

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA PARA ELABORACIÓN DE MANJAR BLANCO

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Mecatrónico**, que presenta el bachiller:

Diego Fernando Quintana Tukasaki

ASESOR: Elizabeth Villota Cerna

Lima, junio de 2015

RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad exponer una solución para el aumento en la producción y la mejora de la calidad del manjar blanco a través del desarrollo de una máquina automática para la elaboración de este producto. En el día a día, las exigencias y estándares que debe cumplir un producto en términos de calidad para que pueda competir en el mercado son grandes. Sin embargo, algunas plantas artesanales no tienen la capacidad necesaria para competir con las grandes empresas. Es por tal motivo que este proyecto está orientado a los productores artesanales con el propósito de aumentar su producción, así como la calidad del producto. A continuación, se muestra, expone y explica el control, la mecánica y la electrónica involucrada en el desarrollo de esta máquina.

Para lograr el dimensionamiento de la máquina se realizó una recopilación de información para conocer el proceso completo y correcto de preparación de manjar blanco, teniendo en cuenta los parámetros necesarios que definen una buena calidad del producto. Con la información recogida se llegó a la conclusión de que se cuenta con 7 subprocesos que son: filtrado, neutralizado, calentamiento, concentración, enfriado, envasado y almacenado.

Para cumplir con cada uno de los subprocesos y lograr las especificaciones del producto se usaron sensores, actuadores y controladores. Así, para lograr una mejor neutralización y concentración de la leche, el sistema mecatrónico posee un sistema dispensador de bicarbonato y otro de azúcar, ambos manejados por un controlador capaz de calcular el tiempo de apertura de las válvulas a partir de la cantidad de litros de leche utilizados en el proceso, con el fin de tener un mejor control de la cantidad de insumos agregados. Por otro lado, el sistema mecatrónico cuenta con lazos de control ON/OFF para controlar la temperatura y el nivel de leche en la marmita. El primer lazo de control está conformado por una resistencia calentadora, una termocupla y el controlador. Este primer lazo servirá para controlar la temperatura en los procesos de calentamiento de la leche. En el proceso de enfriamiento, el lazo de control será el mismo pero como actuador se tendrá a una válvula. El otro lazo de control, correspondiente al nivel de leche en la marmita, está conformado por una válvula, un sensor ultrasónico y el controlador. Este lazo servirá para controlar la cantidad de litros que el usuario defina. Por último, se contará con un panel de control donde se pueda definir la cantidad de litro de leche que se desee usar en la elaboración de manjar blanco.

En conclusión, la presente tesis detalla el desarrollo de una máquina automática para la elaboración de manjar blanco dimensionada a partir de estándares y que está orientada a mejorar la producción y calidad del producto de los productores artesanales.



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios.

A mis padres German y Merlinea que siempre me brindaron su apoyo.

A mi hermana Claudia que me dio la motivación necesaria.

A mis abuelos Ali y Papa Beto que contribuyeron en cada uno de mis logros.

A mis abuelos Mamita Lala y Papito Pablo que desde el cielo vigilan cada paso.

A mis padrinos Daniel y Dora que me aconsejaron para mejorar cada día.

Gracias.

INDICE

1. Presentación de la problemática	5
2. Requerimientos del sistema mecatrónico y presentación del concepto de solución.....	7
2.1. Requerimientos del sistema mecatrónico	7
2.2. Concepto del sistema mecatrónico.....	8
3. Sistema mecatrónico	11
3.1. Diagrama de funcionamiento del sistema mecatrónico	11
3.2. Sensores y actuadores	13
3.3. Planos del sistema mecatrónico	18
3.4. Diagramas esquemáticos de los circuitos del sistema mecatrónico	30
3.5. Diagramas de flujo del programa de control	34
4. Presupuesto	42
5. Conclusiones	44
Bibliografía	43

Capítulo 1

Presentación de la problemática

El mercado peruano se caracteriza por tener una gran cantidad de productos elaborados artesanalmente tales como el manjar blanco, el queso, leche pasteurizada y otros. Esto no quiere decir que no sean de buena calidad, sin embargo, para poder competir con los productos de las grandes empresas, las cuales cuentan con grandes líneas de producción y tienen un importante valor agregado, se necesita la ayuda de la automatización de procesos. A continuación, en la Fig. 1-1 se observa que la producción de manjar blanco está centralizada por las grandes industrias en la región Lima.

Cuadro N° 220
PRODUCCIÓN DE MANJAR BLANCO POR MES, SEGÚN UBICACIÓN DE LAS PLANTAS: AÑO 2011
(t)

Departamento	Total	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic
Total	5 399,02	311,30	362,93	410,71	445,77	520,66	490,78	499,42	515,37	457,15	483,74	473,07	428,11
Ancash	25,37	2,21	2,07	1,86	1,98	1,86	2,06	2,26	2,14	2,14	2,10	2,45	2,26
Arequipa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Amazonas	15,06	1,25	1,25	1,29	1,29	1,25	1,25	1,25	1,23	1,25	1,25	1,25	1,25
Apurímac	12,09	1,09	0,93	0,95	0,94	1,08	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Ayacucho	3,19	--	0,14	0,11	0,15	0,11	0,23	0,80	1,00	0,04	0,41	0,10	0,09
Huancavelica	7,49	0,47	0,55	0,49	0,55	1,05	0,48	0,63	0,83	0,65	0,55	0,64	0,60
Lima	3 584,88	240,46	225,12	253,01	300,36	340,27	322,13	327,13	333,09	284,04	318,34	334,93	306,00
La Libertad	2,05	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,27	0,16	0,16	0,16
Loreto	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Junín	35,08	2,87	2,63	2,74	3,20	3,41	2,76	2,77	3,06	2,74	3,61	2,29	3,03
Pasco	2,73	0,03	0,29	0,35	0,30	0,17	0,17	0,27	0,20	0,16	0,35	0,33	0,11
Puno	0,53	--	--	--	--	--	--	0,01	0,01	0,13	0,13	0,13	0,13
Moquegua	0,36	0,04	0,04	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,05	0,03	0,03
Tacna	0,66	0,05	--	0,05	0,05	0,05	0,05	0,09	0,09	0,05	0,05	0,09	0,06
Cajamarca	1 709,34	62,61	129,71	149,66	136,77	171,23	160,45	163,04	172,51	164,64	155,73	129,60	113,39
Cusco	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Ucayali	0,19	0,07	0,05	0,00	--	0,01	0,01	--	--	--	--	0,05	--
San Martín	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

-- = Sin Información
0 = Número menor a la unidad
Fuente: Empresas Agroindustriales
Elaboración: Ministerio de Agricultura-Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos-Unidad de Estadística

Fig. 1-1: Producción de manjar blanco por mes.
Fuente: Anuario del Ministerio de Agricultura

Como se observa en la Fig.1-1, según el Anuario de Estadística Agroindustrial del 2011 elaborado por el Ministerio de Agricultura del Perú, aproximadamente el 67% de la producción de manjar blanco se lleva a cabo en Lima y un 32%, en Cajamarca. Sin embargo, un 1% restante de la producción de dividen entre las demás regiones como Junín, Ancash y Amazonas entre las más importantes. Esta estadística, sin duda, se presta a muchas interpretaciones, que pueden ir desde deficiencias en el área de marketing hasta el poco uso de tecnologías en las pequeñas plantas. En este caso se plantea una solución desde el punto tecnológico e ingenieril.

La deficiencia en el área de producción también se ve reflejada en el siguiente estudio. Según un estudio de mercado realizado por la empresa PROCHILE en abril del año 2009, Perú importa manjar blanco de Chile y Argentina. Las principales empresas que importan son Nestle, Laive y Bazo Velarde. Esta importación refiere a que existe una deficiencia en la producción de manjar blanco para cumplir con la demanda local. Esto

se debe a varios factores y uno de los principales es la capacidad de producción de las plantas artesanales en la sierra y selva central. En estas plantas no es posible instalar una línea de producción completa y automatizada debido al tamaño de éstas. Es por eso que se pensó en el desarrollo de una máquina con la que se pueda ahorrar espacio sin dejar de lado la capacidad de producción de la máquina. Así mismo, esta máquina deberá elaborar un producto que cumpla con los más altos índices de calidad.

A continuación se presenta una relación de leyes y decretos supremos que debe cumplir una empresa que elabora un producto de consumo humano.

BASES LEGALES

Estas son las bases legales que se debe tomar en cuenta para la fabricación y comercialización de alimentos:

- Ley N° 26842, Ley General De Salud del 20/07/97, Art. 91.
- D.S. N° 007-98-SA. Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas del 25/09/98, Arts. 105° y 107°, Cuarta Disposición Transitoria y Final.
- D.S. N° 007-98-SA. Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas del 25/09/98, Arts. 105° y 107°, Cuarta Disposición Transitoria y Final.
- Ley N° 29571, Código de Protección y Defensa del Consumidor del 02/09/10.
- D.S. 010-2010-MINCETUR, Establecen disposiciones Reglamentarias referidas a la Ventanilla Única de Comercio Exterior del 09/07/10, Arts. 2°, 4° y 5°.
- Ley N° 27444 Ley del Procedimiento Administrativo General del 11/04/01, Art. 40°, sub numeral 40.1.1.

Capítulo 2

Requerimientos del sistema mecatrónico y presentación del concepto

2.1. Requerimientos del sistema mecatrónico

2.1.1. REQUERIMIENTOS MECANICOS

- El sistema debe tener las siguientes dimensiones como máximo: 1.5 m x 1.5 m x 1.5 m.
- El sistema debe tener una distribución de tal manera que sea fácil de limpiar.
- El sistema deber ser de fácil mantenimiento.
- El sistema deber ser capaz de soportar temperaturas en un rango de 100°C a 110 °C.
- El sistema debe ser capaz de disipar las vibraciones.
- El sistema debe tener recipientes para almacenar y dispensar los insumos.
- El sistema debe tener un agitador para que realice la función de batido.
- El sistema debe contar con un medio para transportar la leche.
- El sistema debe estar hecho de acero inoxidable.
- El sistema debe tener un sistema de enfriamiento.

2.1.2. REQUERIMIENTOS ELECTRONICOS

- El sistema debe poder ser enchufado a un tomacorriente, es decir, ser alimentado con 220V AC.
- El sistema deber tener lo circuitos totalmente aislado de los insumos.
- El sistema debe tener un sistema de calentamiento.
- El sistema debe tener un botón de inicio y uno de parada de emergencia.
- El sistema debe tener una luz roja que indique la detección de un problema.
- El sistema debe tener una interfaz donde se pueda ingresar datos mediante un teclado y una pantalla LCD donde se puedan visualizar los datos ingresados.

2.1.2. REQUERIMIENTOS DE CONTROL

- El sistema de tener un controlador capaz de enviar señales a todos los actuadores y de procesar las señales analógicas y digitales que recibe de los sensores.
- El sistema debe tener un sensor de temperatura.
- El sistema debe tener un sensor de nivel que estará relacionado al pesado de la leche.
- El sistema debe ser capaz de calcular la cantidad de tiempo de dispensado de insumos para mezclar con la leche de acuerdo al peso.
- El sistema debe tener un sensor de torque para saber que la mezcla tiene la viscosidad deseada.

2.2. Concepto del sistema mecatrónico

El sistema mecatrónico contará con 2 contenedores: una marmita en la que se realizará la mezcla o el manjar blanco y un contenedor en el que se almacenará el azúcar que será usada en el proceso.



Fig. 2-1: Máquina automática para elaborar manjar blanco
Fuente: propia

En la Fig. 2-2 se muestra el contenedor de azúcar, el cual será construido con acero inoxidable y estará conectado a la marmita por medio de tuberías y una electroválvula que se encargará de dispensar azúcar cuando el sistema se lo pida. Además, este tanque se encuentra por encima de la marmita de tal manera que se pueda aprovechar la gravedad para dispensar el azúcar.



Fig. 2-2: Contenedor de azúcar
Fuente: propia

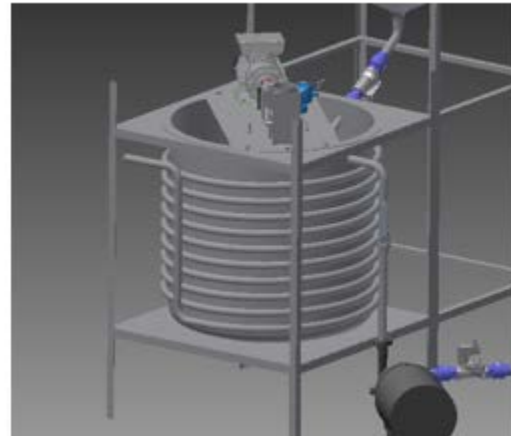
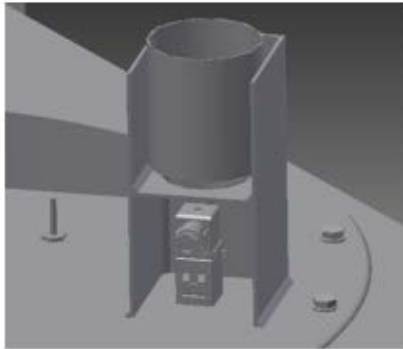


Fig. 2-3: Marmita
Fuente: propia

En la Fig. 2-3 se muestra la marmita que será diseñada para una capacidad de 120 litros aproximadamente y estará hecha de acero inoxidable. Además, tendrá una resistencia sumergible de nicrom que calentará la mezcla. También, la marmita estará conectada a una bomba por medio de una tubería. Dicha bomba se encargará de transportar la

leche requerida por el sistema. Por último, la marmita estará envuelta por un serpentín por el que pasará agua fría y enfriará la mezcla.

Por otro lado, en la Fig. 2-4 se muestra un pequeño contenedor que se colocará en la parte superior de la marmita el cual contendrá bicarbonato de sodio. Este pequeño contenedor estará conectado a una electroválvula que se activará cuando el sistema así lo requiera.



Contenedor de bicarbonato
Fuente: propia



Fig. 2-5: Tablero de control
Fuente: propia

Fig. 2-4:
4:

El sistema, también, contará con una interfaz de usuario, mostrada en la Fig. 2-5, la cual estará compuesta por una pantalla LCD, un teclado, un botón de Start y un botón de Parada de emergencia. Por medio de esta interfaz, se mostrará la cantidad de litros de leche que se están usando, la temperatura y el proceso que se está realizando de dicho instante.

Para realizar la mezcla y lograr la homogeneidad deseada, se acoplará un agitador a la marmita. Este agitador, que se muestra en la Fig. 2-6, será de tipo ancla ya que es recomendado para lograr una buena transferencia de calor y que el producto no se quede adherido a las paredes de la marmita. Este agitador estará conectado a una caja reductora que a su vez está acoplada a un motor de corriente alterna, mostrados en la Fig. 2-7, con la suficiente potencia para poder agitar sustancias tan viscosas como el manjar blanco.



Fig. 2-6: Agitador
Fuente: propia

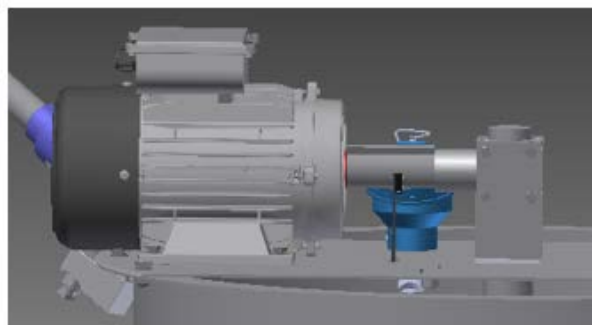


Fig. 2-7: Motor y caja reductora
Fuente: propia

Para el sistema de enfriamiento del producto final se usará una tubería en forma de bobina acoplada a la marmita como se muestra en la Fig. 2-8. Por esta tubería pasará

agua potable que será usado como líquido enfriador. El paso de agua potable por el enfriador estará controlado por una electroválvula.

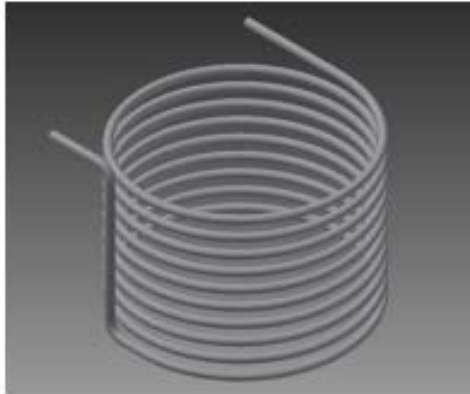


Fig. 2-8: Enfriador
Fuente: propia



Fig. 2-9: Termocupla
Fuente: propia



Fig. 2-10: Sensor ultrasónico
Fuente: propia

Para poder controlar los procesos y especificaciones finales del producto se usarán los sensores mostrados en la Fig. 2-9 y en la Fig. 2-10: un sensor de temperatura, en este caso una termocupla para controlar los procesos de calentamiento y enfriamiento, y un sensor de nivel para controlar la cantidad de leche a procesar. Todos estos sensores estarán conectados a un Arduino Mega ya que este cuenta con varias entradas analógicas. Además, el sensor de temperatura y sensor de nivel junto con el controlador formarán un sistema de control con realimentación de cada subproceso.

Para la extracción del manjar blanco, se utilizará una bomba de desplazamiento positivo ya que estas son comúnmente utilizadas para el transporte de líquidos con gran viscosidad. Esta bomba estará conectada a una válvula de accionamiento manual para que el usuario decida en que momento dispensar el producto para que pueda ser envasado y almacenado.

Por otro lado, los circuitos, las tarjetas y los cables estarán totalmente aislados en una caja de control y en ningún momento estarán en contacto con los alimentos para evitar algún corto circuito.

Capítulo 3

Sistema mecatrónico

3.1. Diagrama de funcionamiento del sistema mecatrónico

La Fig. 3–1 muestra el diagrama de funcionamiento de todo el sistema mecatrónico. Sin embargo, la elaboración de manjar blanco está dividida en los siguientes procesos: Introducción de datos de la cantidad de litro que se desea preparar, el transporte de leche hacia la marmita, la neutralización de la leche con ayuda del bicarbonato de sodio, el primer calentamiento de la leche a 50 °C donde se garantiza la mayor solubilidad del azúcar, el dispensado de azúcar, el segundo calentamiento de la leche donde el manjar blanco logra la consistencia deseada aproximadamente a los 97 °C y por último el enfriamiento.

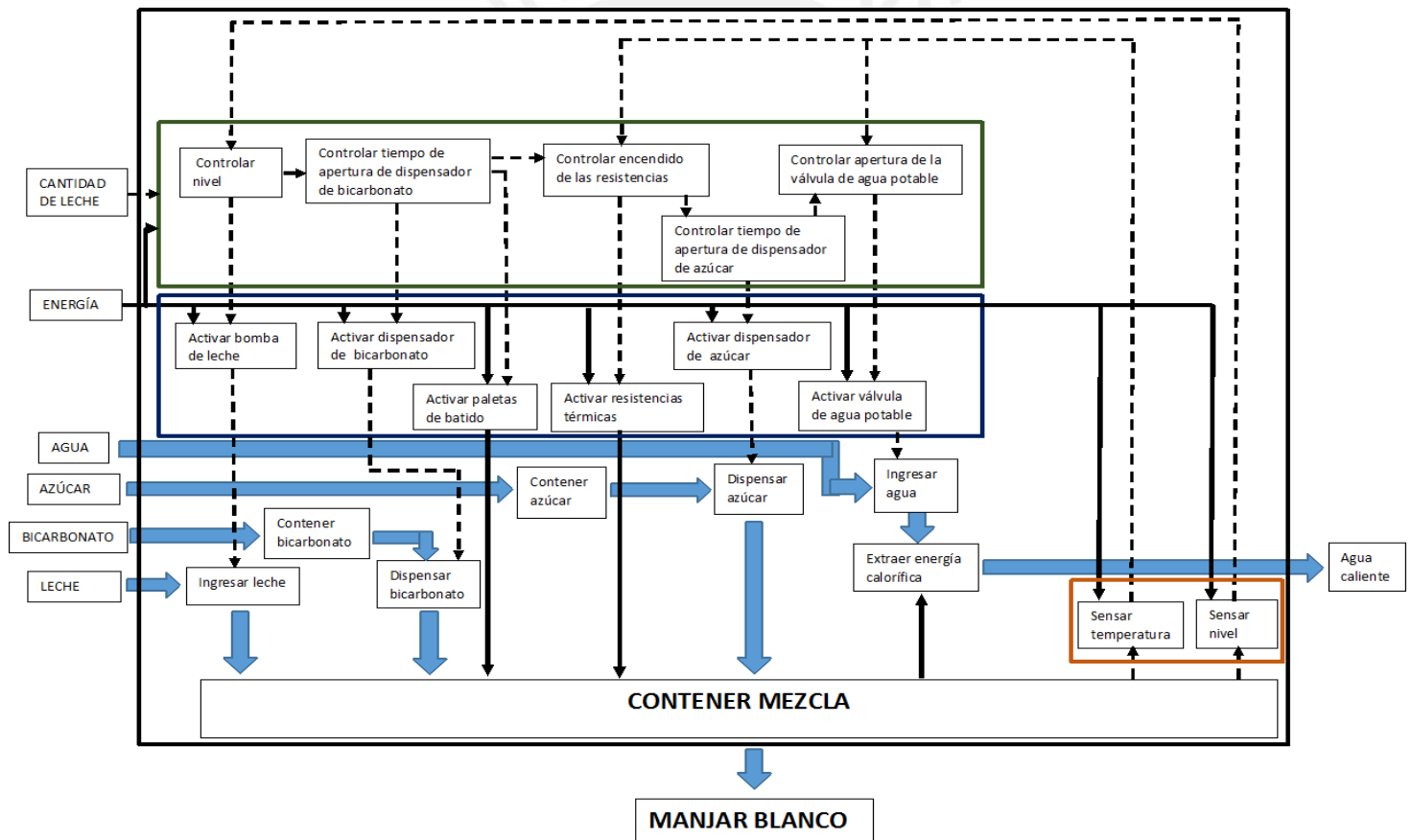


Fig. 3-1: Diagrama de funcionamiento

El proceso empezará introduciendo la cantidad de litros de leche que se necesita preparar a través de un teclado que pertenece a la interfaz de usuario. Este dato de cantidad de litros llegará al controlador y lo guardará.

Una vez obtenido este dato, se pondrá en marcha el proceso de bombeo de leche hacia la marmita. Es importante mencionar que para este proceso, previamente, el

productor deberá contar con algún tanque de almacenamiento de leche el cual estará conectado a la bomba. Este proceso se realizará gracias a una bomba centrífuga y estará controlado por el sensor de nivel y una válvula con solenoide. En este proceso, la válvula, el sensor de nivel y el controlador formarán un sistema de control cerrado. El controlador estará programado para que actúe como un controlador tipo ON/OFF el cual regulará el volumen de leche en la marmita.

Luego de tener la cantidad de litros deseada y el dato del volumen de leche, se iniciará el proceso de neutralización de la leche. En primer lugar, el controlador enviará una señal que activará el agitador. Luego, calculará el tiempo de apertura de la válvula que dispensará el bicarbonato de sodio. Es importante mencionar que por cada 10 litros de leche se agregará 1 gramo de bicarbonato de sodio para neutralizar la leche.

Después de tener la leche con el pH requerido, el controlador enviará una señal que activará la resistencia calentadora y el sensor de temperatura para dar inicio al proceso de calentamiento de la leche. En este proceso el sensor de temperatura, controlador y la resistencia calentadora formarán un lazo de control cerrado. La resistencia calentará la leche, con el agitador encendido para distribuir de forma eficiente el calor, hasta que se tenga una lectura entre 48 °C y 52 °C por parte del sensor. En dicho instante la resistencia calentadora de la marmita se apagará para dar inicio al siguiente proceso.

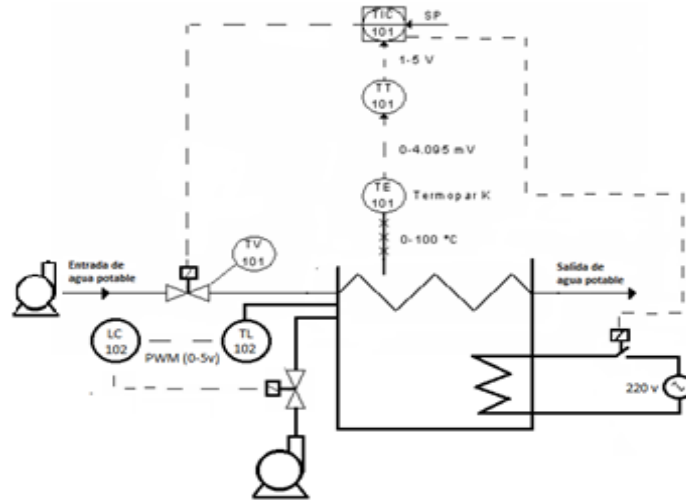
El siguiente proceso consiste en agregar azúcar a la leche. Para este proceso, el controlador calculará el tiempo de apertura de la válvula que dispensa el azúcar. El cálculo para conocer el tiempo de apertura de la válvula se realizará sabiendo que la cantidad de azúcar que se agregará es el 18% del volumen de leche y el caudal aproximado que pasa por la válvula. Una vez calculado el tiempo, el controlador, sin detener el agitador, enviará una señal que activará la electroválvula durante el tiempo calculado.

Para el siguiente proceso se mantendrá activado el agitador y se volverá a activar la resistencia calentadora con el fin de llegar al punto de concentración adecuada del manjar blanco. En este caso, al igual que el primer calentamiento, el lazo de control cerrado estará formado por el sensor de temperatura, el controlador y la resistencia calentadora. Para saber si el majar blanco llegó a su punto de concentración adecuado, el controlador recibirá la señal del sensor de temperatura. Por lo general el punto de concentración se logra a una temperatura entre 95 °C y 99 °C, por tal motivo, el controlador estará monitoreando la temperatura con el fin de que no ocurra algún error en el proceso de elaboración de manjar blanco.

Para el último proceso, que consta del enfriamiento del manjar blanco, se usará un sistema de refrigeración que estará compuesto por una tubería en forma de serpentín que estará conectada al sistema de agua potable de la planta. Este proceso también contará con un lazo cerrado de control conformado por un sensor de temperatura, el controlador y la válvula de agua potable. Primero, el controlador activará la válvula que deja el agua potable por la tubería hasta que el manjar blanco alcance los 60 °C. Luego, el controlador mandará una señal para cerrar la válvula de agua potable dejando el producto listo para su envasado.

3.2. Sensores y actuadores

A continuación, en la Fig. 3-2 se muestra el diagrama P&ID de los lazos de control en los cuales se muestra la interacción que tendrán los sensores y actuadores del



sistema con el controlador.

Fig. 3-2: Diagrama P&ID
Fuente: propia

3.2.1. SENSOR DE NIVEL

El sensor de nivel será utilizado para controlar el volumen de leche que se desee usar en la preparación de manjar blanco. Este sensor enviará una señal y el recibirá el eco de la misma. El tiempo entre el envío de la señal y la recepción del eco será procesado por el controlador y se obtendrá la cantidad de litros de leche a procesar. Por otro lado, este tipo de sensor ultrasónico presenta ventajas importantes como:

- Medición sin contacto
- Solución económica

A continuación, en la tabla 3-1 se muestra las características del sensor de nivel.

Tabla 3-1: Características del sensor de ultrasonido.

Rango de medida	2 - 450	cm
Voltaje de funcionamiento	5	V
Corriente estática	< 2	mA
Frecuencia de proceso	40	KHz
Resolución	30	mm
Disparo de señal	TTL pulso 10	µs



Fig. 3-3: Sensor de ultrasonido.

Fuente: http://tienda.rmjelectronics.com/index.php?id_category=30&controller=category

3.2.2 SENSOR DE TEMPERATURA

El sensor de temperatura será usado para controlar los procesos de pasteurizado, calentamiento hasta el punto de concentración final y enfriamiento. Para esto se optará por usar una termocupla RTD PT100 con cabezote rosca de marca Vía Industrial. A continuación, en la tabla 3-2 se muestra las características del sensor de temperatura.

Tabla 3-2: Características del sensor de temperatura.

Código	125212	
Longitud de bulbo	18	pulgadas
Diámetro de bulbo	½	pulgadas
Rango	-200 - 800	°C
Elemento	PT100 clase B 3 hilos simple	



Fig. 3-4: Termocupla

Fuente: http://www.mazcr.com/store/index.php?route=product/product&product_id=1165

3.2.3 ELECTROVALVULA 1

Esta electroválvula será usada para controlar la cantidad y tiempo de dispensado de leche y azúcar. Por tal motivo se optará por usar una válvula activada por solenoide de la marca Actel que está hecha de acero inoxidable debido al contacto con alimentos. A continuación, en la tabla 3-3 se muestra las características de la válvula:

Tabla 3-3: Características de la válvula.

Voltaje	12	V
Potencia	8	W
Presión de trabajo	0 - 145	bar
Temperatura de trabajo	-10 - 140	°C
Caudal	340	l/min



Fig. 3-5: Válvula de 1 1/2 '
Fuente: <http://www.altecdust.com/>

3.2.4 ELECTROVALVULA 2

Esta electroválvula será usada para controlar la cantidad y tiempo de dispensado de bicarbonato. Por tal motivo se optará por usar una válvula activada por solenoide de la marca Actel que está hecha de acero inoxidable debido al contacto con alimentos. A continuación, en la tabla 3-4 se muestra las características de la válvula.

Tabla 3-4: Características de la válvula.

Voltaje	12	V
Potencia	8	W
Presión de trabajo	0 - 145	Bar
Temperatura de trabajo	-10 - 140	°C
Caudal	3.2	l/min



Fig. 3-6: Válvula de 3/4 '
Fuente: <http://www.altecdust.com/>

3.2.5 MOTOR AC

La Fig.3-7 muestra el motor que se utilizará para mover el agitador previamente conectado a una caja de cambios. El motor será de 1.15 HP de la marca Siemens de número de parte SIE0609 y cumple con los cálculos de potencia necesarios para el agitador. A continuación, en la tabla 3-5 se muestra las características del motor.

Tabla 3-5: Características del motor AC.

Voltaje	220	V
Potencia	1	HP
Frecuencia	60	Hz
Corriente	7.4	A
Factor de servicio	1.15	
Velocidad	1745	rpm



Fig. 3-7: Motor eléctrico AC
Fuente: <http://www.continenteferretero.com/>

3.2.6 RESISTENCIA CALENTADORA SUMERGIBLE

Esta resistencia hecha de acero inoxidable cumplirá la función de calentadora en la marmita y será de tipo tubular. La fabricación de la resistencia estará a cargo de la empresa RINDESA E.I.R.L.:



Fig. 3-8: Resistencia calentadora.
Fuente: <http://rindesa.com/>

3.2.7 BOMBA CENTRIFUGA

La bomba estará hecha de acero inoxidable y será usada para transportar la leche hacia la marmita. La potencia de la bomba será de 1 HP.



Fig. 3-9: Bomba centrifuga.

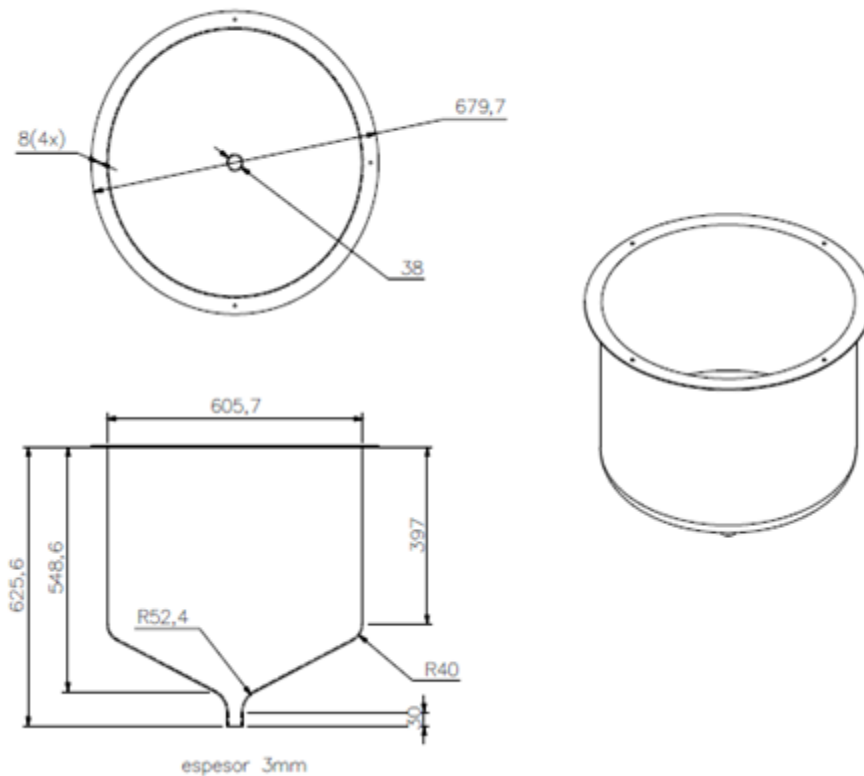
Fuente: <http://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/956007/1-HP-Bomba-Centrifuga>



3.3. Planos del Sistema Mecánico

3.3.1 CONTENEDOR DE AZUCAR

En la Fig. 3-10 se muestra el plano del contenedor de azúcar. El material que se utilizará será acero inoxidable 304 y tendrá 3 mm de espesor. Este contenedor será fabricado mediante el rolado y soldadura de planchas de acero y en él se almacenará el azúcar que se utilizará en el proceso.



ACABADO SUPERFICIAL 1.4	TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168 MEDIO	MATERIAL AISI 304
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU ING. MECATRONICA		
METODO DE PROYECCION 	TITULO CONTENEDOR DE AZUCAR	ESCALA 1:8
20101055	QUINTANA TUKASAKI, DIEGO	FECHA: 2014.11.12
		LAMINA: A4

Fig. 3-10: Contenedor de azúcar
Fuente: propia

3.3.2 MARMITA

En la Fig. 3-11 se muestra el plano de la marmita. Este contenedor estará hecho de acero inoxidable 304 y tendrá 3 mm de espesor. Al igual que los otros contenedores, esta marmita será fabricada mediante el rolado y soldado de planchas de acero. En esta marmita se realizará la mezcla para realizar el manjar blanco.

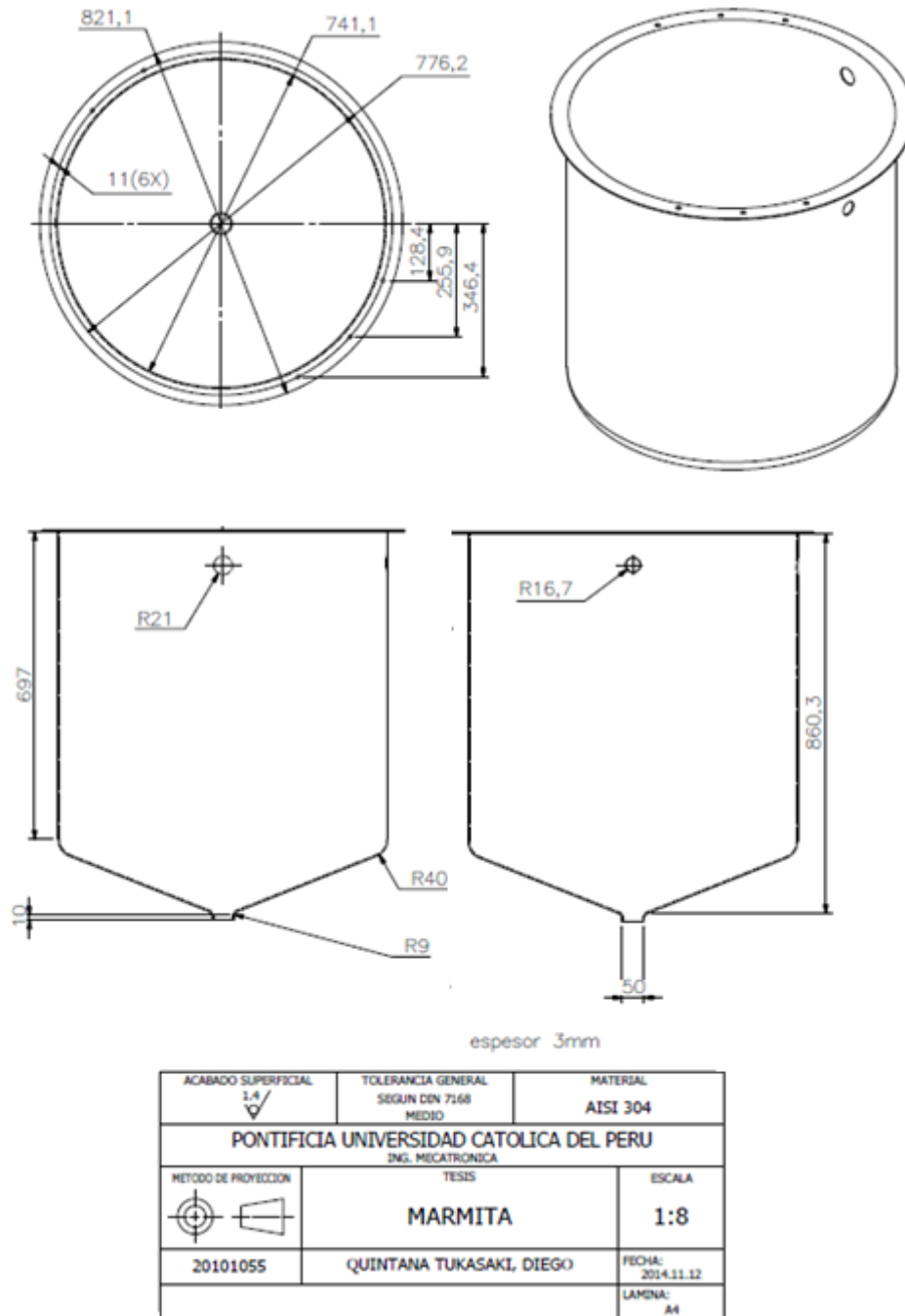
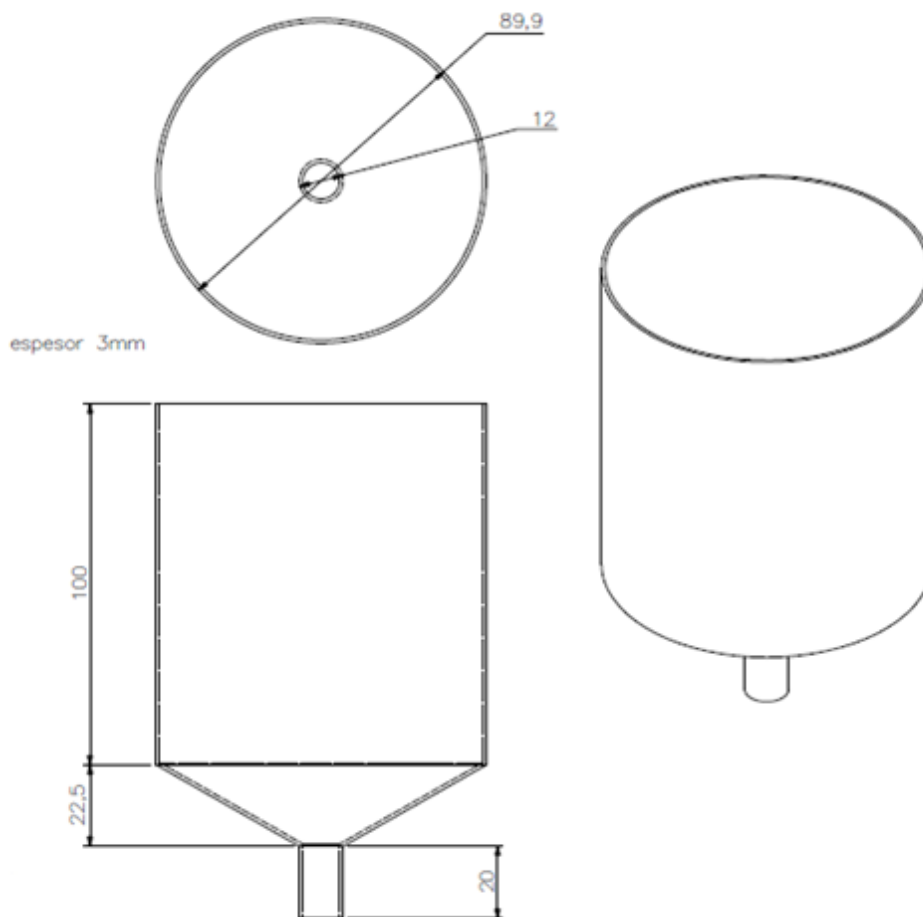


Fig. 3-11: Marmita
Fuente: propia

3.3.3 CONTENEDOR DE BICARBONATO

En la Fig. 3-12 se muestra el plano del contenedor de bicarbonato. Al igual que los otros contenedores estará hecho de acero inoxidable 304 y tendrá un espesor de 3 mm. Este contenedor se fabricará mediante el mismo proceso de rolado y soldado que siguieron los otros 2 contenedores y se ubicará en la parte superior de la marmita y almacenará el bicarbonato que se usará en el proceso.



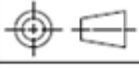
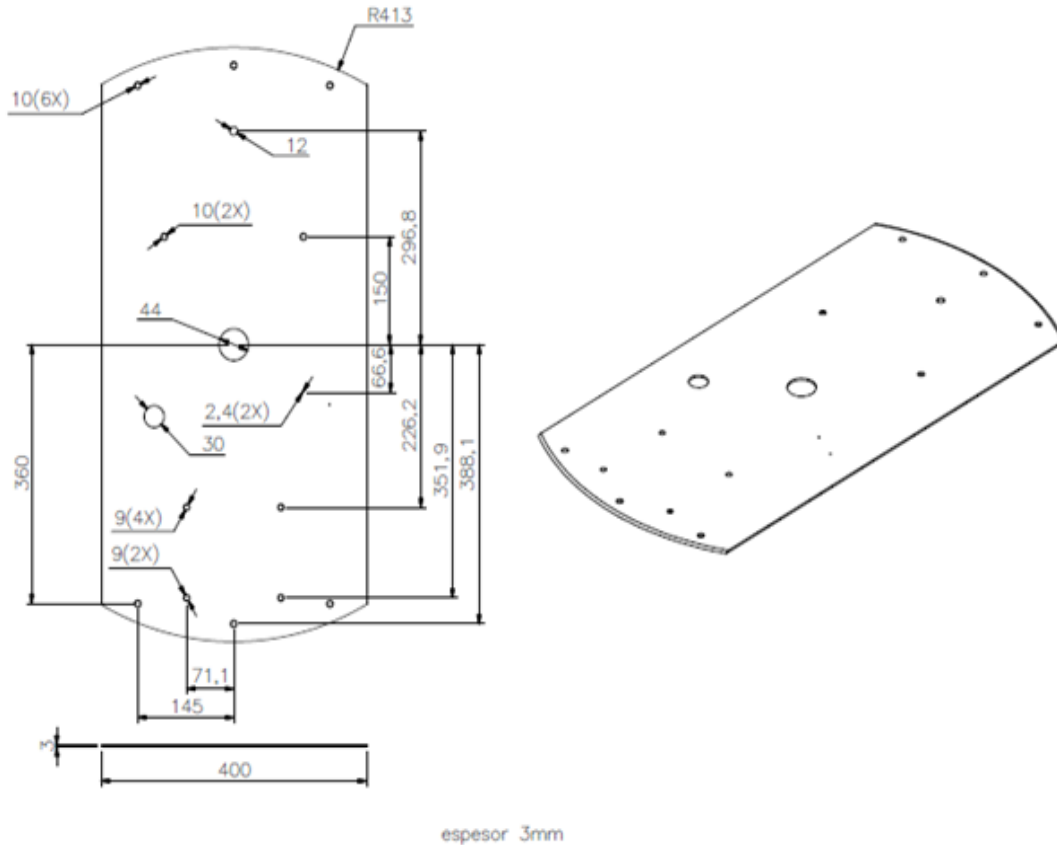
ACABADO SUPERFICIAL	TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168 MEDIO	MATERIAL AISI 304
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU ING. MECATRONICA		
METODO DE PROYECCION 	TESIS CONTENEDOR DE BICARBONATO	ESCALA 1:1
20101055	QUINTANA TUKASAKI, DIEGO	FECHA: 2014.11.17
		LAMINA: A4

Fig. 3-12: Contenedor de bicarbonato
Fuente: propia

3.3.4 TAPA DE MARMITA

En la Fig. 3-13 se muestra el plano de la tapa de la marmita. Esta pieza será hecha a partir de una plancha de acero de 3 mm y será usada para soportar a la termocupla, el motor, el sensor de ultrasonido, la resistencia calentadora, la caja reductora y el contenedor de bicarbonato.



ACABADO SUPERFICIAL 1.4	TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168 MEDIO	MATERIAL AISI 1020
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU ING. MECATRONICA		
METODO DE PROYECCION 	TESIS TAPA MARMITA	ESCALA 1:5
20101055	QUINTANA TUKASAKI, DIEGO	FECHA: 2014.11.11 LAMINA: A4

Fig. 3-13: Tapa de marmita
Fuente: propia

3.3.5 SOPORTE CAJA REDUCTORA

En la Fig. 3-14 se muestra el plano del soporte para la caja reductora. Esta pieza estará hecha de acero y tendrá un espesor de 3 mm. Además, irá solada a la tapa de la marmita y servirá para sostener y soportar a la caja reductora.

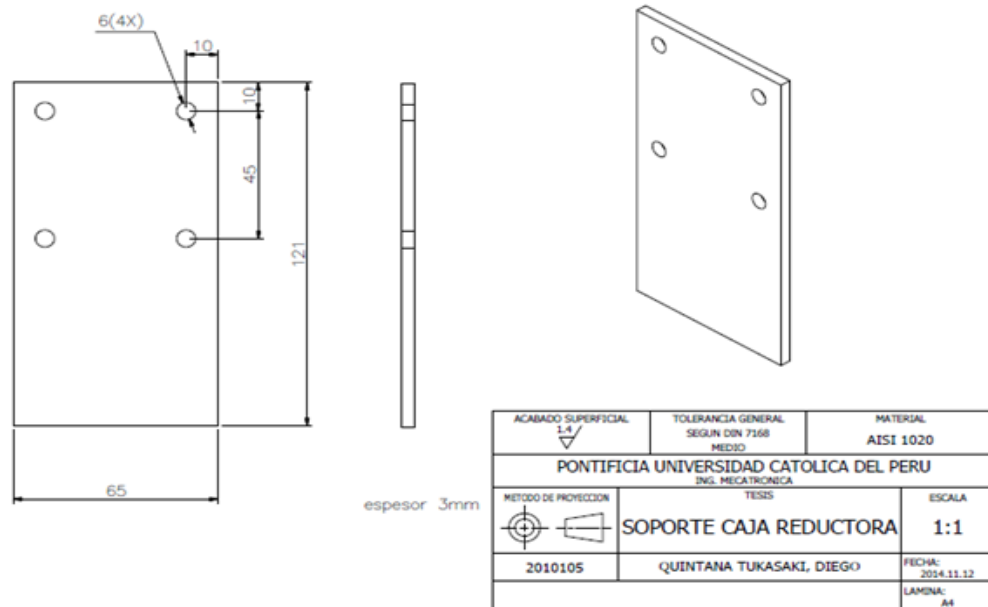


Fig. 3-14: Soporte caja reductora
Fuente: propia

3.3.6 SOPORTE INFERIOR MARMITA

En la Fig. 3-15 se muestra el plano del soporte inferior de la marmita. Estará hecha de acero y tendrá un espesor de 3 mm. Esta pieza se fabricará cortando una plancha de 3 mm en base a las medidas del plano y servirá como soporte en la parte inferior de la marmita.

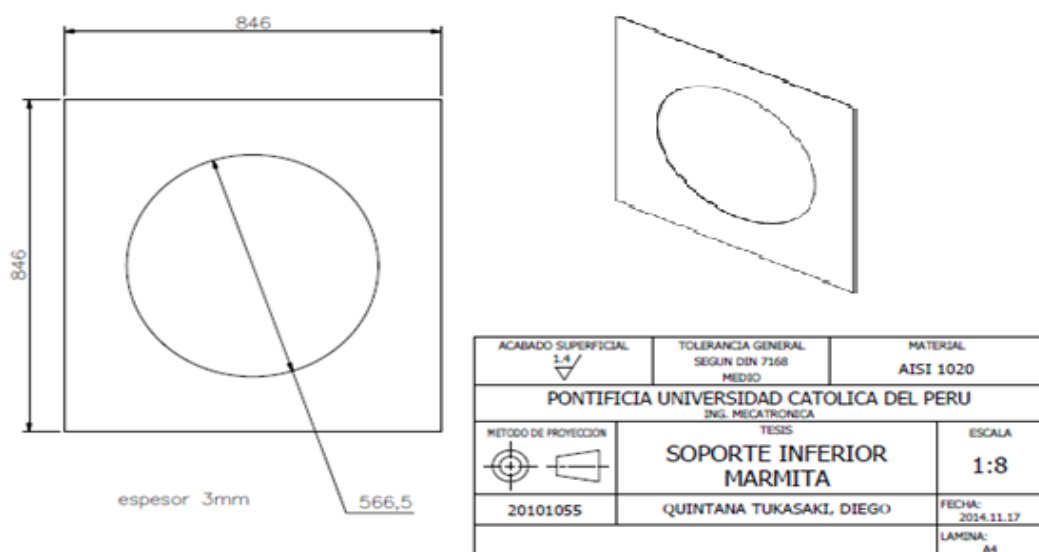


Fig. 3-15: Soporte inferior marmita
Fuente: propia

3.3.7 SOPORTE SUPERIOR MARMITA

En la Fig. 3-16 se muestra el plano del soporte superior de la marmita. Estará hecha de acero y tendrá un espesor de 3 mm. Esta pieza servirá como soporte en la parte superior de la marmita.

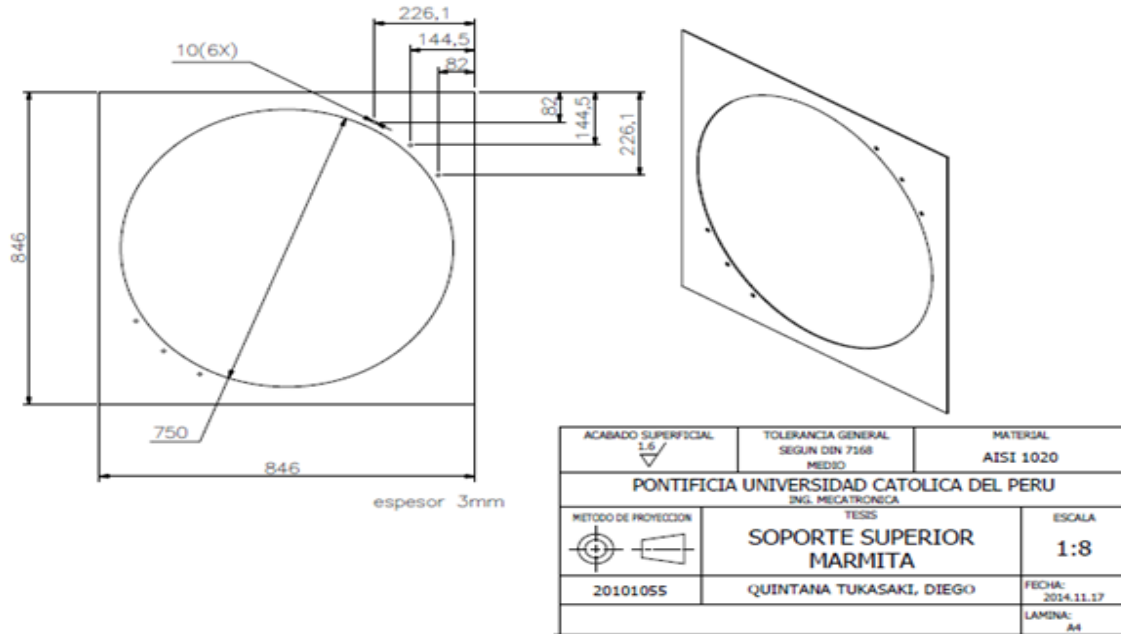


Fig. 3-16: Soporte superior marmita
Fuente: propia

3.3.8 SOPORTE CONTENEDOR AZUCAR

En la Fig. 3-17 se muestra el plano del soporte del contenedor de azúcar. Estará hecha de acero y tendrá un espesor de 3 mm. Esta pieza servirá como soporte al contenedor de azúcar.

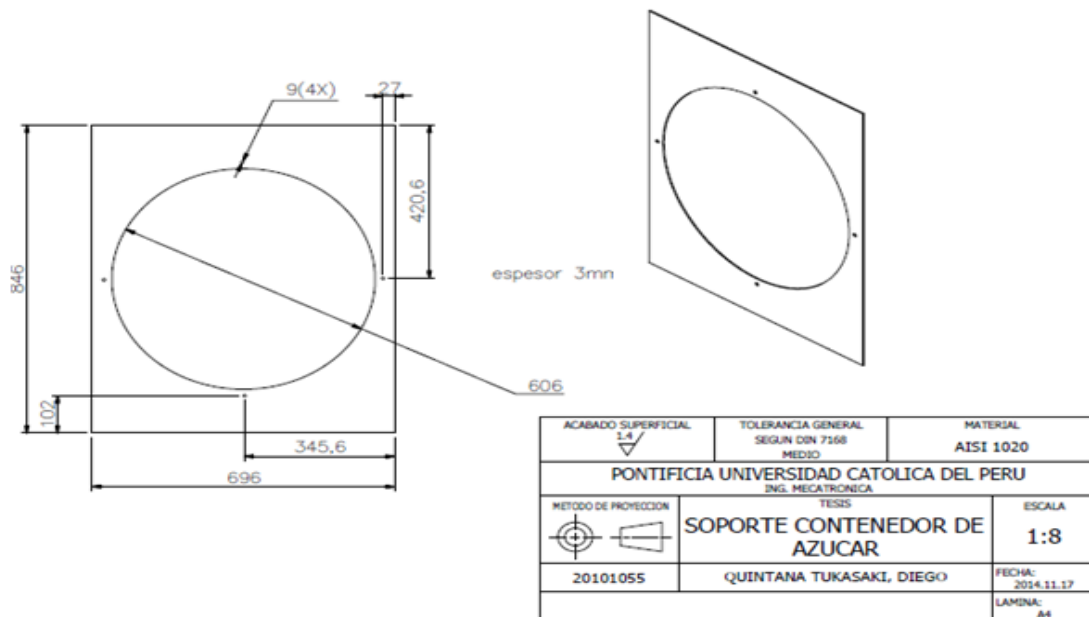


Fig. 3-17: Soporte contenedor azúcar
Fuente: propia

3.3.9 SOPORTE CONTENEDOR BICARBONATO

En la Fig. 3-18 se muestra el plano del soporte del contenedor de bicarbonato. Estará hecha de acero y tendrá un espesor de 3 mm. Esta pieza servirá como soporte al contenedor de bicarbonato que irá en la parte superior de la marmita.

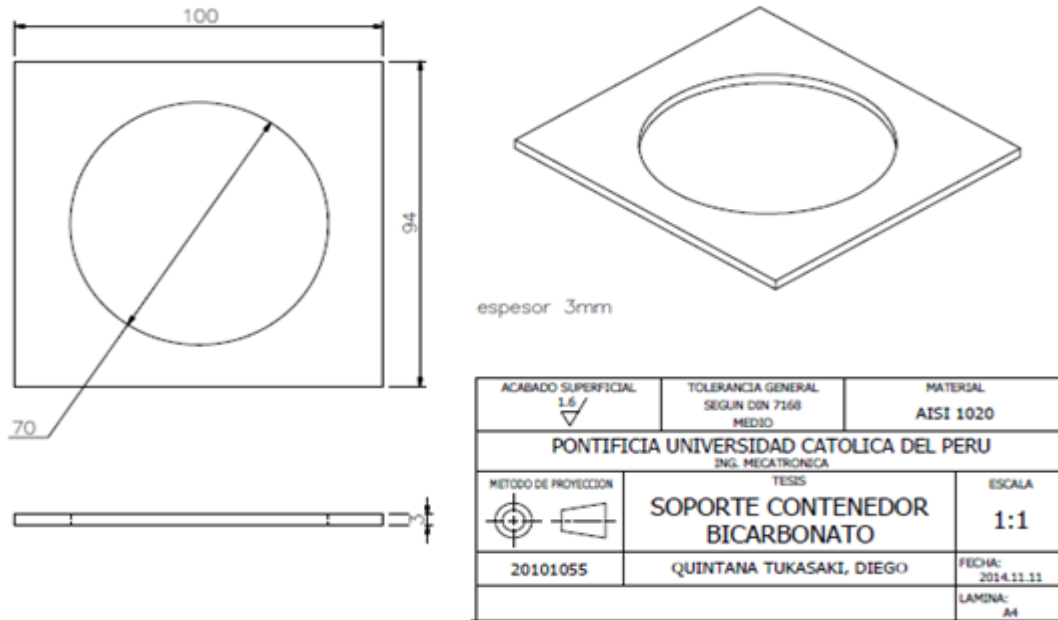


Fig. 3-18: Soporte contenedor bicarbonato
Fuente: propia

3.3.10 EJE MOTOR-CAJA

En la Fig. 3-19 se muestra el plano del eje que conectara el motor a la caja reductora. Estará hecha de acero. Además, esta pieza servirá para transmitir el movimiento del motor hacia la caja reductora.

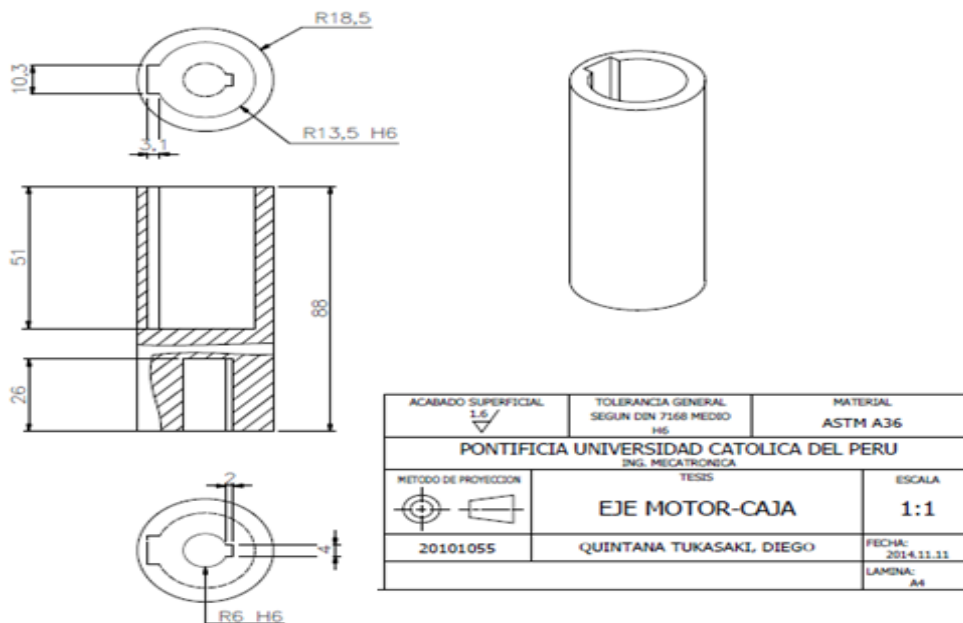
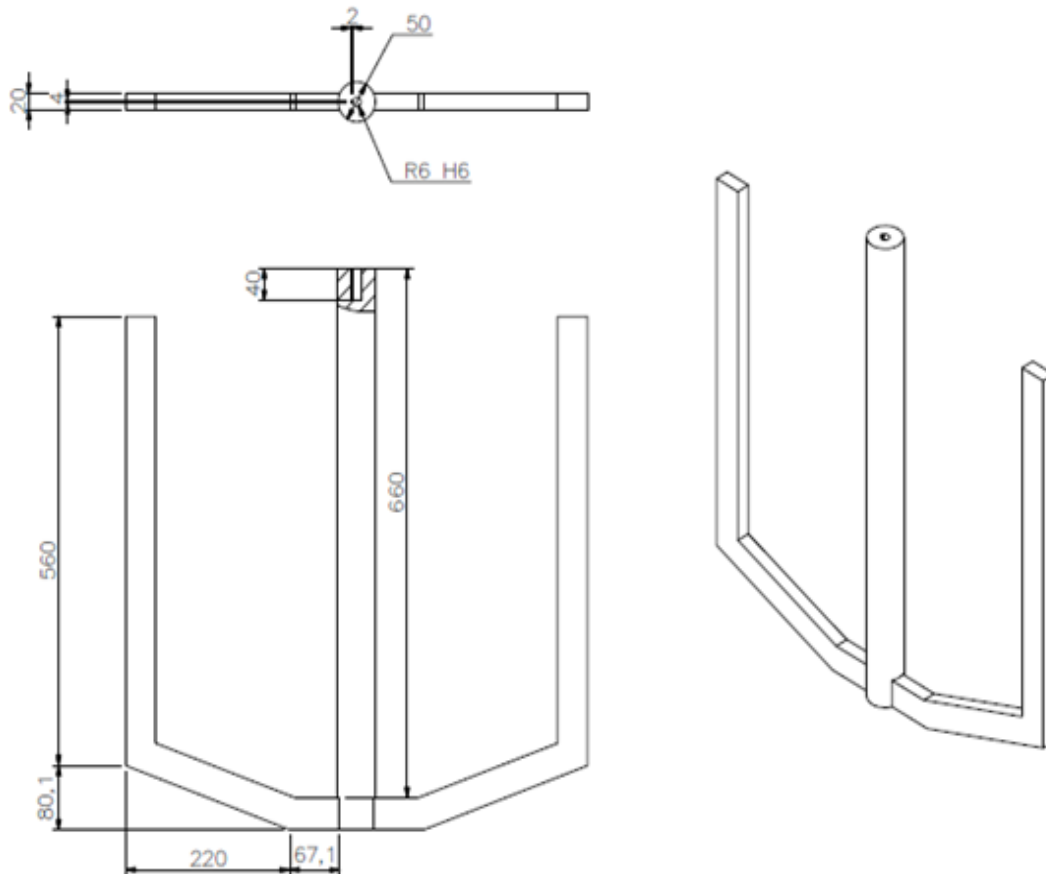


Fig. 3-19: Eje motor-caja
Fuente: propia

3.3.11 AGITADOR

En la Fig. 3-20 se muestra el plano del agitador. Estará hecha de acero inoxidable 304. Esta agitador será tipo ancla y tendrá aletas de 20 mm de espesor. Además, irá conectada a la caja reductora.



ACABADO SUPERFICIAL 1.6	TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168 MEDIO H6	MATERIAL AISI 304
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU ING. MECATRONICA		
METODO DE PROYECCION 	TESIS AGITADOR	ESCALA 1:5
20101055	QUINTANA TUKASAKI, DIEGO	FECHA: 2014.11.12
		LAMINA: A4

Fig. 3-20: Agitador
Fuente: propia

3.3.12 CHASIS

En la Fig. 3-21 se muestra el plano de la estructura que soportará a la marmita y los contenedores. Estará hecha de acero y perfiles T de 40 mm x 40 mm x 3 mm y L de 40 mm x 40 mm x 3 mm.

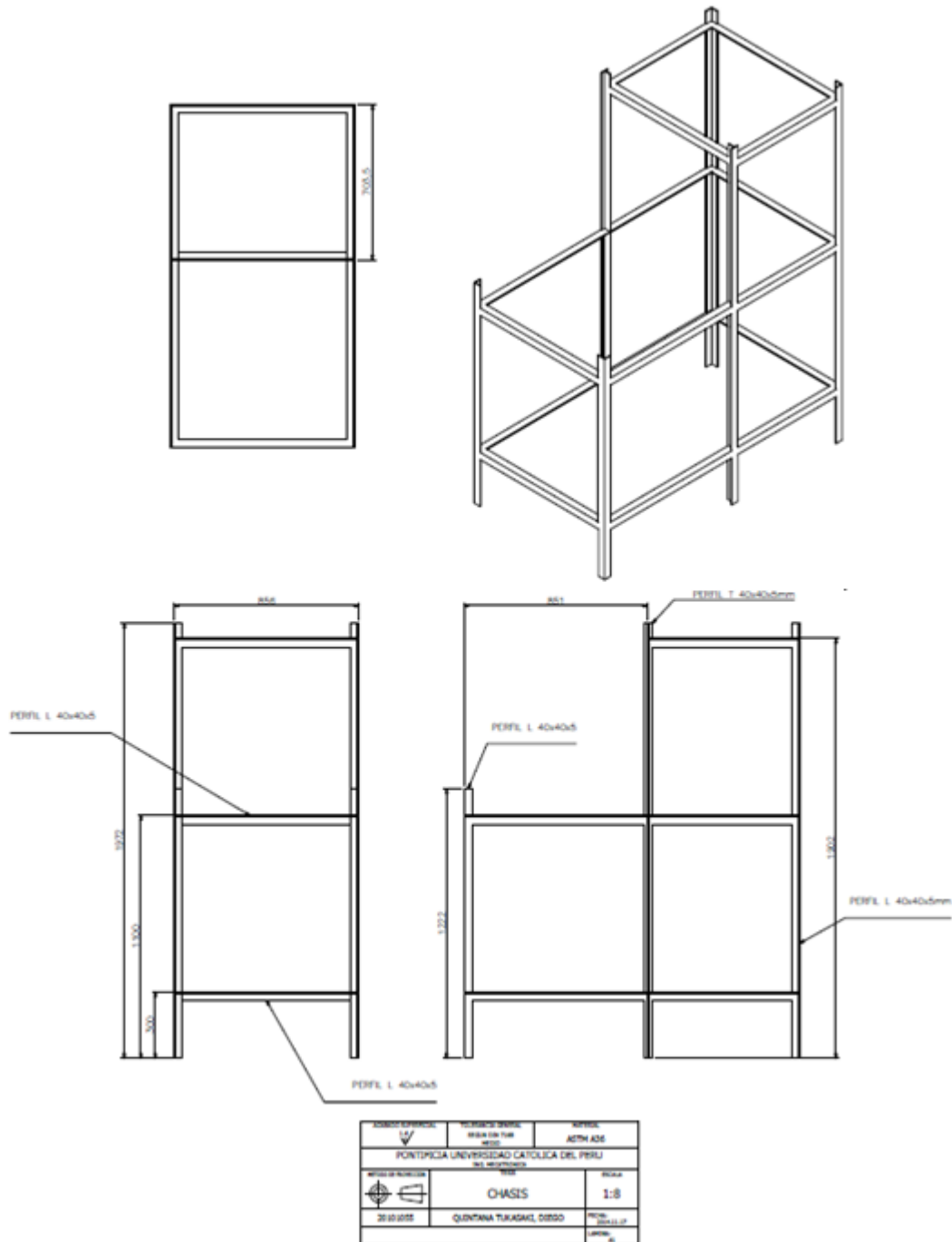
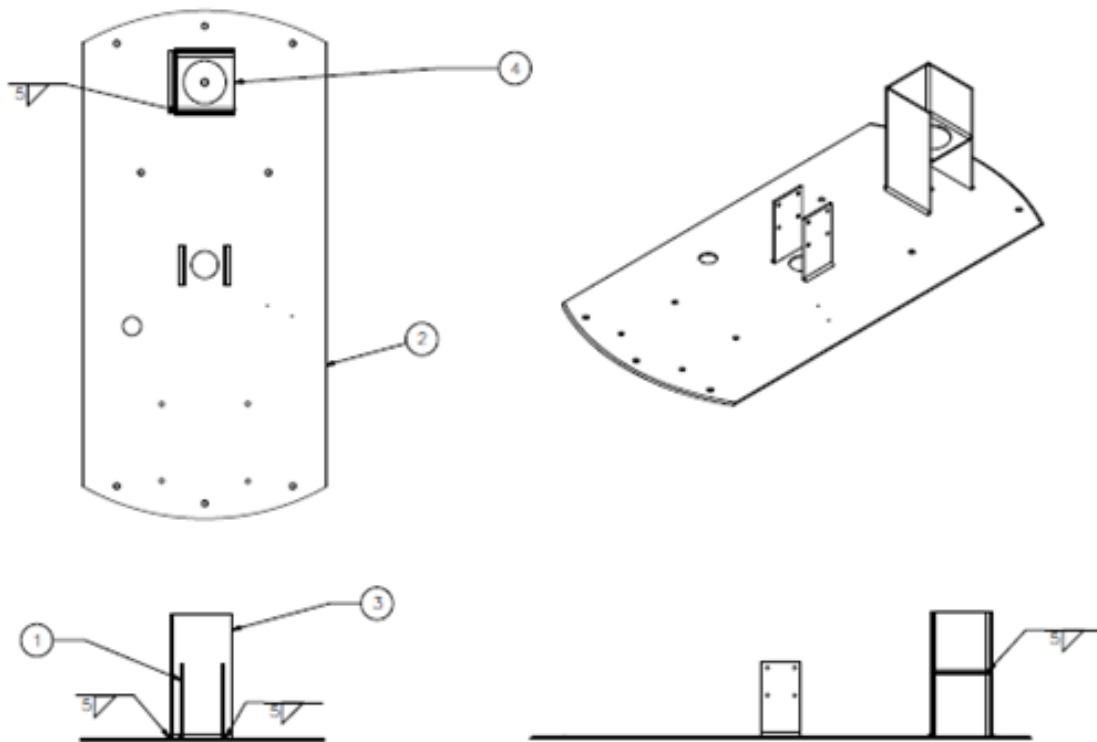


Fig. 3-21: Chasis
Fuente: propia

3.3.13 ENSAMBLAJE TAPA MARMITA

En la Fig. 3-22 se muestra el sub ensamblaje de la tapa de la marmita en el cual se montarán el soporte del contenedor de bicarbonato y el soporte de caja reductora los cuales estarán unidas a la tapa de la marmita por medio de soldaduras. Además, se ubicará en la parte superior de la marmita.



4	1	SOPORTE CONTENEDOR BICARBONATO		Steel	
3	3	PLACA		Steel	
2	1	TAPA MARMITA		Steel	
1	3	PLACA DE CAJA		Steel	
POS.	CANT.	DESCRIPCION	NORMA	MATERIAL	OBSERVACIONES
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU					
ING. MECATRONICA					
METODO DE PROYECCION	PRIMERA			ESCALA	
	TAPA DE LA MARMITA			1:5	
20101055	QUINTANA TUKASAKI, DIEGO			FECHA:	2014.11.12
				LAYENDA:	A2

Fig. 3-22: Ensamblaje tapa marmita
Fuente: propia

3.3.14 ENSAMBLAJE GENERAL DE LA MÁQUINA

La Fig. 3-23 muestra el plano de ensamble general de la máquina.

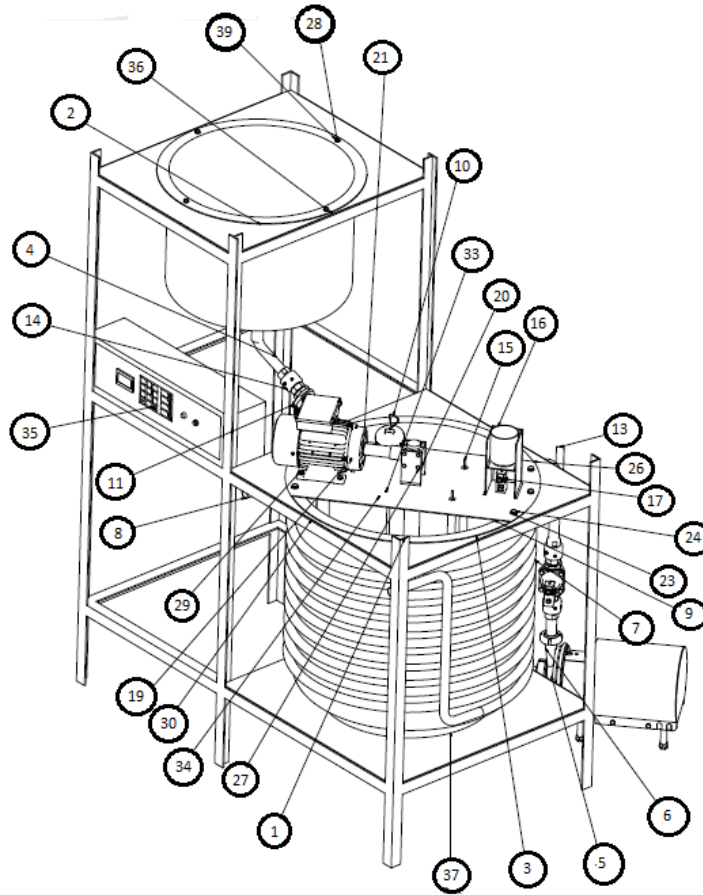


Fig. 3-23: Ensamblaje general de la máquina
Fuente: propia

Por otro lado, la tabla 3-8 muestra los elementos que componen la máquina.

Tabla 3-8: Relación de elementos y piezas

Nro. de pieza	Cantidad de piezas	Pieza
1	1	Chasis
2	1	Soporte Contenedor de Azúcar
3	1	Soporte Contenedor de Bicarbonato
4	1	Tubería Azúcar-Mezcla
5	1	Bomba
6	1	Tubería Bomba-Mezcla
7	1	Tubería Leche-Bomba
8	1	Enfriador
9	1	Agitador
10	1	Termocupla
11	2	Electroválvula G 1 1/4
12	1	Tubería Válvula-Mezcla

13	1	Conector de Válvula
14	4	Válvula de bola
15	1	Calentador
16	1	Contenedor de Bicarbonato
17	1	Electroválvula 2/2 NC, serie 256 - 230V / 50 Hz
18	2	Tubería Bicarbonato
19	1	Motor Electrico AC
20	1	Caja reductora
21	1	Eje Caja reductora- Motor
23	6	Plain washers - Normal series - Product grade A
24	6	Hexagon head screws
25	6	Hexagon nuts, style 1 - Product grades A and B
26	1	Tapa Marmita
27	8	Hexagon head screws
28	8	Plain washers - Normal series - Product grade A
29	4	Hexagon head screws
30	8	Hexagon nuts, style 1 - Product grades A and B
31	1	Sensor Ultrasónico
32	2	Plain washers - Normal series - Product grade A
33	2	Hexagon head screws
34	2	Hexagon nuts, style 1 - Product grades A and B
35	1	Caja de control
36	1	Soporte Contenedor de Azúcar
37	1	Soporte Inferior Marmita
38	1	Soporte Superior Marmita
39	4	Hexagon head screws

3.4. Diagramas esquemáticos

Para desarrollar el diseño electrónico de la máquina será necesario que los sensores, actuadores y el controlador estarán interactuando entre ellos por medio de señales (analógica o digital). Es por eso que en la Fig. 3-24 se muestra la arquitectura de hardware que se usará en este sistema mecatrónico.

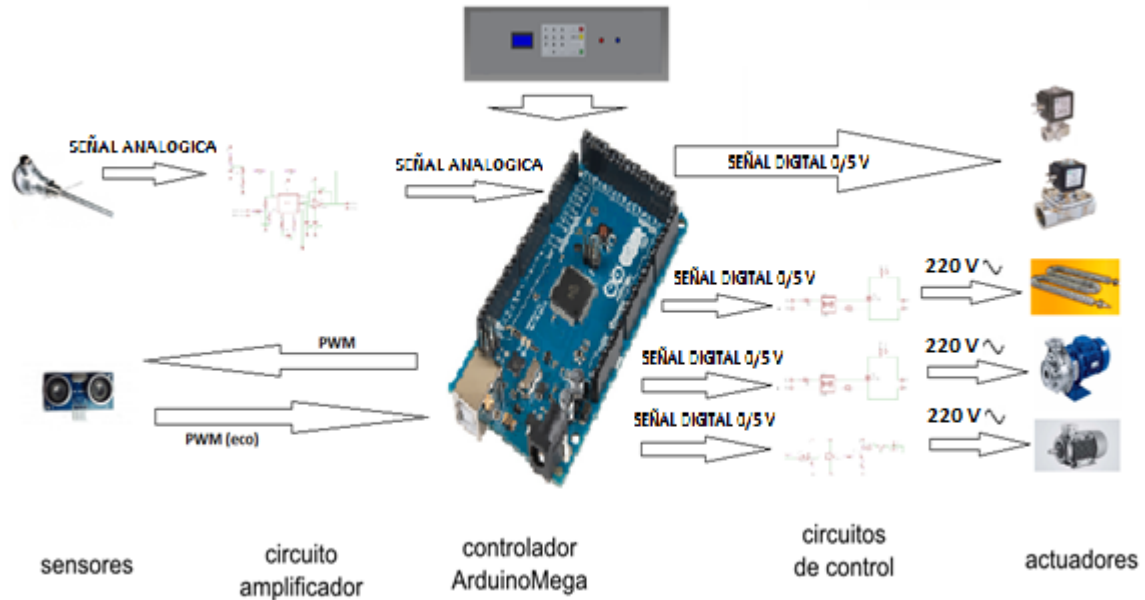


Fig. 3-24: Arquitectura de hardware
Fuente: propia

3.4.1 REGULADOR DE VOLTAJE DE 220V AC A 5V DC

El sistema mecatrónico diseñado tendrá como alimentación principal 220 V AC a 60Hz. En la Fig. 3-25 se muestra un circuito que partiendo de dicha alimentación conseguirá 5 V DC para el funcionamiento de los circuitos que lo requieran. En la bornera X1 se conectará un transformador de 1:20. A continuación se usará un puente rectificador de diodos. Por último, se hará un arreglo de condensadores junto con el circuito integrado L7805.

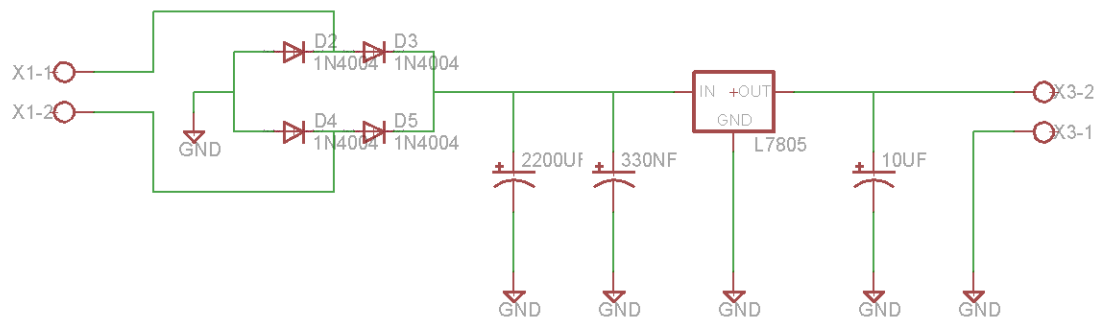


Fig. 3-25: Circuito regulador de voltaje a 5V
Fuente: propia

3.4.2 REGULADOR DE VOLTAJE DE 220V AC A 12V DC

En el circuito mostrado en la Fig. 3-26 se muestra un regulador de voltaje a 12 V DC que básicamente, al igual que el rectificador de 5 V, está diseñado con un puente rectificador de diodos y un arreglo de condensadores. A diferencia del circuito anterior, en este caso se usará el circuito integrado L7812. Este circuito se utilizará para alimentar a los optocopladores y transistores utilizados en los demás circuitos.

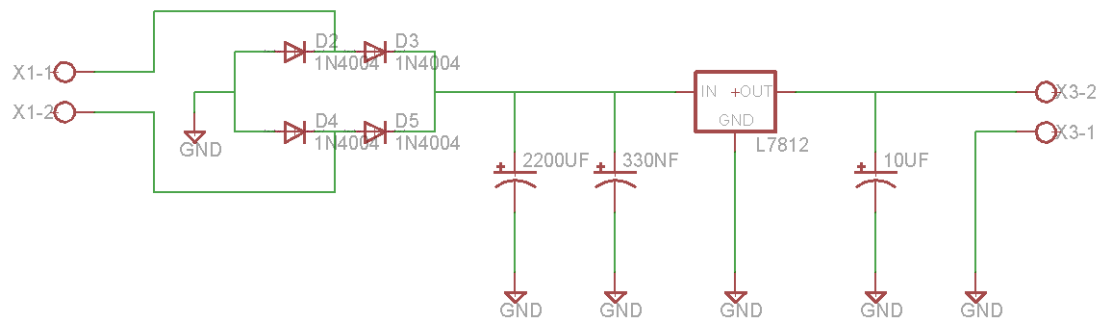


Fig. 3-26: Circuito regulador de voltaje a 12V
Fuente: propia

3.4.3 REGULADOR DE VOLTAJE DE 220V AC A +/-15V DC

El circuito expuesto en la figura 3-27 es el de un regulador de voltaje a 15 V y -15 V. Para lograr ese voltaje en las salidas primero se necesitó de un transformador de 20:1. También, se usó un puente de diodos rectificador. Por último, se necesitó de dos circuitos integrados que son el L7815 y L7915 que finalmente entregarán el voltaje requerido.

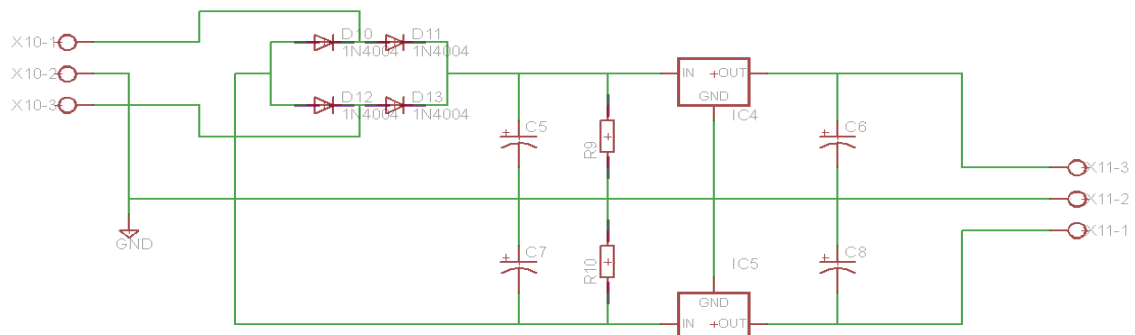


Fig. 3-27: Circuito regulador de voltaje a +/-15V
Fuente: propia

3.4.4 AMPLIFICADOR DE SEÑAL ANALÓGICA DE LA TERMOCUPLA

En el esquemático mostrado en la Fig. 3-28 se muestra un circuito amplificador diseñado para intensificar la señal analógica recibida de la termocupla del sistema. Además, este circuito sirve para estandarizar la señal que recibe de la termocupla a 10mV/°C. Por otro lado, este circuito es alimentado con +/-15 V utilizado para el integrado LM321 y 5 V para el opamp.

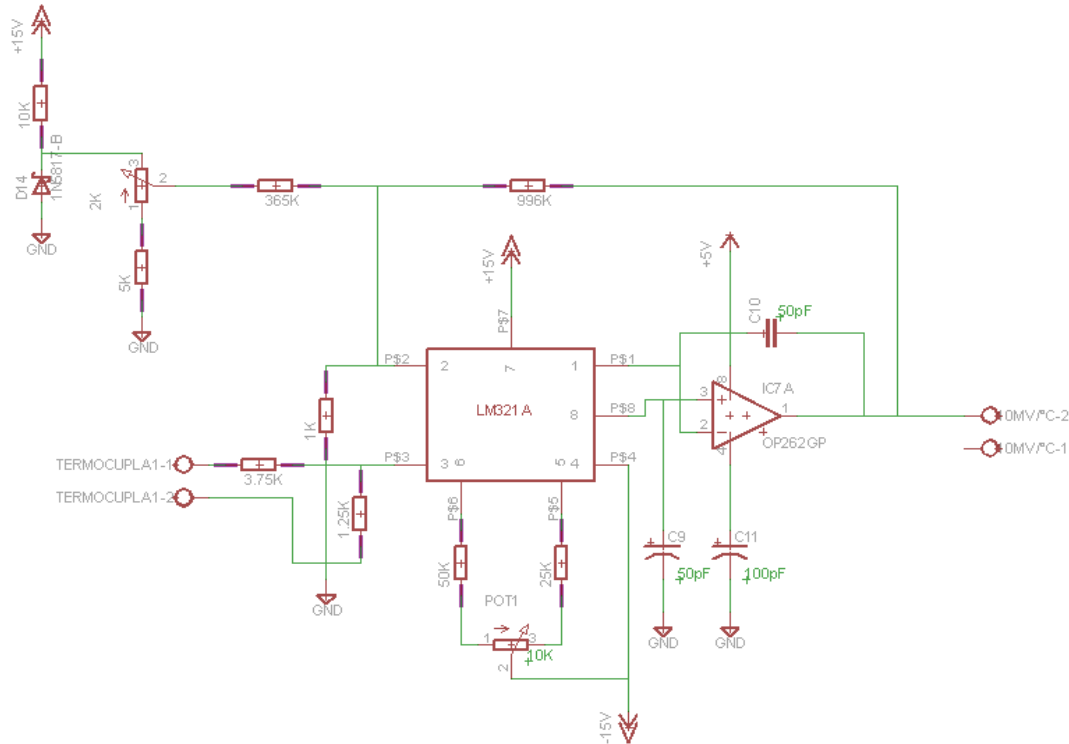


Fig. 3-28: Circuito amplificador de señal analógica de termocupla
Fuente: propia

3.4.5 CONTROLADOR DE BOMBA/RESISTENCIA CALENTADORA

El circuito mostrado en la figura 3-29 muestra un controlador de una bomba. Este controlador está hecho por un opto triac. Dicho opto triac estará conectado al Arduino mega que mandará una señal de 5v que lo activará. Al activarse el opto triac, el triac T2 también se activará y empezará a funcionar el circuito de potencia que estará conectado a 220 V AC y a la bomba.

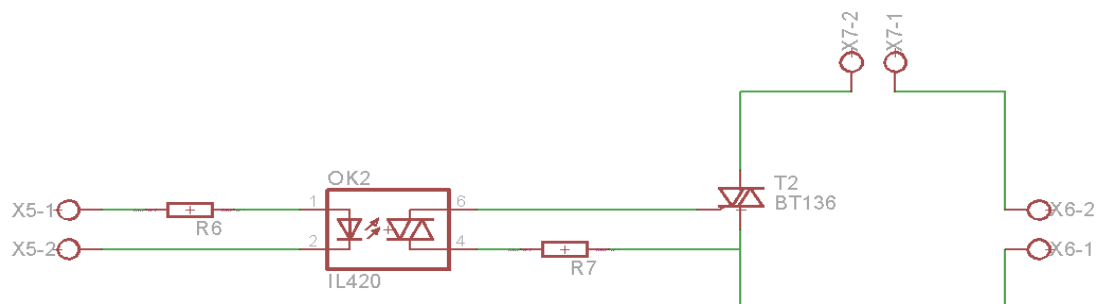


Fig. 3-29: Circuito controlador de bomba/resistencia calentadora
Fuente: propia

3.4.6 CONTROLADOR DE MOTOR

El circuito mostrado en la figura 3-30 muestra el controlador de un motor. En primer lugar, se usará un optocoplador, que estará conectado a una salida del Arduino, para separar la parte de control de la de potencia. Cuando el optocoplador se active, el opamp recibirá una señal de 5 V. El opamp se usará en la configuración de seguidor de voltaje. El voltaje que sale del opamp servirá para activar el transistor T1. Cuando el transistor esté en saturación, el relé K1 se activará permitiendo cerrar el circuito de potencia que estará conformado por la conexión a 220 V AC y el motor.

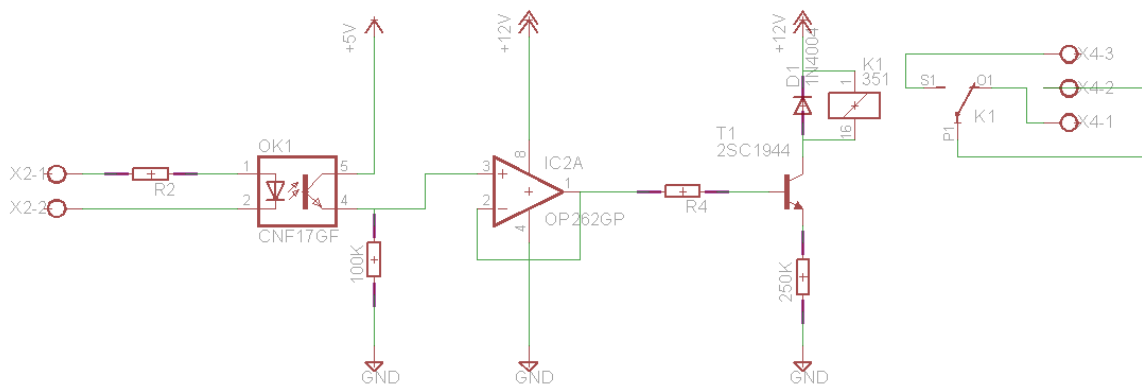


Fig. 3-30: Circuito controlador de motor
Fuente: propia

3.5. Diagramas de flujo

3.5.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA DE CONTROL

En la figura 3-31 se muestra el diagrama de flujo del programa de control que inicia al presionar el botón de inicio del sistema. Primero, en la pantalla LCD del panel de control aparecerá el mensaje “ingresar datos” y, en seguida, el controlador empezará a leer los datos introducidos por medio del teclado matricial y los guardará. Segundo, se realizará el bombeo de leche teniendo como referencia el dato guardado en el proceso anterior. Tercero, se activará el motor que mueve el agitador. Cuarto, se agregará bicarbonato a la mezcla para neutralizarla. Quinto, se realizará el calentamiento de la leche hasta 50°C. Sexto, se agregará azúcar a la mezcla. Séptimo, se volverá calentar la leche, pero ahora, hasta 97°C. Octavo, se realizará el enfriamiento de la leche hasta llegar a los 60°C. Por último, en la pantalla LED aparecerá el siguiente mensaje: “Producto listo”.

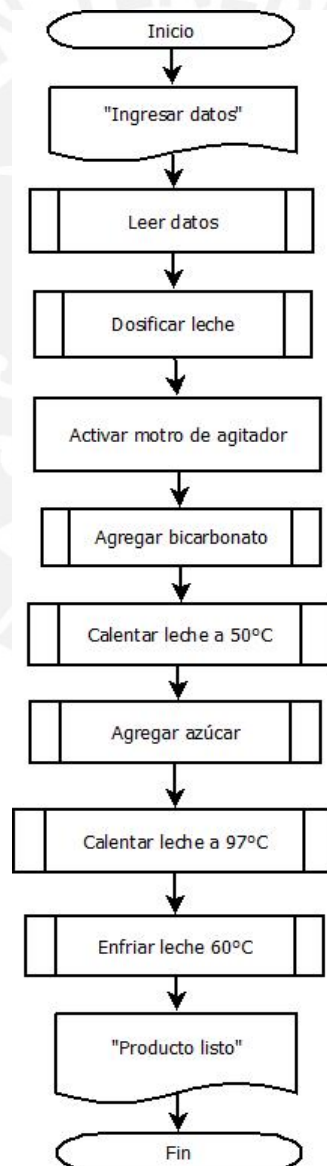


Fig. 3-31: Diagrama de flujo del programa de control

Fuente: propia

3.5.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA LECTURA DE DATOS

En la figura 3-32 se expone el diagrama de flujo del proceso de leer y almacenar datos. Primero, el sistema esperará recibir algún dato. Si se recibiera alguno, será leído, de lo contrario, seguirá esperando que se introduzca algún dato. Luego de leer los datos, se verificará si el botón borrar fue presionado. Si fue presionado, el programa volverá a esperar datos. Si no fue presionado, el programa verificará si el botón de aceptar fue presionado. Si el botón fue presionado, se guardarán los datos en la memoria del controlador.

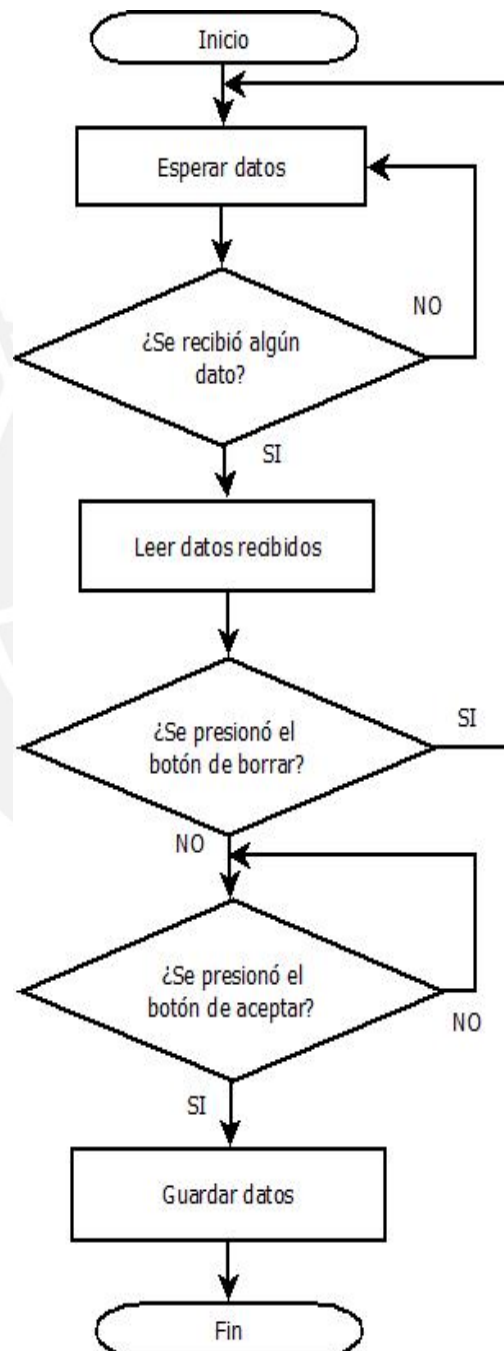


Fig. 3-32: Diagrama de flujo de lectura y almacenamiento de datos
 Fuente: propia

3.5.3 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA DOSIFICACIÓN DE LECHE

En la figura 3-33 se muestra el diagrama de flujo del proceso de dosificación de leche. En primer lugar, se leerá el dato de cantidad de litros almacenado en la memoria del controlador. Luego, se activará el sensor de nivel, se abrirá la válvula que dejará pasar la leche y se prenderá la bomba que llevará la leche hacia la marmita. A continuación, se tendrá un lazo de control donde el controlador recibirá los datos del sensor de nivel. Si el nivel es el deseado por el controlador, se apagará la bomba, se cerrará la válvula y se desactivará el sensor de nivel, de lo contrario, se seguirá bombeando leche.

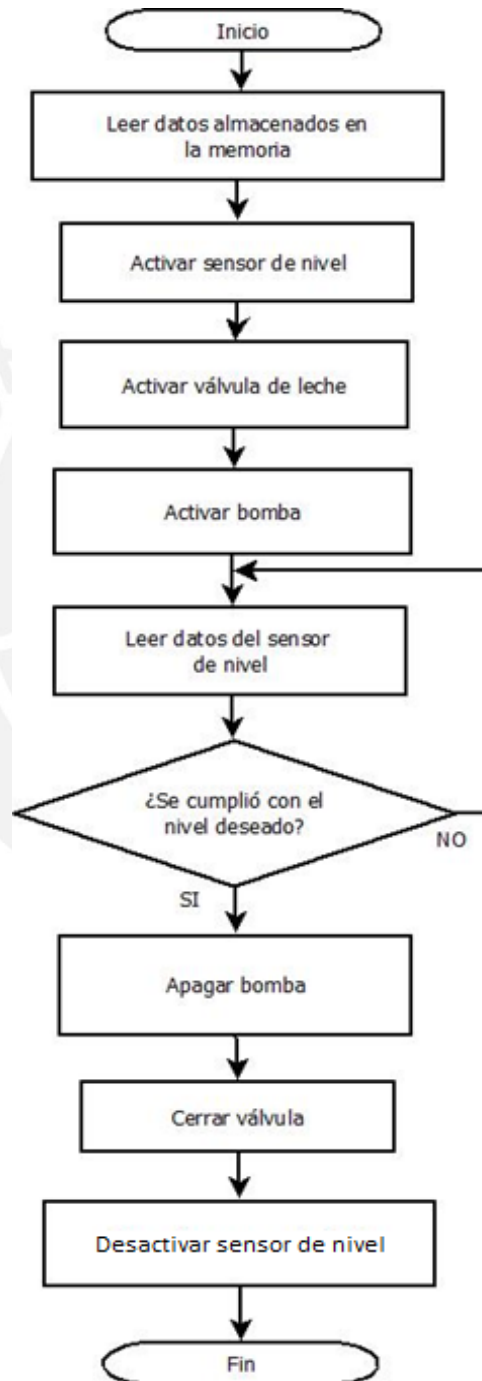


Fig. 3-33: Diagrama de flujo de la dosificación de leche
 Fuente: propia

3.5.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA INCORPORACIÓN DE BICARBONATO A LA LECHE

En la figura 3-34 se expone el diagrama de flujo del proceso de incorporación de bicarbonato a la leche. Primero, leerá los datos almacenados en la memoria y con esa información el controlador calculará el tiempo que la válvula de bicarbonato tendrá que estar abierta. Luego, se configurará el timer. A continuación, se abrirá la válvula de bicarbonato por el tiempo calculado. Por último, el programa verificará si se cumplió el tiempo y, cuando se cumpla el tiempo, se cerrará la válvula.

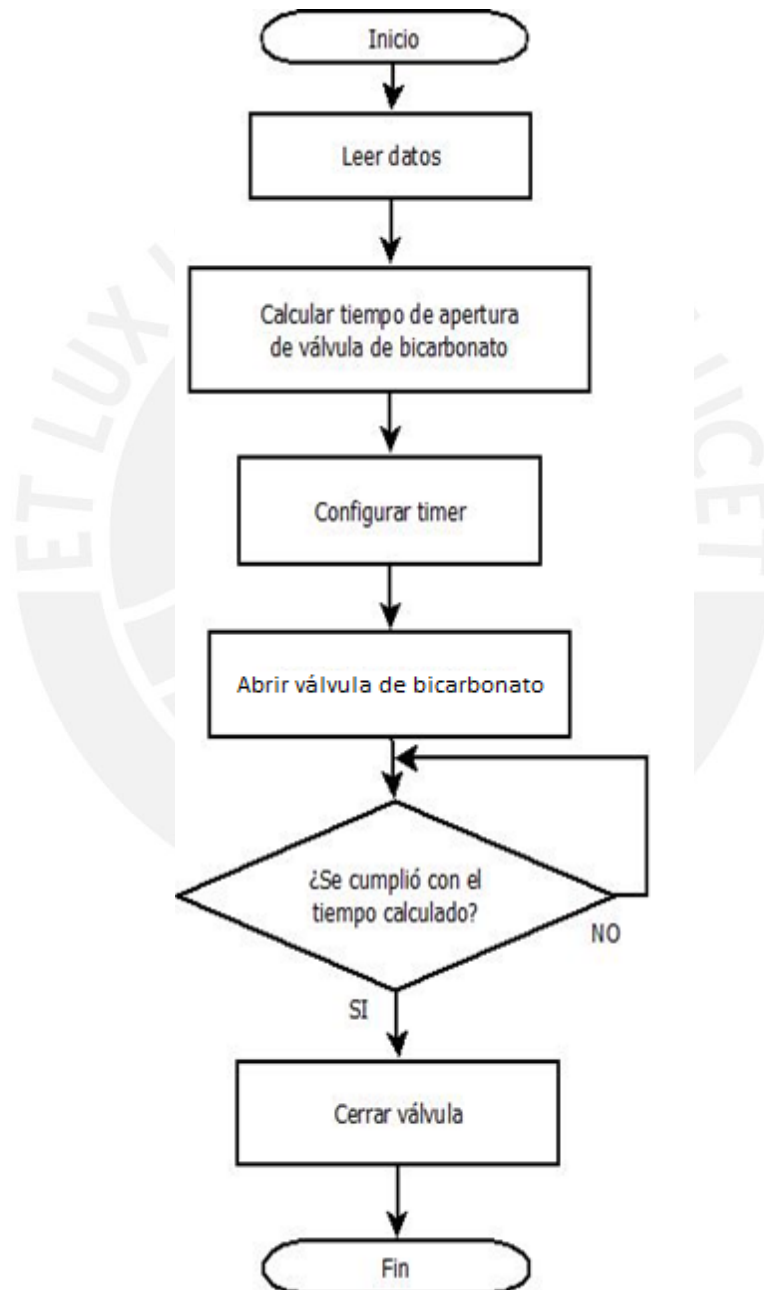


Fig. 3-34: Diagrama de flujo de incorporación de bicarbonato a la leche
Fuente: propia

3.5.5 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CALENTAMIENTO DE LA LECHE A 50°C

En la figura 3-35 se expone el diagrama de flujo del proceso de calentamiento de la leche. Primero, el controlador activará el sensor de temperatura que le enviará datos. Luego, se prenderá la resistencia térmica. A continuación, el controlador estará leyendo los datos del sensor de temperatura y si temperatura se encuentra en un rango entre 48°C y 52°C, se apagará la resistencia. Si aún la temperatura no se encuentra en ese rango, la resistencia calentadora seguirá activa.

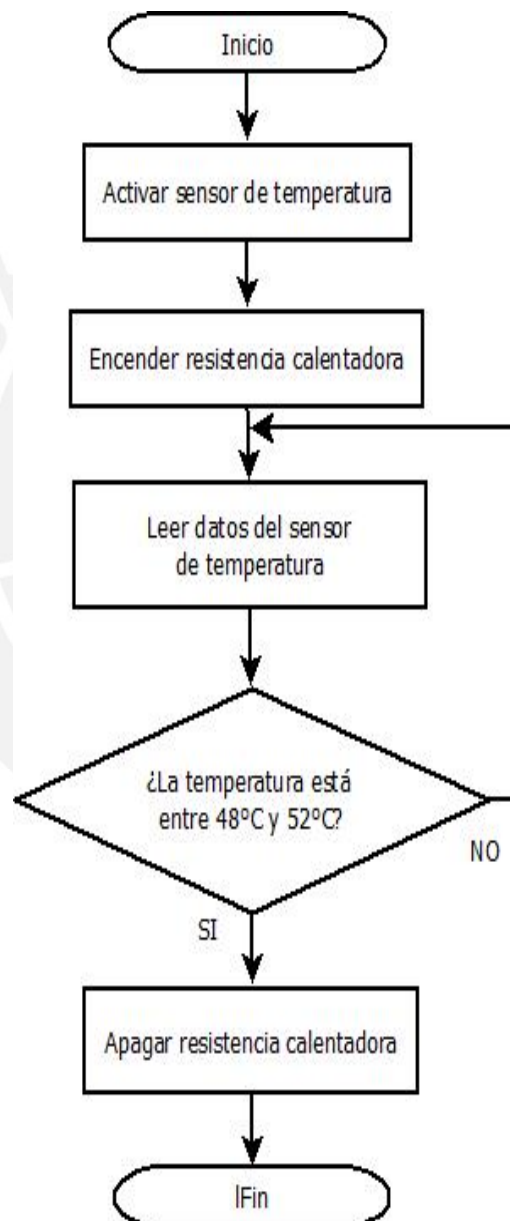


Fig. 3-35: Diagrama de flujo del proceso de calentamiento de la leche
Fuente: propia

3.5.6 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE AGREGADO DE AZÚCAR

En la figura 3-36 se expone el diagrama de flujo del proceso de agregado de azúcar a la leche. Primero, el controlador calculará el tiempo que la válvula de azúcar tendrá que estar abierta. El tiempo de apertura de la válvula de azúcar se calculará de la siguiente manera: $18 * (\text{cantidad de litros de leche}) / \{[\text{caudal de la válvula}] * 100\}$. La fórmula se obtiene calculando el 18% del volumen de leche dividido entre el caudal de la válvula. A continuación, cuando se cumpla el tiempo se cerrará la válvula.

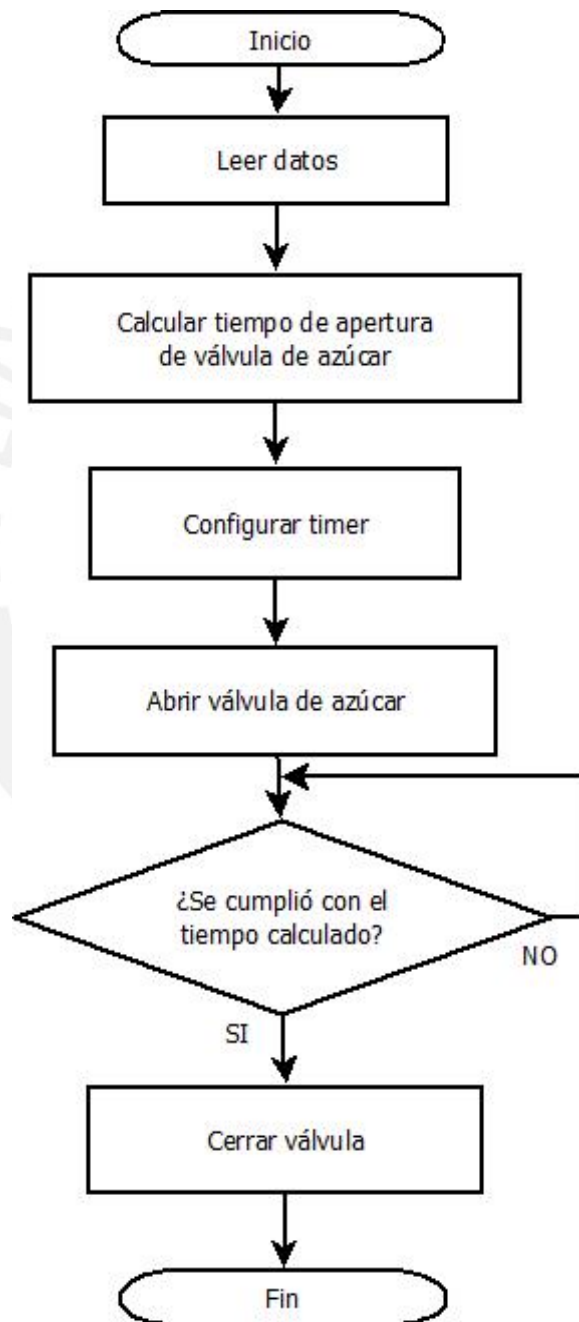


Fig. 3-36: Diagrama de flujo del proceso de agregado de azúcar
Fuente: propia

3.5.7 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CALENTAMIENTO DE LA LECHE A 97°C

En la figura 3-37 se expone el diagrama de flujo del proceso de calentamiento de la leche. Primero, el controlador activará el sensor de temperatura que le enviará datos. Luego, se prenderá la resistencia térmica. A continuación, el controlador estará leyendo los datos del sensor de temperatura y si se llegó a un rango entre 95°C y 99°C, se apagará la resistencia. Si aún no se encontrara en tal rango, la resistencia calentadora seguirá activa.

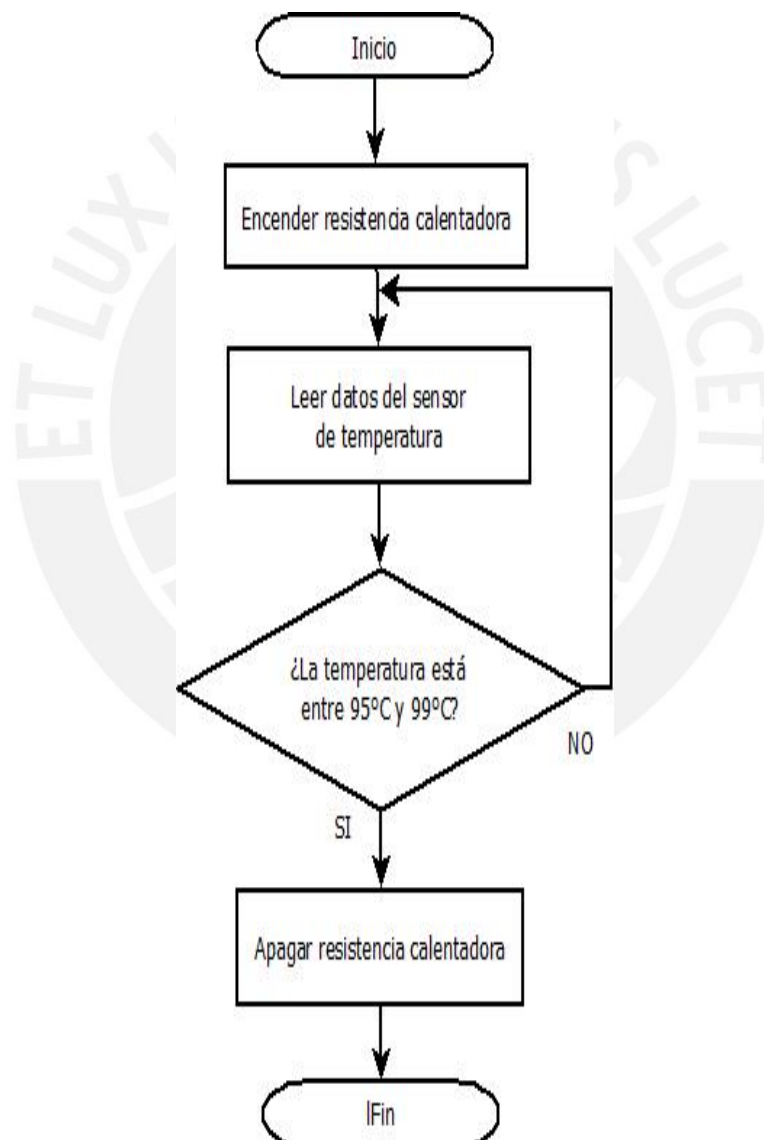


Fig. 3-37: Diagrama de flujo del proceso de calentamiento de la leche
Fuente: propia

3.5.8 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ENFRIAMIENTO DE LA LECHE

En la figura 3-38 se expone el diagrama de flujo del proceso de enfriamiento de la leche. Primero, el controlador activará el sensor de temperatura que le enviará datos. Luego, el controlador abrirá la válvula que permitirá el flujo de agua potable por la tubería. A continuación, el controlador estará leyendo los datos del sensor de temperatura y si se llegó a un rango entre 58°C y 62°C, se cerrará la válvula.

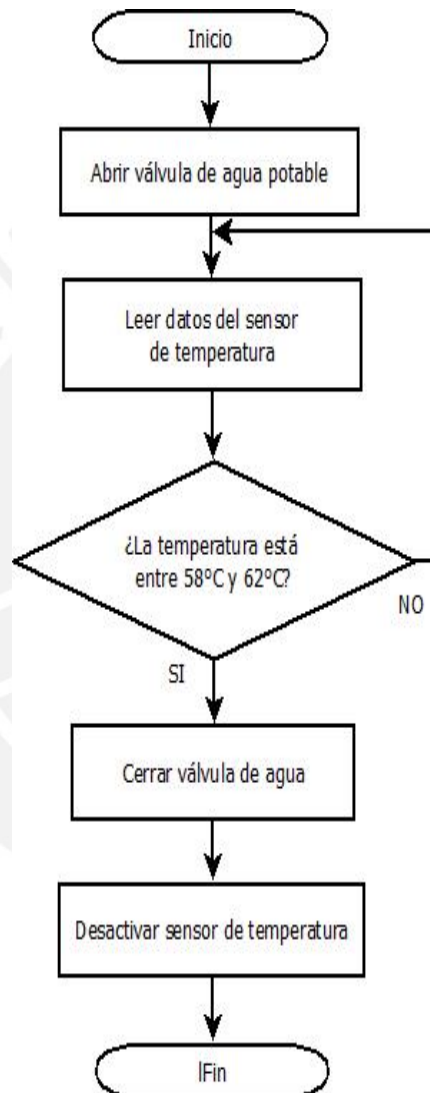


Fig. 3-38: Diagrama de flujo del proceso de calentamiento de la leche
Fuente: propia

Capítulo 4

Presupuesto

4.1. Parte electrónica

En la tabla 4-1 se muestran los componentes de la parte electrónica que se usarán para el desarrollo de este proyecto. También, se muestran los costos, cantidades y precio total. En este caso la parte electrónica (componentes) del proyecto costará un total de 539 soles.

Tabla 4-1: Presupuesto de la parte electrónica

DESCRIPCIÓN	PRECIO(soles)	CANTIDAD	TOTAL
Integrado 7805	1.00	1	1.00
Integrado 7812	1.00	1	1.00
Integrado 7815	1.00	1	1.00
Integrado 7915	1.00	1	1.00
Transformador 20:1 2 bornes	25.00	1	25.00
Transformador 20:1 3 bornes	25.00	1	25.00
Resistencia de ½ Watt x100	3.00	1	3.00
Transistor	5.00	1	5.00
Condensadores 220v x100	3.00	1	3.00
Triac	10.00	1	10.00
Opto-triac	10.00	1	10.00
Optocoplador	10.00	1	10.00
Relés 12v	2.00	1	2.00
Arduino Mega	95.00	1	95.00
Opamp	5.00	5	25.00
Diodo	1.00	10	10.00
Sensor ultrasónico	12.00	1	12.00
Termocupla	300.00	1	300.00

4.2. Parte mecánica

En la tabla 4-2 se muestran los componentes de la parte mecánica que se usarán para el desarrollo de este proyecto. También, se muestran los costos, cantidades y precio total. En este caso la parte mecánica del proyecto estará valorizada en un total de 7080 soles.

Tabla 4-1: Presupuesto de la parte electrónica

DESCRIPCIÓN	PRECIO(soles)	CANTIDAD	TOTAL
Eje motor - caja	80.00	1	80.00
Soporte superior marmita	380.00	1	380.00
Tapa marmita	380.00	1	380.00
Soporte contenedor de azúcar	380.00	1	380.00
Soporte caja reductora	80.00	1	380.00
Contenedor de bicarbonato	80.00	1	80.00
Contenedor de azúcar	200.00	1	200.00
Marmita	400.00	1	400.00
Chasis	380.00	1	380.00
Agitador	120.00	1	120.00
Motor eléctrico AC	380.00	1	380.00
Bomba	300.00	1	300.00
Resistencia calentadora	200.00	1	200.00

En conclusión, todo el proyecto tendrá un costo en materiales de 7619 soles o 2627 dólares.

Capítulo 5

Conclusiones

- Se logró diseñar una máquina automática para aumentar la producción de manjar blanco; esta máquina tendrá una producción que, en comparación a de las ollas industriales más grande (28 litros de capacidad), conseguirá alcanzar un máximo de producción de 120 litros por proceso –siendo lo recomendado trabajar a 80 litros.
- Ya que la máquina funcionará de manera automática, no es necesaria la presencia de un operario durante todo el proceso, lo que supone que se necesitará menor personal; o en su defecto, los operarios podrán supervisar el funcionamiento de más de una máquina al mismo tiempo y/o dedicarse a otras funciones (polifuncional). Esto también significa un aumento definitivo en la producción.
- El diseño de esta máquina cumple los requerimientos para que pueda estar instalada en una planta artesanal. Esto permitiría que la producción se descentralice pues, por lo general, dichas plantas está ubicadas en el interior del país. Cabe destacar que desde su concepción se buscó aumentar la producción de las plantas artesanales.
- Con el diseño de máquina propuesto se podría aliviar el ritmo de importación nacional de manjar blanco debido a que la máquina diseñada aumentaría la producción y se podría así satisfacer el consumo local.

Bibliografía

- [1] Dave Dickey. *Can you calculate the power required by an anchor impeller to mix a fluid of known viscosity and density?* [En línea]. 31 de mayo del 2011. Disponible en: <http://www.chemicalprocessing.com/experts/mixing/show/679/>
- [2] VON HESSE LA SEMA, Milton.
1985 *Estadística agroindustrial*. 1° Edición. Lima.
- [3] BARRIGA, Benjamín.
1986 *Métodos de Diseño en Ingeniería Mecánica*. 1° Edición. Lima: PUCP (TJ 230 B23)
- [4] BARRIGA, Benjamín.
1987 *Métodos de Diseño en Ingeniería Mecánica*. 1° Edición. Lima: PUCP (TJ 230 B23)
- [5] BRADLEY D., SEWARD D., DAWSON D. y BURGE S.
2000 *Mechatronics and the design of intelligent machines and systems*.
1° Edición. Boca Raton: CRC Press (TJ 163.12 M3)
- [6] SECCIÓN ING. MECÁNICA – ÁREA DE DISEÑO
2012 *Dibujo Mecánico I*. Lima: PUCP
- [7] JENSEN, C.H. y MASON F.H.
1971 *Fundamentos de Dibujo Mecánico*. 1° Edición. Cali: McGraw-Hill (T353 J39F)
- [8] MINISTERIO DE AGRICULTURA.
Anuario del ministerio de agricultura. Disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/>

- [9] RMJELECTRONICS.
<[http://tienda.rmjelectronics.com/index.php?id_category=30&controller=categor
y](http://tienda.rmjelectronics.com/index.php?id_category=30&controller=categor
y)>
- [10] MAZCR.
<[http://www.mazcr.com/store/index.php?route=product/product&product_id=11
65](http://www.mazcr.com/store/index.php?route=product/product&product_id=11
65)>
- [11] ALTECDUST.
<<http://www.altecdust.com/>>
- [12] CONTINENTE FERRETERO.
<<http://www.continenteferretero.com/>>
- [13] RINDESA.
<<http://rindesa.com/>>
- [14] SODIMAC.
<<http://www.sodimac.cl/sodimac-cl//product/956007/1-HP-Bomba-Centrifuga>>
- [15] SOLUCIONES PRÁCTICAS.
Título: *Preparación de manjar blanco*. Disponible en: <[http://www.soluciones
practicas.org.pe/cual-es-el-proceso-de-elaboración-de-manjar-blanco](http://www.soluciones
practicas.org.pe/cual-es-el-proceso-de-elaboración-de-manjar-blanco)>
- [16] INDUSTRIA LÁCTEA.
Título: *elaboración de manjar blanco*. Disponible en: <[http://industria-
lactea.blogspot.com/2013/07/manjar-blanco.html](http://industria-
lactea.blogspot.com/2013/07/manjar-blanco.html)>