byte rows=4;
const byte cols=4;
charkeys[rows][cols]={{'1','2','3','A'},{'4','5','6','B'},{'7','8','9','C'},{'*','0','#','D'};
byte rowPins[rows]={A5,A4,A3,A2};
byte colPins[cols]={A1,4,5,6};
Keypad kpd=Keypad(makeKeymap(keys),rowPins,colPins,rows,cols);

```

### 3.4.2.3 Comunicación con el sensor DS18B20.

Para la comunicación con el sensor DS18B20 (Ver **anexo H**) conoceremos las líneas de código que son las siguientes:

Primero debemos incluir 2 librería para manejar el sensor las cuales son una para la comunicación por un cable y la otra para el dispositivo específico en este caso el sensor, declarar las variables donde almacenaremos el valor del pin que vamos a utilizar en nuestro Arduino para la comunicación, configuramos One Wire para cualquier dispositivo, indicamos nuestra referencia One Wire a nuestro sensor de temperatura y almacenamos todas las direcciones de los dispositivos si existieran más de uno.

```

#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
byte OneWirePin = 13;
OneWire oneWire(OneWirePin);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
DeviceAddress insideThermometer;

```

Luego en la función void setup() incluimos las líneas siguientes para indicar que inicie el sensor de temperatura, configuramos la resolución del sensor e indicamos

el rango de temperatura en el cual no de una señal de alarma y la línea siguiente es para incluir el manejo de alarma.

```
sensors.begin();
sensors.setResolution(insideThermometer, 10);
sensors.setHighAlarmTemp(insideThermometer, -2);
sensors.setLowAlarmTemp(insideThermometer, -20);
sensors.setAlarmHandler(&newAlarmHandler);
```

#### 3.4.2.4 Configurar Timer1 a 1 s.

Para la configurar el timer1 incluido en Arduino debemos conocer y modificar sus registros esta información de ellos esta detallada en el **anexo P**.

Primero en la función void setup() deshabilitamos interrupciones globalmente, vaciamos los registros, ingresamos el valor obtenido de comparación, asignamos valores los registros para que el timer1 se configure y habilitamos interrupciones globalmente.

```
cli();
TCCR1A=0;
TCCR1B=0;
OCR1A=15624;
TCCR1B |= (1<<WGM12);
TCCR1B |= (1<<CS10);
TCCR1B |= (1<<CS12);
TIMSK1 |= (1<<OCIE1A);
sei();
```

#### 3.4.2.5 Comunicación con el sensor ACS712.

Para la comunicación con el sensor ACS712 (Ver **anexo I**) necesitamos recibir por cualquiera de los 6 pines (A0-A5) que dispone nuestro Arduino una señal

análoga la cual envía el sensor e tratar la señal para conocer el valor del consumo de corriente del sistema, conoceremos las líneas de código que son las siguientes:

```
float inst_current = 0;
float Irms = 0;
float av_current = 0;
int nMuestras = 100;
for(int i=0;i<nMuestras;i++)
{
  inst_current = 0.00562*(analogRead(0)-512);
  if(inst_current < 0)inst_current = -inst_current;
  av_current = av_current + inst_current / float(nMuestras);
}
Irms = 1.1107 * av_current;
```

Culminado el proceso de diseño se procede a la construcción e implementación del sistema realizando pruebas para comprobar su funcionamiento o desempeño realizando el proceso de batido y congelado de la mezcla líquida para helado y resolver de existir algún imprevisto.



## 4.1 Construcción del sistema

Recopilando la información del capítulo 3 se procede a desarrollar los elementos del sistema también adecuarlos o tratarlos según lo determinado y las conexiones del sistema eléctrico y de control.

Es necesario tener a mano las herramientas necesarias que se han desarrollado como los planos eléctricos, los planos mecánicos, el esquema del circuito de control, anexos, etc.

### 4.1.1 Desarrollo y adecuaciones de los elementos del sistema

Se puede observar en la **Figura 4.1** la guía elaborada en el torno del cojinete de empuje en el eje del agitador mecánico fabricado en acero inoxidable 304, se hace mención este acero ya que son distintos los insumos que se usan para el mecanizado del mismo como lijas, piedras, soldadura, químicos, etc. Los que nos garantizaran un acabado sanitario.



**Figura 4.1** Guía del cojinete de empuje.

Se puede observar en la  
duralon.

**Figura 4.2** el cojinete de empuje fabricado en



**Figura 4.2** Cojinete de empuje.

En la **Figura 4.3** se aprecia el recipiente contenedor de helado fabricado en acero inoxidable con un tratamiento químico, después de soldar el acero inoxidable se quema y para tener un acabado sanitario es necesario tratarlo con ácidos especiales.



**Figura 4.3** Recipiente contenedor de helado.

En la **Figura 4.4** vemos el acople de potencia Lovejoy antes de mecanizar la chaveta y chavetero.



**Figura 4.4** Acople de potencia Lovejoy. (matrimonio)

En la **Figura 4.5** el recipiente contenedor de mezcla endotérmica fabricado en acero laminado en caliente antes del tratamiento para la corrosión y la inyección de poliuretano para el aislamiento térmico.



**Figura 4.5** Recipiente contenedor de mezcla endotérmica.

Para inyectar poliuretano es necesario medir en porciones iguales el componente A o isocianato y el componente B o polioliol la cantidad a usar, para determinar esta cantidad se realizaron ensayos en recipientes pequeños y con cantidades pequeñas.

En un recipiente mezclar los componentes y agitarlos vigorosamente ya sea de forma manual o ayudándonos de un agitador e inyectamos en los orificios del recipiente contenedor de la mezcla endotérmica, los tiempo que la mezcla pasa de fases son muy reducidos así que hay que realizar este paso de manera ágil. (Ver **anexo N**)

En la **Figura 4.6** el recipiente contenedor de mezcla endotérmica fabricado en acero laminado en caliente antes del tratamiento para la corrosión y luego de inyectar poliuretano expandido en su interior.



**Figura 4.6** Recipiente contenedor de mezcla endotérmica inyectado poliuretano.

El tratamiento para la corrosión (Ver **anexo O**) consiste en los siguientes pasos a continuación descritos:

- Lijar con lija fina toda la superficie.
- Limpiar con un trapo humedecido la superficie a tratar.

- Aplicar una capa de desoxidante fosfatizante en la superficie y esperar 15 minutos.
- Aplicar una capa de galvanizante en frío spray en toda la superficie y esperar 24 horas.
- Aplicar una capa de SK316 en toda la superficie y esperar 24 horas (curado final de 7 a 10 días, dependiendo de las condiciones ambientales).

En la **Figura 4.7** se observa el recipiente contenedor de mezcla endotérmica fabricado en acero laminado en caliente luego del tratamiento para la corrosión.



**Figura 4.7** Recipiente contenedor de mezcla endotérmica luego de tratamiento contra la corrosión.

#### **4.1.2 Montaje del sistema de potencia.**

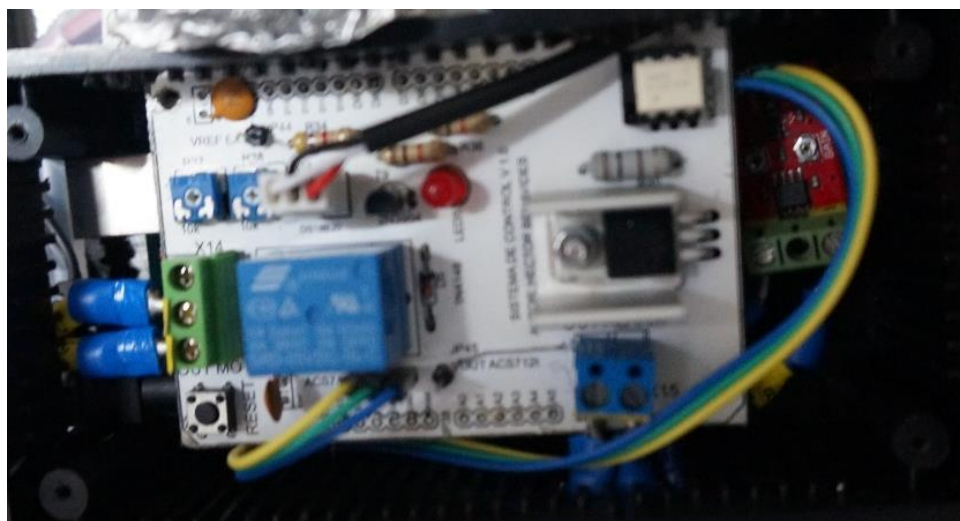
Ya seleccionado los cables y terminales adecuados y ayudándonos del plano eléctrico del **anexo T** se procede conectar los terminales de los elementos del sistema dejando una distancia apropiada del cable es decir que no esté tensionado, ni ocupe mucho espacio.



**Figura 4.8** Gabinete metálico terminado.

#### **4.1.3 Montaje del sistema de control.**

Para las conexiones del sistema de control es necesario desarrollar la shield para Arduino donde se soldaran los componentes electrónicos, las borneras para facilitar las conexiones con el sistema eléctrico, al implementar un sistema usando Arduino se puede apreciar el ahorro de espacio y a su vez una presentación agradable como se muestra el circuito terminado a continuación en la siguiente figura:



**Figura 4.9** Shield para Arduino Uno.

#### 4.1.4 Montaje HMI.

La interfaz hombre-máquina corresponde para la visualización o salidas de las variables las luces piloto y la LCD 16X2 y para el ingreso de variables y control del sistema el teclado 4X4, los botones y selector.



**Figura 4.10** HMI del sistema.

## 4.2 Implementación del sistema

Antes poner en funcionamiento el sistema es necesario calibrar sensores esto se realiza si es posible con las indicaciones impartidas por el fabricante o en su defecto acondicionar la señal por algún método.

Para calibrar el sensor de corriente (ver **anexo I**) primero establecer el desplazamiento hasta el nivel deseado de salida (con cero de corriente en las líneas

de los sentidos, leer de salida con un DVM). Luego, con una entrada de corriente conocida (un suministro limitado 100mA funciona bien para esto), ajuste la desviación de salida con el control de ganancia. La sensibilidad se calcula entonces como  $(V_{ref} - V_{deflect}) / (\text{entrada de corriente})$ .

Para el sensor de temperatura no hubo necesidad de calibrar la lectura obtenida funciono de acuerdo a las características expuestas en el **anexo H** y el uso de la librería existente del sensor.

Posicionar el tornillo regulador del guardamotor para el consumo nominal del motoreductor para calibrar el guardamotor.

### **4.3 Pruebas del sistema**

El sensor de corriente en el sistema estaba pensado para medir indirectamente la consistencia de la mezcla para saber si el tiempo de batido y congelado había culminado, sin embargo tras observar el procedimiento de batido y congelado se descubrió que existe un extenso número de variables que se involucran para predecir el tiempo de este proceso de manera acertada, por tal motivo en nuestro sistema se optó por un contador y temporizador que son los encargados de contribuir al automatismo del sistema y el sensor de corriente tan solo nos indicara el momento en que el motor este en marcha para el inicio del contador y temporizador esto implica que nuestra tolerancia para el sensor sea más elevada.



### 4.3.1 Funcionamiento en vacío y carga del sistema

Se verifica que cada elemento del sistema tanto fijo como móvil se encuentre correctamente posicionado y ajustado antes de encender con la finalidad de encontrar alguna señal que indique no encender el mismo.

**Tabla 4.1** Funcionamiento en vacío y en carga del sistema.

Prueba	Situación		Evaluación	
	Vacío	Carga	Cumple	No cumple
Encendido del sistema	X		X	
Marcha del motoreductor	X		X	
Trasmisión de par de fuerza al agitador mecánico	X		X	
Activación del modo de señal lumínica	X		X	
Activación del modo de señal mediante LCD	X		X	
Activación del modo de señal lumínica y sonora	X		X	

Montaje y desmontaje del motoreductor	X		X
		X	X
Montaje y desmontaje del recipiente para helado	X		X
		X	X
Funcionalidad de los sensores	X		X
		X	X
Funcionalidad de cronometro y/o temporizador	X		X
		X	X
Paro del motoreductor	X		X
		X	X
Apagado del sistema	X		X
		X	X

---

### 4.3.2 Capacidad de producción del sistema.

Se verifica la capacidad de producción del sistema para el que fue diseñado, realizando pruebas de batido y congelado de la mezcla líquida para helado.

**Tabla 4.2** Capacidad de producción del sistema.

Pruebas	Tiempo	Cantidad	Evaluación	
			Cumple	No cumple
Prueba 1	1 hora	20 litros	X	
Prueba 2	45 minutos	20 litros	X	

Prueba 3	1 hora	20 litros	X
Prueba 4	45 minutos	20 litros	X

### 4.3.3 Características físicas del helado luego del proceso.

Se inspecciona con el maestro/a de taller en elaboración de helados las características físicas del helado que sean adecuadas luego del término del proceso.

**Tabla 4.3** Características físicas del helado luego del proceso.

Criterio de evaluación	Evaluación	
	Cumple	No cumple
Textura	X	
Homogeneidad	X	

### 4.3.4 Análisis de resultados.

**Tabla 4.4** Resumen de proceso de batido y congelado.

Proceso	Tiempo	Cantidad
Batido y congelado de forma artesanal	6-9 horas	20 litros
Batido y congelado con el sistema implementado	45-60 minutos	20 litros

De los resultados obtenidos en las pruebas a las que fue sometido el sistema tenemos las tablas: **Tabla 4.1**, **Tabla 4.2**, **Tabla 4.3** y **Tabla 4.4**, en los que se puede observar un desempeño satisfactorio del sistema en todos sus elementos y el resultado del producto es adecuado.

La capacidad con la que fue diseñado término reduciéndose ligeramente en la segunda carga debido a que la temperatura de los recipientes no tuvo que ser extraída.

Las características físicas del helado finiquitado el proceso de batido y congelado en nuestro sistema cumplen en textura y homogeneidad según estándares de los maestros/as de Taller en elaboración de helados.

## **Capítulo 5 Análisis de costos**

En este capítulo se analizará una parte importante el cual es el análisis de costos del sistema, se determinara los costos cotizados en el mercado nacional de la adquisición de elementos y equipos del sistema diseñado, la mano de obra que interviene en el maquinado de dichos elementos y los costos de diseño.

### **5.1 Costos del sistema**

Los costos directos e indirectos de fabricación se detallan a continuación, según (Villarreal, 2015, pág. 125):

Costos directos:

- Costos de materia prima
- Costos de elementos utilizados.

- Costos de maquinado.
- Costos de montaje.

Costos indirectos:

- Costos no recuperables.
- Costos de materiales consumibles.
- Costos de diseño.
- Costos de imprevistos.

### 5.1.1 Costos directos.

Son los costos asociados de manera clara necesarios para la obtención del sistema.

#### 5.1.1.1 Costos de materia prima.

**Tabla 0.1** Costos de materia prima.

Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo parcial
1	Plancha laminado en caliente de 4*8 2mm	45	45
1	Eje de acero inoxidable 304 de Ø3/4"x670mm	17,04	17,04
1	Plancha de acero inoxidable 304 20*122 3mm	42,71	42,71
1	Plancha de duralon 10*60 de 5mm	17	17
1	Corte de barra redonda de duralon	9,24	9,24
1	Materiales Varios	100	100
		Subtotal	230,99

#### 5.1.1.2 Costos de elementos utilizados.

**Tabla 0.2** Costos de elementos utilizados.

Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo parcial
----------	-------------	----------------	---------------

1	Matrimonio L-075	24,81	24,81
1	Par de seguros de cofre	8	8
1	Acople hembra para manguera 5/8"-3/4"	1,97	1,97
1	Neplo 3/4	0,45	0,45
2	Conexión de Plástico Macho 5/8"-3/4"	1,06	2,12
1	Llave plástica	4	4
0.3	Manguera de Lona 3/4	5,5	1,65
1	Manguera transparente 3/4	0,22	0,22
2	Spray SK316	22,5	45
2	Galvanizante en frio spray	20,5	41
1	Desoxidante fosfatizante	2,37	2,37
1	Poliuretano líquido componente A	78,5	78,5
1	Poliuretano líquido componente B	78,5	78,5
1	Breaker 1P 7A	6,3	6,3
1	Pulsador de marcha 22mm	2,02	2,02
1	Pulsador de paro 22mm	2,02	2,02
1	Selector 3 posiciones 22mm	3,7	3,7
1	Riel DIN	3,29	3,29
1	Canaleta Ranura 25*25mm	4,02	4,02
4	Cable sucre 3*14AWG	2,17	8,68
0.5	Cinta espiral 12mm 1/2"	0,63	0,315
10	Bornera P/riel 4mm	1,34	13,4
5	Plaqueta adhesiva	0,19	0,95
20	Tornillo cabeza ancha punta de broca	0,0245	0,49
1	Libretín marcador mixto	14,25	14,25
3	Luz piloto led 22mm	4,5	13,5
1	Buzzer 22mm	8,75	8,75
1	Amarra plástico 10cm	1,34	1,34

1	Gabinete 30*20*16cm	22,14	22,14
1	Enchufe Polarizado	2,82	2,82
1	Contactador 3RT2015-1AF017A	21,46	21,46
1	Guardamotor 3RV20011-1EA10	56,62	56,62
3	Prensa estopa	0,44	1,32
1	Motoreductor	380	380
3	Cable flexible #14AWG	0,48	1,44
8	Cable flexible #23AWG	0,26	2,08
50	Terminal "U" AWG#22-18	0,05	2,5
30	Terminal espiga AWG#14-10	0,13	3,9
1	Lcd 16*2	10,95	10,95
1	Arduino Uno	32,5	32,5
1	BT137	0,58	0,58
1	Sensor de Temperatura	10,71	10,71
1	Caja tipo I	2,81	2,81
1	Potenci6metro 10k	0,22	0,22
1	ACS712	19	19
1	Baquelita	2,37	2,37
6	Resistencias	0,04	0,24
1	Bornera 3 pines	0,27	0,27
1	Bornera 2 pines	0,22	0,22
1	2N3904	0,09	0,09
1	Diodo 1N4148	0,13	0,13
3	Capacitor cer6mico 100nf	0,09	0,27
1	Z6calo 4x2	0,09	0,09
1	Teclado membrana 4X4	6,5	6,5
1	Moc3010	0,45	0,45
2	Espadines Normal	0,63	1,26

1	Espadines 90°	0,8	0,8
1	Led	0,15	0,15
1	Relay 5VDC	3	3
2	Impresiones circuitos	0,8	1,6
1	Materiales varios	60	60
		Subtotal	1030,36

### 5.1.1.3 Costos de maquinado.

**Tabla 0.3** Costos de maquinado.

Horas	Descripción	Costo hora	Costo parcial
8	Torno	10	80
8	Fresadora	12	96
10	Soldadora TIG	10	100
5	Roladora	8	40
4	Taladradora	3	12
		Subtotal	328

### 5.1.1.4 Costos de montaje.

**Tabla 0.4** Costos de montaje.

Horas	Descripción	Costo hora	Costo parcial
4	Montaje mecánico	17,7	70,8
5	Montaje eléctrico	17,7	88,5
		Subtotal	159,3

### 5.1.2 Costos indirectos.

Son los costos relacionados de indirecta para la obtención del sistema y se dividen en los siguientes:



### 5.1.2.1 Costos no recuperables.

**Tabla 0.5** Costos no recuperables.

Horas	Descripción	Costo hora	Costo parcial
4	Cortadora de disco	5	20
6	Plegadora	9	54
6	Sierra de cinta	7	42
1	Corta tubos	8	8
63	Instrumentos de medida	0,5	31,5
2	Dobladora de tubos	7	14
5	Lima manual	5	25
3	Equipo de pulido	12	36
		Subtotal	230,5

### 5.1.2.2 Costos de materiales consumibles.

**Tabla 0.6** Costos de materiales consumibles.

Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo parcial
2	Varilla de soldar acero inoxidable	0,5	1
0,75	Argón	310	232,5
2	Disco de desbaste	4,15	8,3
2	Lijas de grano fino	0,8	1,6
	Varios	60	60
		Subtotal	303,4

### 5.1.2.3 Costos de ingeniería.

**Tabla 0.7** Costos de ingeniería.

Horas	Descripción	Costo hora	Costo parcial
-------	-------------	------------	---------------

2	Definición del problema	10	20
40	Diseño y selección de elementos	10	400
10	Supervisión y construcción del sistema	10	100
4	Supervisión y montaje del sistema	10	40
		Subtotal	560

#### 5.1.2.4 Costos de imprevistos.

**Tabla 0.8** Costos de imprevistos.

Ítems	Descripción	Costo parcial
1	Movilización	80
2	Papelería	30
3	Impresiones de documentos	25
4	Impresiones de planos	15
5	Varios	60
Subtotal		210

#### 5.1.3 Costo total del sistema.

El costo total es la suma de los costos directos e indirectos, este dato es necesario para obtener la factibilidad del sistema.

**Tabla 0.9** Costo total del sistema.

Ítems	Descripción	Costo parcial
1	Costos de materia prima	230,99
2	Costos de elemento utilizado	1030,36
3	Costos de maquinado	328
4	Costos de montaje	159,3

5	Costos no recuperables	230,5
6	Costos de materiales consumibles	303,4
7	Costos de ingeniería	560
8	Costos de imprevistos	210
Total		3052,55

#### 5.1.4 Análisis costo-beneficio del sistema.

Este análisis nos permite evaluar el sistema para saber su rentabilidad en el tiempo y aproximarse a la recuperación de la inversión realizada en el sistema.

##### 5.1.4.1 Sin sistema de batido y congelado.

En la siguiente tabla mostraremos los costos que intervienen en 20 litros de helado:

**Tabla 0.10** Costo-beneficio sin sistema de batido y congelado.

Unidades	Descripción	Costo unitario	Costo parcial
Gastos:			
3 galones	Crema de leche	9,6	28,8
0.065 quintales	Azúcar	35	2,275
40 libras	Mora	0,75	30
1	Consumo de agua	0,5	0,5
1	Consumo de energía eléctrica	0,05	0,05
1	Consumo de GLP	0,25	0,25
0.05 quintales	Sal en grano	5	0,25
0.05 quintales	Paja	5	0,25
10	Paila de bronce	0,02	0,2
23,5 horas	Empleado	2,21	51,935

23,5 horas	Empleado	2,21	51,935
	Costo de 20 l de helado	Subtotal	166,445
	Costo de 280 l de helado x semana		2330,23
Ingresos:			
280 litros	Venta de helado por litro	10	2800
Total:			
Ingresos - Gastos		2800-2330,23	469,77

#### 5.1.4.2 Con sistema de batido y congelado.

Estos son los costos con el sistema implementado de los 20 litros de helado:

**Tabla 0.11** Costo-beneficio con sistema de batido y congelado.

Unidades	Descripción	Costo unitario	Costo parcial
Gastos:			
3 galones	Crema de leche	9,6	28,8
0.065 quintales	Azúcar	35	2,275
40 libras	Mora	0,75	30
1	Consumo de agua	0,5	0,5
1	Consumo de energía eléctrica	0,05	0,05
1	Consumo de GLP	0,25	0,25
0.05 quintales	Sal en grano	5	0,25
18,5 horas	Empleado	2,21	40,885
18,5 horas	Empleado	2,21	40,885
	Costo de 20 l de helado	Subtotal	143,895
	Costo de 280 l de helado x semana		2014,53

Ingresos:			
280 litros	Venta de helado por litro	10	2800
Total:			
Ingresos - Gastos		2800-2014,53	785,47

#### 5.1.4.3 Costo-beneficio.

De las tablas: **Tabla 0.10** y **Tabla 0.11**, tenemos una reducción del costo de 20 litros de helado al implementar el sistema en la empresa, esto representa una mayor rentabilidad y capacidad de producción.

$$785,47 - 469,77 = 315,7$$

Se estima el beneficio en una semana pico de 315,7 USD, en diez semanas será igual a 3157 USD lo que cubriría en su totalidad el costo del sistema de 3052,55 USD, su recuperación real depende de la demanda del producto en el mercado.

## **CAPÍTULO 6 Conclusiones y recomendaciones**

### **6.1 Conclusiones**

- Al implementar el sistema semiautomático de batido y congelado de helados artesanales logramos contribuir al desarrollo microindustrial, reduciendo el tiempo de proceso de batido y congelado en un 80% o más.
- La calidad del producto mejora considerablemente debido a la reducción del tamaño de los cristales de hielo que forman el helado esto se traduce a una textura más suave.
- Con la hermeticidad con la que se diseñó el sistema y al reducir el tiempo de exposición del producto se reduce el riesgo por contaminaciones cruzadas lo que promueve la obtención de un producto inocuo en relación con métodos comunes encontrados actualmente.

- Luego de analizar el fundamento teórico utilizado en el diseño del sistema se pudo obtener diferentes alternativas que contribuyeron a seleccionar la más adecuada para nuestro sistema.
- El diseño de las piezas que componen el sistema están construidas de manera que facilitan su limpieza y con materiales que resisten a la corrosión y repetidas operaciones de limpieza y desinfección.
- Con el sistema implementado se disminuye el esfuerzo durante el proceso de batido y congelado, esto implica un mejor desempeño por parte del trabajador en otras tareas o un mayor número de tareas que puede realizar el trabajador.
- El sensor de corriente en el sistema estaba pensado para medir indirectamente la consistencia de la mezcla para saber si el tiempo de batido y congelado había culminado, sin embargo tras observar el procedimiento de batido y congelado se descubrió que existe un extenso número de variables que se involucran para predecir el tiempo de este proceso de manera acertada, por tal motivo en nuestro sistema se optó por un contador y temporizador que son los encargados de contribuir al automatismo del sistema y el sensor de corriente tan solo nos indicara el momento en que el motor este en marcha.
- El costo del sistema se redujo un 62,5% comparado con otros equipos existentes para el proceso de batido y congelado lo que lo hace asequible para el sector microindustrial.

## **6.2 Recomendaciones**

- Como primer paso se recomienda antes de usar el sistema leer el manual del usuario que se encuentra en el **anexo Q** y el manual técnico que se encuentra en el **anexo R** para evitar posibles daños en el sistema.
- El mercado nacional está limitado en comparación con elementos que existen a nivel internacional por lo cual es importante conocer de la existencia de estos elementos en el mercado nacional antes de considerarlos.
- Se debe invertir una notable cantidad de tiempo en el campo o ambiente donde trabajará el sistema para considerar variables que posiblemente no se tenía en cuenta.
- El desarrollo tecnológico en la industria se da continuamente así que es fundamental para el diseño estar al tanto de esos avances y de ser posible implementarlos.
- Se recomienda tener especial cuidado en áreas críticas al momento de diseñar los elementos que componen el sistema para evitar contaminaciones cruzadas.



### Lista de Referencias

Ashrae. (1972). *Handbook of Fundamentals*. New York.

Basurto Álvarez, M. (Abril de 2013). Aplicación de Fundentes Líquidos. Salmueras.

Beer, F. P., Johnston Russell, E. J., Mazurek, D. F., & Eisenberg, E. R. (2010).

*Mecánica Vectorial para Ingenieros Estática*. México: McGraw-Hill.

Chapman, S. J. (2000). *Máquinas eléctricas*. Santa Fe de Bogotá: McGraw-Hill.

Creative Commons. (08 de Mayo de 2015). *es.wikipedia.org*. Obtenido de

<http://es.wikipedia.org/wiki/Helado>

De la Torre Zermeño, F. J., & Flores Escobar, A. (2003). *Mundo de la Física 2*.

México: Progreso S.A.

Farrow, J., & Lewis, S. (2000). *La gran enciclopedia de los helados y postres*

*helados*. Barcelona: EDIPRESSE.

- Geankoplis, C. J. (1998). *Proceso de transporte y operaciones unitarias*. Mexico: CECSA.
- Heize, J., & Render, B. (2004). *Principios de administración de operaciones*. México: Pearson Educación.
- Holman, J. P. (1999). *Transferencia de calor*. Madrid: McGraw-Hill.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (14 de 01 de 2005). Helados. Requisitos. *NTE INEN 706:2005* . Quito, Pichincha, Ecuador: INEN.
- International Organization for Standardization. (01 de 09 de 2005). ISO 22000. *Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos - Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria*. Suiza: International Organization for Standardization.
- Mantello, S. (22 de Mayo de 2007). *mundohelado.com*. Obtenido de <http://www.mundohelado.com/helados/cambios-helado-02.htm>
- Martinez, I. (1992). *Termodinámica básica y aplicada*. Madrid: Dossat SA.
- Meléndez Reyes, M. (10 de Junio de 2015). *Punto Flotante S.A*. Obtenido de <http://www.puntoflotante.net/>
- Ministerio de Salud. (04 de 11 de 2002). Reglamento de buenas prácticas para alimentos procesados. *Decreto 3253*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Moreno Bungacho, D. P., & Ortega Andrade, J. A. (2012). *Diseño de una máquina para elaborar helados de paila con capacidad de carga de 60l/h para la micro empresa Rikkos helados*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Mott, R. L. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. Mexico: Pearson Educación.

Núñez Lopez, F. V., & Proaño Cárdenas, J. C. (2008). *Diseñar y construir un batidor-congelador para la elaboración de helados*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Palmer, C. I., Fletcher, S., Jarvis, J. A., & Mrachek, A. (2003). *Matemáticas Practicas*. Sevilla: Reverté S.A.

Ruiz Torres, M. J. (9 de Septiembre de 2010). *cocinagaditanadeldoce.blogspot.com*.  
Obtenido de <http://cocinagaditanadeldoce.blogspot.com/2010/09/helados-y-sorbetes-durante-el-asedio-1.html>

Santamaría, G., & Castejón, A. (2009). *Electrotecnia*. Madrid: Editex.

Villarreal, J. V. (2015). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA EL MOLDEADO DE CARNE MOLIDA PARA LA PREPARACIÓN DE HAMBURGUESAS. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.

Yañez, G. (03 de Mayo de 2015). *www.gildardoyanez.com*. Obtenido de <http://www.gildardoyanez.com/tips/ciclo-de-refrigeracion/>

## Anexo A

### Motor Eléctrico

Ref. point	Meaning	Description of symbols used for our motors	
1	Type of motor	A	Asynchronous motor
2	Cooling	M	Surface cooled with external fan, cooling fins
3	Type of motor	M ME D DE	Single-phase motor Single-phase motor with starting capacitor Single-phase motor with double voltage Single-phase motor with double voltage and starting capacitor
4	Shaft centre height	56, 63, 71, 80, 90, 100	
5	Frame length	Z S M L	Mechanical dimension (short) Mechanical dimension (medium) Mechanical dimension (long)
6	Mechanical design and output value	A B C D	
7	Frame material	A	Aluminium frame
8	Number of poles	2 4 6	

### Starting rate

The permissible number of starts per hour can be taken as given in the table below, provided the following conditions are met:

Additional moment of inertia  $\leq$  moment of inertia of the rotor; load torque rising with the square of the speed up to nominal torque; starts at even intervals.

Shaft height	Permissible No. of starts per hour for 2p		
	= 2	= 4	$\geq 6$
56 - 71	100	250	350
80 - 100	60	140	160
112 - 132	30	60	80
160	15	30	50

For permissible number of starts for pole-changing motors and brake motors please consult us, indicating the complete operating conditions.

For the motors type AMME and AMDE, time between stop and restart of the motor must be higher than 15 s.

### Degrees of protection

Degrees of protection for mechanical machines are designated in accordance with IEC 60034-5 by the letters **IP** and two characteristic numerals.

First numeral: Protection against contact and ingress of foreign bodies

IP	Description
0	No special protection
1	Protection against solid foreign bodies larger than 50 mm (Example: inadvertent contact with the hand)
2	Protection against solid foreign bodies larger than 12 mm (Example: inadvertent contact with the fingers)
3	Protection against solid foreign bodies larger than 2.5 mm (Example: Wires, tools)
4	Protection against solid foreign bodies larger than 1 mm (Example: Wires, bands)
5	Protection against dust (harmful deposits of dust)
6	Complete protection against dust

Second numeral:  
Protection against ingress of water

IP	Description
0	No special protection
1	Protection against vertically falling water drops (condensation)
2	Protection against dropping water when inclined by up to 15°
3	Protection against waterspray at up to 60° from vertical
4	Protection against water splashed from any direction
5	Protection against water projected by a nozzle from any direction
6	Protection against heavy seas or water projected in powerful jets
7	Protection when submerged between 0.15 and 1 m.
8	Protection when continuously submerged in water at conditions agreed between the manufacturer and the user

Type		kW	HP	min <sup>-1</sup>	$\eta$ 100%	cos $\varphi$	$I_N$ 115-230V	$I_e/I_N$	$M_e/M_N$	$M_v/M_N$	$J$ 10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup>	kg
<b>3000 min<sup>-1</sup> (2 poles)</b>												
AMD 63Z AA	2	0.11	0.15	2760	52	0.93	2-1	2.8	0.6	1.5	0.11	4.5
AMD 63Z BA	2	0.18	0.25	2800	55	0.98	2.9-1.45	3	0.5	1.6	0.14	5
AMD 63Z CA	2	0.24	0.32	2815	56	0.98	3.8-1.9	3.1	0.6	1.8	0.18	5.5
AMD 71Z AA	2	0.37	0.50	2730	55	0.90	6.6-3.3	3.3	0.9	2	0.41	7.1
AMD 71Z BA	2	0.55	0.75	2840	64	0.94	8-4	4.2	0.5	1.9	0.55	8.5
AMD 80Z AA	2	0.75	1	2800	60	0.78	13.8-7	3.5	0.4	2.1	1.05	11.4
AMD 80Z BA	2	1.1	1.5	2770	72	0.93	14.2-7.2	3.5	0.5	1.6	1.08	11.8
AMD 90S AA	2	1.1	1.5	2815	70	0.78	17.5-8.8	3.8	0.4	1.9	1.62	15.3
AMD 90L BA	2	1.5	2	2800	69	0.87	22-11	3.6	0.4	1.8	1.87	17.3
AMD 90L CA	2	1.8	2.5	2810	70	0.89	25-12.5	3.7	0.3	1.9	2.09	18.7
AMD 90L DA	2	2.2 <sup>1)</sup>	3 <sup>1)</sup>	2880	76	0.93	27.2-13.6	5	0.3	1.9	2.10	19.3
AMD 100L AA	2	2.2	3	2810	75	0.92	28-14	4.6	0.2	1.8	4.05	24.5
<b>1500 min<sup>-1</sup> (4 poles)</b>												
AMD 63Z AA	4	0.11	0.15	1370	53	0.89	2.2-1.1	2	0.8	1.6	0.27	4.5
AMD 63Z BA	4	0.18	0.25	1340	51	0.9	3.3-1.7	1.9	0.6	1.3	0.34	4.9
AMD 71Z AA	4	0.24	0.32	1300	51	0.81	5.1-2.55	2.5	0.7	1.4	0.82	7.2
AMD 71Z BA	4	0.29	0.39	1340	61	0.84	4.9-2.45	2.6	0.6	1.6	0.95	7.8
AMD 71Z CA	4	0.37	0.5	1370	58	0.85	6.5-3.25	3.4	0.5	1.5	1.08	8.5
AMD 80Z AA	4	0.37	0.5	1375	54	0.94	6.3-3.15	2.5	0.7	1.5	2	9.8
AMD 80Z BA	4	0.55	0.75	1360	66	0.84	8.6-4.3	3.4	0.6	1.7	2.41	11.3
AMD 80Z CA	4	0.75	1	1435	62	0.91	11.5-5.75	4.1	0.4	1.9	2.7	12.8
AMD 90L AA	4	1.1	1.5	1425	69	0.81	17-8.5	3.9	0.3	1.9	3.13	15.4
AMD 90L BA	4	1.5 <sup>1)</sup>	2 <sup>1)</sup>	1415	72	0.88	20.5-10.25	3.4	0.3	1.4	3.73	17.6
AMD 100L AA	4	1.8	2.5	1430	70	0.86	26-13	3.2	0.3	1.6	5.83	22.8
AMD 100L BA	4	2.2 <sup>1)</sup>	3 <sup>1)</sup>	1440	72	0.86	31-15.5	3.2	0.2	1.3	6	23.8
<b>1000 min<sup>-1</sup> (6 poles)</b>												
AMD 71Z AA	6	0.15	0.20	910	58	0.80	2.8-1.4	2.2	0.5	1.4	1.24	8
AMD 80Z AA	6	0.25	0.33	930	61	0.85	4.2-2.1	2.3	0.4	1.2	2	8.8
AMD 80Z BA	6	0.37	0.50	940	61	0.82	6.4-3.2	2.9	0.4	1.6	2.47	10
AMD 90L AA	6	0.55	0.75	950	68	0.83	8.5-4.25	2.7	0.6	1.3	5.2	16.5
AMD 90L BA	6	0.75	1	950	58	0.79	14.2-7.1	3	0.4	1.6	5.85	18
AMD 100L AA	6	1.1	1.5	935	72	0.88	15-7.5	3.1	0.3	1.4	6.73	19
AMD 100L BA	6	1.5 <sup>1)</sup>	2 <sup>1)</sup>	890	74	0.98	18-9	2.9	0.5	1.4	9.43	22.5

1) Temperature rise to class F

## Anexo B

### Reductor de velocidad

#### Instrucciones de Utilización y Mantenimiento

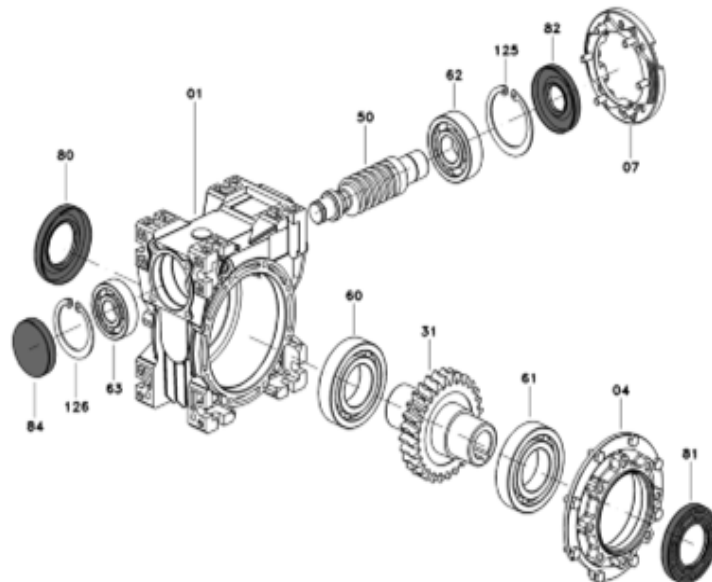
RT

##### Composición de los Productos

##### Serie RT

El siguiente despiece muestra a título indicativo, la estructura general de un reductor de vis-sin-fin FRT con patas.

Las ejecuciones Serie TA (tren cilíndrico / tornillo sin fin) son efectuados con el montaje del reductor con un tren de engranajes Serie XA sobre el reductor estándar vis-sin-fin de la Serie RT y las ejecuciones a doble tornillo sin fin con el montaje de dos reductores de la Serie RS y oportuno kit de combinación.



01	Carcasa	84	Retén RCA		
04	Tapa	125	Seeger		
07	Brida motor	126	Seeger		
31	Corona				
50	Vis-sin-fin				
60	Rodamiento				
61	Rodamiento				
62	Rodamiento				
63	Rodamiento				
80	Retén				
81	Retén				
82	Retén				





## Instrucciones de Utilización y Mantenimiento

### Arranque - Inspección y Mantenimiento

#### 5 ARRANQUE

##### 5.1 Series RS, RT

El reductor de vis-sin-fin tiene los siguientes sentidos de rotación del eje de salida respecto al eje de entrada, con el vis en la parte superior:

- rotación inversa  
con reductor simple (RS, RT);
- rotación original  
combinado engranajes/vis (RA, TA);
- rotación inversa  
doble vis-sin-fin (RS/RS, RT/RT).

Vis en la parte inferior: comportamiento opuesto.

##### 5.2 Series RC, RD, RN, RO/RV, RP, XA, VR, VS

Los reductores de engranajes y los variadores tienen los siguientes sentidos de rotación del eje de entrada respecto al de salida :

- rotación inversa  
número de trenes impar (un, tres, etc.) y variadores con trenes impares;
- rotación original  
número de trenes par (dos, cuatro, etc.) y variadores sin trenes o con trenes pares.

#### 6 INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO

##### 6.1 Intervalos

Si bien los grupos han sido probados sin carga antes de la expedición, es aconsejable no usarlos a plena carga durante las primeras 20-30 horas de funcionamiento con el fin de permitir que las partes internas se adapten recíprocamente.

En especial para los variadores, hacerlos girar varias veces en toda la gama de velocidad con carga reducida antes de aplicar la carga máxima.

Los grupos se entregan llenados de lubricante con aceite de base sintética de larga duración: ningún mantenimiento o añadido de lubricante durante la vida media prevista de 15.000 horas para funcionamiento según SF1.0.

Consultar los catálogos específicos para la correcta definición del factor de servicio.

Los variadores Serie VR funcionan en seco, la serie VS en baño de aceite y ambos con rodamientos lubricados por vida; por ello no tienen ningún componente sujeto a mantenimiento periódico, excepto la sustitución del anillo de fricción cuando se produzca el desgaste normal.

##### 6.2 Servicio Mantenimiento

###### Grupos suministrados sin tapones de aceite:

Serie RC	(tamaños 05, 10, 20, 30)
Serie RD	(tamaños 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6)
Serie RG	(tamaños 05, 07, 09, 12)
Serie RN	(tamaños 1, 2, 3, 4, 5, 6)
Serie RO	(tamaños 1, 2, 3, 4, 5, 6)
Serie RV	(tamaños 1, 2, 3, 4, 5, 6)
Serie RP	(tamaño 71)
Serie RS	(tamaños 28, 40, 50, 60, 70, 85)
Serie RT	(tamaños 28, 40, 50, 60, 70, 85, 110)
Serie XA	(tamaños 63, 71, 80, 100)
Serie VR	(tamaños 63, 71, 80, 90)

## Instrucciones de Utilización y Mantenimiento

Inspección y Mantenimiento

### 6 INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO (cont.)

#### 6.2 Servicio Mantenimiento

##### Grupos suministrados con tanques de aceite:

Serie RC (tamaños 40, 50, 60)

Serie RS (tamaños 110, 130, 150)

Serie VS (tamaños 63, 71, 80, 90, 100, 112)

Verificar periódicamente el estado de los retenes y la existencia de posibles pérdidas de lubricante. Si es necesario cambiar o añadir aceite, no mezclar con aceite de base mineral.

##### Según las condiciones de trabajo:

Eliminar toda acumulación de polvo superior a 5 mm por aspiración.

##### • REDUCTORES

- ➔ **Cada 500 horas de trabajo o cada mes:**  
Control visual de los retenes para detectar eventuales fugas de lubricante.
- ➔ **Cada 3000 horas de trabajo o cada 6 meses:**  
Control de los retenes y su sustitución en caso necesario.
- ➔ **Cada 5 años:**  
Cambiar el aceite sintético.

##### • VARIADORES

###### **Serie VR**

La sección variación, funcionando en seco y con rodamientos estanques lubricados por vida, no solicita mantenimientos periódicos excepto la sustitución del anillo de fricción por condiciones de normal consumo.

- ➔ **Según las condiciones de trabajo:**  
Sustituir el anillo de fricción en caso de desgaste considerable .
- ➔ **Cada 3000 horas de trabajo o cada 6 meses:**  
Control juego angular del eje de salida y el buen estado de la junta fuelle .
- ➔ **Cada 6000 horas de trabajo o cada año:**  
Sustituir el anillo de fricción.

###### **Serie VS**

La sección variación, funcionando en aceite mineral, solicita las siguientes mantenimientos periódicos.

- ➔ **Cada 500 horas de trabajo o cada mes:**  
Control visual de los retenes para detectar eventuales fugas de lubricante.
- ➔ **Cada 3000 horas de trabajo o cada 6 meses:**  
Control de los retenes y su sustitución en caso necesario.
- ➔ **Cada 5 años:**  
Cambiar el aceite mineral.



## Instrucciones de Utilización y Mantenimiento

### Defectos de Funcionamiento

#### 7 DEFECTOS DE FUNCIONAMIENTO

##### 7.1 Casos mas frecuentes

- **Ruido de funcionamiento, continuo**
  - Ruido estridente - Rodamiento defectuoso  
Sustituir rodamiento y verificar aceite
  - Ruido a golpes - Defecto engranaies  
Contactar el Servicio al Cliente
  
- **Ruido de funcionamiento, intermitente**
  - Cuerpos extraños en el aceite  
Contactar el Servicio al Cliente
  - Serie VR - Anillo de fricción dañado  
Eliminar la causa y sustituir el anillo en un centro autorizado.
  
- **Pérdidas aceite**  
(ver también la siguiente nota )
  - Retén defectuoso  
Sustituir retén
  - Tornillos sin apretar  
Apretar los tornillos
  - Sobrepresión interna  
Contactar el Servicio al Cliente
  
- **Eje salida no gira o el sistema patina**
  - Rotura conexión interna  
Contactar el Servicio al Cliente
  - Serie VR - Anillo fricción desgastado  
Sustituir el anillo y la junta fuelle en un centro autorizado.
  - Serie VR - Anillo de fricción contaminado  
Limpiar cuidadosamente las zonas de contacto del cono y anillo con disolvente o producto similar.

##### 7.2 Servicio al Cliente

Recomendamos facilitar al Servicio al Cliente la siguiente información :

- Todos los datos de la placa de características
- Tipo de aplicación
- Cido de trabajo
- Circunstancias de la avería
- Causas supuestas

## Instrucciones de Utilización y Mantenimiento

Lubrificantes

### 8 LUBRIFICANTES









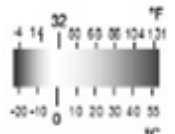
#### 8.1 Tipos recomendados

Los grupos se entregan llenados de lubricante con aceite de base sintética de larga duración.

El grado ISO VG 320 permite el correcto funcionamiento de los aparatos en una temperatura ambiente entre

-20 y +55 °C (-4 y 131 °F)

Temperaturas fuera de este rango requieren la consulta al Servicio al Cliente.

Intervalo temperatura	ISO VG								
	* 320	Degol GS 320	Energyn SG-XP320	Alphasyn PG 320	Glycolube 320	Glygoyle HE 320	Synlube CLP 320	Carter SY 320	Tivela SC 320
	** 320	Eural Gear 320	---	Vitalube GS 320	Gear Oil FM 320	Mobil DTE FM 320	---	Nevas- tane EP 320	Cassida Fluid GL 320

\* - Aceite sintético

\*\* - Aceite para Industria Alimentaria

#### 8.2 Cantidad [litros]

RC	1c	I <sub>1</sub>			2c	I <sub>2</sub>			3c	I <sub>3</sub>		
		I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>		I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>		I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>
RC105	0.05	0.65	0.05	RC205	0.13	0.15	0.15	RC305	0.17	0.30	0.30	
RC110	0.10	0.13	0.10	RC210	0.17	0.25	0.17	RC310	0.25	0.50	0.35	
RC120	0.17	0.25	0.17	RC220	0.50	0.60	0.50	RC320	0.60	0.80	0.60	
RC130	0.30	0.50	0.30	RC230	0.70	1.15	0.80	RC330	1.15	1.50	1.15	
RC140	0.60	1.15	0.60	RC240	1.15	2.25	2.00	RC340	1.50	3.00	2.25	
RC150	1.50	2.25	1.50	RC250	2.25	4.40	4.00	RC350	3.75	6.00	5.00	
RC160	3.00	4.40	3.00	RC260	6.00	8.80	8.00	RC360	8.00	10.00	8.80	

1c - Un tren

2c - Dos trenes

3c - Tres trenes

I<sub>1</sub> - B3, B6, B7, B8, B5

I<sub>2</sub> - V1, V5

I<sub>3</sub> - V3, V6

RD	2c	H		3c	V	
		H	V			H
RD02	0.20	0.28		RD03	0.30	0.38
RD12	0.50	0.70		RD13	0.50	0.70
RD22	0.80	1.00		RD23	0.80	1.00
RD32	1.30	1.80		RD33	1.60	2.10
RD42	2.20	3.00		RD43	2.20	3.40
RD52	4.50	5.50		RD53	4.50	6.50
RD62	7.00	9.00		RD63	7.00	11.00

2c - Dos trenes

3c - Tres trenes

H = H1, H2, H3, H4

V = V5, V6



## Instrucciones de Utilización y Mantenimiento

### Lubrificantes

#### 8.2 Cantidad [litros] (cont.)

RP	FRP	I
	71	0.05

RS	RS	I	RA	$I_1 / I_2$	RS / RS	$I_3 / I_4$
	28	0.03	63 / 40	0.04 / 0.08	28 / 28	0.03 / 0.03
	40	0.08	63 / 50	0.04 / 0.13	28 / 40	0.03 / 0.10
	50	0.13	63 / 60	0.04 / 0.20	28 / 50	0.03 / 0.15
	60	0.20	71 / 50	0.06 / 0.13	28 / 60	0.03 / 0.25
	70	0.35	71 / 60	0.06 / 0.20	40 / 70	0.10 / 0.35
	85	0.60	71 / 70	0.06 / 0.35	40 / 85	0.10 / 0.63
	110	1.50	71 / 85	0.06 / 0.60	50 / 110	0.15 / 1.50
	130	2.75	80 / 60	0.10 / 0.20	60 / 130	0.25 / 2.75
	150	4.40	80 / 70	0.10 / 0.35	70 / 150	0.35 / 4.40
			80 / 85	0.10 / 0.60		
			80 / 110	0.10 / 1.50		
		100 / 110	0.20 / 1.50			
		100 / 130	0.20 / 2.75			
		100 / 150	0.20 / 4.40			

I - Litros FRS

 $I_1 / I_2$  - Litros FXA / FRS $I_3 / I_4$  - Litros FRS / FRS

RT	RT	I	TA	$I_1 / I_2$	RT / RT	$I_3 / I_4$
	28	0.03	63 / 40	0.04 / 0.08	28 / 28	0.03 / 0.03
	40	0.08	63 / 50	0.04 / 0.13	28 / 40	0.03 / 0.08
	50	0.13	63 / 60	0.04 / 0.20	28 / 50	0.03 / 0.13
	60	0.20	71 / 50	0.06 / 0.13	28 / 60	0.03 / 0.20
	70	0.35	71 / 60	0.06 / 0.20	40 / 70	0.08 / 0.35
	85	0.60	71 / 70	0.06 / 0.35	40 / 85	0.08 / 0.60
	110	1.50	71 / 85	0.06 / 0.60	50 / 110	0.13 / 1.50
			80 / 60	0.10 / 0.20		
			80 / 70	0.10 / 0.35		
			80 / 85	0.10 / 0.60		
			80 / 110	0.10 / 1.50		
		100 / 110	0.20 / 1.50			

I - Litros FRT

 $I_1 / I_2$  - Litros FTA / FRT $I_3 / I_4$  - Litros FRT / FRT

XA	FXA	I
	63	0.04
	71	0.05
	80	0.08
	100	0.20

## Anexo C

## Contactor

## SIEMENS

## Data sheet

3RT2015-1AF01



CONTACTOR, AC-3, 3KW/400V, 1NO, AC110V, 50/60 HZ, 3-POLE,  
SZ S00 SCREW TERMINAL

product brand name	SIRIUS
Product designation	3RT2 contactor
<b>General technical data:</b>	
Product expansion function module for communication	No
Insulation voltage	
• Rated value	690 V
maximum permissible voltage for safe isolation between coil and main contacts acc. to EN 60947-1	400 V
Degree of pollution	3
Shock resistance	
• at rectangular impulse	
— with AC	6,7g / 5 ms, 4,2g / 10 ms
• with sine pulse	
— with AC	10,5g / 5 ms, 6,6g / 10 ms
Surge voltage resistance Rated value	6 kV
Mechanical service life (switching cycles)	
• of the contactor typical	30 000 000
• of the contactor with added electronics-compatible auxiliary switch block typical	5 000 000
• of the contactor with added auxiliary switch block typical	10 000 000
Thermal short-time current restricted to 10 s	56 A
Protection class IP	
• on the front	IP20

• of the terminal	IP20
<b>Equipment marking</b>	
• acc. to DIN EN 61346-2	Q
• acc. to DIN EN 81346-2	Q
<b>Main circuit:</b>	
<b>Number of poles for main current circuit</b>	3
<b>Number of NC contacts for main contacts</b>	0
<b>Number of NO contacts for main contacts</b>	3
<b>Operating voltage</b>	
• at AC-3 Rated value maximum	690 V
<b>Operating current</b>	
• at AC-1	
— at 400 V at ambient temperature 40 °C Rated value	18 A
— up to 690 V at ambient temperature 40 °C Rated value	18 A
— up to 690 V at ambient temperature 60 °C Rated value	16 A
• at AC-2 at 400 V Rated value	7 A
• at AC-3	
— at 400 V Rated value	7 A
— at 500 V Rated value	6 A
— at 690 V Rated value	4.9 A
• at AC-4 at 400 V Rated value	6.5 A
<b>Operating current with 1 current path</b>	
• at DC-1	
— at 24 V Rated value	15 A
— at 110 V Rated value	1.5 A
— at 220 V Rated value	0.6 A
— at 440 V Rated value	0.42 A
— at 600 V Rated value	0.42 A
• at DC-3 at DC-5	
— at 24 V Rated value	15 A
— at 110 V Rated value	0.1 A
<b>Operating current with 2 current paths in series</b>	
• at DC-1	
— at 24 V Rated value	15 A
— at 110 V Rated value	8.4 A
— at 220 V Rated value	1.2 A
— at 440 V Rated value	0.6 A
— at 600 V Rated value	0.5 A
• at DC-3 at DC-5	

— at 110 V Rated value	0.25 A
— at 24 V Rated value	15 A
<b>Operating current with 3 current paths in series</b>	
• at DC-1	
— at 24 V Rated value	15 A
— at 110 V Rated value	15 A
— at 220 V Rated value	15 A
— at 440 V Rated value	0.9 A
— at 600 V Rated value	0.7 A
• at DC-3 at DC-5	
— at 110 V Rated value	15 A
— at 220 V Rated value	1.2 A
— at 24 V Rated value	15 A
— at 440 V Rated value	0.14 A
— at 600 V Rated value	0.14 A
<b>Operating power</b>	
• at AC-1	
— at 230 V at 60 °C Rated value	6 kW
— at 400 V at 60 °C Rated value	10.5 kW
— at 690 V at 60 °C Rated value	18 kW
<b>Operating power for <math>\geq 200000</math> operating cycles at AC-4</b>	
• at 400 V Rated value	1.15 kW
• at 690 V Rated value	1.15 kW
<b>Active power loss at AC-3 at 400 V for rated value of the operating current per conductor</b>	
	0.4 W
<b>Operating frequency</b>	
• at AC-1 maximum	1 000 1/h
• at AC-2 maximum	750 1/h
• at AC-3 maximum	750 1/h
• at AC-4 maximum	250 1/h
<b>No-load switching frequency</b>	
• with AC	10 000 1/h
<b>Control circuit/ Control:</b>	
<b>Type of voltage of the control supply voltage</b>	AC
<b>Control supply voltage with AC</b>	
• at 50 Hz Rated value	110 V
• at 60 Hz Rated value	110 V
<b>Operating range factor control supply voltage rated value of the magnet coil with AC</b>	
• at 50 Hz	0.8 ... 1.1
• at 60 Hz	0.85 ... 1.1



<b>Apparent pick-up power of the magnet coil with AC</b>	
• at 50 Hz	27 V·A
• at 60 Hz	31.7 V·A
<b>Inductive power factor with closing power of the coil</b>	
• at 50 Hz	0.8
• at 60 Hz	0.81
<b>Apparent holding power of the magnet coil with AC</b>	
• at 50 Hz	4.2 V·A
• at 60 Hz	4.8 V·A
<b>Inductive power factor with the holding power of the coil</b>	
• at 50 Hz	0.25
• at 60 Hz	0.25
<b>Closing delay</b>	
• with AC	9 ... 35 ms
<b>Opening delay</b>	
• with AC	3.5 ... 14 ms
<b>Arcing time</b>	10 ... 15 ms
<b>Residual current of the electronics for control with signal &lt;0&gt;</b>	
• with AC at 230 V maximum permissible	3 mA
• for DC at 24 V maximum permissible	10 mA
<b>Auxiliary circuit:</b>	
<b>Number of NC contacts</b>	
• for auxiliary contacts	
— instantaneous contact	0
<b>Number of NO contacts</b>	
• for auxiliary contacts	
— instantaneous contact	1
<b>Product expansion Auxiliary switch</b>	Yes
<b>Operating current at AC-12 maximum</b>	10 A
<b>Operating current at AC-15</b>	
• at 230 V Rated value	10 A
• at 400 V Rated value	3 A
• at 690 V Rated value	1 A
<b>Operating current at DC-12</b>	
• at 60 V Rated value	6 A
• at 110 V Rated value	3 A
• at 125 V Rated value	2 A
• at 220 V Rated value	1 A
• at 600 V Rated value	0.15 A
<b>Operating current at DC-13</b>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• at 24 V Rated value</li> <li>• at 60 V Rated value</li> <li>• at 110 V Rated value</li> <li>• at 125 V Rated value</li> <li>• at 220 V Rated value</li> <li>• at 600 V Rated value</li> </ul>	10 A 2 A 1 A 0.9 A 0.3 A 0.1 A
<b>Contact reliability of the auxiliary contacts</b>	1 faulty switching per 100 million (17 V, 1 mA)
<b>UL/CSA ratings:</b>	
<b>Full-load current (FLA) for three-phase AC motor</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• at 480 V Rated value</li> <li>• at 600 V Rated value</li> </ul>	4.8 A 6.1 A
<b>yielded mechanical performance [hp]</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• for single-phase AC motor               <ul style="list-style-type: none"> <li>— at 110/120 V Rated value</li> <li>— at 230 V Rated value</li> </ul> </li> <li>• for three-phase AC motor               <ul style="list-style-type: none"> <li>— at 200/208 V Rated value</li> <li>— at 220/230 V Rated value</li> <li>— at 460/480 V Rated value</li> <li>— at 575/600 V Rated value</li> </ul> </li> </ul>	0.25 hp 0.75 hp 1.5 hp 2 hp 3 hp 5 hp
<b>Contact rating of the auxiliary contacts acc. to UL</b>	A600 / Q600
<b>Short-circuit:</b>	
<b>Design of the fuse link</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• for short-circuit protection of the main circuit               <ul style="list-style-type: none"> <li>— with type of assignment 1 required</li> <li>— with type of assignment 2 required</li> </ul> </li> <li>• for short-circuit protection of the auxiliary switch required</li> </ul>	gL/gG LV HRC 3NA, DIAZED 5SB, NEOZED 5SE: 35 A gL/gG LV HRC 3NA, DIAZED 5SB, NEOZED 5SE: 20 A fuse gL/gG: 10 A
<b>Installation/ mounting/ dimensions:</b>	
<b>mounting position</b>	+/-180° rotation possible on vertical mounting surface; can be tilted forward and backward by +/- 22.5° on vertical mounting surface
<b>Mounting type</b>	screw and snap-on mounting onto 35 mm standard mounting rail according to DIN EN 50022
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Side-by-side mounting</li> </ul>	Yes
<b>Height</b>	57.5 mm
<b>Width</b>	45 mm
<b>Depth</b>	73 mm
<b>Required spacing</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• with side-by-side mounting               <ul style="list-style-type: none"> <li>— forwards</li> </ul> </li> </ul>	0 mm

— Backwards	0 mm
— upwards	0 mm
— downwards	0 mm
— at the side	0 mm
• for grounded parts	
— forwards	0 mm
— Backwards	0 mm
— upwards	0 mm
— at the side	6 mm
— downwards	0 mm
• for live parts	
— forwards	0 mm
— Backwards	0 mm
— upwards	0 mm
— downwards	0 mm
— at the side	6 mm
<b>Connections/ Terminals:</b>	
<b>Type of electrical connection</b>	
• for main current circuit	screw-type terminals
• for auxiliary and control current circuit	screw-type terminals
<b>Type of connectable conductor cross-section</b>	
• for main contacts	
— single or multi-stranded	2x (0,5 ... 1,5 mm <sup>2</sup> ), 2x (0,75 ... 2,5 mm <sup>2</sup> ), 2x 4 mm <sup>2</sup>
— finely stranded with core end processing	2x (0,5 ... 1,5 mm <sup>2</sup> ), 2x (0,75 ... 2,5 mm <sup>2</sup> )
• for AWG conductors for main contacts	2x (20 ... 16), 2x (18 ... 14), 2x 12
• for auxiliary contacts	
— single or multi-stranded	2x (0,5 ... 1,5 mm <sup>2</sup> ), 2x (0,75 ... 2,5 mm <sup>2</sup> ), 2x 4 mm <sup>2</sup>
— finely stranded with core end processing	2x (0,5 ... 1,5 mm <sup>2</sup> ), 2x (0,75 ... 2,5 mm <sup>2</sup> )
• for AWG conductors for auxiliary contacts	2x (20 ... 16), 2x (18 ... 14), 2x 12
<b>Safety related data:</b>	
<b>B10 value with high demand rate acc. to SN 31920</b>	1 000 000
<b>Proportion of dangerous failures</b>	
• with low demand rate acc. to SN 31920	40 %
• with high demand rate acc. to SN 31920	73 %
<b>Product function</b>	
• Mirror contact acc. to IEC 60947-4-1	Yes; with 3RH29
<b>T1 value for proof test interval or service life acc. to IEC 61508</b>	20 y
<b>Protection against electrical shock</b>	finger-safe
<b>Mechanical data:</b>	
<b>Size of contactor</b>	S00

## Anexo D

## Guardamotor

## SIEMENS

Product data sheet

3RV2011-1EA10



CIRCUIT-BREAKER SZ S00,  
FOR MOTOR PROTECTION, CLASS 10,  
A-RELEASE 2.8...4A, N-RELEASE 52A,  
SCREW CONNECTION, STANDARD SW. CAPACITY

General technical data:		
product brand name	SIRIUS	
product designation	3RV2 circuit breaker	
Size of the circuit-breaker	S00	
Trip class	CLASS 10	
Protection class IP / on the front	IP20	
Degree of pollution	3	
Installation altitude / at a height over sea level / maximum	m	2,000
Ambient temperature		
• during storage	°C	-50 ... 80
• during the operating phase	°C	-20 ... 60
• during transport	°C	-50 ... 80
Resistance against shock	25g / 11 ms	
Impulse voltage resistance / rated value	kV	6
Insulation voltage / rated value	V	690
Active power loss / total / typical	W	6
Item designation		
• according to DIN 40719 extendable after IEC 204-2 / according to IEC 750		F
• according to DIN EN 61346-2		F

<b>Mechanical operating cycles as operating time</b>		
• of the main contacts / typical		100,000
• of the auxiliary contacts / typical		100,000
<b>Type of the driving mechanism / motor drive</b>		No
<b>Design of the operating mechanism</b>		selector switch
<b>Product function</b>		
• overload protection		Yes
• phase disturbance recognition		Yes
<b>Product component</b>		
• auxiliary switch		No
• undervoltage release mechanism		No
• trip indicator		No
<b>Product extension / optional / motor drive</b>		No
<b>Main circuit:</b>		
<b>Number of poles / for main current circuit</b>		3
<b>Operating voltage / at AC-3 / rated value / maximum</b>	V	690
<b>Operating current / at AC-3 / at 400 V / rated value</b>	A	3.6
<b>Service power / at AC-3</b>		
• at 400 V / rated value	W	1,500
• at 500 V / rated value	W	2,200
• at 690 V / rated value	W	3,000
<b>Frequency of operation / at AC-3 / according to IEC 60947-6-2 / maximum</b>	1/h	15
<b>Arrangement of electrical connectors / for main current circuit</b>		Top and bottom
<b>Adjustable response current</b>		
• of the non-delayed short-circuit release	A	52 ... 52
• of the current-dependent overload release	A	2.8 ... 4
<b>Service power / at AC-3 / at 230 V / rated value</b>	W	750
<b>Continuous current / rated value</b>	A	4
<b>Auxiliary circuit:</b>		
<b>Product extension / auxiliary switch</b>		Yes
<b>Number of NC contacts / for auxiliary contacts / instantaneous switching</b>		0
<b>Number of NO contacts / for auxiliary contacts / instantaneous switching</b>		0
<b>Number of change-over switches / for auxiliary contacts</b>		0
<b>Inputs/ Outputs:</b>		
<b>Number of digital inputs</b>		0

Short-circuit:		
<b>Breaking capacity limit short-circuit current (I<sub>cu</sub>)</b>		
• at 400 V / rated value	A	100,000
• at 500 V / rated value	A	100,000
• at 690 V / rated value	A	6,000
<b>Design of the overcurrent release and short-circuit release</b>		thermomagnetic
Installation/mounting/dimensions:		
<b>Built in orientation</b>		any
<b>Type of mounting</b>		screw and snap-on mounting onto 35 mm standard mounting rail according to DIN EN 60715
<b>Width</b>	mm	45
<b>Height</b>	mm	97
<b>Depth</b>	mm	91
<b>Distance, to be maintained, to the ranks assembly</b>		
• forwards	mm	0
• backwards	mm	0
• upwards	mm	50
• downwards	mm	50
• sideways	mm	0
<b>Distance, to be maintained, to earthed part</b>		
• forwards	mm	0
• backwards	mm	0
• upwards	mm	50
• sideways	mm	30
• downwards	mm	50
<b>Distance, to be maintained, conductive elements</b>		
• forwards	mm	0
• backwards	mm	0
• upwards	mm	50
• downwards	mm	50
• sideways	mm	30
Connections:		
<b>Product function</b>		
• removable terminal for main circuit		No
• removable terminal for auxiliary and control circuit		No
<b>Design of the electrical connection</b>		
• for main current circuit		screw-type terminals
<b>Type of the connectable conductor cross-section</b>		
• for main contacts		

## Anexo E

### Arduino

#### Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 (datasheet ([http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc8161.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc8161.pdf))). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz ceramic resonator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega16U2 (Atmega8U2 up to version R2) programmed as a USB-to-serial converter.

Revision 2 of the Uno board has a resistor pulling the 8U2 HWB line to ground, making it easier to put into DFU mode (<http://www.arduino.cc/en/Hacking/DFUProgramming8U2>).

Revision 3 of the board has the following new features:

- 1.0 pinout: added SDA and SCL pins that are near to the AREF pin and two other new pins placed near to the RESET pin, the AREF that allow the shields to adapt to the voltage provided from the board. In future, shields will be compatible with both the board that uses the AVR, which operates with 5V and with the Arduino Due that operates with 3.3V. The second one is a not connected pin, that is reserved for future purposes.
- Stronger RESET circuit.
- Atmega 16U2 replace the 8U2.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the index of Arduino boards (<http://www.arduino.cc/en/Main/Boards>).

#### Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

#### Schematic & Reference Design

EAGLE files: [arduino-uno-Rev3-reference-design.zip](http://www.arduino.cc/en/uploads/Main/arduino_Uno_Rev3-02-TH.zip) ([http://www.arduino.cc/en/uploads/Main/arduino\\_Uno\\_Rev3-02-TH.zip](http://www.arduino.cc/en/uploads/Main/arduino_Uno_Rev3-02-TH.zip)) (NOTE: works with Eagle 6.0 and newer)

Schematic: [arduino-uno-Rev3-schematic.pdf](http://www.arduino.cc/en/uploads/Main/Arduino_Uno_Rev3-schematic.pdf) ([http://www.arduino.cc/en/uploads/Main/Arduino\\_Uno\\_Rev3-schematic.pdf](http://www.arduino.cc/en/uploads/Main/Arduino_Uno_Rev3-schematic.pdf))

**Note:** The Arduino reference design can use an Atmega8, 168, or 328, Current models use an ATmega328, but an Atmega8 is shown in the schematic for reference. The pin configuration is identical on all three processors.

## Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** This pin outputs a regulated 5V from the regulator on the board. The board can be supplied with power either from the DC power jack (7-12V), the USB connector (5V), or the VIN pin of the board (7-12V). Supplying voltage via the 5V or 3.3V pins bypasses the regulator, and can damage your board. We don't advise it.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.
- **AREF.** This pin on the Arduino board provides the voltage reference with which the microcontroller operates. A properly configured shield can read the AREF pin voltage and select the appropriate power source or enable voltage translators on the outputs for working with the 5V or 3.3V.

## Memory

The ATmega328 has 32 KB (with 0.5 KB used for the bootloader). It also has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the EEPROM library (<http://www.arduino.cc/en/Reference/EEPROM>)).

## Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using `pinMode()` (<http://www.arduino.cc/en/Reference/PinMode>), `digitalWrite()` (<http://www.arduino.cc/en/Reference/DigitalWrite>), and `digitalRead()` (<http://www.arduino.cc/en/Reference/DigitalRead>) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial:** 0 (RX) and 1 (TX). Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts:** 2 and 3. These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the `attachInterrupt()` (<http://www.arduino.cc/en/Reference/AttachInterrupt>) function for details.
- **PWM:** 3, 5, 6, 9, 10, and 11. Provide 8-bit PWM output with the `analogWrite()` (<http://www.arduino.cc/en/Reference/AnalogWrite>) function.
- **SPI:** 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). These pins support SPI communication using the SPI library (<http://www.arduino.cc/en/Reference/SPI>).
- **LED:** 13. There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Uno has 6 analog inputs, labeled A0 through A5, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the `analogReference()` (<http://www.arduino.cc/en/Reference/AnalogReference>) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **I2C:** A4 or SDA pin and A5 or SCL pin. Support I2C communication using the Wire library (<http://www.arduino.cc/en/Reference/Wire>).

There are a couple of other pins on the board:



- **AREF**. Reference voltage for the analog inputs. Used with `analogReference()` ([http://www.arduino.cc/en/Reference/AnalogReference\(\)](http://www.arduino.cc/en/Reference/AnalogReference)).
- **Reset**. Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the mapping between Arduino pins and ATmega328 ports (<http://www.arduino.cc/en/Hacking/PinMapping168>). The mapping for the ATmega8, 168, and 328 is identical.

## Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega16U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual COM port to software on the computer. The 16U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, on Windows, a .inf file is required (<http://arduino.cc/en/Guide/Windows#wtoc4>). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A `SoftwareSerial` library (<http://www.arduino.cc/en/Reference/SoftwareSerial>) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also supports I<sup>2</sup>C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a `Wire` library to simplify use of the I<sup>2</sup>C bus; see the documentation (<http://www.arduino.cc/en/Reference/Wire>) for details. For SPI communication, use the `SPI` library (<http://www.arduino.cc/en/Reference/SPI>).

## Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software (download <http://www.arduino.cc/en/Main/Software>). Select "Arduino Uno" from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the reference (<http://www.arduino.cc/en/Reference/HomePage>) and tutorials (<http://www.arduino.cc/en/Tutorial/HomePage>).

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a bootloader (<http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Bootloader>) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol (reference ([http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc2525.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2525.pdf)), C header files ([http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/avr061.zip](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/avr061.zip))).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header using `ArduinoISP` (<http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoISP>) or similar; see these instructions (<http://www.arduino.cc/en/Hacking/Programmer>) for details.

The ATmega16U2 (or 8U2 in the rev1 and rev2 boards) firmware source code is available. The ATmega16U2/8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by:

- On Rev1 boards: connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2.
- On Rev2 or later boards: there is a resistor that pulling the 8U2/16U2 HWB line to ground, making it easier to put into DFU mode.

You can then use Atmel's FLIP software ([http://www.atmel.com/dyn/products/tools\\_card.asp?tool\\_id=3886](http://www.atmel.com/dyn/products/tools_card.asp?tool_id=3886)) (Windows) or the DFU programmer (<http://dfu-programmer.sourceforge.net/>) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader). See this user-contributed tutorial (<http://www.arduino.cc/cgi-bin/yabb2/YaBB.pl?num=1285962838>) for more information.

## Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2/16U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops

long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Uno contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 10 ohm resistor from 5V to the reset line; see this forum thread (<http://www.arduino.cc/cgi-bin/yabb2/YaBB.pl?num=1213719666>) for details.

### USB Overcurrent Protection

The Arduino Uno has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

### Physical Characteristics

The maximum length and width of the Uno PCB are 2.7 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Four screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

## Anexo F

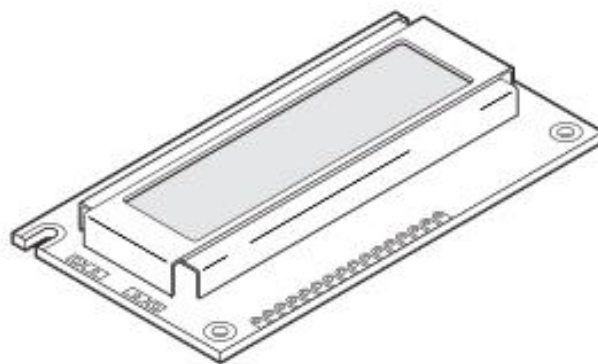
### Lcd 16X2

# ALPHANUMERIC LCD DISPLAY (16 x 2)

---

#### Order Code

LED008	16 x 2 Alphanumeric Display
FRM010	Serial LCD Firmware (optional)



#### Contents

- 1 x 16x2 Alphanumeric Display
- 1 x data booklet

#### Introduction

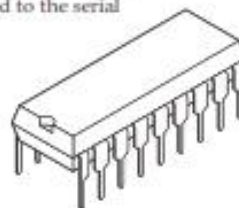
Alphanumeric displays are used in a wide range of applications, including palmtop computers, word processors, photocopiers, point of sale terminals, medical instruments, cellular phones, etc. The 16 x 2 intelligent alphanumeric dot matrix display is capable of displaying 224 different characters and symbols. A full list of the characters and symbols is printed on pages 7/8 (note these symbols can vary between brand of LCD used). This booklet provides all the technical specifications for connecting the unit, which requires a single power supply (+5V).

#### Further Information

Available as an optional extra is the Serial LCD Firmware, which allows serial control of the display. This option provides much easier connection and use of the LCD module. The firmware enables microcontrollers (and microcontroller based systems such as the PICAXE) to visually output user instructions or readings onto an LCD module. All LCD commands are transmitted serially via a single microcontroller pin. The firmware can also be connected to the serial port of a computer.

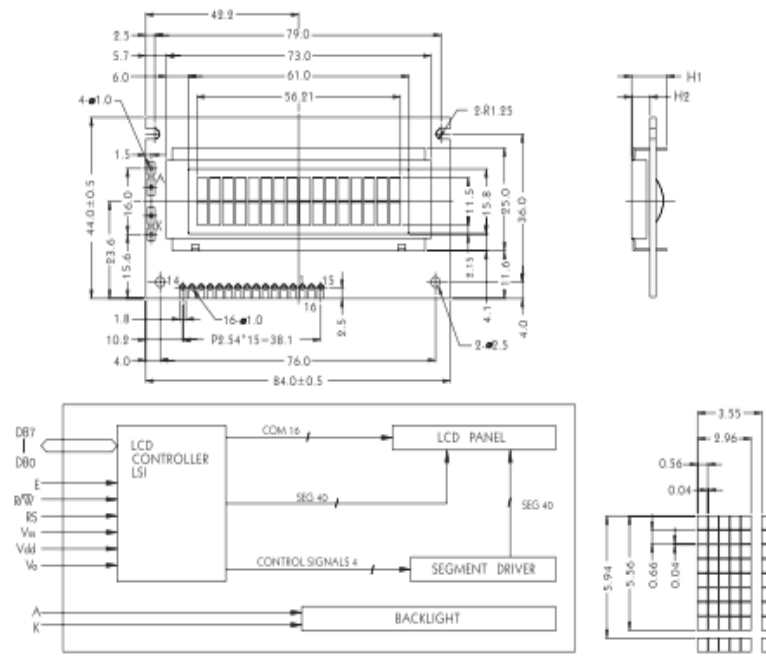
An example PICAXE instruction to print the text 'Hello' using the `serout` command is as follows:

```
serout 7,T2400, ("Hello")
```





**Outline Dimension and Block Diagram**



The tolerance unless classified  $\pm 0.3\text{mm}$

MECHANICAL SPECIFICATION			
Overall Size	84.0 * 44.0	Module	H2 / H1
View Area	61.0 * 15.8	W/O B/L	5.1 / 9.7
Dot Size	0.56 * 0.66	EL B/L	5.1 / 9.7
Dot Pitch	0.60 * 0.70	LED B/L	9.4 / 14.0

PIN ASSIGNMENT		
Pin no.	Symbol	Function
1	Vss	Power supply (GND)
2	Vdd	Power supply (+5V)
3	V0	Contrast Adjust
4	RS	Registers select signal
5	R/W	Data read/write
6	E	Enable signal
7	DB0	Data bus line
8	DB1	Data bus line
9	DB2	Data bus line
10	DB3	Data bus line
11	DB4	Data bus line
12	DB5	Data bus line
13	DB6	Data bus line
14	DB7	Data bus line
15	A	Power supply for LED B/L (+)
16	K	Power supply for LED B/L (-)

ABSOLUTE MAXIMUM RATING					
Item	Symbol	Conditions	Min.	Max.	Unit
Power Supply Voltage	Vdd-Vss	—	0	7	V
LCD Driving Supply Voltage	Vdd-Vee	—	0	13	V
Input Voltage	Vin	—	-0.3	Vdd+0.3	V
Operating Temperature	Topr	Non.	0	50	°C
Storage Temperature	Tstg	Non.	-20	+70	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Vdd = +5V, Ta = 25°C)						
Item	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Logic Supply Voltage	Vdd	—	4.5	5	5.5	V
"H" Input Voltage	Vih	—	2.2	—	—	V
"L" Input Voltage	Vil	—	—	—	0.6	V
"H" Output Voltage	VoH	—	2.4	—	—	V
"L" Output Voltage	Vol	—	—	—	0.4	V
Supply Current	Idd	—	2	—	—	mA
LCD Driving Voltage	Vco	Vdd-V0	4.3	—	4.8	V

**Electrical Characteristics**

Vdd = 5V±5%  
Vss = 0V

Item	Symbol	Condition	Standard value			Unit	Applicable terminal
			Min.	Typ.	Max.		
Power voltage	Vdd		4.5	5.00	5.5	V	Vdd
Input H-level voltage	VIH		2.2	—	Vdd	V	RS, R/W, E DB0~DB7
Input L-level voltage	VIL		-0.3	—	0.6	V	
Output H-level voltage	VOH	I <sub>OH</sub> = 0.205mA	2.4	—	—	V	DB0~DB7
Output L-level voltage	VOL	I <sub>OL</sub> = 1.2mA	—	—	0.4	V	
I/O leakage current	IIL	V <sub>in</sub> = 0~Vdd	-1	—	1.0	μA	RS, R/W, E DB0~DB7
Supply current	I <sub>dd</sub>	Vdd = 5V	2	—	—	mA	Vdd
LCD operating voltage	VLCD	Vdd-V0	3.0	—	11.0	V	V0

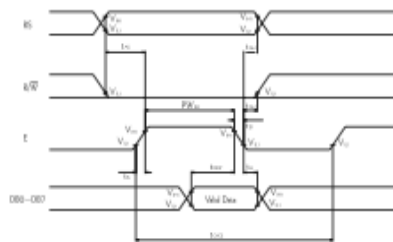
**Timing Characteristics**

Vdd = 5V±5%  
Vss = 0V

Item	Symbol	Min.	Max.	Unit
Enable cycle time	T <sub>CYCE</sub>	500	—	ns
Enable pulse width	P <sub>WEH</sub> "High" level	220	—	ns
Enable rise/fall time	T <sub>ER,TEF</sub>	—	25	ns
Set-up time	T <sub>AS</sub> RS,R/W,E	40	—	ns
Address hold time	T <sub>AH</sub>	10	—	ns
Data set-up time	T <sub>DSh</sub>	60	—	ns
Data delay time	T <sub>DDR</sub>	60	120	ns
Data hold time (writing)	T <sub>H</sub>	10	—	ns
Data hold time (reading)	T <sub>DHR</sub>	20	—	ns
Clock oscillating frequency	T <sub>OSC</sub>	270(TYP)	—	KHz

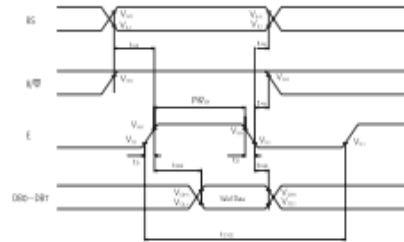
**Timing Chart**

◆ FIG.1 WRITE OPERATION



(Write Data bus MPU or MCULE)

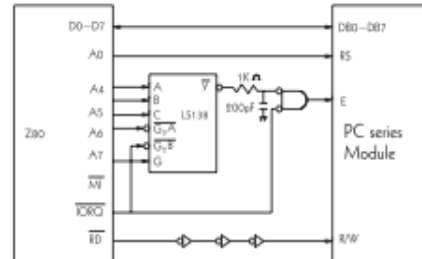
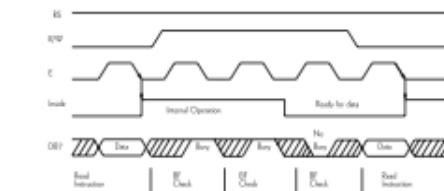
◆ FIG.2 READ OPERATION



(Read Data bus MCULE or MPU)

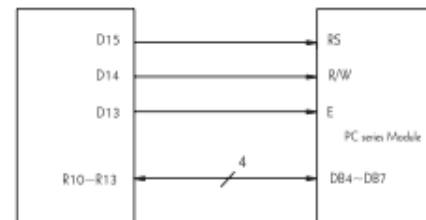
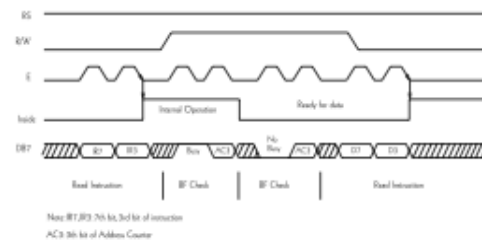
## Interface with MPU

## ◆ Example of interface with 8-bit MPU (Z80)



## ◆ Example of interface with 4-bit MPU

Interface with 4-bit MPU can be made through I/O port of 4-bit MPU. If there are enough I/O ports, data can be transferred by 8-bit, however, if there are not data transfer can be done by 4-bit in twice (select interface is 4-bit long), and timing sequence will be complicated in this case. Please take into account that 2 cycles of BF check is necessary, while 2 cycles of data transfer are also necessary.



## Features

- (1) Interface with 8-bit or 4-bit MPU is available.
- (2) 192 kind of alphabets, numerals, symbols and special characters can be displayed by built-in character generator (ROM).
- (3) Other preferred characters can be displayed by character generator (RAM).
- (4) Various functions of instruction are available by programming.
  - Clear display • Cursor at home • On / off cursor
  - Blink character • Shift display • Shift cursor
  - Read / write display data.....etc.
- (5) Compact and light weight design which can be easily assembled in devices.
- (6) Single power supply +5V drive (except for extended temp. type).
- (7) Low power consumption.
  - \*Interface between data bus line and 4-bit or 8-bit MPU is available.
  - Data transfer are made in twice in case of 4-bit MPU, and once in case of 8-bit MPU.

## ◆ If interface data is 4-bit long

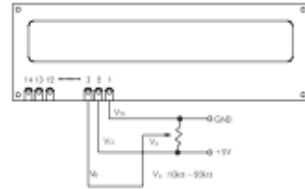
Data transfer are made through 4 bus lines from DB4 to DB7. (while the rest of 4 bus lines from DB0 to DB3 are not used.) Data transfer with MPU are completed when 4-bit data are transferred in twice. (first upper 4-bit data, then lower 4-bit data.)

## ◆ If interface data is 8-bit long

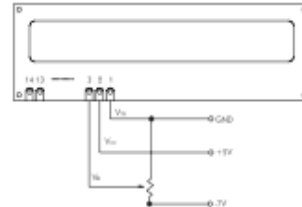
Data transfer are made through all of 8 bus lines from DB0 to DB7.

Example of Power Supply

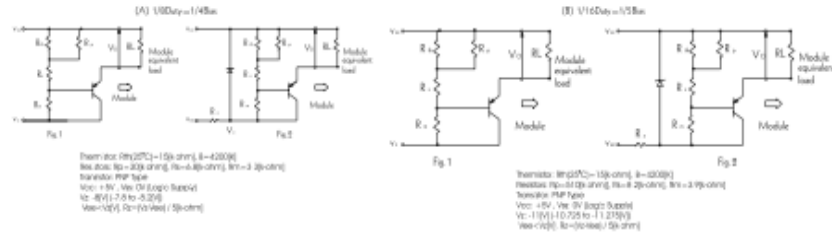
◆ Normal Temperature Type



◆ Extended Temperature Type



◆ Examples of Temperature Compensation Circuits for Extended Temp Type. (Only for reference)



Instructions

Instruction	Code										Description	Executed Time(max.)	
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0			
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears all display and returns the cursor to the home position (Address 0)	1.64μs	
Cursor At Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Returns the cursor to the home position (Address 0). Also returns the display being shifted to the original position. DD RAM contents remain unchanged.	1.64μs	
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets the cursor move direction and specifies or not to shift the display. These operations are performed during data write and read.	40μs
Display On / Off Control	0	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets ON / OFF of all display (D), cursor ON / OFF (C), and blink of cursor position character (B).	40μs
Cursor / Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Moves the cursor and shifts the display without changing DD RAM contents.	40μs	
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Sets interface data length (DL) number of display lines (L) and character font (F)	40μs	
CG RAM Address Set	0	0	0	1	ACG					Sets the CG RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	40μs		
DD RAM Address Set	0	0	1	ADD					Sets the DD RAM address. DD RAM data is sent and received after this setting.	40μs			
Busy Flag / Address Read	0	1	BF	AC					Reads Busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter counts.	0μs			
CG RAM / DD RAM Data Write	1	0	WRITE DATA					Writes data into DD RAM or CG RAM.	40μs				
CG RAM / DD RAM Data Read	1	1	READ DATA					Reads data from DD RAM or CG RAM.	40μs				
Code		Description										Executed Time (max)	
I/D = 1: Increment	DL = 0: 4-bit	DD RAM: Display Data RAM										fcp or fosc = 250KHz However, when frequency changes, execution time also changes Example if fcp or fosc is 270KHz, 70μs × 250 / 270 = 37μs	
I/D = 0: Decrement	N = 1: 2lines	CG RAM: Character Generator RAM											
S = 1: With display shift	N = 0: 1line	ACG: CG RAM Address											
S/C = 0: cursor movement	F = 1: 5×10dots	ADD: DD RAM Address Corresponds to cursor address.											
R/L = 1: Shift to the right	F = 0: 5×7dots	AC: Address Counter, used for both DD RAM and CG RAM											
R/L = 0: Shift to the left	BF = 1: Internal operation is being performed	*: Invalid											
DL = 1: 8-bit	BF = 0: Instruction acceptable												

## Anexo G

### Teclado tipo membrana 4X4



Web Site: [www.parallax.com](http://www.parallax.com)  
 Forums: [forums.parallax.com](http://forums.parallax.com)  
 Sales: [sales@parallax.com](mailto:sales@parallax.com)  
 Technical: [support@parallax.com](mailto:support@parallax.com)

Office: (916) 624-8333  
 Fax: (916) 624-8003  
 Sales: (800) 512-1024  
 Tech Support: (888) 997-5267

## 4x4 Matrix Membrane Keypad (#27899)

This 16-button keypad provides a useful human interface component for microcontroller projects. Convenient adhesive backing provides a simple way to mount the keypad in a variety of applications.

### Features

- Ultra-thin design
- Adhesive backing
- Excellent price/performance ratio
- Easy interface to any microcontroller
- Example programs provided for the BASIC Stamp 2 and Propeller P8X32A microcontrollers

### Key Specifications

- Maximum Rating: 24 VDC, 30 mA
- Interface: 8-pin access to 4x4 matrix
- Operating temperature: 32 to 122 °F (0 to 50°C)
- Dimensions:  
Keypad, 2.7 x 3.0 in (6.9 x 7.6 cm)  
Cable: 0.78 x 3.5 in (2.0 x 8.8 cm)

### Application Ideas

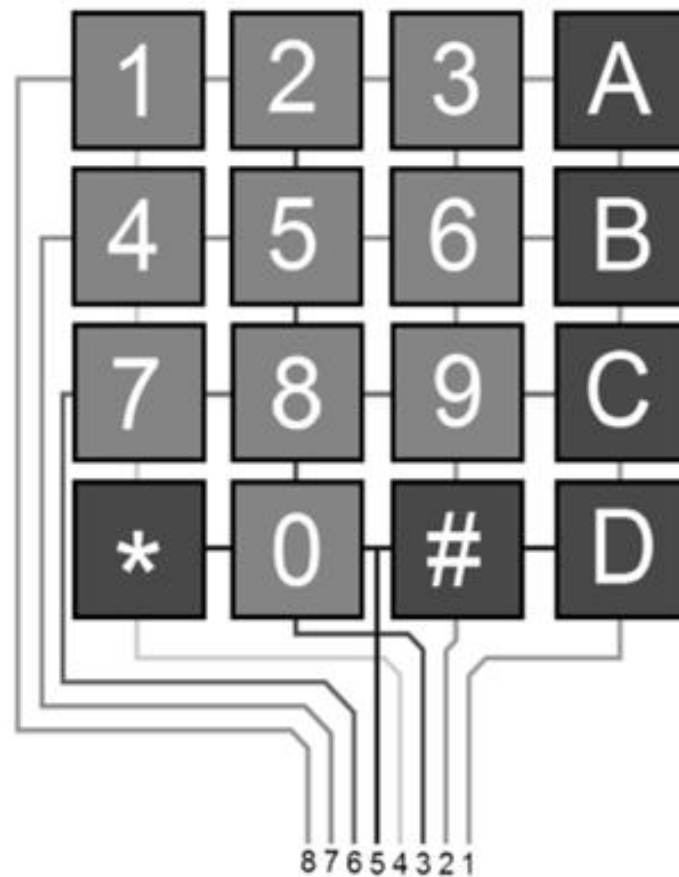
- Security systems
- Menu selection
- Data entry for embedded systems





### How it Works

Matrix keypads use a combination of four rows and four columns to provide button states to the host device, typically a microcontroller. Underneath each key is a pushbutton, with one end connected to one row, and the other end connected to one column. These connections are shown in Figure 1.



**Figure 1: Matrix Keypad Connections**

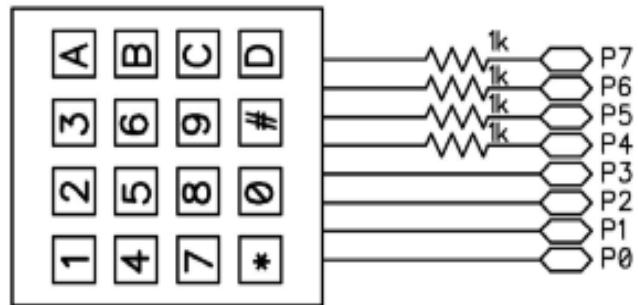
In order for the microcontroller to determine which button is pressed, it first needs to pull each of the four columns (pins 1-4) either low or high one at a time, and then poll the states of the four rows (pins 5-8). Depending on the states of the columns, the microcontroller can tell which button is pressed.

For example, say your program pulls all four columns low and then pulls the first row high. It then reads the input states of each column, and reads pin 1 high. This means that a contact has been made between column 4 and row 1, so button 'A' has been pressed.

## Connection Diagrams

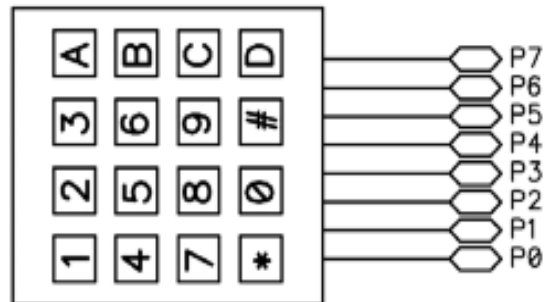
**Figure 2**

For use with the BASIC Stamp example program listed below.



**Figure 3**


For use with the Propeller P8X32A example program listed below.



## Anexo H

### Sensor de temperatura

PRELIMINARY



**DALLAS**  
SEMICONDUCTOR

www.dalsemi.com

**DS18B20**


**Programmable Resolution**  
**1-Wire® Digital Thermometer**

---

#### FEATURES

- Unique 1-Wire interface requires only one port pin for communication
- Multidrop capability simplifies distributed temperature sensing applications
- Requires no external components
- Can be powered from data line. Power supply range is 3.0V to 5.5V
- Zero standby power required
- Measures temperatures from -55°C to +125°C. Fahrenheit equivalent is -67°F to +257°F
- ±0.5°C accuracy from -10°C to +85°C
- Thermometer resolution is programmable from 9 to 12 bits
- Converts 12-bit temperature to digital word in 750 ms (max.)
- User-definable, nonvolatile temperature alarm settings
- Alarm search command identifies and addresses devices whose temperature is outside of programmed limits (temperature alarm condition)
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive system

#### PIN ASSIGNMENT




DALLAS  
DS18B20

1 2 3

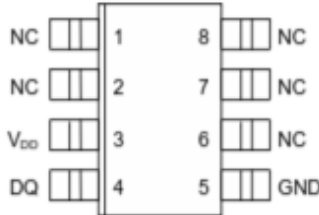
GND  
DQ  
VDD

BOTTOM VIEW



1 2 3

DS18B20 To-92  
Package



DS18B20Z  
8-Pin SOIC (150 mil)

#### PIN DESCRIPTION

GND - Ground  
DQ - Data In/Out  
V<sub>DD</sub> - Power Supply Voltage  
NC - No Connect

#### DESCRIPTION

The DS18B20 Digital Thermometer provides 9 to 12-bit (configurable) temperature readings which indicate the temperature of the device.

Information is sent to/from the DS18B20 over a 1-Wire interface, so that only one wire (and ground) needs to be connected from a central microprocessor to a DS18B20. Power for reading, writing, and performing temperature conversions can be derived from the data line itself with no need for an external power source.

Because each DS18B20 contains a unique silicon serial number, multiple DS18B20s can exist on the same 1-Wire bus. This allows for placing temperature sensors in many different places. Applications where this feature is useful include HVAC environmental controls, sensing temperatures inside buildings, equipment or machinery, and process monitoring and control.

**DETAILED PIN DESCRIPTION Table 1**

PIN 8PIN SOIC	PIN TO92	SYMBOL	DESCRIPTION
5	1	GND	Ground.
4	2	DQ	<b>Data Input/Output pin.</b> For 1-Wire operation: Open drain. (See "Parasite Power" section.)
3	3	V <sub>DD</sub>	<b>Optional V<sub>DD</sub> pin.</b> See "Parasite Power" section for details of connection. V <sub>DD</sub> must be grounded for operation in parasite power mode.

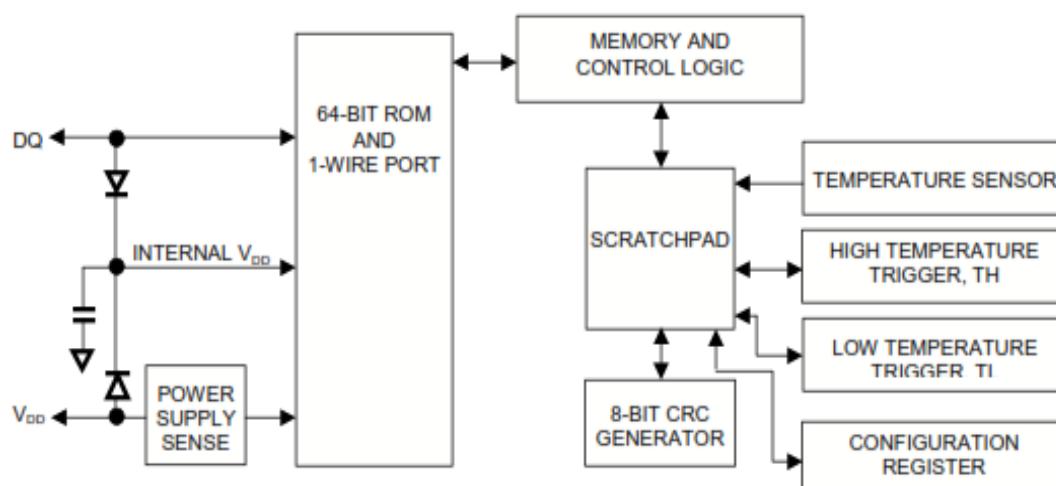
DS18B20Z (8-pin SOIC): All pins not specified in this table are not to be connected.

## OVERVIEW

The block diagram of Figure 1 shows the major components of the DS18B20. The DS18B20 has four main data components: 1) 64-bit lasered ROM, 2) temperature sensor, 3) nonvolatile temperature alarm triggers TH and TL, and 4) a configuration register. The device derives its power from the 1-Wire communication line by storing energy on an internal capacitor during periods of time when the signal line is high and continues to operate off this power source during the low times of the 1-Wire line until it returns high to replenish the parasite (capacitor) supply. As an alternative, the DS18B20 may also be powered from an external 3 volt - 5.5 volt supply.

Communication to the DS18B20 is via a 1-Wire port. With the 1-Wire port, the memory and control functions will not be available before the ROM function protocol has been established. The master must first provide one of five ROM function commands: 1) Read ROM, 2) Match ROM, 3) Search ROM, 4) Skip ROM, or 5) Alarm Search. These commands operate on the 64-bit lasered ROM portion of each device and can single out a specific device if many are present on the 1-Wire line as well as indicate to the bus master how many and what types of devices are present. After a ROM function sequence has been successfully executed, the memory and control functions are accessible and the master may then provide any one of the six memory and control function commands.

One control function command instructs the DS18B20 to perform a temperature measurement. The result of this measurement will be placed in the DS18B20's scratch-pad memory, and may be read by issuing a memory function command which reads the contents of the scratchpad memory. The temperature alarm triggers TH and TL consist of 1 byte EEPROM each. If the alarm search command is not applied to the DS18B20, these registers may be used as general purpose user memory. The scratchpad also contains a configuration byte to set the desired resolution of the temperature to digital conversion. Writing TH, TL, and the configuration byte is done using a memory function command. Read access to these registers is through the scratchpad. All data is read and written least significant bit first.

**DS18B20 BLOCK DIAGRAM** Figure 1

### PARASITE POWER

The block diagram (Figure 1) shows the parasite-powered circuitry. This circuitry “steals” power whenever the DQ or  $V_{DD}$  pins are high. DQ will provide sufficient power as long as the specified timing and voltage requirements are met (see the section titled “1-Wire Bus System”). The advantages of parasite power are twofold: 1) by parasiting off this pin, no local power source is needed for remote sensing of temperature, and 2) the ROM may be read in absence of normal power.

In order for the DS18B20 to be able to perform accurate temperature conversions, sufficient power must be provided over the DQ line when a temperature conversion is taking place. Since the operating current of the DS18B20 is up to 1.5 mA, the DQ line will not have sufficient drive due to the 5k pullup resistor. This problem is particularly acute if several DS18B20s are on the same DQ and attempting to convert simultaneously.

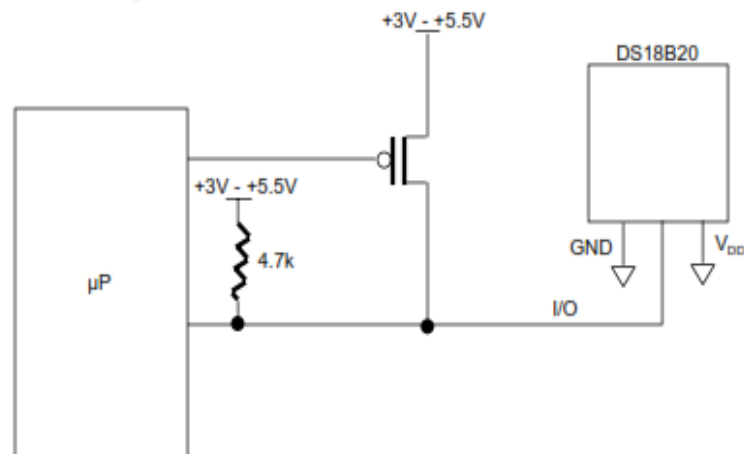
There are two ways to assure that the DS18B20 has sufficient supply current during its active conversion cycle. The first is to provide a strong pullup on the DQ line whenever temperature conversions or copies to the  $E^2$  memory are taking place. This may be accomplished by using a MOSFET to pull the DQ line directly to the power supply as shown in Figure 2. The DQ line must be switched over to the strong pullup within 10  $\mu$ s maximum after issuing any protocol that involves copying to the  $E^2$  memory or initiates temperature conversions. When using the parasite power mode, the  $V_{DD}$  pin must be tied to ground.

Another method of supplying current to the DS18B20 is through the use of an external power supply tied to the  $V_{DD}$  pin, as shown in Figure 3. The advantage to this is that the strong pullup is not required on the DQ line, and the bus master need not be tied up holding that line high during temperature conversions. This allows other data traffic on the 1-Wire bus during the conversion time. In addition, any number of DS18B20s may be placed on the 1-Wire bus, and if they all use external power, they may all simultaneously perform temperature conversions by issuing the Skip ROM command and then issuing the Convert T command. Note that as long as the external power supply is active, the GND pin may not be floating.

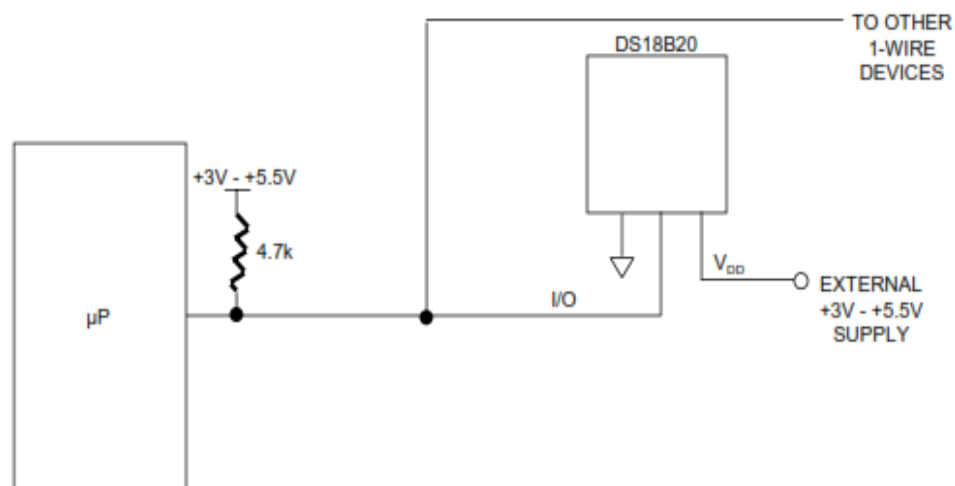
The use of parasite power is not recommended above 100°C, since it may not be able to sustain communications given the higher leakage currents the DS18B20 exhibits at these temperatures. For applications in which such temperatures are likely, it is strongly recommended that  $V_{DD}$  be applied to the DS18B20.

For situations where the bus master does not know whether the DS18B20s on the bus are parasite powered or supplied with external  $V_{DD}$ , a provision is made in the DS18B20 to signal the power supply scheme used. The bus master can determine if any DS18B20s are on the bus which require the strong pullup by sending a Skip ROM protocol, then issuing the read power supply command. After this command is issued, the master then issues read time slots. The DS18B20 will send back "0" on the 1-Wire bus if it is parasite powered; it will send back a "1" if it is powered from the  $V_{DD}$  pin. If the master receives a "0," it knows that it must supply the strong pullup on the DQ line during temperature conversions. See "Memory Command Functions" section for more detail on this command protocol.

### STRONG PULLUP FOR SUPPLYING DS18B20 DURING TEMPERATURE CONVERSION Figure 2



### USING $V_{DD}$ TO SUPPLY TEMPERATURE CONVERSION CURRENT Figure 3



### Temperature Sensor - Waterproof (DS18B20)



Description: This sealed digital temperature probe lets you precisely measure temperatures in wet environments with a simple 1-Wire interface. The DS18B20 provides 9 to 12-bit (configurable) temperature readings over a 1-Wire interface, so that only one wire (and ground) needs to be connected from a central microprocessor.

Dimensions: Probe is 7mm in diameter and roughly 26mm long. Overall length (including wire) is 6 feet.

#### Features:

- 3.0-5.5V input voltage
- Waterproof
- -55°C to+125°C temperature range
- $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  accuracy from -10°C to +85°C
- 1 Wire interface

#### Librería:

[http://milesburton.com/Main\\_Page?title=Dallas\\_Temperature\\_Control\\_Library](http://milesburton.com/Main_Page?title=Dallas_Temperature_Control_Library)

## Anexo I

### Sensor de corriente



## ACS712

### Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor with 2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

#### Features and Benefits

- Low-noise analog signal path
- Device bandwidth is set via the new FILTER pin
- 5  $\mu$ s output rise time in response to step input current
- 50 kHz bandwidth
- Total output error 1.5% at  $T_A = 25^\circ\text{C}$ , and 4% at  $-40^\circ\text{C}$  to  $85^\circ\text{C}$
- Small footprint, low-profile SOIC8 package
- 1.2 m $\Omega$  internal conductor resistance
- 2.1 kV<sub>RMS</sub> minimum isolation voltage from pins 1-4 to pins 5-8
- 5.0 V, single supply operation
- 66 to 185 mV/A output sensitivity
- Output voltage proportional to AC or DC currents
- Factory-trimmed for accuracy
- Extremely stable output offset voltage
- Nearly zero magnetic hysteresis
- Ratiometric output from supply voltage

#### Package: 8 pin SOIC (suffix LC)



Approximate Scale 1:1 

#### Description

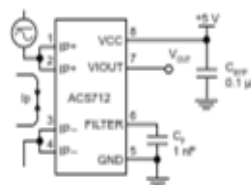
The Allegro® ACS712 provides economical and precise solutions for AC or DC current sensing in industrial, automotive, commercial, and communications systems. The device package allows for easy implementation by the customer. Typical applications include motor control, load detection and management, switched-mode power supplies, and overcurrent fault protection.

The device consists of a precise, low-offset, linear Hall sensor circuit with a copper conduction path located near the surface of the die. Applied current flowing through this copper conduction path generates a magnetic field which is sensed by the integrated Hall IC and converted into a proportional voltage. Device accuracy is optimized through the close proximity of the magnetic signal to the Hall transducer. A precise, proportional voltage is provided by the low-offset, chopper-stabilized BiCMOS Hall IC, which is programmed for accuracy after packaging.

The output of the device has a positive slope ( $>V_{IOUT(I)}$ ) when an increasing current flows through the primary copper conduction path (from pins 1 and 2, to pins 3 and 4), which is the path used for current sensing. The internal resistance of this conductive path is 1.2 m $\Omega$  typical, providing low power

*Continued on the next page...*

#### Typical Application



Application 1. The ACS712 outputs an analog signal,  $V_{OUT}$ , that varies linearly with the uni- or bi-directional AC or DC primary sensed current,  $I_p$ , within the range specified.  $C_f$  is recommended for noise management, with values that depend on the application.



**ACS712****Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor with  
2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor****Description (continued)**

loss. The thickness of the copper conductor allows survival of the device at up to 5× overcurrent conditions. The terminals of the conductive path are electrically isolated from the sensor leads (pins 5 through 8). This allows the ACS712 current sensor to be used in applications requiring electrical isolation without the use of opto-isolators or other costly isolation techniques.

The ACS712 is provided in a small, surface mount SOIC8 package. The leadframe is plated with 100% matte tin, which is compatible with standard lead (Pb) free printed circuit board assembly processes. Internally, the device is Pb-free, except for flip-chip high-temperature Pb-based solder balls, currently exempt from RoHS. The device is fully calibrated prior to shipment from the factory.

**Selection Guide**

Part Number	Packing*	T <sub>OP</sub> (°C)	Optimized Range, I <sub>P</sub> (A)	Sensitivity, Sens (Typ) (mV/A)
ACS712ELCTR-05B-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±5	185
ACS712ELCTR-20A-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±20	100
ACS712ELCTR-30A-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±30	66

\*Contact Allegro for additional packing options.

**Absolute Maximum Ratings**

Characteristic	Symbol	Notes	Rating	Units
Supply Voltage	V <sub>CC</sub>		5	V
Reverse Supply Voltage	V <sub>RCC</sub>		-0.1	V
Output Voltage	V <sub>ICUT</sub>		5	V
Reverse Output Voltage	V <sub>RIOUT</sub>		-0.1	V
Output Current Source	I <sub>OUT(SOURCE)</sub>		3	mA
Output Current Sink	I <sub>OUT(SINK)</sub>		10	mA
Overcurrent Transient Tolerance	I <sub>P</sub>	100 total pulses, 250 ms duration each, applied at a rate of 1 pulse every 100 seconds.	60	A
Maximum Transient Sensed Current	I <sub>R(max)</sub>	Junction Temperature, T <sub>J</sub> < T <sub>J(max)</sub>	60	A
Nominal Operating Ambient Temperature	T <sub>A</sub>	Range E	-40 to 85	°C
Maximum Junction	T <sub>J(max)</sub>		165	°C
Storage Temperature	T <sub>stg</sub>		-65 to 170	°C

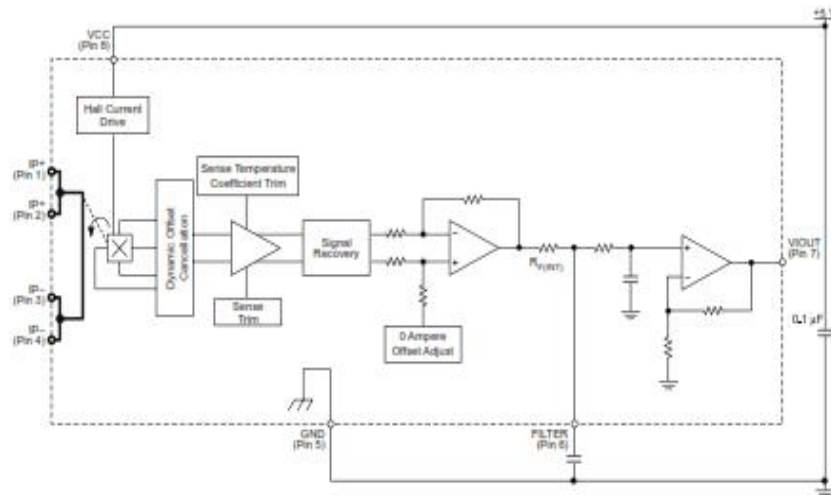
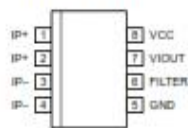


TUV America  
Certificate Number:  
UBV 06 05 54214 010

Parameter	Specification
Fire and Electric Shock	CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1-03 UL 60950-1:2003 EN 60950-1:2001

**ACS712**

*Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor with  
2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*

**Functional Block Diagram****Pin-out Diagram****Terminal List Table**

Number	Name	Description
1 and 2	IP+	Terminals for current being sensed; fused internally
3 and 4	IP-	Terminals for current being sensed; fused internally
5	GND	Signal ground terminal
6	FILTER	Terminal for external capacitor that sets bandwidth
7	VOUT	Analog output signal
8	VCC	Device power supply terminal

# ACS712

## Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor with 2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

**COMMON OPERATING CHARACTERISTICS<sup>1</sup>** over full range of  $T_{CP}$ ,  $C_F = 1$  nF, and  $V_{CC} = 5$  V, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
<b>ELECTRICAL CHARACTERISTICS</b>						
Supply Voltage	$V_{CC}$		4.5	5.0	5.5	V
Supply Current	$I_{CC}$	$V_{CC} = 5.0$ V, output open	6	6	11	mA
Output Zener Clamp Voltage	$V_Z$	$I_{CC} = 11$ mA, $T_A = 25^\circ\text{C}$	6	6.3	–	V
Output Resistance	$R_{IOUT}$	$I_{IOUT} = 1.2$ mA, $T_A = 25^\circ\text{C}$	–	1	2	$\Omega$
Output Capacitance Load	$C_{LOAD}$	VIOUT to GND	–	–	10	nF
Output Resistive Load	$R_{LOAD}$	VIOUT to GND	4.7	–	–	k $\Omega$
Primary Conductor Resistance	$R_{PRIMARY}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	–	1.2	–	m $\Omega$
RMS Isolation Voltage	$V_{ISORMS}$	Pins 1-4 and 5-8; 60 Hz, 1 minute, $T_A = 25^\circ\text{C}$	2100	–	–	V
DC Isolation Voltage	$V_{ISODC}$	Pins 1-4 and 5-8; 1 minute, $T_A = 25^\circ\text{C}$	–	5000	–	V
Propagation Time	$t_{PROP}$	$I_p = I_p(\text{max})$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $C_{OUT} = \text{open}$	–	3	–	$\mu\text{s}$
Response Time	$t_{RESPONSE}$	$I_p = I_p(\text{max})$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $C_{OUT} = \text{open}$	–	7	–	$\mu\text{s}$
Rise Time	$t_r$	$I_p = I_p(\text{max})$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $C_{OUT} = \text{open}$	–	5	–	$\mu\text{s}$
Frequency Bandwidth	$f$	–3 dB, $T_A = 25^\circ\text{C}$ ; $I_p$ is 10 A peak-to-peak	50	–	–	kHz
Nonlinearity	$E_{LIN}$	Over full range of $I_p$	–	$\pm 1$	$\pm 1.5$	%
Symmetry	$E_{SYM}$	Over full range of $I_p$	98	100	102	%
Zero Current Output Voltage	$V_{IOUT(0)}$	Bidirectional; $I_p = 0$ A, $T_A = 25^\circ\text{C}$	–	$V_{CC} \times 0.5$	–	V
Magnetic Offset Error	$V_{ERROR}$	$I_p = 0$ A, after excursion of 5 A	–	0	–	mV
Clamping Voltage	$V_{CH}$		Typ. –110	$V_{CC} \times 0.9375$	Typ. +110	mV
	$V_{CL}$		Typ. –110	$V_{CC} \times 0.0625$	Typ. +110	mV
Power-On Time	$t_{PO}$	Output reaches 90% of steady-state level, $T_J = 25^\circ\text{C}$ , 20 A present on leadframe	–	35	–	$\mu\text{s}$
Magnetic Coupling <sup>2</sup>			–	12	–	G/A
Internal Filter Resistance <sup>3</sup>	$R_{F(INT)}$			1.7		k $\Omega$

<sup>1</sup>Device may be operated at higher primary current levels,  $I_p$ , and ambient,  $T_A$ , and internal leadframe temperatures,  $T_{CP}$ , provided that the Maximum Junction Temperature,  $T_J(\text{max})$ , is not exceeded.

<sup>2</sup>1G = 0.1 mT.

<sup>3</sup> $R_{F(INT)}$  forms an RC circuit via the FILTER pin.

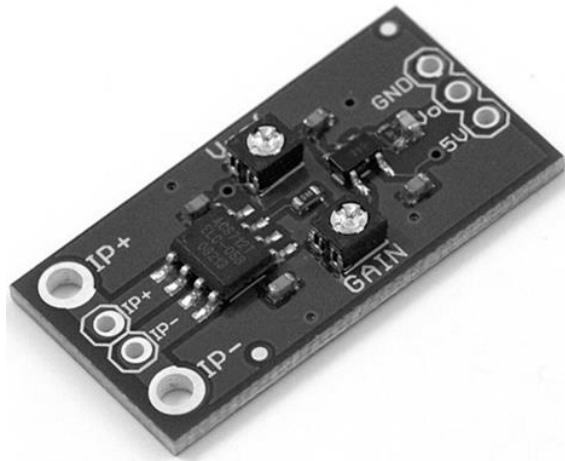
### COMMON THERMAL CHARACTERISTICS<sup>1</sup>

			Min.	Typ.	Max.	Units
Operating Internal Leadframe Temperature	$T_{CP}$	E range	–40	–	85	$^\circ\text{C}$
					Value	Units
Junction-to-Lead Thermal Resistance <sup>2</sup>	$R_{\theta JL}$	Mounted on the Allegro A5EK 712 evaluation board			5	$^\circ\text{C}/\text{W}$
Junction-to-Ambient Thermal Resistance	$R_{\theta JA}$	Mounted on the Allegro 85-0322 evaluation board, includes the power consumed by the board			23	$^\circ\text{C}/\text{W}$

<sup>1</sup>Additional thermal information is available on the Allegro website.

<sup>2</sup>The Allegro evaluation board has 1500 mm<sup>2</sup> of 2 oz. copper on each side, connected to pins 1 and 2, and to pins 3 and 4, with thermal vias connecting the layers. Performance values include the power consumed by the PCB. Further details on the board are available from the Frequently Asked Questions document on our website. Further information about board design and thermal performance also can be found in the Applications Information section of this datasheet.

### SparkFun Low Current Sensor Breakout - ACS712



Description: This current sensor gives precise current measurement for both AC and DC signals. These are good sensors for metering and measuring overall power consumption of systems. The ACS712 current sensor measures up to 5A of DC or AC current. We added an opamp gain stage for more sensitive current measurements. By adjusting the gain (from 4.27 to 47) you can measure very small currents.

The ACS712 Low Current Sensor Breakout outputs an analog voltage that varies linearly with sensed current. To calibrate, first set the output offset to the desired level (with zero current on the sense lines, read output with a DVM). Then with a known current input (a 100mA limited supply works well for this), set the output deflection with the gain pot. Sensitivity is then calculated as  $(V_{ref} - V_{deflect}) / (\text{current input})$ .

The bandwidth on the ACS712 Low Current Sensor Breakout has been set to 34Hz to reduce noise when using at high gains. The full 80KHz bandwidth that the

sensor is capable of can be recovered by removing C1. See schematic for more details.

Para el acondicionamiento de la señal lo siguiente:

b) Medición de la corriente AC promedio mediante el muestreo del voltaje de la componente AC que entrega el sensor con muestras  $n = [100, 500, 1000]$ , finalmente al suponer un voltaje *rms* de 117 V se calcula la potencia aparente.

$$V_{pp} = \pi V_{avr} \quad \dots(8)$$

De (2) y (8) obtenemos:

$$\pi V_{avr} = 2\sqrt{2}V_{rms} \quad \dots(9)$$

De aquí que:

$$V_{rms} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} V_{avr} = 1.1107 * V_{avr} \quad \dots(10)$$

Si además se supone un factor de potencia cercano a la unidad (si pensamos que el circuito será aplicado en aparatos de consumo domésticos) se puede inferir de (10) que:

$$I_{rms} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} I_{avr} = 1.1107 * I_{avr} \quad \dots(11)$$

Para medir la corriente instantánea se usa la siguiente expresión, ya que tenemos un ADC con resolución de 10 bits, voltaje de referencia de 5 volts y sensibilidad de 185 mV:

$$I_{inst} = \frac{V_{ref}}{2^n - 1} * \frac{1}{sensibilidad} (ADC_{muestra} - 512) = \frac{5 * 5.4054}{1023} (ADC_{muestra} - 512) = 0.0264 (ADC_{muestra} - 512) \dots(12)$$

El código en Arduino para este caso es el siguiente, muestra lecturas de Irms y S en una terminal serial:


```
int nMuestras = 100; //número de muestras n = [100, 500, 1000]
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  float Irms, inst_current, av_current = 0;
  for(int i=0; i<nMuestras; i++)
  {
    inst_current = 0.0254*(analogRead(0) - 512);
    if(inst_current < 0) inst_current = -inst_current; //rectificación de la componente de AC
    av_current = av_current + inst_current / float(nMuestras); //voltaje promedio de AC rectificad
  }
  Irms = 1.1107 * av_current;
  Serial.print("Irms = ");
  Serial.print(Irms);
  Serial.println(" [A]");
  Serial.print("S = ");
  Serial.print(117*Irms); //Suponiendo Vrms = 117 [V]
  Serial.println(" [VA]");
  Serial.println();
  delay(200);
}
```

Punto Flotante S.A. (Meléndez Reyes, 2015) Recuperado de:  
<http://www.puntoflotante.net/Reporte%201%20del%20proyecto%20con%20sensor%20ACS712.pdf>

## **Anexo J**

### **Relay**

# SONGLE RELAY

	RELAY ISO9002	<b>SRD</b>
---	---------------	------------



## 1. MAIN FEATURES

- Switching capacity available by 10A in spite of small size design for high density P.C. board mounting technique.
- UL,CUL,TUV recognized.
- Selection of plastic material for high temperature and better chemical solution performance.
- Sealed types available.
- Simple relay magnetic circuit to meet low cost of mass production.

## 2. APPLICATIONS

- Domestic appliance, office machine, audio, equipment, automobile, etc.  
( Remote control TV receiver, monitor display, audio equipment high rushing current use application.)

## 3. ORDERING INFORMATION

SRD	XX VDC	S	L	C
Model of relay	Nominal coil voltage	Structure	Coil sensitivity	Contact form
SRD	03, 05, 06, 09, 12, 24, 48VDC	S:Sealed type	L:0.36W	A:1 form A
		F:Flux free type	D:0.45W	B:1 form B C:1 form C

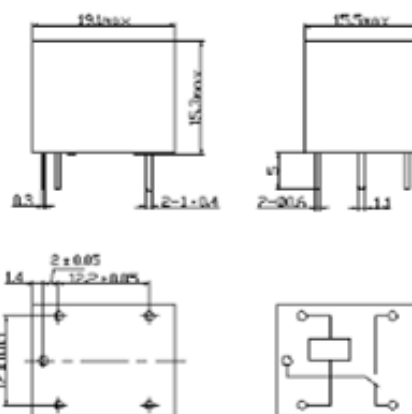
## 4. RATING

CCC	FILE NUMBER:CH0052885-2000	7A/240VDC
CCC	FILE NUMBER:CH0036746-99	10A/250VDC
UL /CUL	FILE NUMBER: E167996	10A/125VAC 28VDC
TUV	FILE NUMBER: R9933789	10A/240VAC 28VDC

## 5. DIMENSION (unit:mm)

## DRILLING (unit:mm)

## WIRING DIAGRAM



**6. COIL DATA CHART (AT20°C)**

Coil Sensitivity	Coil Voltage Code	Nominal Voltage (VDC)	Nominal Current (mA)	Coil Resistance (Ω) ±10%	Power Consumption (W)	Pull-In Voltage (VDC)	Drop-Out Voltage (VDC)	Max-Allowable Voltage (VDC)
SRD (High Sensitivity)	03	03	120	25	abt. 0.36W	75%Max.	10% Min.	120%
	05	05	71.4	70				
	06	06	60	100				
	09	09	40	225				
	12	12	30	400				
	24	24	15	1600				
SRD (Standard)	03	03	150	20	abt. 0.45W	75% Max.	10% Min.	110%
	05	05	89.3	55				
	06	06	75	80				
	09	09	50	180				
	12	12	37.5	320				
	24	24	18.7	1280				
	48	48	10	4500	abt. 0.51W			

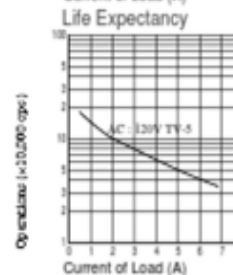
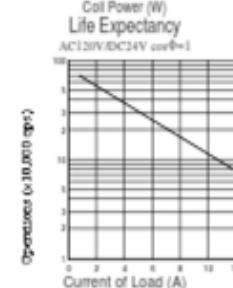
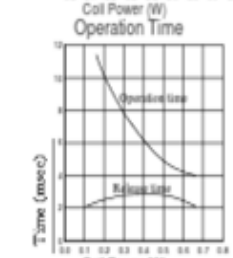
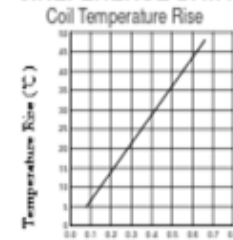
**7. CONTACT RATING**

Item	Type	SRD	
		FORM C	FORM A
Contact Capacity		7A 28VDC	10A 28VDC
Resistive Load (cosΦ=1)		10A 125VAC	10A 240VAC
		7A 240VAC	
Inductive Load (cosΦ=0.4 L/R=7msec)		3A 120VAC	5A 120VAC
		3A 28VDC	5A 28VDC
Max. Allowable Voltage		250VAC/110VDC	250VAC/110VDC
Max. Allowable Power Force		800VAC/240W	1200VA/300W
Contact Material		AgCdO	AgCdO

**8. PERFORMANCE (at initial value)**

Item	Type	SRD
Contact Resistance		100mΩ Max.
Operation Time		10msec Max.
Release Time		5msec Max.
Dielectric Strength	Between coil & contact	1500VAC 50/60HZ (1 minute)
	Between contacts	1000VAC 50/60HZ (1 minute)
Insulation Resistance		100 MΩ Min. (500VDC)
Max. ON/OFF Switching	Mechanically	300 operation/min
	Electrically	30 operation/min
Ambient Temperature		-25°C to +70°C
Operating Humidity		45 to 85% RH
Vibration	Endurance	10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
	Error Operation	10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Shock	Endurance	100G Min.
	Error Operation	10G Min.
Life Expectancy	Mechanically	10 <sup>7</sup> operations. Min. (no load)
	Electrically	10 <sup>5</sup> operations. Min. (at rated coil voltage)
Weight		abt. 10grs.

**9. REFERENCE DATA**





# Triac

Philips Semiconductors

Product specification

Triacs

BT136 series

## GENERAL DESCRIPTION

Passivated triacs in a plastic envelope, intended for use in applications requiring high bidirectional transient and blocking voltage capability and high thermal cycling performance. Typical applications include motor control, industrial and domestic lighting, heating and static switching.

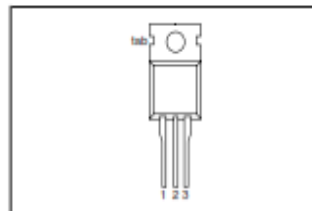
## QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	MAX.	UNIT
		<b>BT136- BT136-</b>	
$V_{DRM}$	Repetitive peak off-state voltages	600 600F	V
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current	4	A
$I_{TSM}$	Non-repetitive peak on-state current	25	A

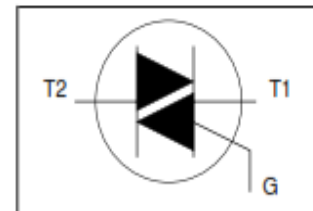
## PINNING - TO220AB

PIN	DESCRIPTION
1	main terminal 1
2	main terminal 2
3	gate
tab	main terminal 2

## PIN CONFIGURATION



## SYMBOL



## LIMITING VALUES

Limiting values in accordance with the Absolute Maximum System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
$V_{DRM}$	Repetitive peak off-state voltages		-	600'	V
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current	full sine wave; $T_{mb} \leq 107^\circ\text{C}$	-	4	A
$I_{TSM}$	Non-repetitive peak on-state current	full sine wave; $T_j = 25^\circ\text{C}$ prior to surge	-	25	A
		$t = 20\text{ ms}$	-	27	A
$I^2t$	$I^2t$ for fusing	$t = 10\text{ ms}$	-	3.1	$\text{A}^2\text{s}$
$di_o/dt$	Repetitive rate of rise of on-state current after triggering	$I_{TM} = 6\text{ A}$ ; $I_G = 0.2\text{ A}$ ; $di_o/dt = 0.2\text{ A}/\mu\text{s}$	-		
		T2+ G+	-	50	$\text{A}/\mu\text{s}$
		T2+ G-	-	50	$\text{A}/\mu\text{s}$
		T2- G-	-	50	$\text{A}/\mu\text{s}$
		T2- G+	-	10	$\text{A}/\mu\text{s}$
$I_{GM}$	Peak gate current		-	2	A
$V_{GM}$	Peak gate voltage		-	5	V
$P_{GM}$	Peak gate power		-	5	W
$P_{GM(AV)}$	Average gate power	over any 20 ms period	-	0.5	W
$T_{stg}$	Storage temperature		-40	150	$^\circ\text{C}$
$T_j$	Operating junction temperature		-	125	$^\circ\text{C}$

## Triacs

## BT136 series

## THERMAL RESISTANCES

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
$R_{th,mb}$	Thermal resistance junction to mounting base	full cycle	-	-	3.0	K/W
$R_{th,ja}$	Thermal resistance junction to ambient	half cycle in free air	-	60	3.7	K/W

## STATIC CHARACTERISTICS

$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$  unless otherwise stated

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	
$I_{GT}$	Gate trigger current	<b>BT136-</b> $V_D = 12\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A}$ T2+ G+ T2+ G- T2- G- T2- G+	-	5 8 11 30	35 35 35 70	25 25 25 70	mA mA mA mA
$I_L$	Latching current	$V_D = 12\text{ V}; I_{GT} = 0.1\text{ A}$ T2+ G+ T2+ G- T2- G- T2- G+	-	7 16 5 7	20 30 20 30	20 30 20 30	mA mA mA mA
$I_H$	Holding current	$V_D = 12\text{ V}; I_{GT} = 0.1\text{ A}$	-	5	15	15	mA
$V_T$	On-state voltage	$I_T = 5\text{ A}$	-	1.4	1.70		V
$V_{GT}$	Gate trigger voltage	$V_D = 12\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A}$ $V_D = 400\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A};$ $T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$	0.25	0.7 0.4	1.5 -		V V
$I_D$	Off-state leakage current	$V_D = V_{DRM(max)}$ $T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$	-	0.1	0.5		mA

## DYNAMIC CHARACTERISTICS

$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$  unless otherwise stated

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	
$dV_{GT}/dt$	Critical rate of rise of off-state voltage	<b>BT136-</b> $V_{DM} = 67\% V_{DRM(max)}$ $T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$ ; exponential waveform; gate open circuit	100	50	250	-	V/ $\mu\text{s}$
$dV_{comm}/dt$	Critical rate of change of commutating voltage	$V_{DM} = 400\text{ V}; T_j = 95\text{ }^\circ\text{C};$ $I_T(peak) = 4\text{ A};$ $dI_{comm}/dt = 1.8\text{ A/ms}$ ; gate open circuit	-	-	50	-	V/ $\mu\text{s}$
$t_{gt}$	Gate controlled turn-on time	$I_{TM} = 6\text{ A}; V_D = V_{DRM(max)}$ $I_G = 0.1\text{ A}; dI_G/dt = 5\text{ A}/\mu\text{s}$	-	-	2	-	$\mu\text{s}$

## Anexo L

## Moc3010

**MOTOROLA**  
**SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA**

 Order this document  
 by MOC3010/D


## 6-Pin DIP Random-Phase Optoisolators Triac Driver Output (250 Volts Peak)

The MOC3010 Series consists of gallium arsenide infrared emitting diodes, optically coupled to silicon bilateral switch and are designed for applications requiring isolated triac triggering, low-current isolated ac switching, high electrical isolation (to 7500 Vac peak), high detector standoff voltage, small size, and low cost.

- *To order devices that are tested and marked per VDE 0884 requirements, the suffix "V" must be included at end of part number. VDE 0884 is a test option.*

**Recommended for 115 Vac(rms) Applications:**

- Solenoid/Valve Controls
- Lamp Ballasts
- Interfacing Microprocessors to 115 Vac Peripherals
- Motor Controls
- Static ac Power Switch
- Solid State Relays
- Incandescent Lamp Dimmers

**MAXIMUM RATINGS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
<b>INFRARED EMITTING DIODE</b>			
Reverse Voltage	$V_R$	3	Volts
Forward Current — Continuous	$I_F$	60	mA
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Negligible Power in Transistor Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	100 1.33	mW mW/°C
<b>OUTPUT DRIVER</b>			
Off-State Output Terminal Voltage	$V_{DRM}$	250	Volts
Peak Repetitive Surge Current ( $PW = 1 \text{ ms}$ , 120 pps)	$I_{TSM}$	1	A
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	300 4	mW mW/°C

**TOTAL DEVICE**

Isolation Surge Voltage <sup>(1)</sup> (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 Second Duration)	$V_{ISO}$	7500	Vac(pk)
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	330 4.4	mW mW/°C
Junction Temperature Range	$T_J$	-40 to +100	°C
Ambient Operating Temperature Range <sup>(2)</sup>	$T_A$	-40 to +85	°C
Storage Temperature Range <sup>(2)</sup>	$T_{stg}$	-40 to +150	°C
Soldering Temperature (10 s)	$T_L$	260	°C

1. Isolation surge voltage,  $V_{ISO}$ , is an internal device dielectric breakdown rating.

For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

2. Refer to Quality and Reliability Section in Opto Data Book for information on test conditions.

Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value.

GlobalOptoisolator is a trademark of Motorola, Inc.

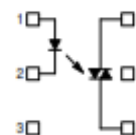
(Replaces MOC3009/D)

**MOC3010**  
[IFT = 15 mA Max]  
**MOC3011**  
[IFT = 10 mA Max]  
**MOC3012\***  
[IFT = 5 mA Max]

\*Motorola Preferred Device

**STYLE 6 PLASTIC**


STANDARD THRU HOLE  
CASE 730A-04

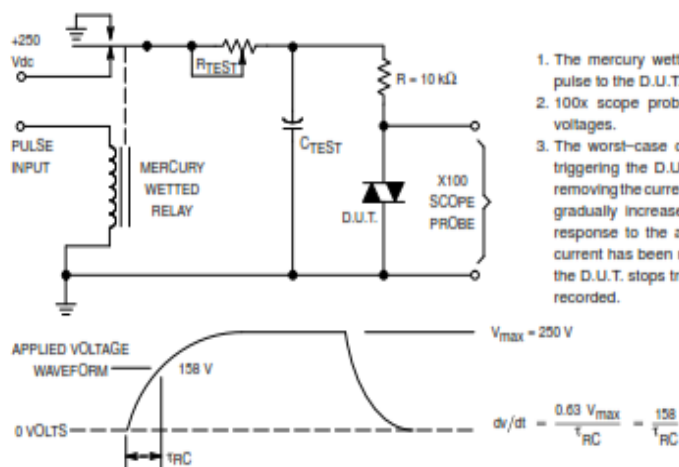
**COUPLER SCHEMATIC**


1. ANODE
2. CATHODE
3. NC
4. MAIN TERMINAL
5. SUBSTRATE  
DO NOT CONNECT
6. MAIN TERMINAL

**MOC3010 MOC3011 MOC3012****ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
<b>INPUT LED</b>					
Reverse Leakage Current ( $V_R = 3\text{ V}$ )	$I_R$	—	0.05	100	$\mu\text{A}$
Forward Voltage ( $I_F = 10\text{ mA}$ )	$V_F$	—	1.15	1.5	Volts
<b>OUTPUT DETECTOR</b> ( $I_F = 0$ unless otherwise noted)					
Peak Blocking Current, Either Direction (Rated $V_{DRM}^{(1)}$ )	$I_{DRM}$	—	10	100	nA
Peak On-State Voltage, Either Direction ( $I_{TM} = 100\text{ mA Peak}$ )	$V_{TM}$	—	1.8	3	Volts
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage (Figure 7, Note 2)	$dv/dt$	—	10	—	$\text{V}/\mu\text{s}$
<b>COUPLED</b>					
LED Trigger Current, Current Required to Latch Output (Main Terminal Voltage = 3 V <sup>(3)</sup> )	$I_{FT}$	—	8	15	mA
MOC3010	—	—	5	10	
MOC3011	—	—	3	5	
Holding Current, Either Direction	$I_H$	—	100	—	$\mu\text{A}$

1. Test voltage must be applied within  $dv/dt$  rating.
2. This is static  $dv/dt$ . See Figure 7 for test circuit. Commutating  $dv/dt$  is a function of the load-driving thyristor(s) only.
3. All devices are guaranteed to trigger at an  $I_F$  value less than or equal to max  $I_{FT}$ . Therefore, recommended operating  $I_F$  lies between max  $I_{FT}$  (15 mA for MOC3010, 10 mA for MOC3011, 5 mA for MOC3012) and absolute max  $I_F$  (60 mA).

Figure 6. Static  $dv/dt$  Test Circuit

**MOC3010 MOC3011 MOC3012****TYPICAL APPLICATION CIRCUITS**

NOTE: This optoisolator should not be used to drive a load directly. It is intended to be a trigger device only. Additional information on the use of the MOC3010/3011/3012 is available in Application Note AN-780A.

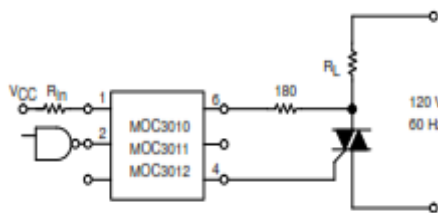


Figure 7. Resistive Load

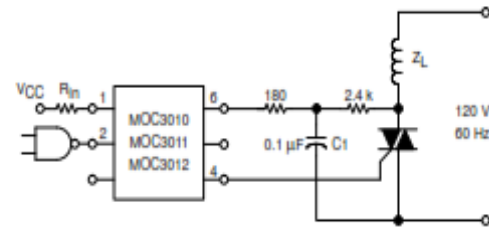


Figure 8. Inductive Load with Sensitive Gate Triac  
( $I_{GT} \leq 15 \text{ mA}$ )

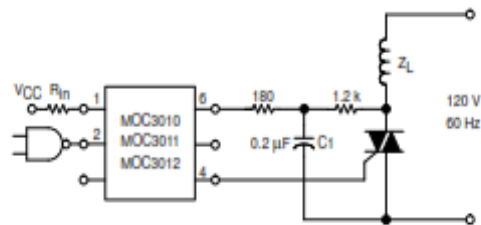


Figure 9. Inductive Load with Non-Sensitive Gate Triac  
( $15 \text{ mA} < I_{GT} < 50 \text{ mA}$ )

## Anexo M

## Calibres AWG

Número AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Número espiras por cm.	Kg. por Km.	Resistencia (Ω/Km.)	Capacidad (A)
0000	11,86	107,2			0,158	319
000	10,40	85,3			0,197	240
00	9,226	67,43			0,252	190
0	8,252	53,48			0,317	150
1	7,348	42,41		375	1,40	120
2	6,544	33,63		295	1,50	96
3	5,827	26,67		237	1,63	78
4	5,189	21,15		188	0,80	60
5	4,621	16,77		149	1,01	48
6	4,115	13,30		118	1,27	38
7	3,665	10,55		94	1,70	30
8	3,264	8,36		74	2,03	24
9	2,906	6,63		58,9	2,56	19
10	2,588	5,26		46,8	3,23	15
11	2,305	4,17		32,1	4,07	12
12	2,053	3,31		29,4	5,13	9,5
13	1,828	2,63		23,3	6,49	7,5
14	1,628	2,08	5,6	18,5	8,17	6,0
15	1,450	1,65	6,4	14,7	10,3	4,8
16	1,291	1,31	7,2	11,6	12,9	3,7
17	1,150	1,04	8,4	9,26	16,34	3,2
18	1,024	0,82	9,2	7,3	20,73	2,5
19	0,9116	0,65	10,2	5,79	26,15	2,0
20	0,8118	0,52	11,6	4,61	32,69	1,6
21	0,7230	0,41	12,8	3,64	41,46	1,2
22	0,6438	0,33	14,4	2,89	51,5	0,92
23	0,5733	0,26	16,0	2,29	66,4	0,73
24	0,5106	0,20	18,0	1,82	85,0	0,58
25	0,4547	0,16	20,0	1,44	106,2	0,46
26	0,4049	0,13	22,8	1,14	130,7	0,37
27	0,3606	0,10	25,6	0,91	170,0	0,29
28	0,3211	0,08	28,4	0,72	212,5	0,23
29	0,2859	0,064	32,4	0,57	265,6	0,18
30	0,2546	0,051	35,6	0,45	333,3	0,15
31	0,2268	0,040	39,8	0,36	425,0	0,11
32	0,2019	0,032	44,5	0,28	531,2	0,09
33	0,1798	0,0254	50,0	0,23	669,3	0,072
34	0,1601	0,0201	56,0	0,18	845,8	0,057
35	0,1426	0,0159	62,3	0,14	1069,0	0,045
36	0,1270	0,0127	69,0	0,10	1338,0	0,036
37	0,1131	0,0100	78,0	0,089	1700,0	0,028
38	0,1007	0,0079	82,3	0,070	2152,0	0,022
39	0,0897	0,0063	97,5	0,056	2696,0	0,017
40	0,0799	0,0050	111,0	0,044	3400,0	0,014
41	0,0711	0,0040	126,8	0,035	4250,0	0,011
42	0,0633	0,0032	138,9	0,028	5312,0	0,009
43	0,0564	0,0025	156,4	0,022	6800,0	0,007
44	0,0503	0,0020	169,7	0,018	8500,0	0,005

## Anexo N

### Poliuretano

#### PUR-FLEX 4305

#### Espuma de poliuretano flexible

Sistema de dos componentes para la fabricación de espuma flexible de poliuretano de celdas cerradas modificada, especialmente formulada para el moldeo de piezas para efectos especiales, esculturas flexibles o la industria automotriz (asientos, respaldos, apoyabrazos y cabeza).

Su principal característica es su buen espumado, pudiendo controlar la densidad del mismo de acuerdo a la necesidad de cada usuario.

##### ¿Para qué se usa?

**Repleno y copiado:** Para relleno de esculturas, cuando se necesiten crear objetos livianos y recubrir con materiales flexibles como látex o caucho de siliconas. Ideal para su uso en efectos especiales, escenografía, paleoarte y esculturas.

##### ¿Cómo lo preparo?

- PUR-FLEX 4305 A (poliol): 100 partes en peso
- PUR-FLEX 4305 B (isocianato): 50 partes en peso

El Componente A debe ser homogeneizado por agitación previamente y el Componente B no debe contener cristales.

Mezclar en un recipiente limpio y seco ambos componentes A y B en la relación indicada y agitar vigorosamente durante unos 8 – 10 segundos como máximo, hasta lograr una masa uniforme y volcar dentro del recipiente previamente preparado.

**NOTA:** Siempre debe utilizarse una espátula plana de plástico, metálica o de vidrio. También puede mezclarse con un taladro eléctrico provisto de una paleta mezcladora a máxima velocidad. Cuanta mas intensa es la mezcla de ambos componentes, mas homogénea resulta la masa espumada.

##### ¿Cuánto tiempo fengo para usarlo?

Para una mezcla de 100 gr, el tiempo de uso es de hasta 6—8 minutos a temperatura ambiente (20—23°C). A mayor temperatura, se acortan los tiempos.

##### ¿Cómo lo aplico?

FOAM-CAST 4410 es una resina de colada que se aplica normalmente como núcleo de una cáscara contenedora. Siempre volcar la espuma hasta llenar el molde.

Para lograr mayor presión en la espuma, se recomienda tapar el molde, si se deja libremente, el espumado será 10 veces el volumen de la mezcla.

El tiempo de crecimiento es de aprox. 130 segundos, pudiendo desmoldarse al cabo de una hora aproximadamente. Una vez endurecida, puede ser tallado fácilmente.

##### Determinación del peso de espuma en la colada

1. Calcular el volumen del espacio a llenar ( Preferentemente en dm<sup>3</sup> 1 dm<sup>3</sup>= 1 lit. )

2. Indicar la densidad de espuma requerida ( g./dm<sup>3</sup>)

3. Peso de espuma: Volumen x Densidad

Ejemplo:

Medidas del volumen a llenar: 10,0 cm x 10,0 cm x 5,0 cm = 500 cm<sup>3</sup>, (equiv. a 0,5 dm<sup>3</sup>)

Densidad requerida: 30 g/ dm<sup>3</sup>.

Peso de espuma = Volumen x Densidad : 0,5 dm<sup>3</sup> x 30 g/ dm<sup>3</sup> = 25 g.

Recomendamos la lectura de nuestras Guías de aplicación

##### Seguridad e higiene

Las resinas poliuretánicas y los isocianatos en general son irritantes y sensibilizantes de piel y mucosa, por eso debe trabajarse en un ambiente ventilado y usar guantes descartables.

Nunca debe utilizarse ningún solvente para higiene personal. Únicamente lavar con agua tibia y detergente y secarse con toallas descartables. Contamos con su correspondiente HOJA DE SEGURIDAD (MSDS).

Los residuos del compuesto poliuretánico endurecido junto con los guantes descartables, implementos y envases vacíos deben ser considerados de acuerdo con la legislación local vigente, como residuos especiales/ peligrosos para el medio ambiente.

##### Preparación de la colada

Colada : Para el logro de una espuma de buena calidad es recomendable que la inyección de material sea antes del comienzo de la expansión de la espuma, o sea, antes del tiempo de crema.

- La cantidad exacta de sistema a colar en una pieza de forma complicada se determina normalmente a través de ensayos previos.
- Para controlar manualmente la densidad de la espuma final es recomendable practicar unos canales de venteo y mantener tapada la boca del molde. El diámetro del canal de venteo permite que el exceso de espuma drene quitando presión sobre el molde, regulando la densidad final.
- Tiempo de desmolde: depende fundamentalmente , entre otros factores, del espesor de la espuma.
- Los componentes A y B son sensibles a la humedad, y por lo tanto siempre deben ser conservados en los embalajes herméticamente cerrados. Los embalajes deben ser protegidos de la humedad, especialmente de la lluvia.
- Sugérimos romper las celdas por apiastamiento al momento del desmolde evitando así una deformación permanente de la pieza a producir.

##### Datos técnicos

Densidad	Kg/m <sup>3</sup>	40
Tiempo de crema	segundos	14+3
Tiempo de hilos	segundos	130+10
Temperatura del molde	°C	45—50
Densidad libre	Gr/litro	45—50

**Anexo O**

**Pintura**



## Revestimiento de acero inoxidable A.I.S.I. 316



# SK 316

 - POLIURETÁNICO

Las ventajas del Acero Inoxidable son ampliamente conocidas, cabe destacar como las principales propiedades: su alta resistencia a la corrosión, a diversos ataques químicos, resistencia a altas / bajas temperaturas e inocuidad. Ahora muchas de estas ventajas se han logrado plasmar en nuestra línea de pinturas de alto rendimiento, permitiendo dar a cualquier superficie (metálica o no metálica) no sólo la apariencia del Acero Inoxidable, sino también su alto poder anticorrosivo y demás características con una notable disminución del costo en relación a este tipo de aceros. La línea de revestimientos especiales SK 316 abarca distintas formulaciones de esmaltes que contienen una alta concentración de partículas ultra finas de Acero Inoxidable A. I. S. I. 316.

### Ventajas :

- . RESISTENCIA A LOS ÁCIDOS Y ALCALIS
- . GRAN RESISTENCIA A PRODUCTOS QUÍMICOS, ACEITES Y GRASAS.
- . PELÍCULA DE GRAN DUREZA Y EXTREMA DURABILIDAD.
- . RESISTENCIA A LA INTEMPERIE Y LOS RAYOS U.V.
- . SOPORTAN EL LAVADO A PRESIÓN Y ABRASIÓN MODERADA.
- . RESISTEN LA INMERSIÓN EN AGUA DULCE Y SALADA.
- . PELÍCULA ALTAMENTE RESISTENTE A LA CORROSIÓN, A LA ABRASIÓN Y AL ENVEJECIMIENTO.

Los revestimientos SK-316 son MONOCOMPONENTES, es decir que se utilizan directamente de su envase, sin necesidad de mezclarlas con algún acelerante o fraguante. La forma de aplicación es muy versátil, y pueden ser aplicadas mediante cualquier método convencional de pintado, ya sea pincel, rodillo, soplete, air-less, etc. Para la dilución recomendamos la utilización del solvente SB - tipo Thinner-.

**Se proveen en dos terminaciones superficiales: satinado y brillante, lo cual ofrece una variedad similar al inoxidable mate o pulido.**



## Revestimiento de acero inoxidable A.I.S.I. 316

### Preparación de superficies:

**USO GENERAL:** Superficies secas, desengrasadas y libres de aceites.

**USO EXIGENTE:** Superficies arenadas, cepilladas o lijadas

	<b>METALES FERROSOS OXIDADOS</b>	<p>Primer Converttech Z (rico en Zinc) - 30 micrones mínimo - + 1 capa de SK 316 - 60 micrones - tiempo de secado 24 Hs. entre manos.</p>
	<b>SUPERFICIES METÁLICAS / NO METÁLICAS</b>	<b>EXIGENCIA NORMAL:</b> 1 capa de SK 316 - 60 micrones -
		<b>ALTA EXIGENCIA:</b> 1 capa PRIMER SK - 30 micrones - + 1 capa SK 316 - 60 micrones - tiempo de secado 8 hs. entre manos (aplicaciones)
	<b>SUPERFICIES METÁLICAS EN AMBIENTES ALTAMENTE AGRESIVOS</b>	<p>1 CAPA PRIMER SK - 30 micrones - + 2 CAPAS SK 316 - 100 micrones - tiempo de curado 24 hs. mínimo entre manos</p>

### Características físico / químicas

Esmalte base :	Resina acrílica poliuretánica	Poder cubritivo IRAM 1109:	75
Pigmento metálico principal:	Acero inoxidable A.I.S.I. 316	Método A XV/00	
Densidad a 20°C (gr/ml): según IRAM 1109	1,13	Viscosidad Stormer (23°C) IRAM 1109	79
Color:	Gris satinado / Metálico	Contenido de sólidos totales DIN 53216	53,4
Secado al tacto:	2 horas	<b>Resistencia a la corrosión en cámara de niebla salina ASTM B - 117/97</b>	<b>&gt; 1000 Hs.</b>
Curado final:	7 a 10 días, dependiendo de las condiciones ambientales		
Espesor de la película sin chorreaduras IRAM 1218:	150 µ		
Rendimiento teórico IRAM 1109: 50µ de película seca	6,5 m <sup>2</sup> por litro.		

Comercializa



Los datos técnicos de este informe son el resultado de ensayos y experiencias de aplicación, que cumplen con los últimos avances del mercado. Debido a la diversidad de posibilidades en la utilización y las particularidades técnicas solo pueden ser recomendaciones de uso, por lo tanto la utilización del producto no puede derivar en ninguna obligación contractual, responsabilidad o garantía. **Aconsejamos al usuario realizar ensayos preliminares con el producto necesario y ponemos a su disposición muestras gratuitas que pueden solicitarse para tests previos al uso constante,** así como el asesoramiento gustoso del personal técnico de la compañía. En cualquier caso de reclamo nuestra garantía está limitada al producto provisto o la sustitución del mismo por uno de mejor calidad. Cualquier responsabilidad de datos consecuentes está excluida. Nuestros lubricantes están siendo mejorados según los progresos de la técnica, los datos de este informe pueden modificarse para mejorar la calidad del producto.

## Anexo P

### Interrupciones

#### Cap 3. Interrupciones (II)

##### Que es un Timer?

A grandes rasgos, es un contador interno que puede funcionar a la frecuencia que marca un reloj. Este reloj puede ser interno o externo.

##### Como funciona?

Funciona mediante un aumento del "counter register", según como se configure, su contaje será a una frecuencia mayor o menor, y una vez finalice el contaje (desbordamiento) para el que lo hemos configurado activará el bit *flag* (bandera), el cual nos indica que el *timer* ha acabado de contar y empezará de nuevo.

Debido a que el *timer* depende de una fuente reloj, tal y como hemos dicho al principio, la unidad más pequeña medible será el periodo:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{16MHz} = 62'5ns$$

##### Tipos de Timers.

En los chips AVR Atmega 168 y Atmega 328 disponemos de 3 Timers, en los Atmega 1280 y Atmega 2560 contamos con 6.

- Timer 0: Temporizador de 8 bits (registrará como máximo 256 valores). Es usado en las funciones *delay()* y *millis()*, por lo que debemos tenerlo en cuenta a la hora de programar.
- Timer 1: Temporizador de 16 bits (registrará como máximo 1024 valores). Es usado en la librería *servo*, por lo que deberemos tenerlo en cuenta a la hora de programar.
- Timer 2: Temporizador de 8 bits. Es muy similar al Timer 0 y es usado por la función *tono()*.
- Timer 3, 4 y 5: Estos tres Timers son usados por los chips Atmega 1280 y Atmega 2560. Los tres son de 16 bits y funcionan de manera muy similar al Timer 1.

## Configurar y ejecutar Timer.

Para poder usar los Timers o contadores, deberemos modificar sus registros. Para este segundo ejemplo vamos a usar el Timer 1 (16 bits, al modificarlo **no podremos** usar la función *servo*), por lo que nos centraremos en los registros *TCCR1A*, *TCCR1B* y *TIMSK* (*TCCR* - Timer Counter Control Register, *TIMSK* - Timer/counter Interrupt Mask register).

Los registros tienen la siguiente composición:

### 15.11.1 TCCR1A – Timer/Counter1 Control Register A

Bit (Dec)	7	6	5	4	3	2	1	0	
(0x0)	COM1A1	COM1A0	COM1B1	COM1B0	-	-	WGM11	WGM10	TCCR1A
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Table 15-4. Waveform Generation Mode Bit Description<sup>(1)</sup>

Mode	WGM13	WGM12 (CTC1)	WGM11 (PWM11)	WGM10 (PWM10)	Timer/Counter Mode of Operation	TOP	Update of OCR1x at	TOV1 Flag Set on
0	0	0	0	0	Normal	0xFFFF	Immediate	MAX
1	0	0	0	1	PWM, Phase Correct, 8-bit	0x00FF	TOP	BOTTOM
2	0	0	1	0	PWM, Phase Correct, 9-bit	0x01FF	TOP	BOTTOM
3	0	0	1	1	PWM, Phase Correct, 10-bit	0x03FF	TOP	BOTTOM
4	0	1	0	0	CTC	OCR1A	Immediate	MAX
5	0	1	0	1	Fast PWM, 8-bit	0x00FF	BOTTOM	TOP

### 15.11.2 TCCR1B – Timer/Counter1 Control Register B

Bit (Dec)	7	6	5	4	3	2	1	0	
(0x0)	ICNC1	ICES1	-	WGM13	WGM12	CS12	CS11	CS10	TCCR1B
Read/Write	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Table 15-5. Clock Select Bit Description

CS12	CS11	CS10	Description
0	0	0	No clock source (Timer/Counter stopped).
0	0	1	$clk_{VCC}/1$ (No prescaling)
0	1	0	$clk_{VCC}/8$ (From prescaler)
0	1	1	$clk_{VCC}/64$ (From prescaler)
1	0	0	$clk_{VCC}/256$ (From prescaler)
1	0	1	$clk_{VCC}/1024$ (From prescaler)
1	1	0	External clock source on T1 pin. Clock on falling edge.
1	1	1	External clock source on T1 pin. Clock on rising edge.

Creado por David Álvarez para tallerarduino.wordpress.com

#### 15.11.8 TMSK1 – Timer/Counter1 Interrupt Mask Register

Bit (Def)	7	6	5	4	3	2	1	0	TMSK1
	–	–	IOE1	–	–	OCIE1B	OCIE1A	TOIE1	
Read/Write	R	R	R/W	R	R	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

S

- **Bit 1 – OCIE1A: Timer/Counter1, Output Compare A Match Interrupt Enable**

When this bit is written to one, and the I-flag in the Status Register is set (interrupts globally enabled), the Timer/Counter1 Output Compare A Match interrupt is enabled. The corresponding Interrupt Vector (see "Interrupts" on page 57) is executed when the OCF1A Flag, located in TIFR1, is set.

- **Bit 0 – TOIE1: Timer/Counter1, Overflow Interrupt Enable**

When this bit is written to one, and the I-flag in the Status Register is set (interrupts globally enabled), the Timer/Counter1 Overflow interrupt is enabled. The corresponding Interrupt Vector (See "Interrupts" on page 57) is executed when the TOV1 Flag, located in TIFR1, is set.

#### 1er ejemplo

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{16MHz} = 62'5ns$$

$$2^{16-1} = 65535 \rightarrow 65535 \cdot 62'5ns = 0'0041s \cong 4'1ms$$

Como vemos el tiempo de parpadeo es tan rápido que será prácticamente imperceptible para el ojo humano.

Creado por David Álvarez para [tallerarduino.wordpress.com](http://tallerarduino.wordpress.com)

## 2º ejemplo

Para evitar el problema del primer ejemplo vamos a hacer que la velocidad de parpadeo sea de 1s gracias al uso del preescaler y del CTC.

$$T = \frac{1}{f/\text{preescaler}} = \frac{1}{16\text{MHz}/1024} = \frac{1024}{16\text{MHz}} = 64\mu\text{s}$$

$$2^{16-1} = 65535 \cdot 64\mu\text{s} = 4'194\text{s}$$

Con el uso del preescaler provocamos que el timer finalice su ciclo cada 4'194s por lo que debemos finalizar el ciclo 3'194s antes, para ello vamos hacer uso del CTC.

$$\text{valor CTC} = \frac{\text{tiempo deseado}}{\text{resolución timer}} - 1 \rightarrow \text{CTC} = \frac{1\text{s}}{64\mu\text{s}} - 1 = 15624$$

Este valor se almacenará en el registro OCR1A, el cual se comparará por constantemente con el Timer.

### 15.11.5 OCR1AH and OCR1AL – Output Compare Register 1 A

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
(Out0)	OCR1A[15:8]								OCR1AH
(Out0)	OCR1A[7:0]								OCR1AL
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

## Anexo Q

### Manual de usuario

Para operar el sistema semiautomático de batido y congelado se necesita de un solo operario y leer detenidamente estas instrucciones antes de utilizar el sistema.

Antes de poner en funcionamiento el sistema verifique los siguientes puntos:

#	Instrucciones
1	Colocar el sistema sobre piso firme y nivelado.
2	Que no exista ningún tipo de daño en los elementos del sistema que puedan comprometer su funcionamiento.
3	Conectarlo a una toma de corriente exclusiva y que no esté dañada.
4	Que el sistema se encuentre alimentado a la red eléctrica de 120VAC.
5	No remover la terminal de tierra.
6	Que los elementos que entren en contacto con el helado esté debidamente limpio y desinfectado.
7	Que estén todas las partes desmontables que conforman el sistema como son el recipiente de helado, la tapa del recipiente, el acople de potencia y la llave para el acople de potencia.
8	Que no exista ningún objeto obstruyendo las guías de montaje de los recipientes.
9	Que no exista ningún objeto obstruyendo las aspas del ventilador del motoreductor.

## 1 Manejo HMI



Donde:

#	Elementos
1	Botón de marcha del motoreductor.
2	Botón de paro de emergencia o de motoreductor.
3	Selector de modo de alarma: alarma luminosa, alarma por mensajes en LCD solamente y alarma lumínica y sonora.
4	Teclado para ingreso de datos al sistema.
5	Lcd para visualizar información del sistema.
6	Luz piloto azul que indica energización del sistema.
7	Luz piloto verde que indica energización al motoreductor.



8	Luz piloto roja que indica alarma lumínica del sistema.
9	Luz piloto roja que indica alarma lumínica y sonora del sistema.

La alarma del sistema se pueden dar por:

- Ingreso de dato (una señal corta).
- Confirmación de ingreso al temporizador o inicio del sistema (dos señales cortas consecutivas).
- Temperatura fuera de rango (una señal larga).
- Finalización del temporizador y apagado del motoreductor (una señal continua hasta que se finalice pulsando cualquier tecla del teclado 4x4).

Las teclas de funciones del sistema son las siguientes:

A = Configurar temporizador.

Para configurar temporizador ingresar dígitos de 0-9 primer dígito es la hora luego minutos y segundos.

B = Visualizar temperatura.

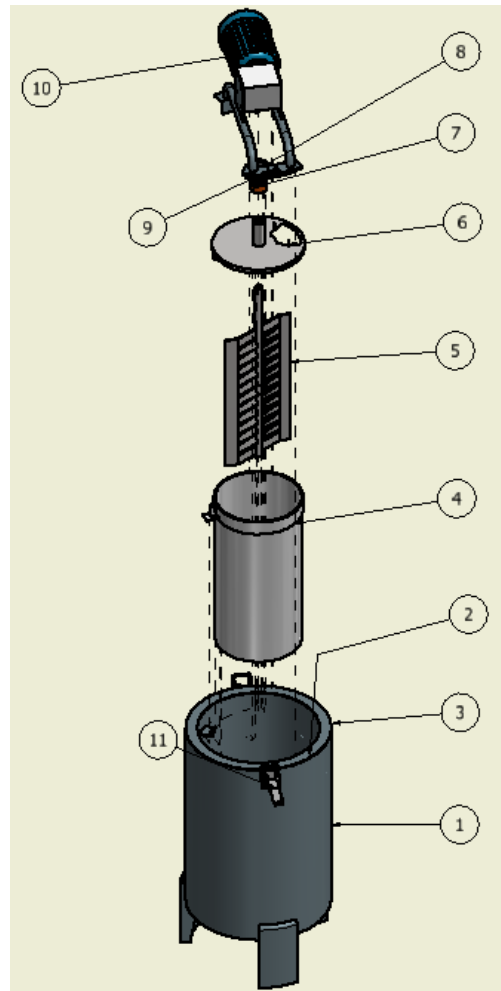
C = Visualizar consumo de corriente.

D = Inicializar y guardar datos luego de finalizar proceso. (Visualizar tiempo de funcionamiento global, tiempo de funcionamiento máximo y tiempo de funcionamiento mínimo)

\* = Resetear Temporizador o borrar dato de configuración en el temporizador.


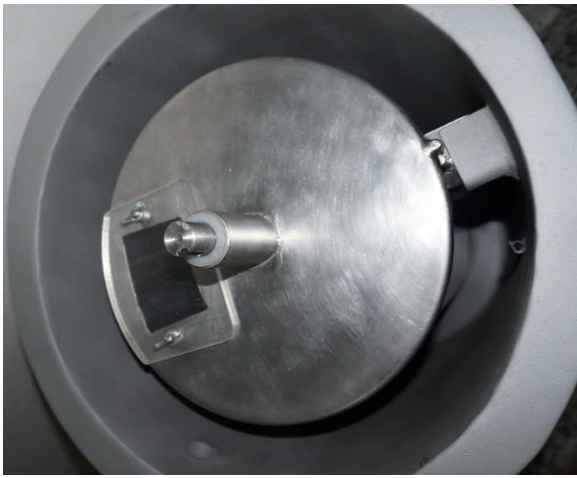
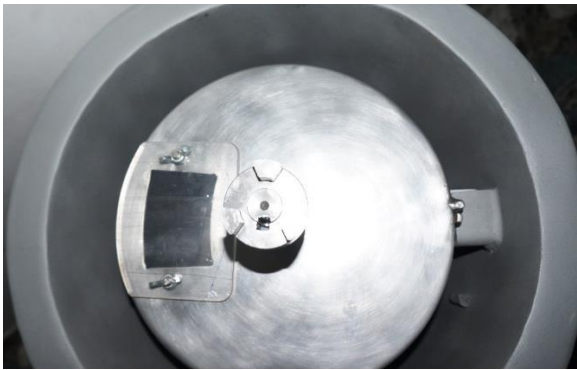
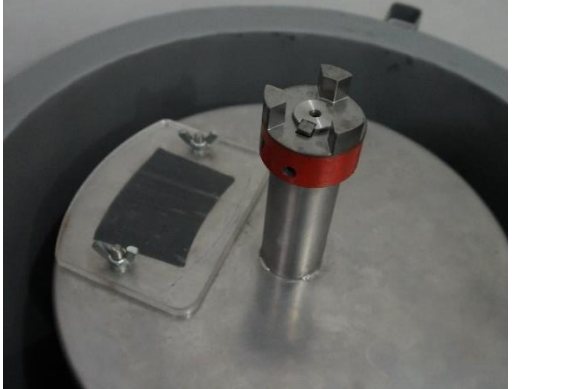
# = Menú de funciones.

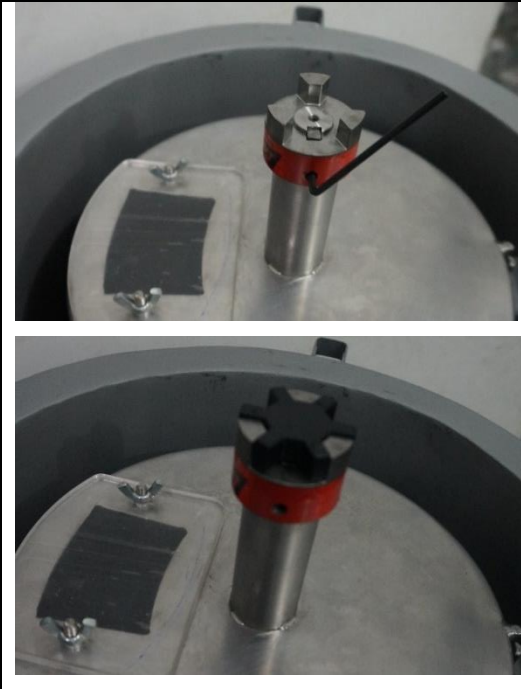

## 2 Montaje del sistema



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Contenedor de Poliuretano Expandido	
2	1	Contenedor de Mezcla Endotérmica	
3	1	Tapa del Contenedor de Poliuretano Expandido	
4	1	Contenedor de Helado 1.5mm	
5	1	Paletas Batidoras	
6	1	Tapa del Contenedor de Helado	
7	2	Acople de Potencia Pieza	
8	1	Estrella de elastómero	
9	1	Estructura Motoreductor	
10	1	Motoreductor	
11	2	Seguro de Cofre	

<b>Pasos Ilustrados</b>	<b>Descripción</b>
	<p>Primero poner el contenedor de mezcla endotérmica en un lugar nivelado.</p>
	<p>Colocar en el interior del contenedor de mezcla endotérmica el contenedor de helado teniendo en cuenta que ingrese en la guía inferior y tope con los soportes de los contenedores en la parte superior.</p>

	<p>Dentro del contenedor de helado ingresar el agitador mecánico cuidadosamente hasta que se acople con la guía.</p>
	<p>Colocar la tapa del recipiente para helado.</p>
	<p>En la parte superior del agitador mecánico colocar el acople de potencia, la cuña para luego ajustarlo con la llave y colocar la estrella de elastómero del acople.</p>
	

	
	<p>Girar al agitador mecánico hasta que logre acoplarse con el motoreductor la posición del motoreductor es frente a la válvula de purgado.</p> <p>Asegurar al motoreductor con los seguros de cofre y está armado para su uso.</p>

Recomendaciones:

- Se recomienda limpiar y desinfectar adecuadamente el todas las partes del sistema luego de su utilización.
- De haber un atascamiento de sistema se recomienda resetear al sistema.

- Para alargar la vida útil de los elementos del sistema se recomienda lubricar con aceite o grasa de grado alimenticio como son los del grado ISO VG 320 para industria alimentaria entre ellos están Eural Gear 320, Vitalube GS 320, Gear Oil FM 320, Mobil DTE FM 320, Nevastane EP 320 o Cassida Fluid GL 320, los elementos que están en fricción y no vayan a ser utilizados en un período de tiempo superior a la semana.
- Limpiar los residuos de mezcla endotérmica del sistema para evitar la corrosión antes de guardar el sistema luego de su utilización.
- Seguir las recomendaciones del **anexo S** para casos específicos.

## Anexo R

### Manual de mantenimiento

La revisión y mantenimiento de los elementos que conforman el sistema se realiza en base a las hojas de datos de los fabricantes y con la codificación existente en los planos del sistema en **anexo T**, a continuación se detalla el mantenimiento.

#	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	PROCEDIMIENTO
1	Revisión de alimentación del sistema	Anual	Inspeccionar los terminales (L, N, G, X, Y, Z) es decir, el enchufe y el cable de potencia que energiza al sistema y se coloca en él toma corriente 120VAC.  De ser necesario sustituirlo por elementos de las mismas características.
2	Limpieza de piezas mecánicas del sistema	D (Luego de cada uso)	Limpiar y desinfectar los elementos del sistema como: Contenedor de mezcla endotérmica, contenedor de helado, tapa del contenedor de helado y estructura del motoreductor, con detergente y de ser posible con vapor.
3	Revisión de luces piloto, pulsadores y selector y su sustitución en caso de ser necesario	Anual	Inspeccionar los elementos (B1, E1, S1, R1, R2, R3, P1, P2, P3 y P4) que no tengan daños físicos.  De ser necesario sustituirlo por elementos de las mismas características.
4	Lubricación de piezas de duralon	En caso de una semana o más	Lubricar con aceite o grasa de grado alimenticio como son los del

	sometidas a fricción con lubricante de grado alimenticio	de desuso del sistema	grado ISO VG 320 para industria alimentaria entre ellos están Eural Gear 320, Vitalube GS 320, Gear Oil FM 320, Mobil DTE FM 320, Nevastane EP 320 o Cassida Fluid GL 320
5	Apriete de bornes del gabinete eléctrico	Trimestral	Apretar adecuadamente sin exceder la fuerza aplicada los bornes del gabinete eléctrico (1, 2, 3, 4, ....., 33, 34)
6	Comprobación del funcionamiento de sensores	Semestral	Comprobar el funcionamiento de los sensores del sistema con instrumentos como un termómetro en el caso del sensor de temperatura, y un multímetro en el caso del sensor de corriente, midiendo con los instrumentos y comprobando con los valores obtenidos por el sistema.
7	Tratamiento para evitar la corrosión	Anual	El tratamiento para la corrosión es necesario repetir el tratamiento siguiendo las indicaciones en la sección 4.1.1 y anexo O.
8	Comprobar vibraciones en el motor eléctrico	Semestral	Inspeccionar el funcionamiento correcto del motor eléctrico que no exista desplazamientos o vibraciones, ni ruidos anormales.
9	Testeo de protecciones eléctricas: disyuntor y guardamotor	Semestral	Inspeccionar el disyuntor y guardamotor localizados en el gabinete eléctrico abriendo y cerrando el circuito con las llaves manuales de los mismos.
10	Limpieza interna del gabinete eléctrico	Trimestral	Con el sistema sin alimentación limpiar con escobilla dentro del gabinete eléctrico para evitar la acumulación de suciedad.
11	Control visual de los retenes del reductor de velocidad para detectar eventuales fugas	Mensual	Inspeccionar el reductor y si existe pérdida de aceite apretar los tornillos o sustituir retenes si es necesario.



12	Control de retenes del reductor de velocidad y su sustitución en caso necesario	Semestral	Inspeccionar el reductor y si existe perdida de aceite apretar los tornillos o sustituir retenes si es necesario.
13	Cambiar aceite sintético en reductor de velocidad	Quinquenal	Cambiar con aceite o grasa de grado alimenticio como son los del grado ISO VG 320 para industria alimentaria entre ellos están Eural Gear 320, Vitalube GS 320, Gear Oil FM 320, Mobil DTE FM 320, Nevastane EP 320 o Cassida Fluid GL 320

**Anexo S**

**Limpieza y Mantenimiento del Acero Inoxidable**

## Limpeza y Mantenimiento del Acero Inoxidable

### ¿Cómo se limpia el Acero Inoxidable?

El Acero Inoxidable es sinónimo de larga duración y durabilidad con buen aspecto. No obstante, es esencial limpiar las superficies de forma periódica para remover la suciedad. Las rutinas de mantenimiento son una medida preventiva muy útil. La frecuencia en la limpieza depende de la calidad, el acabado superficial, la forma de la pieza, el servicio y el entorno.

### Procedimientos de limpieza sugeridos para contaminaciones comunes:

Contaminaciones	Métodos de Limpieza
<b>Marcas de huellas</b>	Lavar con jabón, detergente u otros productos como alcohol o acetona. Aclarar bien con agua fría y un trapo seco.
<b>Aceite y Grasa</b>	Lavar con un producto orgánico/hidrocarbónico (por ejemplo alcohol), después limpiar con jabón o detergente suave y agua. Aclarar bien con agua fría y un trapo seco. Se recomienda remojar antes de limpiar con agua caliente enjabonada.
<b>Pintura</b>	Lavar con disolvente de pintura utilizando un cepillo de nylon suave, aclarando con agua fría y limpiar en seco.
<b>Restos de Carbón y Marcas de horno</b>	Mojar con agua. Utilizar una solución de limpieza con amoníaco. Aclarar bien con agua fría y limpiar en seco.
<b>Decoloración por Calentamiento</b>	Usar un estropajo no metálico con sustancia no abrasiva. El óxido se debe eliminar físicamente. Rascar en la dirección del acabado. Aclarar bien con agua fría y limpiar en seco.
<b>Etiquetas y Adhesivos</b>	Mojar con agua caliente enjabonada. Sacar la etiqueta o eliminar la cola con soluciones de metilato o benceno. Continuar la limpieza lavando con jabón o detergente y agua. Aclarar a fondo con agua caliente. Limpie en seco con un paño de limpieza suave.
<b>Marcas de agua, Cal</b>	Restos importantes de cal pueden ser eliminados remojando con una solución de vinagre al 25% o ácido nítrico al 15%. Aclarar bien. Continuar lavando con jabón o detergente y agua. Aclarar con agua y agua caliente. Limpie en seco con un paño de limpieza suave.
<b>Marcas de Té y Café</b>	Lavar con soda de lavar (bicarbonato de sodio) y agua caliente. Continuar con un lavado con jabón o detergente y agua. Aclarar a fondo con agua caliente. Limpie en seco con un paño de limpieza suave.
<b>Manchas de Óxido</b>	Empapar las piezas con una solución de 9:1 de agua caliente y ácido nítrico durante una hora. Lavar con agua. <ul style="list-style-type: none"> <li>o Humedecer con ácido oxálico, dejándolo por espacio de 20 minutos. Aclarar a fondo con agua fría y un paño seco.</li> <li>o Remover con un proceso mecánico los restos de óxido en caso que haya mucha oxidación.</li> </ul>

*Usar con precaución y con un equipo apropiado cuando se maneje ácido. Consultar con expertos en caso de duda.*

## Frecuencia recomendada de Limpieza (Tiempo/Año):

Tipo	Entorno atmosférico							
	Rural		Urbano		Industrial		Marino	
	Normal	Severo	Normal	Severo	Normal	Severo	Normal	Severo
430 (TNX SC17)	0	0	x	x	x	x	x	x
304 (TNX S,D,DDQ189)	0	0	1	2	2	x	x	x
316 (TNX SM 1710)	0	0	1	1	1	2	2	x

## Notas

- Rural: Zona con una mínima presencia de agentes contaminadores químicos. Humedad, Oxígeno y Carbono son los contaminadores principales.
- Urbano: Área expuesta a los contaminantes urbanos típicos como SOX y NOX emitidos por los vehículos a motor.
- Marino: Área contaminada con sal de mar (cloruro), que se transporta con el viento y se deposita en la superficie de los materiales.
- X: No se recomienda la aplicación en este entorno.

SI	NO
Quando la limpieza no se realiza de forma rutinaria el óxido y la suciedad se deben eliminar al ser detectados.	No cubrir los aceros inoxidables con ceras o aceites, la suciedad y el óxido se agarraran más fácilmente y dificultan su eliminación.
Empezar siempre con los productos y métodos de limpieza más suaves en un área pequeña para evaluar los efectos en la superficie de actuación.	No use productos de limpieza que contengan cloruros y/o haluros (ej. Yodo o Flúor).
Usar agua caliente para ayudar a eliminar grasas y aceites contaminantes.	No usar desinfectantes para limpiar piezas de acero inoxidable.
Aclarar siempre con agua limpia en el proceso final de limpieza, seguido de un secado con un paño suave o toalla de papel.	No usar ácido hidroclórico (HCl) para limpiar ya que ocasionará picaduras y corrosión (SCC).
Usar protección adecuada y tomar precauciones cuando se usa ácido para limpiar acero inoxidable.	No usar productos desconocidos o no verificados.
Limpiar siempre los utensilios de acero inoxidable antes del uso para manipular comida.	No use limpiadores de "plata".
Evitar la contaminación ferrosa de los equipos de limpieza fabricados con hierro o usados para la limpieza de piezas de acero al carbono.	No usar una cantidad excesiva de jabón o detergentes para limpiar; dejarán una capa "nublada" en la superficie.
En los casos inciertos o difíciles, contacte con un experto para más instrucciones sobre limpieza.	No limpiar una pieza pasivada con un simple paso; la limpieza tiene que realizarse antes del tratamiento de pasivación.

Fuente principal de información: **Thainox**

Recuperado de:

[http://www.gualstainless.com/hm/img/imatges\\_cms/pdf/limpiezainox.pdf](http://www.gualstainless.com/hm/img/imatges_cms/pdf/limpiezainox.pdf)

**Anexo T**

**Planos**