



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA ELABORAR HELADOS A
BASE DE FRUTA CONGELADA**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA MECATRÓNICA**

MARÍA EMILIA AGUILAR MORILLO

DIRECTOR: LUIS ARMANDO HIDALGO AGUILERA MSC

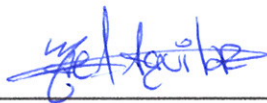
Quito, Marzo 2017

© Universidad Tecnológica Equinoccial 2017.
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo **MARÍA EMILIA AGUILAR MORILLO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

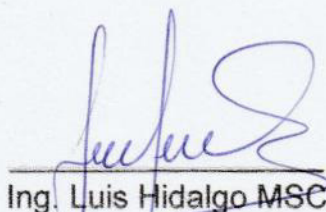


María Emilia Aguilar Morillo

C.I. 171914819-7

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título **"DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA ELABORAR HELADOS A BASE DE FRUTA CONGELADA"**, que, para aspirar al título de **INGENIERA MECATRÓNICA** fue desarrollado por **MARÍA EMILIA AGUILAR MORILLO**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



Ing. Luis Hidalgo MSC
DIRECTOR DEL TRABAJO
C.I. 170772143-5

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por darme vida y salud.

A mis padres, gracias a su esfuerzo y apoyo mis hermanas y yo hemos salido adelante y nos hemos desarrollado profesionalmente, gracias por su comprensión, por estar siempre a mi lado y sobre todo por darme amor.

A mi primo Edgar, aunque no esté físicamente con nosotros, sé que desde el cielo siempre me cuida y me guía para que todo salga bien, te amo.

A mis hermanas María Jose y María Fernanda por darme su ejemplo de seguir adelante y superarme cada día más; por darme el mejor regalo que son mis sobrinos.

A mis sobrinos Juan Fernando, Jhon, Ana Paula y Lussiana por brindarme momentos de alegría y permitirme ser partícipe de su vida.

A mi novio Andrés que me ha apoyado en estos dos años que llevamos juntos a seguir adelante y no dejar vencerme por nada; por brindarme esa ternura y ese amor incondicional.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mis cordiales agradecimientos primero a mis padres por su gran amor, sacrificio, apoyo y paciencia que me han brindado cada día de mi vida y a lo largo de mi formación académica; sin ustedes no habría logrado cumplir esta meta; esto es posible gracias a ustedes.

Un agradecimiento especial al Ing. Luis Hidalgo por su colaboración y conocimiento en el desarrollo del presente trabajo de titulación.

A la Universidad Tecnológica Equinoccial, quien me abrió sus puertas para mi formación y superación profesional.

Por último, pero no menos importante a mis profesores por haberme impartido sus conocimientos a lo largo de mi formación académica.

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO**PROYECTO DE TITULACIÓN**

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1719148197
APELLIDO Y NOMBRES:	Aguilar Morillo María Emilia
DIRECCIÓN:	Av. Juan de Ampudia N63-105 y Manta
EMAIL:	dbemi@hotmail.com mae.aguilarm@gmail.com
TELÉFONO FIJO:	2531393
TELÉFONO MOVIL:	0996234827

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"Diseño de una máquina para elaborar helados a base de fruta congelada"
AUTOR O AUTORES:	Aguilar Morillo María Emilia
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Marzo, 2017
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Luis Armando Hidalgo Aguilera MSC
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Mecatrónica
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	<p>El presente trabajo tiene como objeto el diseño de una máquina para elaborar helado a base de fruta congelada preprocesada y posteriormente su dosificación; presentando una alternativa diferente al operador para que éste se sienta participe de la elaboración de helados.</p> <p>Se procedió a realizar diferentes diseños basados en los requerimientos del prototipo para su implementación; después de varios análisis en cuanto a diseños mecánicos y estudios de las diferentes máquinas que existen en el mercado se seleccionó la alternativa adecuada para el proceso de granulado fino de fruta congelada.</p>

	<p>El prototipo consta de una tolva que tiene el trabajo de transportar la fruta congelada preprocesada hacia el rallado de la misma para su posterior dosificación; haciendo posible que la persona encargada del manejo de la máquina tenga mayores facilidades a la hora de procesar el helado.</p> <p>En la tolva se coloca la fruta preprocesada y ayudándose de un contrapeso se presiona la fruta para que sea conducida al área de rallado.</p> <p>El rallado de la fruta congelada preprocesada se realiza mediante el movimiento giratorio de un rallador cónico que desgasta la fruta en el interior de la máquina; la conicidad del rallador permite que el producto avance hasta la boquilla de la máquina para su posterior dosificación.</p> <p>En la parte interna de la boquilla se encuentra una válvula que permite el flujo del producto final; esta válvula es controlada por un servomotor; el mismo que de manera inmediata permite el paso u obstrucción del flujo; optimizando la dosificación.</p> <p>Para la dosificación del sistema; se implementó un motor a pasos que gira en ángulos de 90° en un tiempo determinado; la medida de dosificación es preestablecida.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Dosificación – conicidad – rallado – acero inoxidable – helado – fruta congelada.</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>The objective of the present work is the design of a machine to prepare ice cream based on pre - processed frozen fruit and its dosage; Presenting a different alternative to the operator to make him feel involved in the production of ice cream.</p> <p>Different designs were made based on the requirements of the prototype for its</p>

	<p>implementation; After several analyzes in mechanical designs and studies of the different machines that exist in the market, the appropriate alternative for the fine grained frozen fruit process was selected.</p> <p>The prototype consists of a hopper that has the job of transporting the frozen fruit preprocessed towards the grating of the same for its subsequent dosing; Making it possible for the person in charge of the handling of the machine to have greater facilities when processing the ice cream. In the hopper, the pre-processed fruit is placed and a counterbalance is used to press the fruit to be carried to the grating area.</p> <p>The grating of the pre-processed frozen fruit is performed by the rotating movement of a conical grater which wears the fruit inside the machine; The conicity of the grater allows the product to advance to the nozzle of the machine for subsequent dosing.</p> <p>On the inside of the nozzle is a valve that allows the flow of the final product; This valve is controlled by a servomotor; The same that immediately allows the passage or obstruction of the flow; Optimizing the dosage. For dosing of the system; A stepped motor was implemented rotating at 90 ° angles in a given time; The dosage measure is preset.</p>
KEYWORDS	Dosage - conicity - grated - stainless steel - ice cream - frozen fruit.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f. 

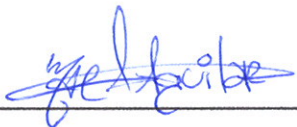
Aguilar Morillo María Emilia
1719148197

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **AGUILAR MORILLO MARÍA EMILIA**, CI 1719148197 autor/a del proyecto titulado: **“Diseño de una máquina para elaborar helados a base de fruta congelada”** previo a la obtención del título de **INGENIERA EN MECATRÓNICA** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, febrero 2017

f. 

Aguilar Morillo María Emilia

1719148197

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. HISTORIA DEL HELADO	3
2.2. DEFINICIÓN DEL HELADO	3
2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS HELADOS	4
2.4. TIPOS DE MÁQUINAS DE HELADOS.....	4
2.5. ACERO INOXIDABLE.....	7
2.5.1. PLANCHAS	8
2.5.2. BARRAS	8
2.5.3. PERFILES.....	9
2.6. DURALÓN	10
2.7. TEFLÓN.....	11
2.8. MOTOR AC	11
2.9. MOTOR A PASOS.....	12
2.9.1. TIPOS DE MOTORES A PASOS.....	12
2.10. VÁLVULA DE CONTROL	13
2.11. SERVOMOTORES.....	14
2.12. ARDUINO MEGA.....	14
2.13. LDR.....	16
2.14. SENSOR ULTRASÓNICO.....	17
3. METODOLOGÍA.....	18
4. DISEÑO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	23
4.1. INGENIERÍA DE CRITERIOS PONDERADOS PARA SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DEL PROTOTIPO	24

4.2.	DISEÑO MECÁNICO.....	26
4.2.1.	BASE DE LA MÁQUINA.....	26
4.2.2.	FUERZA DE APLASTAMIENTO DEL CONTRAPESO	28
4.2.2.1.	Simulación en SolidWorks	32
4.2.2.2.	Factor de Seguridad	32
4.2.3.	RALLADOR CÓNICO.....	33
4.2.3.1.	Simulación en SolidWorks	35
4.2.3.2.	Factor de Seguridad	36
4.2.4.	TAPA CON EJE PARA CENTRAR EL MOTOR.....	36
4.2.4.1.	Simulación en SolidWorks	38
4.2.4.2.	Factor de Seguridad	39
4.2.5.	BASE DEL MOTOR	39
4.2.5.1.	Simulación en SolidWorks	42
4.2.5.2.	Factor de Seguridad	42
4.2.6.	EMPAQUE	43
4.2.7.	TAPA DE SALIDA DE HELADO.....	43
4.2.8.	PLATO GIRATORIO	44
4.2.9.	PIEZA BASE	44
4.2.10.	MÁQUINA COMPLETA.....	45
4.3.	DISEÑO ELÉCTRICO.....	46
4.3.1.	SELECCIÓN DEL MOTOR PARA EL SISTEMA.....	46
4.3.2.	SELECCIÓN DEL SERVOMOTOR PARA LA VÁLVULA.....	46
4.3.3.	SELECCIÓN DE MOTOR A PASOS.....	46
4.4.	DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL	48
4.4.1.	CONEXIÓN MOTOR AC – ARDUINO	49
4.4.2.	SENSOR ULTRASÓNICO	49

4.4.3.	SENSOR LDR.....	49
4.4.4.	SISTEMA DE DOSIFICACIÓN.....	49
4.4.5.	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN	52
4.5.	PRESUPUESTO PARA EL PROTOTIPO.....	56
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
5.1.	CONCLUSIONES	57
5.2.	RECOMENDACIONES.....	58
	BIBLIOGRAFÍA.....	59
	ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Clasificación de los helados	4
Tabla 2. Características Arduino Mega	15
Tabla 3. Alternativas de Diseño.....	23
Tabla 4. Valoración de los criterios.....	24
Tabla 5. Criterios ponderados	25
Tabla 6. Cálculo de alternativas en función de criterios ponderados.....	26
Tabla 7. Especificaciones eléctricas motor a pasos	47
Tabla 8. Especificaciones físicas motor a pasos	48
Tabla 9. Tabla de costos del prototipo.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Heladora con compresor marca Berry	5
Figura 2. Heladora de cubeta.....	6
Figura 3. Heladora de salmuera.....	7
Figura 4. Planchas de Acero Inoxidable.....	8
Figura 5. Barras de Acero Inoxidable.....	8
Figura 6. Perfiles de Acero Inoxidable	9
Figura 7. Propiedades mecánicas y aplicaciones típicas acero inoxidable. ..	9
Figura 8. Duralón	10
Figura 9. Características del duralón según su tipo	10
Figura 10. Empaque de Teflón.....	11
Figura 11. Motor AC.....	12
Figura 12. Motor bipolar y unipolar.....	13
Figura 13. Válvula de control.....	13
Figura 14. Servomotor	14
Figura 15. Arduino Mega.....	16
Figura 16. LDR.....	16
Figura 17. Sensor Ultrasónico.....	17
Figura 18. Metodología en V	18
Figura 19. Diagrama de Flujo.....	21
Figura 20. Base de la Máquina	28
Figura 21. Valores teóricos y prácticos para K.....	29
Figura 22. Propiedades de las áreas	30
Figura 23. Simulación – Distribución de cargas	32
Figura 24. Simulación – Factor de Seguridad	32
Figura 25. Viga doblemente empotrada con carga distribuida	33
Figura 26. Simulación – Distribución de cargas	35
Figura 27. Simulación – Factor de Seguridad	36
Figura 28. Esfuerzos en el rango elástico – círculo hueco.....	36
Figura 29. Esfuerzos en el rango elástico - círculo	37
Figura 30. Propiedades de las áreas	38

Figura 31. Simulación – Par de torsión	38
Figura 32. Simulación – Factor de Seguridad	39
Figura 33. Viga doblemente empotrada con carga distribuida	39
Figura 34. Simulación – Distribución de cargas	42
Figura 35. Simulación – Factor de Seguridad	42
Figura 36. Empaque de Teflón.....	43
Figura 37. Tapa de Salida de Helado.....	43
Figura 38. Plato Giratorio	44
Figura 39. Pieza Base.....	44
Figura 40. Máquina Completa – Vista Isométrica.....	45
Figura 41. Máquina Completa – Vista Lateral	45
Figura 42. Diseño Esquemático del Sistema de Control	48
Figura 43. Sistema de Control – Panel Frontal - Software LabView	51
Figura 44. Interruptor - Diagrama de Bloques.....	52
Figura 45. Funcionamiento Sensor Ultrasónico - Diagrama de Bloques.....	52
Figura 46. Funcionamiento Sensor LDR - Diagrama de Bloques.....	53
Figura 47. Funcionamiento Motor Máquina - Diagrama de Bloques	53
Figura 48. Funcionamiento Válvula - Diagrama de Bloques	54
Figura 49. Conteo de número de vasos llenos - Diagrama de Bloques	54
Figura 50. Funcionamiento Plato Giratorio - Diagrama de Bloques	55
Figura 51. Funcionamiento Secuencia de Imágenes	55

ÍNDICE DE ECUACIONES

	PÁGINA
Ecuación 1. Densidad.....	26
Ecuación 2. Volumen.....	27
Ecuación 3. Carga crítica.....	29
Ecuación 4. Carga crítica columna larga.....	29
Ecuación 5. Momento de Inercia.....	30
Ecuación 6. Relación de Esbeltez.....	30
Ecuación 7. Constante de Columna.	31
Ecuación 8. Carga crítica columna corta	31
Ecuación 9. Peso.....	33
Ecuación 10. Esfuerzo.....	34
Ecuación 11. Esfuerzo permisible.....	35
Ecuación 12. Esfuerzo permisible con relación al momento máximo.....	35
Ecuación 13. Esfuerzo en el rango elástico.....	36
Ecuación 14. Fricción	46
Ecuación 15. Torque.....	46
Ecuación 16. Potencia.....	46

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
Anexo 1. Catálogo comercial del acero inoxidable AISI 304.....	61
Anexo 2. Datasheet Optoacoplador.....	66
Anexo 3. Datasheet Sensor LDR.....	70
Anexo 4. Datasheet Sensor Ultrasónico.....	74
Anexo 5. Especificaciones Válvula de Control.....	76
Anexo 7. Código de Programación.....	77
Anexo 8. Vista Explosionada de la Máquina.....	82
Anexo 9. Planos del prototipo.....	83

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objeto el diseño de una máquina para elaborar helado a base de fruta congelada preprocesada y posteriormente su dosificación; presentando una alternativa diferente al operador para que éste se sienta participe de la elaboración de helados.

Se procedió a realizar diferentes diseños basados en los requerimientos del prototipo para su implementación; después de varios análisis en cuanto a diseños mecánicos y estudios de las diferentes máquinas que existen en el mercado se seleccionó la alternativa adecuada para el proceso de granulado fino de fruta congelada.

El prototipo consta de una tolva que tiene el trabajo de transportar la fruta congelada preprocesada hacia el rallado de la misma para su posterior dosificación; haciendo posible que la persona encargada del manejo de la máquina tenga mayores facilidades a la hora de procesar el helado.

En la tolva se coloca la fruta preprocesada y ayudándose de un contrapeso se presiona la fruta para que sea conducida al área de rallado.

El rallado de la fruta congelada preprocesada se realiza mediante el movimiento giratorio de un rallador cónico que desgasta la fruta en el interior de la máquina; la conicidad del rallador permite que el producto avance hasta la boquilla de la máquina para su posterior dosificación.

En la parte interna de la boquilla se encuentra una válvula que permite el flujo del producto final; esta válvula es controlada por un servomotor; el mismo que de manera inmediata permite el paso u obstrucción del flujo; optimizando la dosificación.

Para la dosificación del sistema; se implementó un motor a pasos que gira en ángulos de 90° en un tiempo determinado; la medida de dosificación es preestablecida.

ABSTRACT

The objective of the present work is the design of a machine to prepare ice cream based on pre - processed frozen fruit and its dosage; Presenting a different alternative to the operator to make him feel involved in the production of ice cream.

Different designs were made based on the requirements of the prototype for its implementation; After several analyzes in mechanical designs and studies of the different machines that exist in the market, the appropriate alternative for the fine grained frozen fruit process was selected.

The prototype consists of a hopper that has the job of transporting the frozen fruit preprocessed towards the grating of the same for its subsequent dosing; Making it possible for the person in charge of the handling of the machine to have greater facilities when processing the ice cream. In the hopper, the pre-processed fruit is placed and a counterbalance is used to press the fruit to be carried to the grating area.

The grating of the pre-processed frozen fruit is performed by the rotating movement of a conical grater which wears the fruit inside the machine; The conicity of the grater allows the product to advance to the nozzle of the machine for subsequent dosing.

On the inside of the nozzle is a valve that allows the flow of the final product; This valve is controlled by a servomotor; The same that immediately allows the passage or obstruction of the flow; Optimizing the dosage. For dosing of the system; A stepped motor was implemented rotating at 90 ° angles in a given time; The dosage measure is preset.

1. INTRODUCCIÓN

Comercialmente existe una extensa gama de máquinas de helados; las cuales principalmente utilizan saborizantes y edulcorantes en la obtención de helados, estos productos artificiales provocan una dieta no saludable a los consumidores.

Debido a que el helado es acogido mayormente por la población y preferentemente por los niños, se debe utilizar productos naturales para su elaboración; intentando crear un producto más sano.

A fin de mejorar la producción de helado se plantea el diseño de una máquina que realice el proceso de fabricación de helado de pura fruta; de esta manera se obtiene una alternativa diferente al prepararlos ya que estos serían más saludables al ser libres de edulcorantes.

Históricamente el helado se puede definir como leche batida, endulzada, congelada, y concentrada, se la puede consumir en distintos tamaños, formas y sabores (Muniesa, 2005).

Nancy Johnson en el año de 1846 es la inventora de la primera heladora automática; iniciando la historia del helado (José Mará, 2012).

En 1913 se inventó la primera máquina continua para elaborar helados que constaba de un gran cilindro de acero congelado por un equipo muy potente de frío y en la parte interior un batidor con aspas impulsado por un potente motor eléctrico, que mueve la mezcla continuamente hasta que dicha mezcla alcance la consistencia de una crema helada (León, 2011).

En los diferentes métodos que existen para la elaboración de helados existe mucha manipulación; una ventaja del diseño propuesto será la obtención de helados con menos manipulación y sin aditivos adicionales; es decir helados de pura fruta.

Los helados podrán ser consumidos inmediatamente después de que salen de la máquina, puesto que el único requisito antes de ser procesados será que la fruta preprocesada se encuentre congelada.

El diseño de la máquina para elaborar helados a base de fruta congelada tendrá como objeto presentar una alternativa de producción de helados sin elementos adicionales.

El objetivo general es diseñar y construir una máquina para la elaboración de helados a base de fruta congelada; para ello se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Seleccionar la alternativa adecuada para el proceso de granulado fino de fruta congelada que cumpla con los parámetros de funcionamiento.
- Diseñar una máquina automática que en base a la alternativa seleccionada logre el procesamiento continuo y la textura apropiada para obtener helado de fruta congelada preprocesada.
- Diseñar el sistema de dosificación en base a una cantidad preestablecida.

El alcance del presente trabajo consiste en diseñar una máquina automática con materiales y dimensiones apropiadas para el procesamiento continuo de fruta congelada; la cual será preprocesada, es decir, será cortada en pedazos adecuados para la tolva de alimentación de la máquina; con el propósito de obtener helados sin aditivos en el proceso. La máquina procesará todo tipo de frutas considerando la conveniencia de la extracción de la cáscara y de las semillas para el funcionamiento adecuado de la máquina y la afectación de éstas al sabor de los helados. La automatización tendrá el objetivo de que la máquina trabaje solo cuando tenga en su interior fruta para ser procesada; luego de lo cual también de manera automática el producto, es decir, el helado será dosificado en recipientes de una capacidad específica para su comercialización.

2. MARCO TEÓRICO

Para iniciar se dará a conocer referencias teóricas utilizadas para el desarrollo del diseño del prototipo que se ha planteado. En el desarrollo del diseño de la máquina para elaborar helados a base de fruta congelada; cada uno de sus elementos fue diseñado de una manera cuidadosa para obtener un resultado favorable.

2.1. HISTORIA DEL HELADO

Los primeros helados que se comercializaron fueron gracias a Francesco Procopio de Coltelli, quien en el año de 1672 hizo la apertura de un café llamado “Café Procope” en el cual se degustaba helados y sorbetes; los mismos que se esparcirían por toda Europa hasta llegar a Estados Unidos en el año de 1700 donde se desarrollaría la industria de los helados (Freya Al-Quadhi, 2012).

La primera máquina congeladora de helados se patenta en el año de 1843; después de 3 años Nancy Johnson inventa la primera heladora automática; iniciando de esta manera la verdadera historia del helado industrial hasta los resultados que tenemos en la actualidad.

2.2. DEFINICIÓN DEL HELADO

Según el Código Alimentario Español (Cap. XXVIII, 3.28.01) la definición de helado es la siguiente:

“Es el producto resultante de batir y congelar una mezcla debidamente pasteurizada y homogeneizada de leche, derivados de leche y otros productos alimenticios.”

2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS HELADOS

Los helados tienen varias categorías; se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 1. Clasificación de los helados

Tipo de Helado	Densidad Aparente (g/L)	Grasa (%) (mínimo)	Proteína (%) (mínimo)	E.S.M. (%) (mínimo)	E.S.T. (%) (mínimo)
Helado crema	430	8 (*)	2,5 (*)	-	-
Helado de leche	430	2,5 (*)	-	6,0 (*)	-
Helado de leche desnatada	430	<0,3 (*)	-	6,0 (*)	-
Helado	430	5	(*)	-	-
Helado de agua	-			-	12
Sorbete	-			-	20 (**)

(*) Los componentes señalados con este símbolo deben tener procedencia láctea.
(**) Un 15% en masa como mínimo será de frutas. Si los helados pesan entre 430 y 375 g, se denominarán espuma, mousse o montado.

(Muniesa,2005)

2.4. TIPOS DE MÁQUINAS DE HELADOS

Existen diferentes tipos de máquinas para la elaboración de helados van desde versiones manuales hasta automáticas de gama alta que contienen su propio congelado.

Existen tres tipos de heladoras: las eléctricas con compresor, las eléctricas de cilindro o cubeta, y las de salmuera que se usan para hacer helados caseros (José Mará, 2012).

2.4.1. HELADORA CON COMPRESOR

Son un congelador en miniatura, de tamaño medio con un pequeño motor; que hace que por medio de una pala la mezcla de helado se mueva continuamente mientras se enfría.

Las ventajas de este tipo de heladora son que se pueda utilizar la mezcla de helado inmediatamente después de prepararla y hacer varios sabores seguidos sin esperar. De todos modos, los mejores helados y resultados se obtienen si previamente enfriamos la mezcla unas horas o toda la noche.

Los inconvenientes que se podrían encontrar son el precio y el espacio que ocupan este tipo de máquinas.

En la figura 1 se puede observar una máquina marca Berry; esta máquina tiene capacidad para 12 litros de helado; puede regular el grado de dureza del helado.



Figura 1. Heladora con compresor marca Berry

2.4.2. HELADORA DE CUBETA

Es una máquina muy adquirida por su calidad y bajo costo; este tipo de aparato consta de una cubeta que contiene una sustancia refrigerante entre sus paredes y base, que son huecas.

La ventaja de esta máquina destaca en el poco espacio que ocupa, así como su precio.

El principal inconveniente que se puede encontrar es que previamente hay que enfriar el cilindro al menos 24h antes de su uso; además hay que enfriar la mezcla de helado obligatoriamente antes de mantecarla si se quiere obtener un resultado óptimo.

En la figura 2 se puede observar una máquina de cubeta:



Figura 2. Heladora de cubeta

2.4.3. HELADORA DE SALMUERA

El recipiente o cubeta se rodea de una mezcla de hielo y sal, o agua y sal a bajas temperaturas; cuanto más alta sea la proporción de sal, más baja será la temperatura.

En la figura 3 se puede observar la preparación de helados de paila; estos helados forman parte de la cultura y tradiciones de la ciudad blanca de Ibarra y se elaboran en forma artesanal y manual; sobre soportes de madera está colocada una batea de madera, dentro de la que se pone paja de páramo y hielo con sal en grano, sobre esto va una paila de bronce con jugo puro de frutas, que al mezclar en un lapso de tres minutos se obtiene el producto (Herrera, 2012).



Figura 3. Heladora de salmuera

2.5. ACERO INOXIDABLE

Se caracterizan por su alta resistencia, ductilidad y resistencia a la corrosión; además cuentan con un elevado contenido de cromo.

Cuando se encuentran en presencia de oxígeno desarrollan una especie de película llamada óxido de cromo; la misma es dura y adherente; evitando de esta manera la corrosión del metal; por eso son llamados inoxidable (Kalpakjian, 2008).

El acero inoxidable puede conseguirse en diferentes formas; a continuación, describiremos las mismas:

2.5.1. PLANCHAS

Chapas laminadas que tienen una dimensión aproximada de 1,20 x 2,40 (m) y su espesor varía de acuerdo a las necesidades del consumidor, se puede observar en la figura 4.



Figura 4. Planchas de Acero Inoxidable

2.5.2. BARRAS

Piezas que por lo general son más largas que anchas, teniendo un espesor definido y de diferentes figuras. En la figura 5 se puede observar las diferentes figuras que existen de barras de acero. Se le denomina alambre a la barra redonda cuyo diámetro es menor a 5 mm.



Figura 5. Barras de Acero Inoxidable

2.5.3. PERFILES

En la figura 6 se puede observar los distintos perfiles que existen en la industria. Es un elemento estructural el cual es la unión de varias barras de acero; ganando de esta manera resistencia a distintos esfuerzos a los que están sometidos los perfiles.



Figura 6. Perfiles de Acero Inoxidable

El acero inoxidable tiene diferentes propiedades mecánicas y aplicaciones típicas según su tipo, como se muestra en la figura 7:

Propiedades mecánicas a temperatura ambiente y aplicaciones típicas de aceros inoxidables recocidos seleccionados				
AISI (UNS)	Resistencia máxima a la tensión (MPa)	Resistencia a la fluencia (MPa)	Elongación en 50 mm (%)	Características y aplicaciones típicas
303 (S30300)	550–620	240–260	53–50	Productos de máquinas roscadoras (flechas, válvulas, pernos, bujes y tuercas) y accesorios para aeronaves (pernos, tuercas, remaches, tornillos, espárragos).
304 (S30400)	5–620	240–290	60–55	Equipo químico y de proceso de alimentos, recipientes criogénicos, canales, caños y placas de escurrimiento.
316 (S31600)	50–590	210–290	60–55	Alta resistencia a la corrosión y alta resistencia a la termofluencia, equipo químico y para manejo de pulpas, equipo fotográfico, cubas para brandy, partes para fertilizadoras, jarras para cocinar salsa de tomate y tinas para levadura.
410 (S41000)	480–520	240–310	35–25	Partes para máquinas, flechas para bombas, pernos, bujes, canales para carbón, cuchillería, polipastos, herramientas, partes para motores de aviones, maquinaria para minería, cañones para armas, tornillos y válvulas.
416 (S41600)	480–520	275	30–20	Accesorios para aviones, pernos, tuercas, insertos para extinción de incendios, remaches y tornillos.

Figura 7. Propiedades mecánicas y aplicaciones típicas acero inoxidable.

(Mott, 2006)

2.6. DURALÓN

Polímero utilizado en la industria del hogar como: mesas, sillas e implementos domésticos. En la figura 8 se puede observar los diferentes diámetros que existen. Formado por un cuerpo bituminoso polimerizado y formulado; puede ser de (SBS) elastómeros o (APP) plastómeros (Groover, 1997).



Figura 8. Duralón

En la figura 9 se puede apreciar las características técnicas del duralón.

Especificaciones Técnicas	NORKPLY DURALON APP 3.5 mm	NORKPLY DURALON APP 4 mm
Armadura:	Poliéster Spunbond 190	Poliéster Spunbond 190
Acabado Superior:	Poliéster Nonwoven 180	Poliéster Nonwoven 180
Acabado Inferior:	Film P. Fundible	Film P. Fundible
Superficie y Ancho Traslope	Arena 9-11 cm	Arena 9-11 cm
Peso / Rollo Aprox.:	35 kgs.	38 kgs.
** Punto de Ablandamiento	115 °C	115 °C
* Fragilidad al Frío:	-10 °C.	-10 °C
*Esfuerzo a Tensión MD/CD:	55/40 Kg / cm2	55/40 Kg / cm2
*Elongación MD / CD:	12/15 %	12/15 %

Especificaciones Técnicas	NORKPLY DURALON SBS 3.5 mm	NORKPLY DURALON SBS 4 mm
Armadura:	Poliéster Spunbond 190	Poliéster Spunbond 190
Acabado Superior:	Poliéster Nonwoven 180	Poliéster Nonwoven 180
Acabado Inferior:	Film P. Fundible	Film P. Fundible
Superficie y Ancho Traslope	Arena 9-11 cm	Arena 9-11 cm
Peso / Rollo Aprox.:	35 kg	38 kg
** Punto de Ablandamiento	120 °C	120 °C
* Fragilidad al Frío:	-15 °C	-15 °C
*Esfuerzo a Tensión MD/CD:	55/40 Kg / cm2	55/40 Kg / cm2
*Elongación MD / CD:	20/25 %	20/25 %

Figura 9. Características del duralón según su tipo

(ASTM,2013)

2.7. TEFLÓN

En la industria es conocido como politetrafluoroetileno (PTFE); posee alta resistencia al ataque químico y ambiental, este material no se ve afectado por el agua, tiene buenas propiedades eléctricas, resistente al calor y posee un coeficiente de fricción bajo; se lo puede apreciar en la figura 10. Su resistencia al calor y bajo coeficiente de fricción han permitido que se emplee este material en utensilios domésticos de cocina como antiadherentes. El teflón tiene aplicaciones en equipo químico y en el procesamiento de alimentos (Kalpakjian, 2008).



Figura 10. Empaque de Teflón

2.8. MOTOR AC

Un motor eléctrico es el cual transforma energía eléctrica en energía mecánica generando campos magnéticos. En la figura 11 se encuentra las partes generales de un motor AC. Los motores eléctricos se encuentran conformados por 2 partes principales: rotor y estator.

El lado de giro del rotor va de acuerdo a la dirección del flujo magnético; dejando estático al estator. Estos motores se clasifican de acuerdo a su: velocidad de giro, tipo de rotor y número de fases de alimentación (De Vandelvira, 2011).

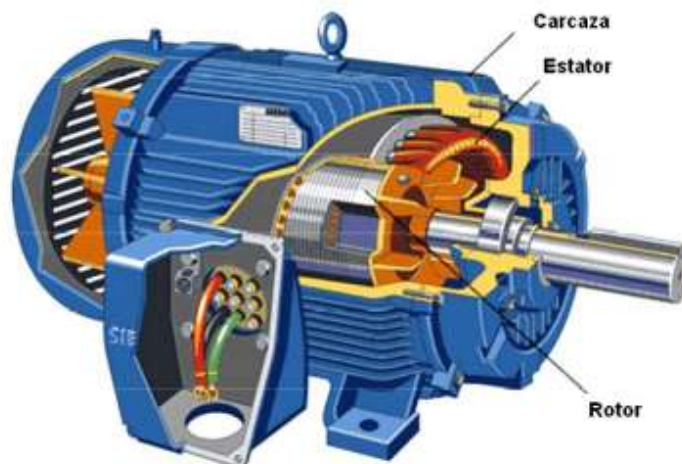


Figura 11. Motor AC
(De Vandelvira, 2011)

2.9. MOTOR A PASOS

Estos motores funcionan de acuerdo a un número de pasos por segundo; el rotor gira un ángulo determinado por cada paso; el mismo es un imán permanente dentado, generalmente cada vuelta del rotor consta de 48 a 200 pasos. La velocidad de giro de estos motores puede alcanzar 1000 rpm (Hernández, 2004).

2.9.1. TIPOS DE MOTORES A PASOS

- **Motor Unipolar.-** como su nombre lo indica utilizan pulsos de una sola polaridad; es decir; la corriente eléctrica siempre circula en la misma dirección a través de los embobinados; en su cable de alimentación requieren de 5 o 6 hilos.
- **Motor Bipolar.-** el flujo de corriente eléctrica debe cambiar durante la operación; esto quiere decir que en un momento establecido se utilizará un voltaje (-) y (+) en una bobina; pero después se puede invertir el voltaje a (+) y (-) en la misma bobina; esto dependerá de hacia dónde se requiere el giro del motor; en su cable de alimentación requieren de 4 hilos.

En la figura 12 se puede apreciar los tipos de motores a pasos:

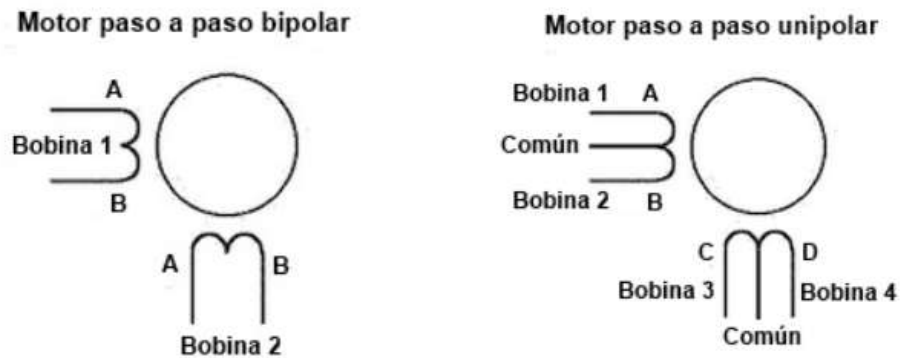


Figura 12. Motor bipolar y unipolar

2.10. VÁLVULA DE CONTROL

En la figura 13 se puede observar una válvula de control la cual tiene como función variar el fluido que atraviesa la válvula; está compuesta básicamente por el cuerpo y el servomotor.

En el cuerpo encontramos al obturador quien tiene como función el paso de fluido; el obturador está unido a un vástago que atraviesa la tapa del cuerpo y puede ser accionado por el servomotor (Creus, 1997).



Figura 13. Válvula de control

2.11. SERVOMOTORES

Las características de un servomotor son similares a las de un motor de corriente continua; una de las ventajas de estos motores es que pueden ser controlados tanto su posición como velocidad; siendo acogidos en el campo de la robótica y sistemas de alta precisión (Senner, 1994).

En la figura 14 podemos apreciar un microservo marca Tower Pro:



Figura 14. Servomotor

2.12. ARDUINO MEGA

El Arduino Mega es un microcontrolador basado en el ATmega1280 que puede ser conectada a través de conexión USB o con fuente de alimentación.

Un microcontrolador es un circuito integrado de alta escala de integración que incorpora la mayor parte de los elementos que configuran un controlador; dispone normalmente de los siguientes componentes:

- Procesador o UCP (Unidad Central de Proceso)
- Memoria RAM para contener los datos
- Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior

- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertas Serie y Paralelo, CAD: Conversores Analógico/Digital, CDA: Conversores Digital/Analógico, etc.)
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema (Usategui, 1997).

El Arduino Mega cuenta con las siguientes características:

Tabla 2. Características Arduino Mega

Microcontrolador	ATmega1280
Voltaje de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7 – 12 V
Voltaje de entrada (límite)	6 – 20 V
Pines E/S digitales	54 (14 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	16
Memoria Flash	128 KB de los cuales 4 KB utilizado por el gestor de arranque
Microcontrolador	ATmega1280
Voltaje de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7 – 12 V
Voltaje de entrada (límite)	6 – 20 V
Pines E/S digitales	54 (14 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	16
Memoria Flash	128 KB de los cuales 4 KB utilizado por el gestor de arranque

En la figura 15 se puede apreciar la placa de control Arduino Mega.



Figura 15. Arduino Mega

2.13. LDR

Un LDR o conocido comúnmente como fotocelda es un dispositivo electrónico que produce pequeñas cantidades de corriente eléctrica al estar en presencia de luz. En la figura 16 se puede apreciar una fotocelda o LDR, se las utiliza principalmente en el encendido y apagado de lámparas como es el caso del alumbrado público, alarmas, contadores y aplicaciones en las que se requiera una fuente de voltaje. Las fotoceldas presentan un alto valor de resistencia en ausencia de luz y al tener presencia de luz presentan un bajo valor de su resistencia (CEMAER, 2016).

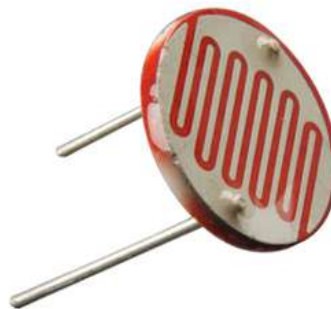


Figura 16. LDR

2.14. SENSOR ULTRASÓNICO

Dispositivo electrónico para medir distancias es decir es un sensor de proximidad; puede medir desde centímetros hasta metros. Su alcance varía de 3cm a 4 metros. En la figura 17 se puede observar un sensor ultrasónico; estos sensores pueden identificar diferentes objetos con superficies y colores distintos; incluso el material puede ser sólido o líquido (Orozco, 2012).



Figura 17. Sensor Ultrasónico

3. METODOLOGÍA

Se utilizará la metodología en V para diseño mecatrónico; la misma se puede apreciar en la figura 18 se iniciará con el planteamiento de los requerimientos y restricciones, hasta finalizar con el producto; considerando los procesos necesarios para lograr los objetivos del proyecto.

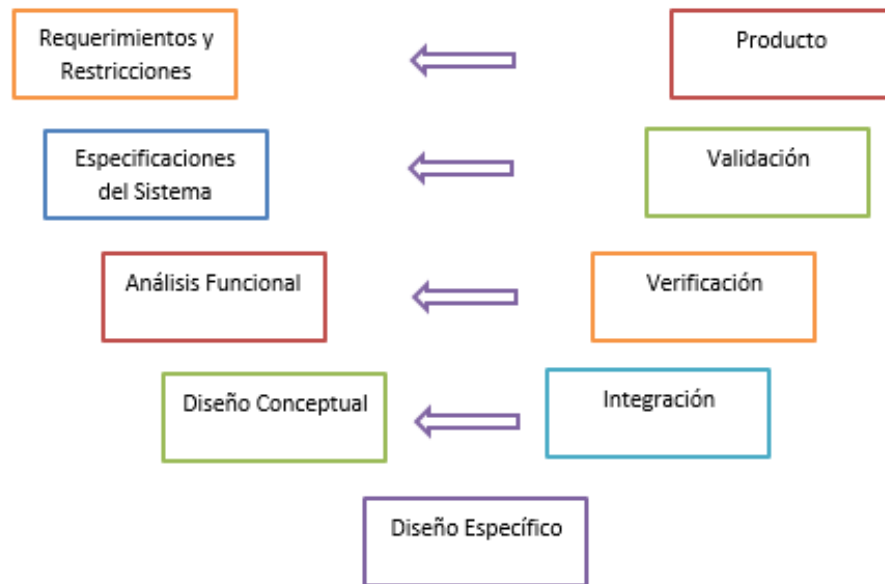


Figura 18. Metodología en V

Una vez que se tengan seleccionadas e identificados los requerimientos se procederá a realizar una especificación del sistema. Se debe tener en cuenta los diseños a desarrollar; en la integración de sistemas se obtendrá el diseño específico deseado y de esta manera se podrá realizar el producto con su validación respectiva.

A continuación, se detalla las características de cada etapa del prototipo a desarrollar de acuerdo a la metodología en V:

RECOLECCIÓN DE REQUERIMIENTOS	DESCRIPCIÓN
	Procesamiento continuo de helado
	Dosificación del sistema
	Materiales de uso alimenticio
	Máquina automatizada

ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA	DESCRIPCIÓN
	La máquina funcionará únicamente cuando exista fruta en su interior y el vaso se encuentre posicionado
	Tendrá un tiempo determinado para la dosificación
	La máquina estará conectada, pero dependerá de un switch para funcionar
	No existirá desperdicio alguno de alimento

ANÁLISIS FUNCIONAL	DESCRIPCIÓN
	El propósito principal de esta máquina es transformar fruta congelada en helado de acuerdo a las especificaciones y requerimientos del sistema.
	<p>Las funciones claves que debe desarrollar el prototipo son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transformar fruta congelada en helado • Dosificación del helado

DISEÑO CONCEPTUAL	DESCRIPCIÓN
	Investigación sobre proyectos similares realizados.
	Diseño preliminar de la máquina a grandes rasgos para tener una idea de la máquina al concluir con su diseño.

DISEÑO ESPECÍFICO

DISEÑO MECÁNICO	DESCRIPCIÓN
	Los elementos deben soportar las fuerzas que se ejerzan sobre los mismos; sin deformaciones de ningún tipo.
	El diseño de cada componente debe satisfacer las especificaciones del sistema para obtener helado a base de fruta congelada preprocesada.

El diseño mecánico constará de las siguientes partes:

- Rallador cónico
- Base de la máquina
- Contrapeso
- Pieza base
- Tapa con eje para centrar el motor
- Base de motor
- Empaque
- Tapa de salida de helado

DISEÑO ELÉCTRICO	DESCRIPCIÓN
	Utilizar componentes que faciliten el diseño mecánico, para que junto con el mismo se pueda automatizar la máquina.
	Seleccionar la potencia requerida para que el sistema cumpla con los requerimientos.

El diseño eléctrico constará de las siguientes partes:

Encendido de la máquina:

- Motor AC

Sistema de Dosificación

- Motor a pasos
- Electroválvula o Servo-válvula

DISEÑO DE HW/SW	DESCRIPCIÓN
	Realizar códigos de programación que brinden a la máquina un óptimo desempeño.
	Facilitar el diseño eléctrico y de control.
DISEÑO DE HW/SW	Rectificar los posibles fallos de la máquina en cuanto a software y hardware

DISEÑO DE CONTROL	DESCRIPCIÓN
	Dosificación de la máquina de acuerdo a una medida preestablecida.
	Encendido y Apagado del motor de la máquina de acuerdo a la dosificación; especificada por un límite de tiempo.

El diseño de control constará de las siguientes partes indicadas en la figura 19:

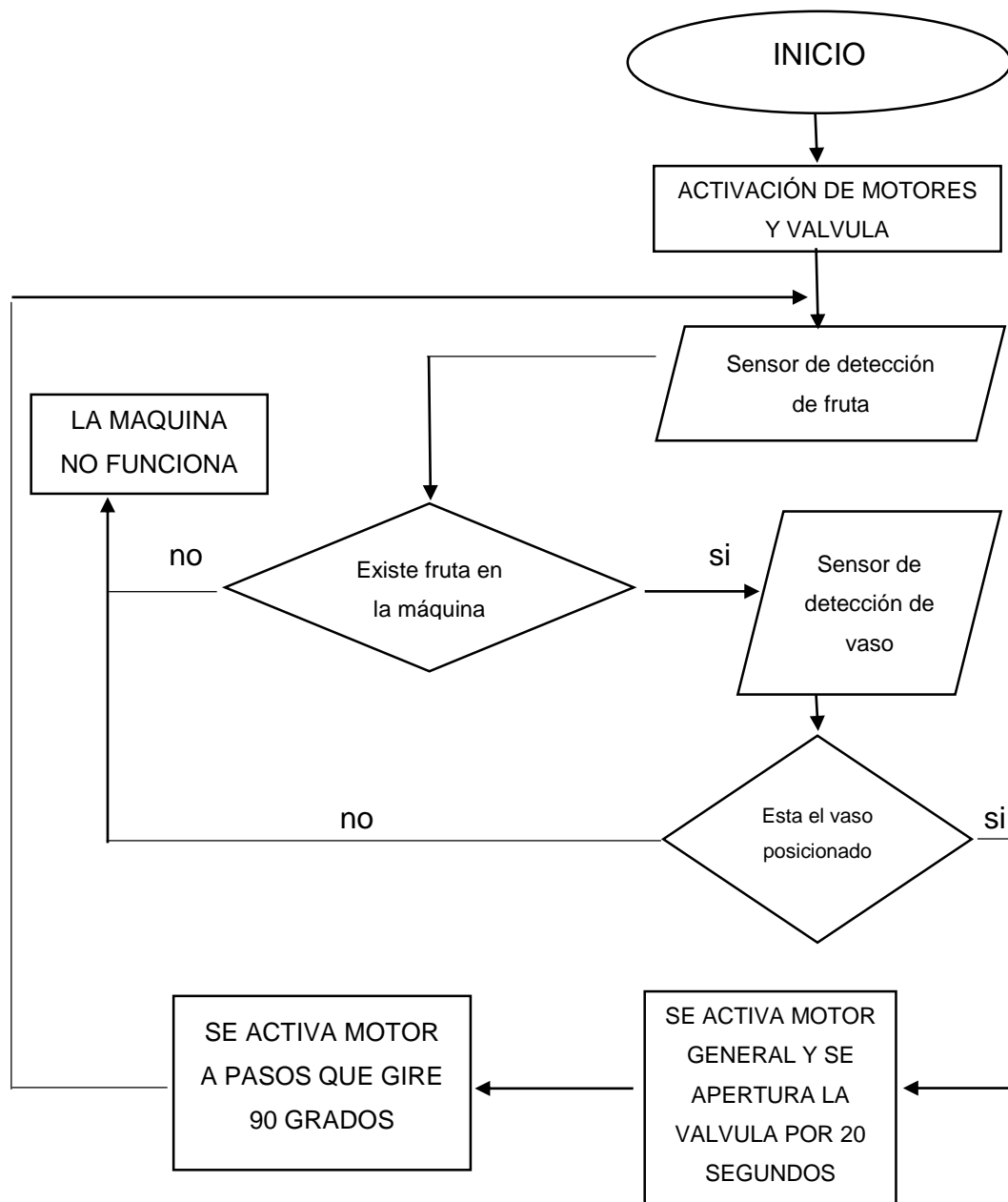


Figura 19. Diagrama de Flujo

INTEGRACIÓN	DESCRIPCIÓN
	Se unificará la placa de control con el sistema electrónico
	Acoplamiento del sistema de control y electrónico con la parte mecánica

VERIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
	Se procederá a la comprobación de los sistemas ya integrados

VALIDACIÓN	DESCRIPCIÓN
	Se realizará simulaciones que permitan observar el funcionamiento del prototipo para la validación del mismo.

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
	Se obtiene el prototipo deseado

4. DISEÑO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para obtener un prototipo óptimo es necesario escoger el material, actuador, controlador, sensores, y diseño que satisfaga los requerimientos del sistema previamente establecidos.

En la tabla 3 se puede observar tres alternativas que pueden cumplir las funciones que desempeñaría la máquina:

Tabla 3. Alternativas de Diseño

SOLUCIÓN	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Material	Aluminio	Acero Inoxidable	Duralón
Actuador	Actuador lineal	Motor de licuadora	Motor DC
Controlador	PLC Siemens S7-1200	Arduino Mega	Raspberry Pi B+
Válvula	Electroválvula ON - OFF	Servo Válvula	Válvula Manual
Proceso de Granulado fino	Molienda	Rayado	Aspas
Sensor de Presencia	Movimiento	Fotocelda	Infrarrojo
Sensor de Proximidad	Magnético	Ultrasónico	Inductivo
Sistema de Dosificación	Sistema de Ginebra	Motor a pasos	Pulsador

En el procesamiento de granulado fino se realizaron varias pruebas y mediante la experiencia que se tuvo en cuanto a molienda, rayado y el uso de aspas, se pudo apreciar la textura que tenía la fruta al ser procesada.

Para establecer la alternativa más viable; es necesario realizar un análisis objetivo mediante criterios ponderados.

4.1. INGENIERÍA DE CRITERIOS PONDERADOS PARA SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DEL PROTOTIPO

- **Material:** el material utilizado no debe sufrir ninguna deformación.
- **Costo:** los precios de los materiales a manufacturarse deben ser lo más bajo posible.
- **Limpieza:** facilidad al desmontar los componentes para su adecuada limpieza.
- **Funcionalidad:** cumplir con los requerimientos planteados.
- **Peso:** el prototipo debe ser fácil de transportar.
- **Vida útil:** perdurabilidad en el tiempo.
- **Diseño:** satisfaga los objetivos establecidos.

A continuación, se realiza una ponderación a cada uno de los criterios a evaluar considerando una escala del 1 al 3.

Siendo el número 3 el mejor resultado posible.

Tabla 4. Valoración de los criterios

	MATERIAL	COSTO	LIMPIEZA	FUNCIONALIDAD	PESO	VIDA ÚTIL	DISEÑO	TOTAL
ALTERNATIVA 1	2	3	2	3	2	2	1	15
ALTERNATIVA 2	3	2	3	3	2	3	3	19
ALTERNATIVA 3	2	1	1	3	3	2	2	14

A continuación, se compara los criterios de ingeniería entre sí para conseguir el peso de cada criterio; donde 1 corresponde a un alto nivel de relación, 0.5 a medio y 0 a relación inexistente.

Tabla 5. Criterios ponderados

	MATERIAL	COSTO	LIMPIEZA	FUNCIONALIDAD	PESO	VIDA ÚTIL	DISEÑO	Σ +1	PONDERACIÓN	PORCENTAJE (%)
MATERIAL		1	1	0,5	1	1	0,5	6	0,171	17,1
COSTO	1		0,5	0,5	0	1	1	5	0,143	14,3
LIMPIEZA	1	0,5		0,5	0,5	0,5	1	5	0,143	14,3
FUNCIONALIDAD	0,5	0,5	0,5		0	1	1	4,5	0,129	12,9
PESO	1	0	0,5	0		0	1	3,5	0,10	10
VIDA ÚTIL	1	1	0,5	1	0		0,5	5	0,143	14,3
DISEÑO	0,5	1	1	1	1	0,5		6	0,171	17,1
SUMATORIA								35	1	100

En la tabla 5 se puede apreciar que los criterios: material y diseño son los más representativos.

Se procede a obtener el cálculo numérico de la mejor alternativa; multiplicando el peso de los criterios ponderados establecidos en la tabla 5 y la valoración de cada criterio que se encuentran en la tabla 4. para de esta manera obtener la alternativa adecuada que cumpla todos los requerimientos que se han solicitado.

Tabla 6. Cálculo de alternativas en función de criterios ponderados

	MATERIAL	COSTO	LIMPIEZA	FUNCIONALIDAD	PESO	VIDA ÚTIL	DISEÑO	TOTAL	PONDERACIÓN
ALTERNATIVA 1	0,342	0,429	0,286	0,387	0,2	0,286	0,171	2,101	2
ALTERNATIVA 2	0,513	0,286	0,429	0,387	0,2	0,429	0,513	2,757	1
ALTERNATIVA 3	0,342	0,143	0,143	0,387	0,3	0,286	0,342	1,943	3

La alternativa más óptima es la número 2; este resultado se pudo obtener gracias a los criterios de ponderación; en los cuales el diseño y material fueron fundamentales para seleccionar la opción más favorable.

4.2. DISEÑO MECÁNICO

4.2.1. BASE DE LA MÁQUINA

Se procedió a encontrar las dimensiones que tendría el recipiente donde se encontraría la fruta congelada preprocesada; se definió que la máquina procesaría ½ kg de fruta.

Se realizaron pruebas con banana y mora para saber el volumen de las mismas.

- BANANA

$$m = 490 \text{ gr} \rightarrow 0,49 \text{ kg}$$

$$V = 900 \text{ mL} \rightarrow 0,0009 \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \quad [1]$$

Dónde: ρ = densidad
 m = masa
 V = volumen

$$\rho = \frac{0,49 \text{ kg}}{0,0009 \text{ m}^3}$$

$$\rho = 544,44 \text{ kg/m}^3$$

- MORA

$$m = 478 \text{ gr} \rightarrow 0,478 \text{ kg}$$

$$V = 950 \text{ mL} \rightarrow 0,00095 \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

$$\rho = 503,16 \text{ kg/m}^3$$

$$V = \pi r^2 h$$

[2]

Dónde:

r = radio

h = altura

V = volumen

Se despeja h de la ecuación [4.2]

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

BANANA

- Se supone un radio de 10 cm. $r = 10 \text{ cm} \rightarrow r = 0,1\text{m}$
 $h = 2,87 \text{ cm}$
- Se supone un radio de 5 cm. $r = 5 \text{ cm} \rightarrow r = 0,05\text{m}$
 $h = 11,46 \text{ cm}$
- Se supone un radio de 4 cm. $r = 4 \text{ cm} \rightarrow r = 0,04\text{m}$
 $h = 17,90 \text{ cm}$

MORA

- Se supone un radio de 10 cm. $r = 10 \text{ cm} \rightarrow r = 0,1\text{m}$
 $h = 3,024 \text{ cm}$
- Se supone un radio de 5 cm. $r = 5 \text{ cm} \rightarrow r = 0,05\text{m}$
 $h = 12,10 \text{ cm}$
- Se supone un radio de 4 cm. $r = 4 \text{ cm} \rightarrow r = 0,04\text{m}$
 $h = 18,9 \text{ cm}$

Se selecciona un radio de 4cm con una altura de 25cm; ya que la altura puede variar dependiendo de la fruta.

En la figura 20 se muestra como sería el diseño de la pieza base:

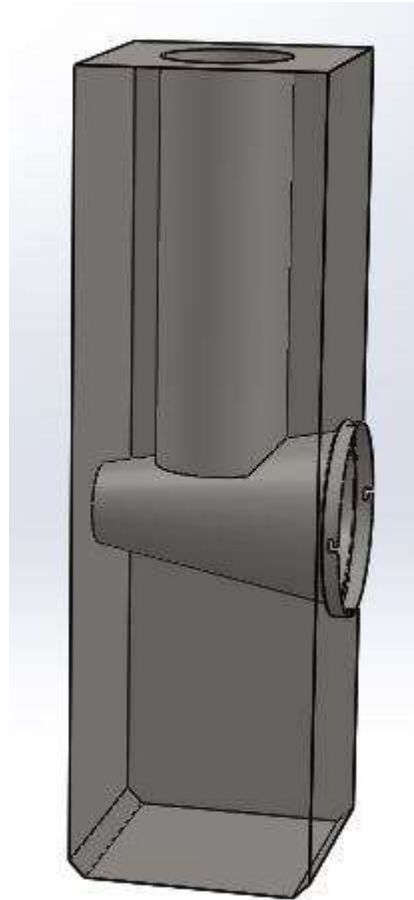


Figura 20. Base de la Máquina

4.2.2. FUERZA DE APLASTAMIENTO DEL CONTRAPESO

➤ **Datos:**

$$D = 7,9 \text{ cm} \rightarrow 0,079 \text{ m}$$

$$N = 3$$

$$F_{\text{APLASTAMIENTO}} = 20 \text{ lbf} \rightarrow 88,96 \text{ N}$$

$$L = 23 \text{ cm} \rightarrow 0,23 \text{ m}$$

➤ **Columna Larga**

En la figura 21 se seleccionará el tipo de columna a utilizar para obtener K (constante que depende del extremo fijo); se seleccionará una columna empotrada – empotrada.

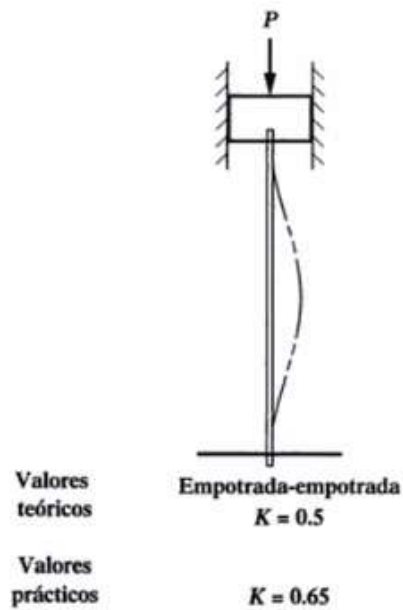


Figura 21. Valores teóricos y prácticos para K
(Mott, 2006)

Se trabaja con $K = 0,65$

➤ Cálculo de carga crítica

$$P_{crit} = F_{APLASTAMIENTO} * N \quad [3]$$

Donde:

P_{crit} = carga crítica

$F_{APLASTAMIENTO}$ = fuerza de aplastamiento

N = factor de seguridad

$$P_{crit} = 266,88 \text{ N}$$

$$P_{crit} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2} \quad [4]$$

Donde:

P_{crit} = carga crítica

E = módulo de elasticidad del material de la columna

K = constante que depende del extremo fijo

L = longitud de la columna

I = momento de inercia

Se despeja I de la ecuación 4:

$$I = \frac{P_{crit} * (KL)^2}{\pi^2 * E}$$

$$E = 207 \text{ GPa} \rightarrow E = 207 \times 10^9 \text{ N/m}^2 \text{ (Mott, 2006)}$$

Donde:

$$I = 2,92 \times 10^{-12} \text{ m}^4$$

En la figura 22 se encuentran las propiedades de las áreas de un círculo hueco:

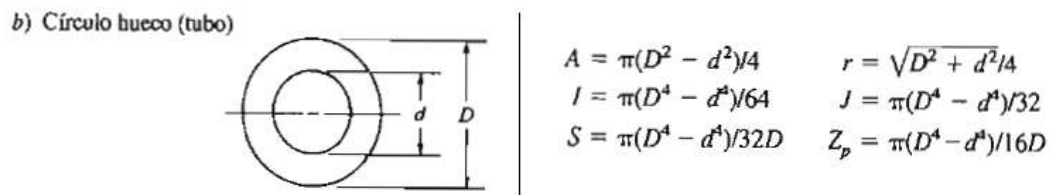


Figura 22. Propiedades de las áreas
(Mott, 2006)

$$I = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64} \quad [5]$$

Dónde:

I = momento de inercia

D = diámetro externo

d = diámetro interno

Se despeja d de la ecuación 5:

$$d = \sqrt[4]{\frac{\pi D^4 - 64I}{\pi}}$$

$$d = 0,078m$$

$$t = \frac{D - d}{2}$$

$$t = 0,0005m \rightarrow t = 0,5 \text{ mm}$$

Se selecciona un espesor de 0,8mm ya que se encuentre en el mercado.

Verificación de columna larga

$$RE = \frac{KL}{r_{min}} \quad [6]$$

Dónde:

RE = relación de esbeltez

K = constante que depende del extremo fijo

L = longitud de la columna

r_{min} = radio de giro mínimo

$$r_{min} = \frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{4}$$

$$r_{min} = 0,028m \rightarrow r_{min} = 28 \text{ mm}$$

$$RE = 5,34$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{S_y}} \quad [7]$$

$$S_y = 241 \text{ MPa} \rightarrow 241 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \rightarrow 241 \text{ N/mm}^2 \text{ (Mott, 2006)}$$

$$C_c = 130,21$$

$RE > C_c$ La columna es larga; caso contrario es corta.

Ya que el resultado fue una columna corta se inicia el análisis nuevamente con los siguientes datos:

➤ Columna Corta

Datos:

$$D = 79 \text{ mm} \rightarrow 0,079 \text{ m}$$

$$d = 77,4 \text{ mm} \rightarrow 0,0774 \text{ m}$$

$$r_{min} = \frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{4}$$

$$r_{min} = 27,65 \text{ mm}$$

$$A = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$$

$$A = 196,54 \text{ mm}^2$$

$$P_{crit} = AS_y \left[1 - \frac{S_y(KL/r)^2}{4\pi^2 E} \right] \quad [8]$$

Donde:

P_{crit} = carga crítica

E = módulo de elasticidad del material de la columna

K = constante que depende del extremo fijo

L = longitud de la columna

A = área

$$P_{crit} = 47325,30 \text{ N}$$

$$t = \frac{D - d}{2}$$

$$t = 0,8 \text{ mm}$$

Se selecciona un espesor de 0,8mm ya que se encuentre en el mercado.

4.2.2.1. Simulación en SolidWorks

En la figura 23 se muestra la carga concentrada a la que será sometida la pieza al momento de realizar el trabajo.

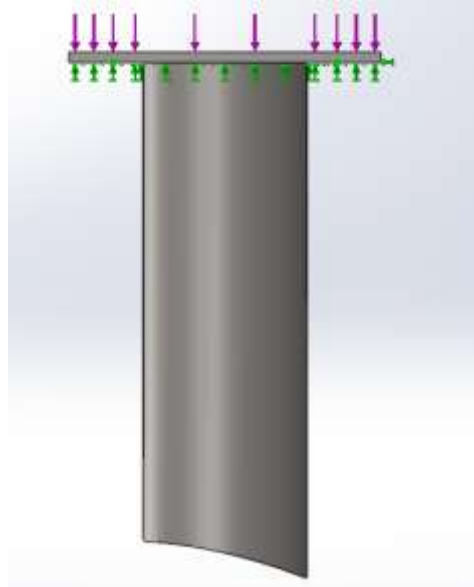


Figura 23. Simulación – Distribución de cargas

4.2.2.2. Factor de Seguridad

En la figura 24 se muestra que el factor de seguridad mínimo sería $1,6 \times 10^3$; por lo cual la pieza se encontraría sobredimensionada y no se deformaría.

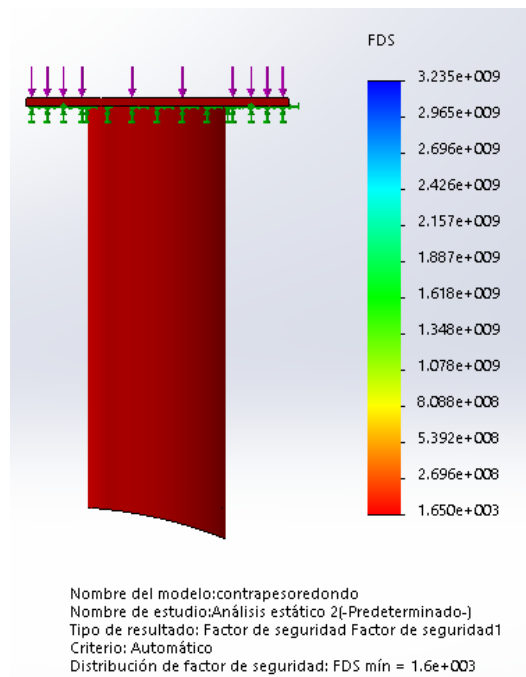


Figura 24. Simulación – Factor de Seguridad

4.2.3. RALLADOR CÓNICO

Se procedió a encontrar el espesor mínimo que tendría el rallador cónico considerándolo como una viga empotrada con una carga distribuida en la mitad indicada en la figura 25.

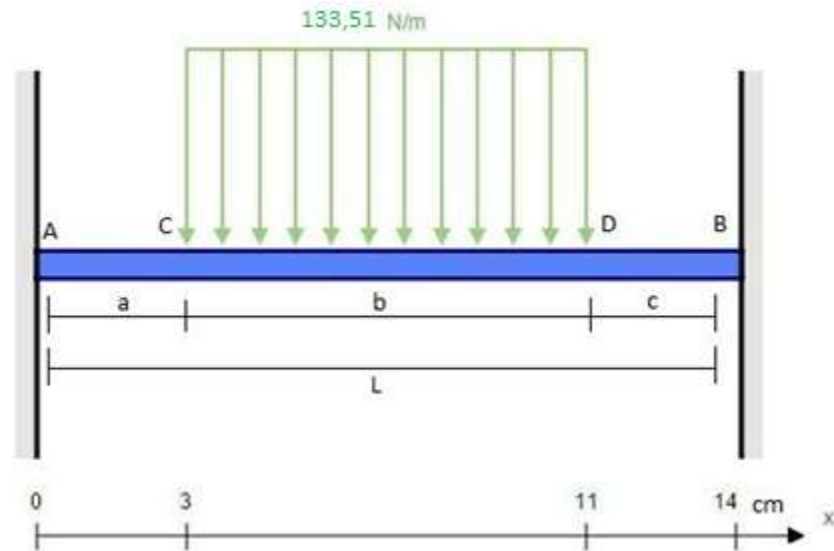


Figura 25. Viga doblemente empotrada con carga distribuida

➤ Datos:

$$b = 8 \text{ cm} \rightarrow 0,08 \text{ m}$$

$$c = a = 3 \text{ cm} \rightarrow 0,03 \text{ m}$$

$$N = 3$$

$$m_{fruta} = 10 \text{ lb} \rightarrow 4,55 \text{ kg}$$

$$L = 14 \text{ cm} \rightarrow 0,14 \text{ m}$$

➤ Peso

$$P_{fruta} = m * g$$

$$P_{fruta} = 44,55 \text{ N}$$

[9]

$$F_{TOTAL} = P_{fruta} + F_{APLASTAMIENTO}$$

$$F_{TOTAL} = 133,51 \text{ N}$$

➤ Momento

$$M_{AC} = M_A + R_{AX}$$

$$M_{CD} = R_{AX} + M_A - \frac{F_{TOTAL}(x - a)^2}{2}$$

$$M_{DB} = M_B + R_B(L - x)$$

➤ Cortante

$$V_{AC} = R_A$$

$$V_{CD} = R_A - F_{TOTAL}(x - a)$$

$$V_{DB} = -R_B$$

➤ Reacciones

$$R_A = \frac{F_{TOTAL} (2c + b)b - 2M_A + 2M_B}{2L}$$

$$R_A = R_B$$

Siendo

$$M_A = \frac{-F_{TOTAL} b [b^2(2L - 6c - 3b) + (6a + 3b)(2c + b)^2]}{24L^2}$$

$$M_A = M_B$$

$$M_A = M_B = -0,17 \text{ Nm}$$

➤ Se reemplaza el M_A en R_A obteniendo:

$$R_A = R_B = 5,34 \text{ N}$$

Se selecciona el momento máximo

➤ $M_{AC} = -0,17 \text{ Nm} + 5,34 \text{ Nx}$

$$M_{AC} = -0,17 \text{ Nm} \quad ; \quad M_{AC} = 0,1046 \text{ Nm}$$

➤ $M_{CD} = 5,34x - 0,17 - \frac{133,51(x-0,03)^2}{2}$

$$M_{CD} = -0,23 \text{ Nm} \quad ; \quad M_{CD} = 0,09 \text{ Nm}$$

➤ $M_{DB} = -0,17 + 5,34(0,14 - x)$

$$M_{DB} = 0,58 \text{ Nm} \quad ; \quad M_{DB} = 0,42 \text{ Nm}$$

$$\mathbf{M_{max} = M_{DB} = 0,58 \text{ Nm} \rightarrow M_{DB} = 580 \text{ Nmm}}$$

$$\sigma = \frac{M}{S} < \sigma_{permi} \quad [10]$$

Dónde:

σ = esfuerzo

M = momento máximo

S = módulo de la sección

Se despeja S de la ecuación 11:

$$S > \frac{M}{\sigma_{permi}}$$

$$S_y = 241 \text{ MPa} \rightarrow 241 \text{ N/mm}^2 \text{ (Mott, 2006)}$$

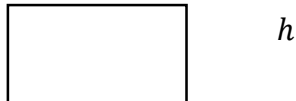
$$\sigma_{\text{permi}} = \frac{S_y}{N} \quad [11]$$

$$\sigma_{\text{permi}} = 80,33 \text{ N/mm}^2$$

Se reemplaza el σ_{permi} en el despeje de la ecuación 11

$$S \geq 7,22 \text{ mm}^3$$

$$b = 79 \text{ mm}$$



$$\frac{M_{\text{max}} * C_t}{I} \leq \sigma_{\text{permi}} \quad [12]$$

Se despeja h de la ecuación 12:

$$h = \sqrt{\frac{6M_{\text{max}}}{b * \sigma_{\text{permi}}}}$$

$$h \geq 0,74 \text{ mm}$$

Se selecciona un espesor de 0,8mm; ya que se encuentre en el mercado.

4.2.3.1. Simulación en SolidWorks

En la figura 26 se muestra la carga distribuida a la que será sometida la pieza al momento de realizar el trabajo.

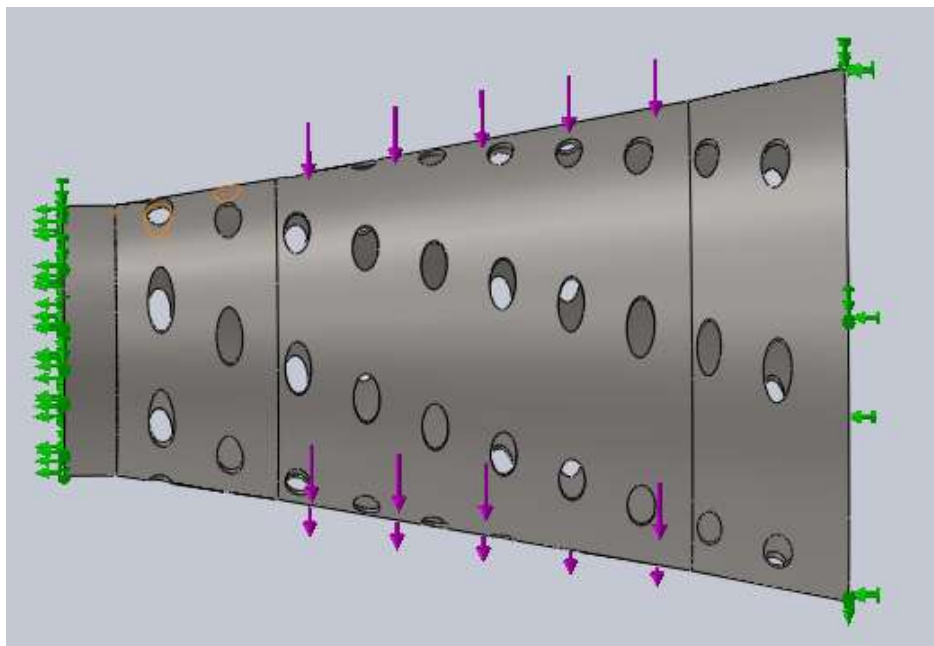


Figura 26. Simulación – Distribución de cargas

4.2.3.2. Factor de Seguridad

En la figura 27 se muestra que el factor de seguridad mínimo sería $5,3 \times 10^3$; por lo cual la pieza se encontraría sobredimensionada y no se deformaría.

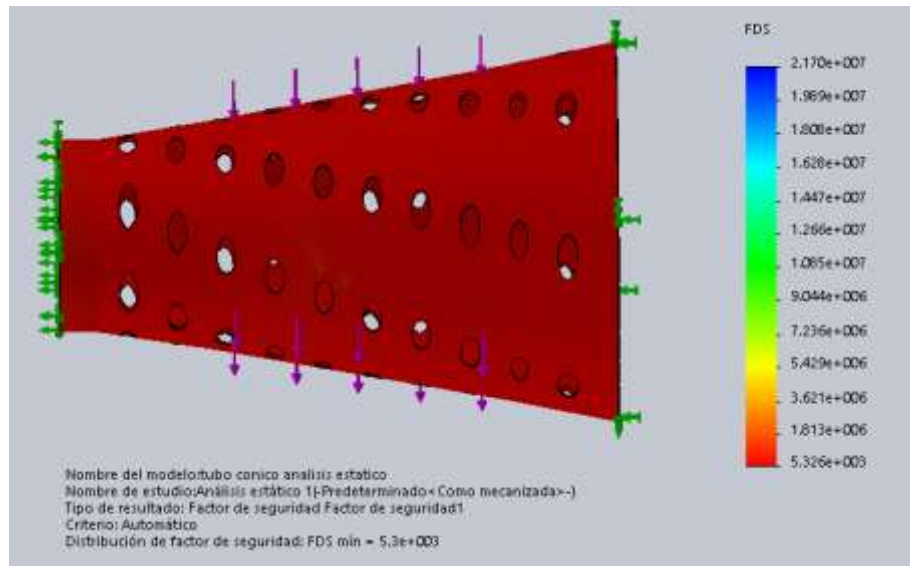


Figura 27. Simulación – Factor de Seguridad

4.2.4. TAPA CON EJE PARA CENTRAR EL MOTOR

Círculo Grande

➤ Datos:

$$D = 10 \text{ cm} \rightarrow 0,10 \text{ m}$$

$$C = 5 \text{ cm} \rightarrow 0,05 \text{ m}$$

$$\text{Torque} = T = 2 \text{ Nm} \rightarrow T = 2 \text{ Joule}$$

➤ Torsión

En la figura 28 se puede observar los esfuerzos en el rango elástico de un círculo hueco:

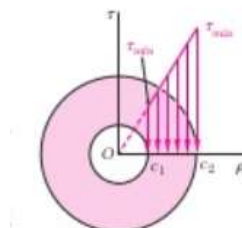


Figura 28. Esfuerzos en el rango elástico – círculo hueco

$$\tau = \frac{TC}{J} \leq \tau_{\text{perm}} \quad [13]$$

Dónde: $T = \text{Par de Torsión}$

$C = \text{radio}$

$J = \text{Momento Polar de Inercia}$

$$\tau_{\text{permi}} = 860 \text{ MPa} \rightarrow 860 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \text{ (Moot, 2006)}$$

$$\frac{TC}{J} \leq \tau_{\text{permi}}$$

En la figura 22 se encuentran las propiedades de las áreas de un círculo hueco; seleccionamos el momento polar de inercia.

$$J = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32}$$

$$\frac{TC}{J} \leq \tau_{\text{permi}}$$

Se despeja d :

$$d = 0,0999 \text{ m} \rightarrow d = 9,99 \text{ cm}$$

El ancho mínimo que debe tener el círculo es de 0,01cm. Se selecciona un ancho de 0,25cm por cuestiones de diseño.

Círculo Pequeño

➤ Datos:

$$\text{Torque} = T = 2 \text{ Nm} \rightarrow T = 2 \text{ Joule}$$

$$\tau_{\text{permi}} = 860 \text{ MPa} \rightarrow 860 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

➤ Torsión

En la figura 29 se puede observar los esfuerzos en el rango elástico de un círculo:

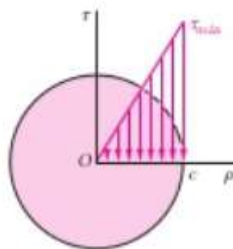
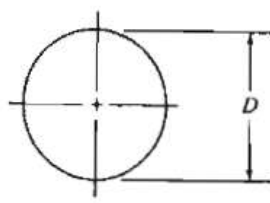


Figura 29. Esfuerzos en el rango elástico - círculo

$$\tau = \frac{TC}{J} \leq \tau_{\text{permi}}$$

En la figura 30 se encuentran las propiedades de las áreas de un círculo:

a) Círculo



$$\begin{aligned} A &= \pi D^2/4 & r &= D/4 \\ I &= \pi D^4/64 & J &= \pi D^4/32 \\ S &= \pi D^3/32 & Z_p &= \pi D^3/16 \end{aligned}$$

Figura 30. Propiedades de las áreas
(Mott, 2006)

$$J = \frac{\pi D^4}{32}$$

$$\frac{T \frac{D}{2}}{\frac{\pi D^4}{32}} \leq \tau_{\text{permi}}$$

Se despeja D:

$$D^3 \geq \frac{16T}{\pi * \tau_{\text{permi}}}$$

$$D = 0,22\text{cm}$$

El diámetro mínimo que debe tener el círculo es de 0,22cm. Se selecciona un diámetro de 6,5cm por cuestiones de diseño.

4.2.4.1. Simulación en SolidWorks

En la figura 31 se muestra el par de torsión al que será sometida la pieza al momento de realizar el trabajo.

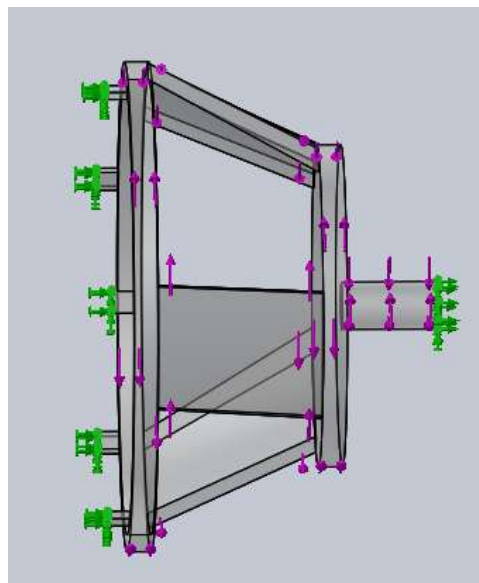


Figura 31. Simulación – Par de torsión

4.2.4.2. Factor de Seguridad

En la figura 32 se muestra que el factor de seguridad mínimo sería 32; por lo cual la pieza se encontraría sobredimensionada y no se deformaría.

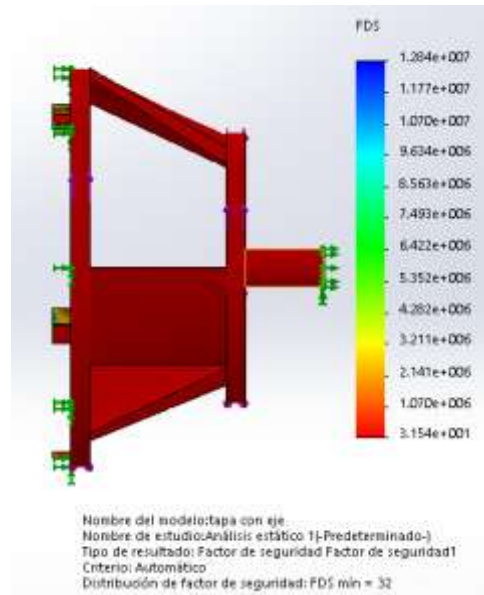


Figura 32. Simulación – Factor de Seguridad

4.2.5. BASE DEL MOTOR

Se procedió a encontrar el espesor mínimo que tendría la base considerándola como una viga empotrada.

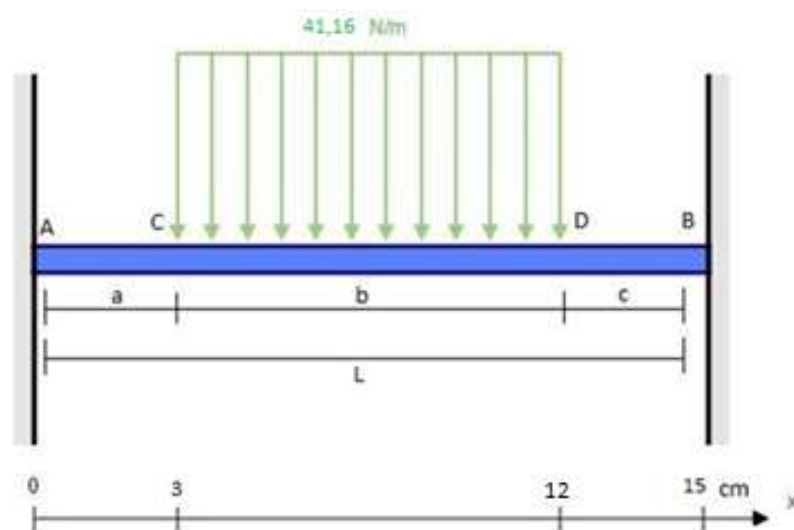


Figura 33. Viga doblemente empotrada con carga distribuida

➤ Datos:

$$b = 12 \text{ cm} \rightarrow 0,12 \text{ m}$$

$$c = a = 3 \text{ cm} \rightarrow 0,03 \text{ m}$$

$$N = 3$$

$$m = 4,2 \text{ kg}$$

$$L = 18 \text{ cm} \rightarrow 0,18 \text{ m}$$

➤ Peso

$$Peso = m * g$$

$$Peso = 4,2 \text{ kg} * 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$Peso = 41,16 \text{ N}$$

$$F_{TOTAL} = 41,16$$

➤ Momento

$$M_{AC} = M_A + R_{AX}$$

$$M_{CD} = R_{AX} + M_A - \frac{F_{TOTAL}(x - a)^2}{2}$$

$$M_{DB} = M_B + R_B(L - x)$$

➤ Cortante

$$V_{AC} = R_A$$

$$V_{CD} = R_A - F_{TOTAL}(x - a)$$

$$V_{DB} = -R_B$$

➤ Reacciones

$$R_A = \frac{F_{TOTAL} (2c + b)b - 2M_A + 2M_B}{2L}$$

$$R_A = R_B$$

Siendo

$$M_A = \frac{-F_{TOTAL} b [b^2(2L - 6c - 3b) + (6a + 3b)(2c + b)^2]}{24L^2}$$

$$M_A = M_B$$

$$M_A = M_B = 0,015 \text{ Nm}$$

➤ Se reemplaza el M_A en R_A obteniendo:

$$R_A = R_B = 2,47 \text{ N}$$

Se selecciona el momento máximo

➤ $M_{AC} = 0,015 \text{ Nm} + 2,47 \text{ Nx}$

$$M_{AC} = 0,015 \text{ Nm} \quad ; \quad M_{AC} = 0,0891 \text{ Nm}$$

$$\text{➤ } M_{CD} = 2,47x + 0,015 - \frac{41,16(x-0,03)^2}{2}$$

$$M_{CD} = -0,003522 \text{ Nm} \quad ; \quad M_{CD} = 0,144702 \text{ Nm}$$

$$\text{➤ } M_{DB} = 0,015 + 2,47(0,18 - x)$$

$$M_{DB} = 0,4596 \text{ Nm} \quad ; \quad M_{DB} = 0,3855 \text{ Nm}$$

$$M_{max} = M_{DB} = 0,4596 \text{ Nm} \rightarrow 459,6 \text{ Nmm}$$

$$\sigma = \frac{M}{S} < \sigma_{permi}$$

Dónde: σ = esfuerzo
 M = momento máximo
 S = módulo de la sección

Se despeja S de la ecuación 11:

$$S > \frac{M}{\sigma_{permi}}$$

$$S_y = 241 \text{ MPa} \rightarrow 241 \text{ N/mm}^2 \text{ (Mott, 2006)}$$

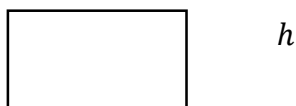
$$\sigma_{permi} = \frac{S_y}{N}$$

$$\sigma_{permi} = 80,33 \text{ N/mm}^2$$

Se reemplaza el σ_{permi} en el despeje de la ecuación 11:

$$S \geq 5,72 \text{ mm}^3$$

$$b = 150 \text{ mm}$$



$$\frac{M_{max} * C_t}{I} \leq \sigma_{permi}$$

Se despeja h de la ecuación 13:

$$h = \sqrt{\frac{6M_{max}}{b * \sigma_{permi}}}$$

$$h \geq 0,48 \text{ mm}$$

Se selecciona un espesor de 0,8mm; ya que se encuentre en el mercado.

4.2.5.1. Simulación en SolidWorks

En la figura 34 se muestra la carga concentrada a la que será sometida la pieza al momento de realizar el trabajo.

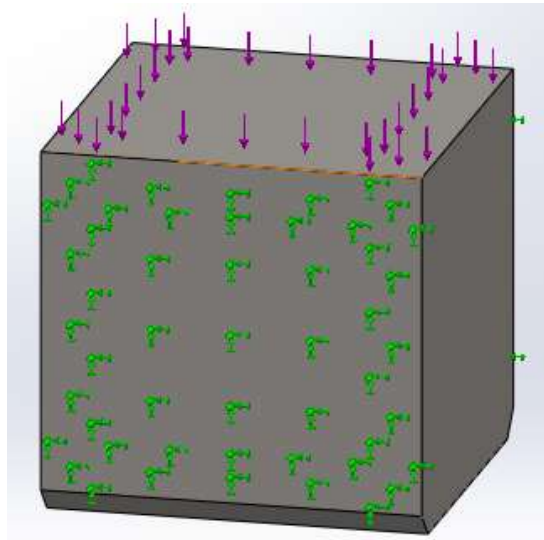


Figura 34. Simulación – Distribución de cargas

4.2.5.2. Factor de Seguridad

En la figura 35 se muestra que el factor de seguridad mínimo sería 3×10^4 ; por lo cual la pieza se encontraría sobredimensionada y no se deformaría

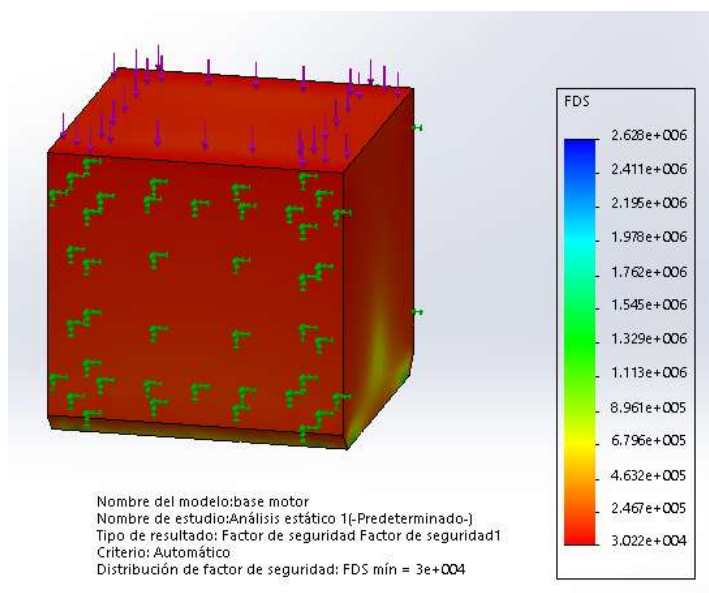


Figura 35. Simulación – Factor de Seguridad

4.2.6. EMPAQUE

El empaque se encontrará en medio de la base de la máquina y la tapa de salida de helado para que no exista pérdida del producto. Se puede observar el diseño del mismo en la figura 36. Se selecciona uno que exista en el mercado y que sea acorde a las medidas de diseño del prototipo.



Figura 36. Empaque de Teflón

4.2.7. TAPA DE SALIDA DE HELADO

Está diseñada para que el helado salga de una manera uniforme hacia el recipiente y contiene un agujero situado en el medio para que se centre el motor de la máquina; se puede apreciar el diseño de la tapa de la salida de helado en la figura 37.

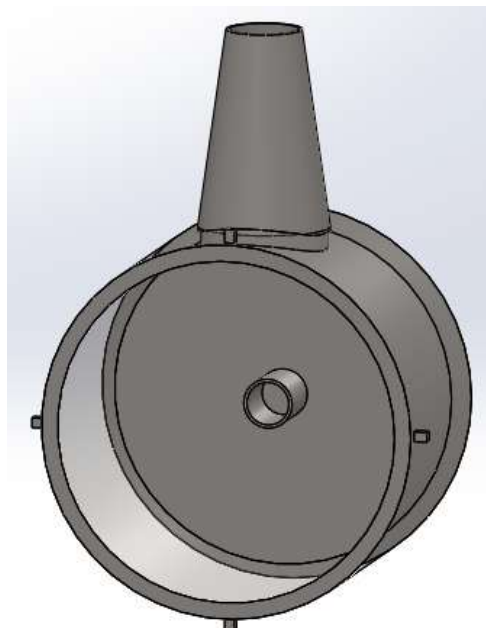


Figura 37. Tapa de Salida de Helado

4.2.8. PLATO GIRATORIO

En el diseño del plato giratorio que se encuentra en la figura 38; se encuentran 4 cavidades donde estarán situados los vasos; en el centro tiene un orificio donde entrará el eje del motor a pasos para la respectiva dosificación;

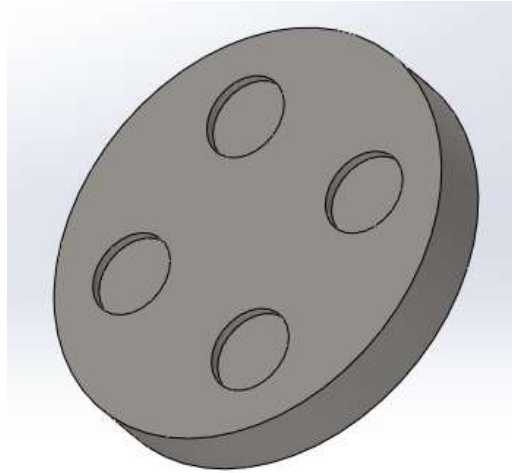


Figura 38. Plato Giratorio

4.2.9. PIEZA BASE

La pieza base está diseñada para que la base de la máquina, la base del motor y el plato giratorio estén posicionados de tal manera que se tenga una sola estructura de la máquina; el diseño de la misma se la puede observar en la figura 39.

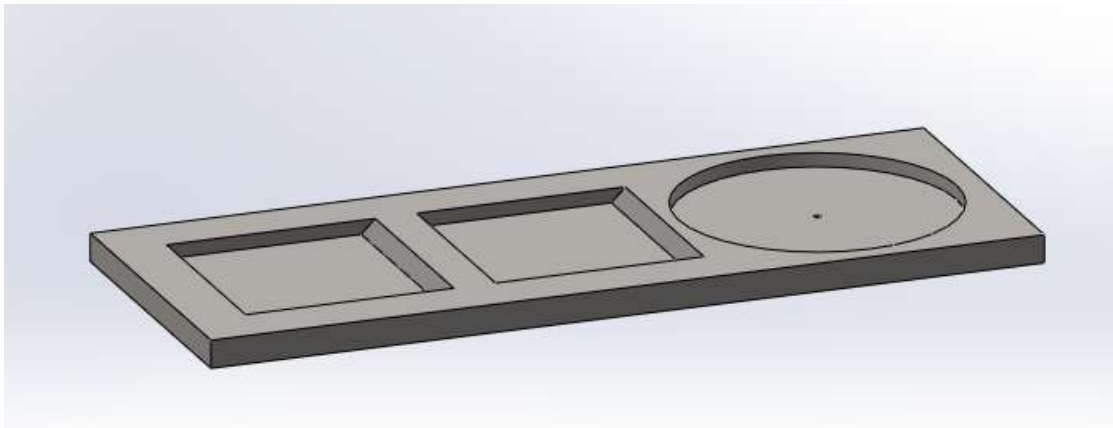


Figura 39. Pieza Base

4.2.10. MÁQUINA COMPLETA

En la figura 40 se puede observar una imagen del diseño completo de la máquina en vista isométrica.

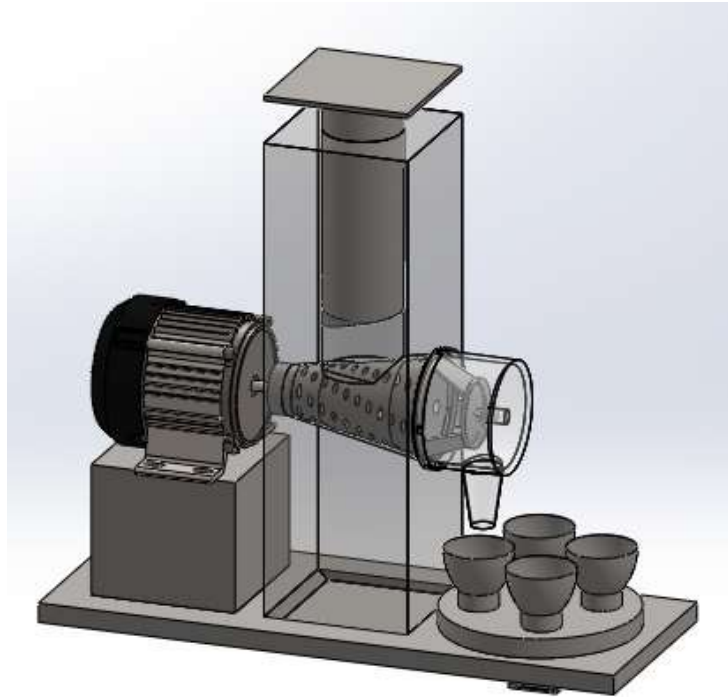


Figura 40. Máquina Completa – Vista Isométrica

En la figura 41 se puede observar una imagen del diseño completo de la máquina en vista lateral.

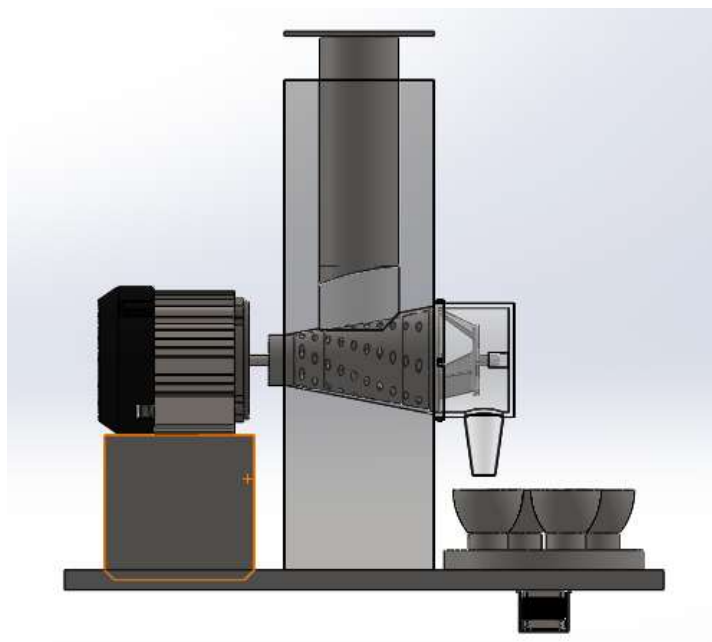


Figura 41. Máquina Completa – Vista Lateral

4.3. DISEÑO ELÉCTRICO

4.3.1. SELECCIÓN DEL MOTOR PARA EL SISTEMA

➤ Datos:

$$N = 50N$$

$$\mu = 1$$

$$Fr = N * \mu \quad [14]$$

$$Fr = 50 N$$

$$Torque = Fr * r \quad [15]$$

$$Torque = 50N * 0,04 m$$

$$Torque = 2 Nm \rightarrow Torque = 2 Joule$$

$$Potencia = Torque * W \quad [16]$$

Se toma una velocidad angular de 300 rad/s

$$Potencia = 2 Joule * 300 \text{ rad/s}$$

$$\textbf{Potencia = 600 Watts}$$

La potencia requerida cumple con el sistema; el motor sería como el de una licuadora.

4.3.2. SELECCIÓN DEL SERVOMOTOR PARA LA VÁLVULA

➤ Datos:

$$Torque: 3 kg * cm$$

$$Torque = 0,294 Nm \rightarrow Torque = 0,294 Joule$$

$$W = \frac{90^\circ}{0,3 s}$$

$$\textbf{W = 5,24 rad/s}$$

$$Potencia = Torque * W$$

$$\textbf{P = 1,54 Watts}$$

El servomotor cumple con la potencia requerida en el sistema.

4.3.3. SELECCIÓN DE MOTOR A PASOS

➤ Datos:

$$r = 10cm \rightarrow 0,10m$$

$$W = 6 rpm \rightarrow W = 0,62831853 \text{ rad/s}$$

$$m_{vasos} = 250g \text{ por vaso}$$

$$numero_{vasos} = 4$$

$$Peso_{vasos} = 9,8 N$$

$$m_{plato} = 0,5 kg$$

$$Peso_{plato} = 4,9 N$$

$$Peso_{total} = Peso_{vasos} + Peso_{plato}$$

$$Peso_{total} = 9,8 N + 4,9 N \rightarrow Peso_{total} = 14,7 N$$

$$F_T = 14,7 N$$

$$\mu = 1$$

$$Fr = F_T * \mu$$

$$Fr = 14,7 N$$

$$Torque = Fr * r$$

$$Torque = 1,47 Nm \rightarrow Torque = 1,47 Joule$$

Para encontrar la potencia de un motor se debe definir su velocidad angular; la mayoría de microondas que utilizan platos giratorios utilizan 5 o 6 rpm para que los alimentos no sean derramados.

$$Potencia = Torque * W$$

$$Potencia = 0,92 Watts$$

En el mercado se dispone de un motor a pasos de 3.1Nm con las siguientes características:

Tabla 7. Especificaciones eléctricas motor a pasos

Especificación eléctrica	
Tipo de motor	Bipolar
Ángulo de paso	1,8°
Torque	3,1 Nm (439oz.in)
Corriente Nominal (bipolar de serie)	2.1A
Intensidad de corriente (bipolar paralelo)	4.2A
Resistencia de la fase (bipolar de serie)	2.6ohms
Resistencia de la fase (bipolar paralelo)	0.65ohms
Tensión recomendada	24-48V

Tabla 8. Especificaciones físicas motor a pasos

Especificación eléctrica	
Tamaño de marco	60 x 60 mm
Longitud del cuerpo	87 mm
Diámetro del eje	Φ8mm
Frente Longitud del eje	24 mm
Peso	1,4 kg

4.4. DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL

El diseño de control fue realizado en Proteus y Arduino conjuntamente para la simulación de los sensores y motores a utilizarse. En la figura 42 se puede apreciar la conexión de los sensores y motores a la placa Arduino.

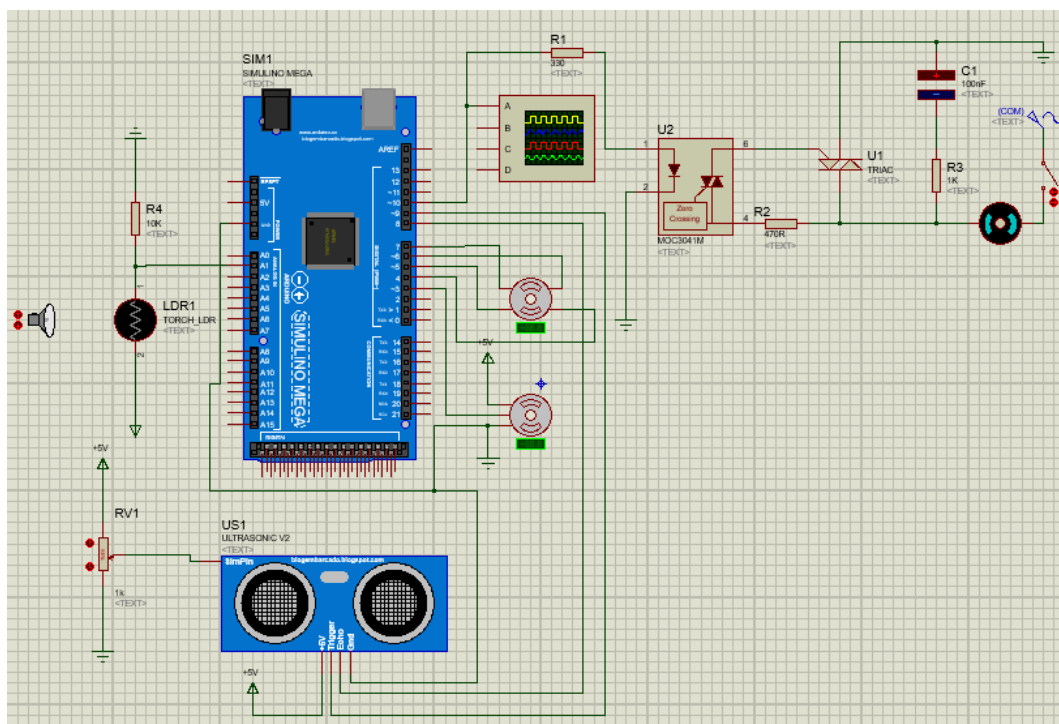


Figura 42. Diseño Esquemático del Sistema de Control – Software Proteus

4.4.1. CONEXIÓN MOTOR AC – ARDUINO

La conexión está diseñada para que el Arduino controle el tiempo de encendido y apagado del motor AC. La señal digital es aplicada al cátodo del LED interno del optoacoplador; el brillo que produce acciona el Triac del Optoacoplador que al mismo tiempo accionará el Triac de potencia.

Se utilizará un optoacoplador MOC3041 el cual incluye un circuito de detección de cruce por cero; este sistema hace que la conmutación sea posible sólo cuando el semiciclo de la corriente alterna se encuentra en 0V.

4.4.2. SENSOR ULTRASÓNICO

El sensor ultrasónico estará situado en la parte superior de la base de la máquina para que de esta manera detecte al contrapeso y de acuerdo a la distancia que se encuentre el mismo se pueda determinar si existe o no fruta en la máquina.

4.4.3. SENSOR LDR

Existirán 4 sensores LDR; los mismos estarán ubicados en cada cavidad del plato giratorio; las cavidades se encontrarán distanciadas a 90°; este sensor es el encargado del posicionamiento del vaso, ya que si el vaso no está posicionado la máquina no funcionará.

4.4.4. SISTEMA DE DOSIFICACIÓN

El sistema de dosificación dependerá del motor a pasos y la válvula de control; es primordial que los dos elementos trabajen conjuntamente para brindar un funcionamiento adecuado.

Cuando se encuentra fruta en la máquina y el vaso se encuentra posicionado; el motor AC y la válvula de control se encienden por un determinado tiempo; al cumplir dicho tiempo la válvula se cierra y el motor AC se apaga; posteriormente el motor a pasos se enciende y gira 90°; el motor a pasos permanece en esa posición hasta que se vuelva a repetir el proceso; es decir gira 90°, la válvula se abre y el motor AC vuelve a funcionar teniendo en cuenta que exista fruta y el siguiente vaso se encuentre posicionado; se

encuentran encendidos por el tiempo establecido y vuelven a detenerse para que el motor a pasos gire nuevamente 90° .

LabView es una plataforma de desarrollo para diseñar sistemas; este entorno posee un lenguaje de programación visual gráfico, a continuación, se podrá apreciar la interfaz que se desarrolló en esta plataforma para un mayor entendimiento.

Se realizó una interfaz gráfica que se puede observar en la figura 43 para que se pueda apreciar el diseño del prototipo y como sería su funcionamiento en el Software LabView.



Figura 43. Sistema de Control – Panel Frontal - Software LabView

4.4.5. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

En la figura 44 se puede apreciar el interruptor que permitirá el funcionamiento de la máquina; si la máquina estuviese procesando fruta y se acciona el interruptor en modo OFF toda la máquina deja de funcionar.

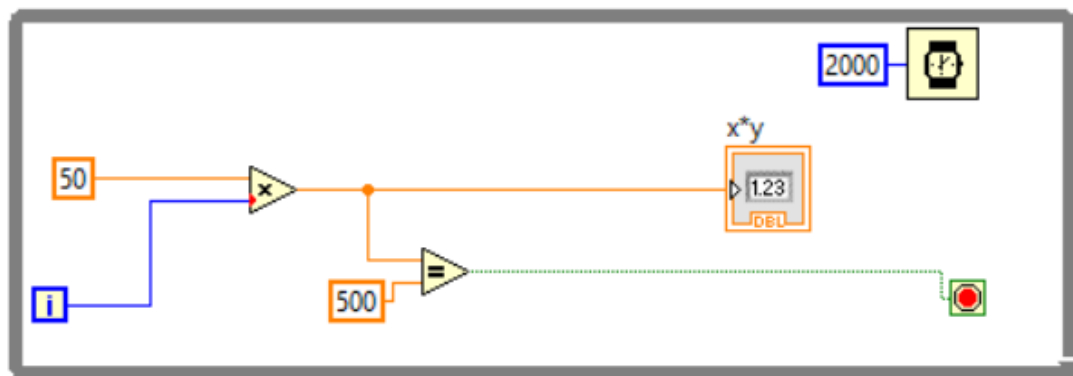


Figura 44. Interruptor - Diagrama de Bloques

En la figura 45 se puede observar el funcionamiento del sensor ultrasónico; el cual estará encargado de la detección de fruta; a medida que la fruta se vaya terminando el procesamiento se detiene si es menor a 10cm de contenido de fruta en el recipiente.

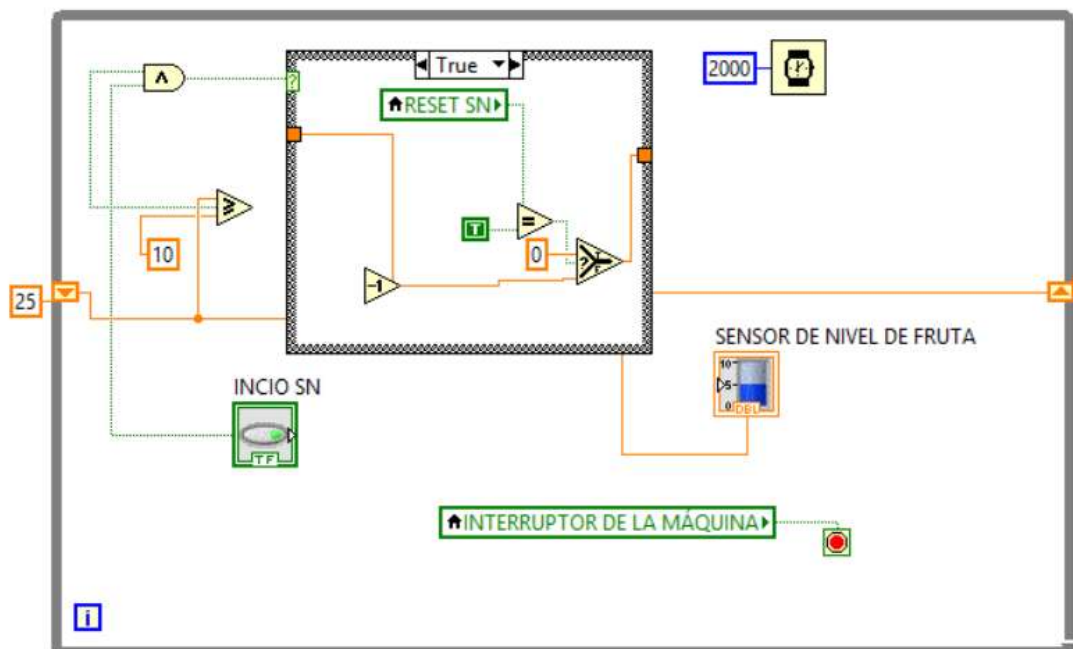


Figura 45. Funcionamiento Sensor Ultrasónico - Diagrama de Bloques

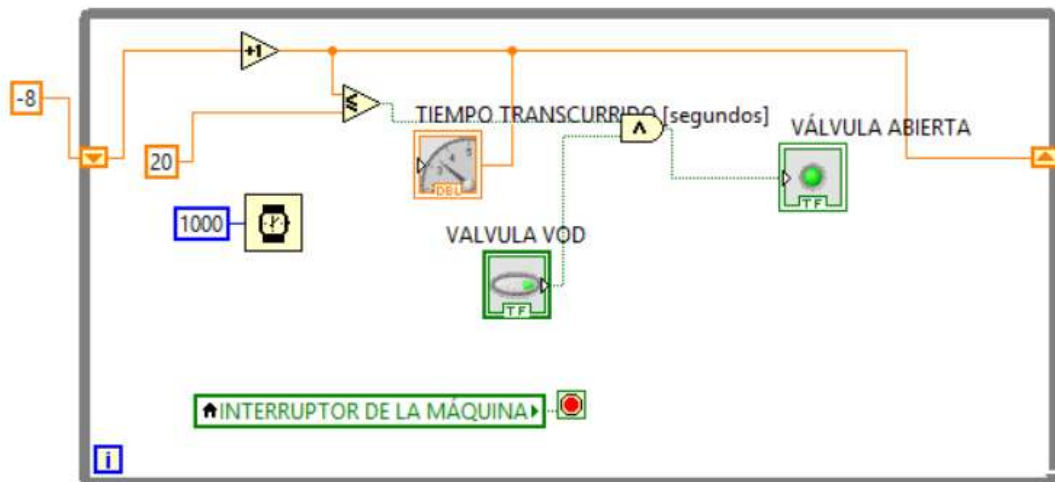


Figura 48. Funcionamiento Válvula - Diagrama de Bloques

Se procede a llenar el vaso por el intervalo establecido y la válvula y el motor se cierran. En la figura 49 se puede ver el número de vasos llenos; además si existen 4 vasos llenos se detiene el proceso.

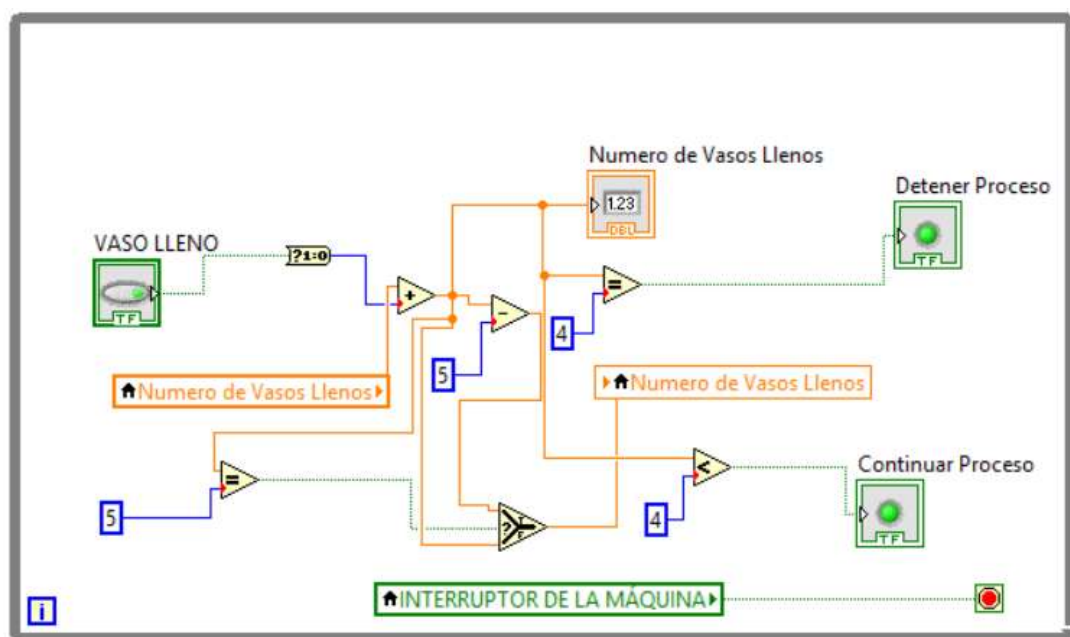


Figura 49. Conteo de número de vasos llenos - Diagrama de Bloques

La dosificación mediante el plato giratorio se encuentra en la figura 50; el plato giratorio al momento de que el vaso se llena gira 90° y se detiene hasta que nuevamente se vuelva a realizar el proceso.

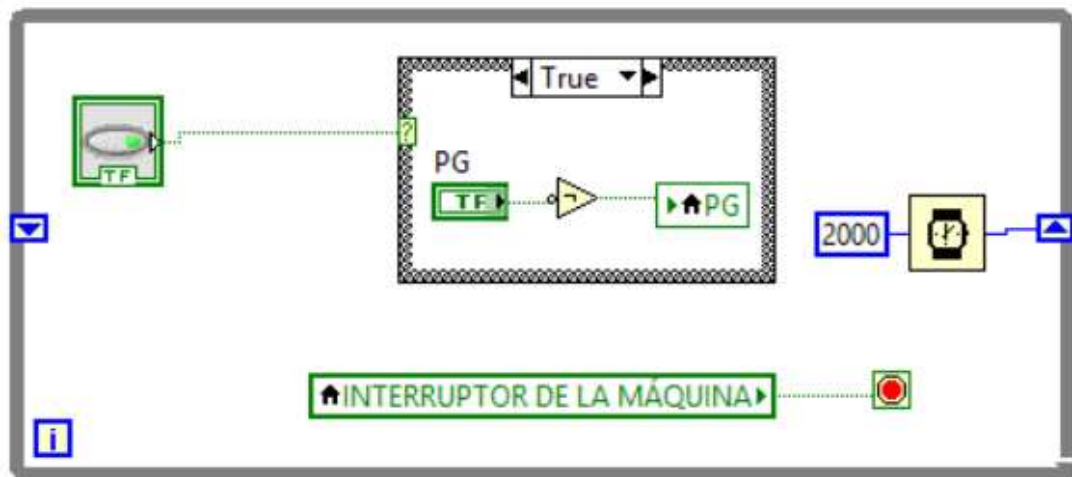


Figura 50. Funcionamiento Plato Giratorio - Diagrama de Bloques

En la figura 51 existe una secuencia de imágenes que se sincronizan para obtener una simulación de la máquina en el momento del procesamiento continuo de helado a base de fruta congelada.

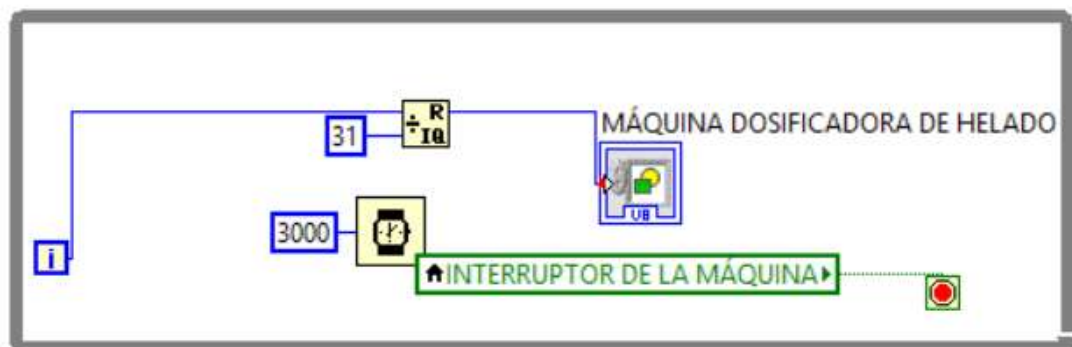


Figura 51. Secuencia de Imágenes - Diagrama de Bloques

4.5. PRESUPUESTO PARA EL PROTOTIPO

Tabla 9. Tabla de costos del prototipo

Rubro	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total
Plancha de Acero Inoxidable Medidas (1,22 x 2,44)	85,00	1	85,00
Motor de licuadora	50,00	1	50,00
Válvula de control 1 pulgada	25,00	1	25,00
Motor a pasos	75,00	1	75,00
Sensor ultrasónico	4,00	1	4,00
LDR	1,00	4	4,00
Resistencias	0,10	6	0,60
Optoacoplador	5,50	1	5,50
Capacitores	0,15	2	0,30
TRIAC	3,00	1	3,00
Arduino Mega	60,00	1	60,00
Mecanizado	40,00	3	120,00
Mano de Obra	200,00	1	200,00
Otros (copias, internet)			50,00
Total:			682,40

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se seleccionó la alternativa adecuada en este caso el rallado para procesar helado a base de fruta congelada; en el desarrollo del prototipo se tomó en cuenta el tipo de material, costo, limpieza, funcionalidad y peso para realizar todos los componentes.
- Se diseñó el prototipo con el fin de que pueda ser una alternativa a las máquinas de helados que existen en el mercado, logrando el procesamiento continuo y la textura adecuada para la obtención de helado; siendo una ventaja que sean libres de edulcorantes.
- Se diseñó el sistema de dosificación para el procesamiento de helado continuo en el cual se estableció una medida específica de cada vaso.
- Las simulaciones realizadas a los componentes mecánicos para que soporten las fuerzas ejercidas sobre los mismos; ayudaron a la comprobación de los resultados obtenidos de forma matemática.
- Las simulaciones virtuales se las realizó utilizando varios software como: SolidWorks, Proteus y LabView; las cuales nos ayudaron a diseñar y corregir posibles fallas que existieron en el diseño del prototipo.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se debe procurar realizar diseños que puedan ser de fácil manufactura; teniendo en cuenta la tecnología que existe en el país.
- Para la selección de materiales, se debe escoger materiales que tengan un estándar internacional y que exista una amplia gama en el mercado tanto nacional como internacional.
- Debe existir una sincronía entre todos los sistemas que conforman el prototipo; ya que si un sistema colapsa esto afectará al producto total.
- Si se quiere construir la máquina se debe tener una comunicación entendible con el mecánico para que éste pueda comprender que es lo que se quiere realizar; se recomienda llevar los diseños y también si es posible realizar las piezas en cartón para una mejor explicación al momento de construirla.
- Para la simulación de los elementos en forma específica en el software SolidWorks se debe utilizar el espesor calculado anteriormente de forma matemática que exista en el mercado y el mallado de todas las superficies para que la simulación sea un respaldo de la validación del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- Budynas, R., Nisbett J. (2006). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley. México D, F: Pearson Educación.
- Mott, R. (2006). Diseño de elementos de máquina. México D, F: Pearson Educación.
- Kalpakjian, S. Schmid, R.S. (2008). Manufactura, ingeniería y tecnología. México D.F: Pearson Educación.
- Durán, F. (2006). Manual del ingeniero de alimentos. Colombia: D'vinni Ltda.
- Smallwood, V. (2005). El libro de los helados y sorbetes. Ediciones Robinbook.
- Groover, Mikell. (1997). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas. Ediciones Pearson.
- Senner, Adolf (1994). Principios de electrotecnia. Editorial Reverté s.a.
- Orozco, Felipe. (2012). Electrónica y servicio. Editorial México Digital Comunicación. S.A. de C.V.
- De Vandelvira, Andrés. (2011). Motores de Corriente Alterna. Editorial J. Garrigos.
- Hernández, Irmig. (2004). Control difuso y construcción de un mecanismo capaz de golpear con distintos efectos una bola de billar (Tesis de Pregrado). Universidad de las Américas Puebla. Puebla, México.
- Creus, Antonio. (1997). Instrumentación Industrial. 6ta edición. Marcombo S.A.
- Usategui, Angulo. (1997). Microcontroladores PIC. La Solución en un Chip. Editorial Paraninfo.
- Muniesa Javier (2005). Gastronomía & Cía. "El helado, un poco de historia". Recuperado de <http://www.gastronomiaycia.com/2008/03/02/el-helado-un-poco-de-historia/>

- José María. (2012). Directo al paladar “El sabor de la vida”. Recuperado de <http://www.directoalpaladar.com/utensilios/tipos-de-heladoras-y-su-uso-en-casa>
- Gustavo León. (2011). “Helado y producción del helado”. Recuperado de <http://nesslados.blogspot.com/2012/03/en-1913-se-invento-la-primer-maquina.html>
- Freya Al - Quadhi (21-03-2012). Sani Saporì “Historia del Helado”. Recuperado de <http://www.sanisaporì.es/Historia%20del%20helado.html>
- Herrera Janina. (2012). “Helados de Paila”. Recuperado de <http://helados-de-paila.blogspot.com/>
- CEMAER. Centro De Estudios en Medio Ambiente y Energías Renovables (2016) “Que son las Fococeldas”. Recuperado de <http://www.cemaer.org/que-son-las-fococeldas/>

ANEXOS

Anexo 1.

Catálogo comercial del acero inoxidable AISI 304

Una empresa de
ThyssenKrupp
Steel

Thyssen ThyssenKrupp Aceros y Servicios S.A.



Catálogo Comercial

ThyssenKrupp

Aceros Inoxidables	Normas		
	AISI	W. Nr.	DIN
Austeníticos	304	1.4301	X5CrNi18-10
	304L	1.4306	X2CrNi19-11

Aplicaciones

Debido a su buena resistencia a la corrosión, conformado en frío y soldabilidad, este acero es usado extensivamente para la fabricación de utensilios domésticos, lavavajillas, cuchillería, bienes de consumo, arquitectura e industria automotriz. Además, es utilizado en la construcción de estructuras y/o contenedores para las industrias procesadoras de leche, cerveza, vino, alimentos, etc. así como en la industria química de producción del nitrógeno. Para la calidad 304L (bajo contenido de carbono) se puede aplicar en la producción de ácido nítrico, industria farmacéutica e ingeniería nuclear.



Composición Química (Valores Promedio, %)

Tipo Acero	C	Cr	Ni
AISI 304	≤0,07	17 - 19,5	8 - 10,5
AISI 304L	≤0,03	18 - 20	10 - 12

Características del Acero

Acero inoxidable austenítico, aleado con Cr y Ni y bajo contenido de C que presenta una buena resistencia a la corrosión. En la condición de suministro resiste a la corrosión intergranular en el rango de hasta 300°C y 350° C para la calidad 304L. No se requiere un tratamiento posterior al proceso de soldadura; tiene propiedades para embutido profundo, no es templable ni magnético.

Puede ser fácilmente trabajado en frío (p.ej. doblado, cilindrado, embutido profundo, etc.). Sin embargo, el alto grado de endurecimiento que alcanza por trabajo en frío, comparado con aceros de baja aleación, hacen requerir de mayores



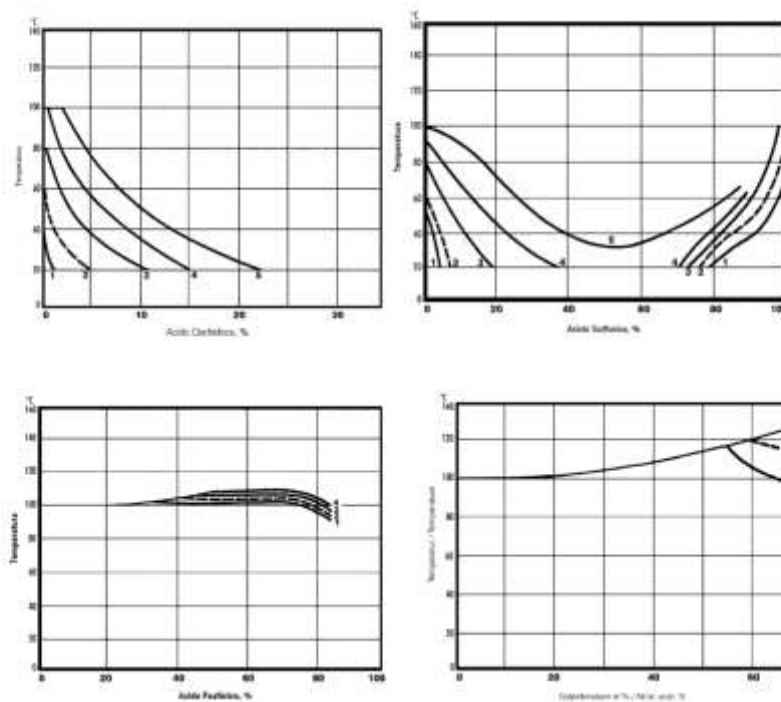


Catálogo Comercial

esfuerzos para su proceso de conformado.

Resistencia a la corrosión.

En los diagramas se observan las pérdidas de peso, determinadas experimentalmente para diferentes probetas atacadas con concentraciones variables para distintos ácidos en función de la temperatura. Las curvas representan la pérdida de peso de 0,1 0,3 1,0 3,0 y 10,0 gr/m²·Hr. Generalmente una pérdida de peso de 0,3 gr/m²·hr (línea segmentada) se considera en el límite para ser considerado económicamente viable un acero inoxidable.



Curva	Pérdida de peso
1	0,1 gr/m ² ·hr.
2	0,3 gr/m ² ·hr.
3	1,0 gr/m ² ·hr.
4	3,0 gr/m ² ·hr.
5	10,0 gr/m ² ·hr.



Catálogo Comercial

Propiedades del Acero

Propiedades mecánicas

Temperatura ambiente

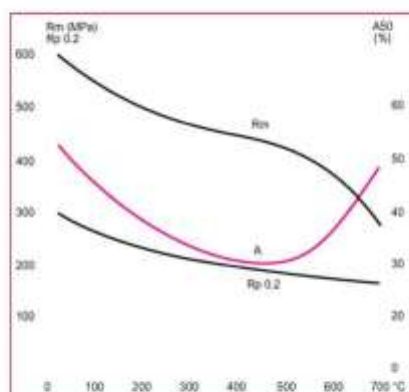
Tipo Acero	Rango de dimensiones	Límite Elástico 0,2% ($R_{p0.2}$) min. N/mm ²	Resistencia a la tracción (R_m) N/mm ²	Elongación (A_5) min. %
304	Laminado en frío e ≤ 6 mm.	≥ 230	540 - 750	≥ 45
	Laminado en caliente e ≤ 6 mm.	≥ 210	520 - 720	≥ 45
304L	Laminado en frío e ≤ 6 mm.	≥ 220	520 - 670	≥ 45
	Laminado en caliente e ≤ 6 mm.	≥ 200	520 - 670	≥ 45

Temperatura variable

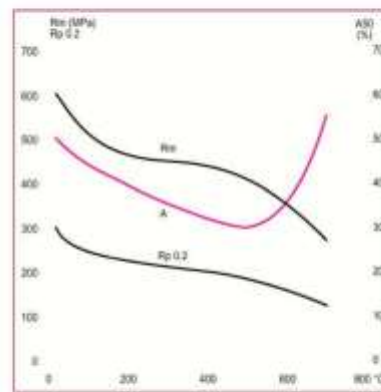
Tipo Acero	Temperatura °C	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
304	Límite elástico 0,2% ($R_{p0.2}$) min. N/mm ²	157	142	127	118	110	104	98	95	92	90
304L	Límite elástico 0,2% ($R_{p0.2}$) min. N/mm ²	147	132	118	108	100	94	89	85	81	80

Efecto de la temperatura en las propiedades mecánicas

AISI 304



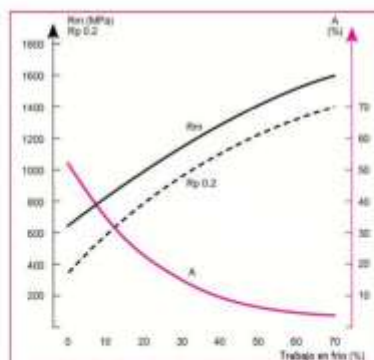
AISI 304L



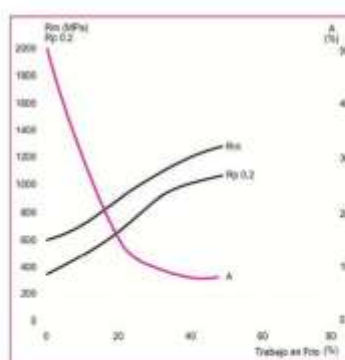


Efecto de trabajo en frío en las propiedades mecánicas

AISI 304



AISI 304L



Propiedades físicas

Densidad a 20°C kg/dm ³	Conductividad Térmica 20 °C W·m ⁻¹ ·K ⁻¹	Calor Específico 20°C J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹	Resistencia Eléctrica 20°C Ω·mm ² /m
7,9	15	500	0,73

Modulo de elasticidad kN/mm²

20°C	100° C	200°C	300° C	400°C	500° C
200	194	186	179	172	165

Coefficiente de expansión térmica in 10⁻⁶ · K⁻¹ entre 20 °C y

100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C
16	17	17	18	18



Catálogo Comercial

Tratamiento Térmico

Trabajo en caliente °C	Enfriamiento	Tratamiento térmico °C	Enfriamiento	Estructura
1150 - 850	aire	1000 - 1100	Agua, aire forzado.	Austenita con un contenido menor de ferrita

Recomendaciones sobre mecanizado

Los parámetros de corte que se encuentran a continuación deben ser considerados como valores guía. Estos valores deberán adaptarse a las condiciones locales existentes.

TORNEADO

Parámetros de corte	Torneado con metal duro		Torneado con acero rápido
	Torneado de desbaste	Torneado fino	Torneado fino
Velocidad de corte (vc) m/min.	170 - 145	160 - 210	25 - 45
Avance (f) mm/r	0,2 - 0,4	0,1 - 0,2	0,1 - 0,5
Profundidad de corte (ap) mm.	1 - 4	0,5 - 1	0,5 - 3
Mecanizado grupo ISO	M20 - M30	M10	-

Fresado con metal duro

Parámetros de corte	Fresado con metal duro	
	Fresado de desbaste	Fresado en fino
Velocidad de corte (vc) m/min.	60 - 120	100 - 155
Avance (fz) mm/diente	0,2 - 0,3	0,2
Profundidad de corte (ap) mm.	≤ 4	≤ 0,6
Mecanizado grupo ISO	M20 - M30	M10

Taladrado con broca HSS

Diámetro	20	30	40
Velocidad de corte (vc) m/min.	200	200	200
Avance (f) mm/r	0,01	0,12	0,15

Los datos técnicos y/o aplicaciones expresados en este catálogo son sólo referencias promedios y típicas para aleaciones estándar, además no son una obligación ni constituyen una exigencia contractual entre ThyssenKrupp Aceros y Servicios S. A. y nuestros clientes, al momento de adquirir nuestros aceros.

Anexo 2. Datasheet Optoacoplador

**MOC3040, MOC3041, MOC3042, MOC3043
MOC3040X, MOC3041X, MOC3042X, MOC3043X**



OPTICALLY COUPLED BILATERAL SWITCH LIGHT ACTIVATED ZERO VOLTAGE CROSSING TRIAC

'X' SPECIFICATION APPROVALS

- VDE 0884 in 3 available lead form : -
- STD
- G form
- SMD approved to CECC 00802

DESCRIPTION

The MOC304 Series are optically coupled isolators consisting of a Gallium Arsenide infrared emitting diode coupled with a monolithic silicon detector performing the functions of a zero crossing bilateral triac mounted in a standard 6 pin dual-in-line package.

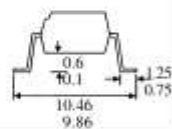
FEATURES

- Options :-
- 10mm lead spread - add G after part no.
- Surface mount - add SM after part no.
- Tape & reel - add SMT&R after part no.
- High Isolation Voltage (5.3kV_{AMS}, 7.5kV_{PK})
- Zero Voltage Crossing
- 400V Peak Blocking Voltage
- All electrical parameters 100% tested
- Custom electrical selections available

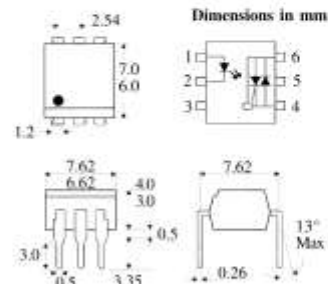
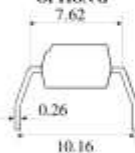
APPLICATIONS

- CRTs
- Power Triac Driver
- Motors
- Consumer appliances
- Printers

OPTION SM SURFACE MOUNT



OPTION G



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (25 °C unless otherwise noted)

Storage Temperature	-55°C - +150°C
Operating Temperature	-40°C - +100°C
Lead Soldering Temperature	260°C
(1.6mm from case for 10 seconds)	

INPUT DIODE

Forward Current	50mA
Reverse Voltage	6V
Power Dissipation	120mW
(derate linearly 1.41mW/°C above 25°C)	

OUTPUT PHOTO TRIAC

Off-State Output Terminal Voltage	400V
Forward Current (Peak)	1A
Power Dissipation	150mW
(derate linearly 1.76mW/°C above 25°C)	

POWER DISSIPATION

Total Power Dissipation	250mW
(derate linearly 2.94mW/°C above 25°C)	

ISOCOM COMPONENTS LTD

Unit 25B, Park View Road West,
Park View Industrial Estate, Brenda Road
Hartlepool, TS25 1YD England Tel: (01429) 863609
Fax: (01429) 863581 e-mail sales@isocom.co.uk
<http://www.isocom.com>

ISOCOM INC

1024 S. Greenville Ave, Suite 240,
Allen, TX 75002 USA
Tel: (214) 495-0755 Fax: (214) 495-0901
e-mail info@isocom.com
<http://www.isocom.com>

28/001

DB91048m-AAS/A6

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^{\circ}\text{C}$ Unless otherwise noted)

PARAMETER		MIN	TYP	MAX	UNITS	TEST CONDITION
Input	Forward Voltage (V_F)		1.2	1.4	V	$I_F = 20\text{mA}$
	Reverse Current (I_R)			10	μA	$V_R = 6\text{V}$
Output	Peak Off-state Current (I_{OBS})	400		500	nA	$V_{\text{OBS}} = 400\text{V}$ (note 1)
	Peak Blocking Voltage (V_{OBS})				V	$I_{\text{OBS}} = 500\text{nA}$
	On-state Voltage (V_{TM})			3.0	V	$I_{\text{TM}} = 100\text{mA}$ (peak)
	Critical rate of rise of off-state Voltage (dv/dt)	600	1500		V/ μs	
Coupled	Input Current to Trigger (I_{IT}) (note 2)					$V_{\text{TM}} = 3\text{V}$ (note 2)
	MOC3040			30	mA	
	MOC3041			15	mA	
	MOC3042			10	mA	
	MOC3043			5	mA	
	Holding Current , either direction (I_H)	5300 7500	400		μA	See note 3 See note 3
	Input to Output Isolation Voltage V_{ISO}				V _{ISO}	
					V _{RRS}	
					V _{RS}	
Zero Crossing Characteristic	Inhibit Voltage (V_{IN})			20	V	$I_F = \text{Rated } I_{\text{IT}}$ MT1-MT2 Voltage above which device will not trigger $I_F = \text{Rated } I_{\text{IT}}$ $V_{\text{TRM}} = \text{Rated } V_{\text{TRM}}$ Off-state
	Leakage in Inhibited State (I_L)			500	mA	

Note 1. Test voltage must be applied within dv/dt rating.

Note 2. Guaranteed to trigger at an I_F value less than or equal to max. I_{IT} , recommended I_F lies between Rated I_{IT} and absolute max. I_F .

Note 3. Measured with input leads shorted together and output leads shorted together.

CHARACTERISTIC CURVES

Fig.1 Forward Current vs. Ambient Temperature

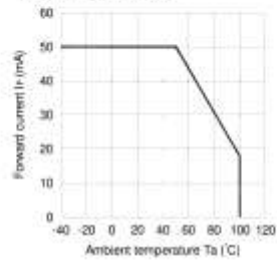


Fig.2 On-state Current vs. Ambient Temperature

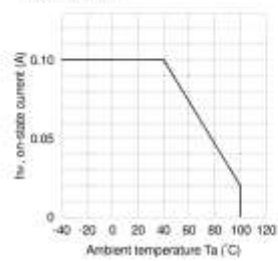


Fig.3 Minimum Trigger Current vs. Ambient Temperature

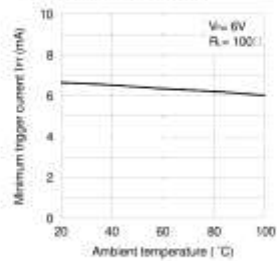


Fig.4 Forward Current vs. Forward Voltage

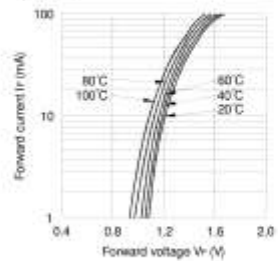


Fig.5 On-state Voltage vs. Ambient Temperature

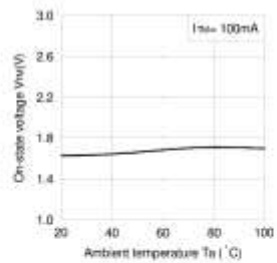
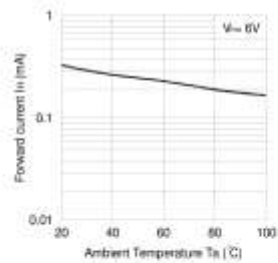


Fig.6 Holding Current vs. Ambient Temperature



CHARACTERISTIC CURVES

Fig.7 Turn-on Time vs. Forward Current

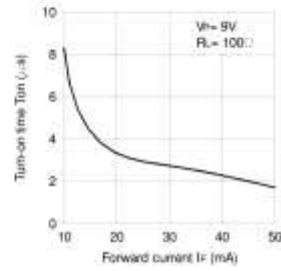


Fig.8 Repetitive Peak Off-state Current vs. Temperature

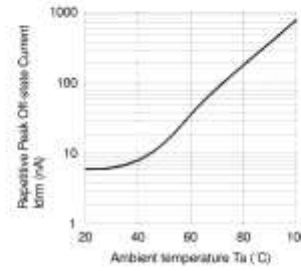
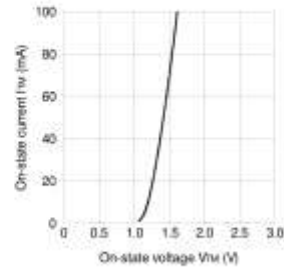
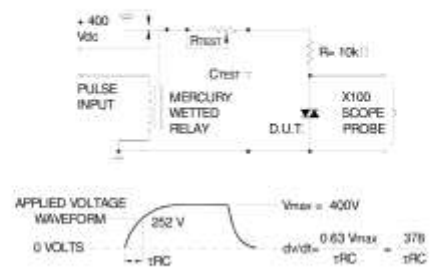


Fig.9 On-state Current vs. On-state Voltage



Static dv/dt Test Circuit



Anexo 3. Datasheet Sensor LDR



SUNROM
TECHNOLOGIES
Your Source for Embedded Systems

Email: info@sunrom.com or sunrom@gmail.com

Visit us at <http://www.sunrom.com>

Document: Datasheet
Date: 28-Jul-08
Model #: 3190
Product's Page: www.sunrom.com/p-510.html

Light Dependent Resistor - LDR

Two cadmium sulphide(cds) photoconductive cells with spectral responses similar to that of the human eye. The cell resistance falls with increasing light intensity. Applications include smoke detection, automatic lighting control, batch counting and burglar alarm systems.

Applications

Photoconductive cells are used in many different types of circuits and applications.

Analog Applications

- Camera Exposure Control
- Auto Slide Focus - dual cell
- Photocopy Machines - density of toner
- Colorimetric Test Equipment
- Densitometer
- Electronic Scales - dual cell
- Automatic Gain Control – modulated light source
- Automated Rear View Mirror

Digital Applications

- Automatic Headlight Dimmer
- Night Light Control
- Oil Burner Flame Out
- Street Light Control
- Absence / Presence (beam breaker)
- Position Sensor



Electrical Characteristics

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Cell resistance	1000 LUX	-	400	-	Ohm
	10 LUX	-	9	-	K Ohm
Dark Resistance	-	-	1	-	M Ohm
Dark Capacitance	-	-	3.5	-	pF
Rise Time	1000 LUX	-	2.8	-	ms
	10 LUX	-	18	-	ms
Fall Time	1000 LUX	-	48	-	ms
	10 LUX	-	120	-	ms
Voltage AC/DC Peak	-	-	-	320	V max
Current	-	-	-	75	mA max
Power Dissipation	-	-	-	100	mW max
Operating Temperature	-	-60	-	+75	Deg. C

Guide to source illuminations

Light source Illumination	LUX
Moonlight	0.1
60W Bulb at 1m	50
1W MES Bulb at 0.1m	100
Fluorescent Lighting	500
Bright Sunlight	30,000

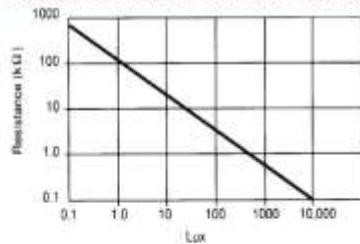
FIGURE 1 CIRCUIT SYMBOL



Sensitivity

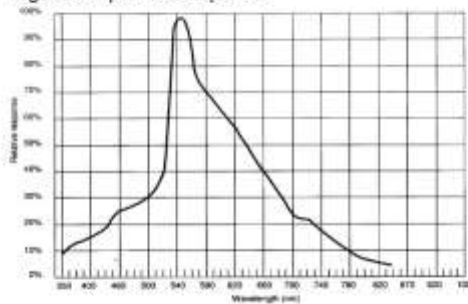
The sensitivity of a photodetector is the relationship between the light falling on the device and the resulting output signal. In the case of a photocell, one is dealing with the relationship between the incident light and the corresponding resistance of the cell.

FIGURE 2 RESISTANCE AS FUNCTION OF ILLUMINATION



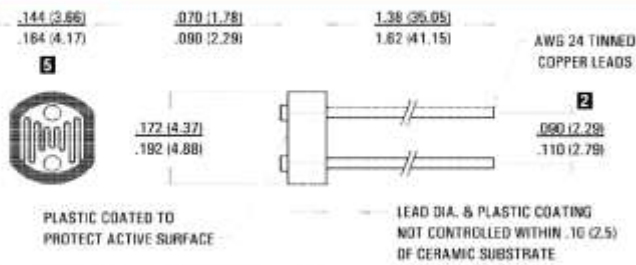
Spectral Response

Figure 3 Spectral response



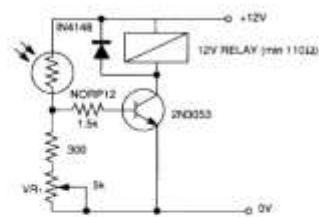
Like the human eye, the relative sensitivity of a photoconductive cell is dependent on the wavelength (color) of the incident light. Each photoconductor material type has its own unique spectral response curve or plot of the relative response of the photocell versus wavelength of light.

Dimensions



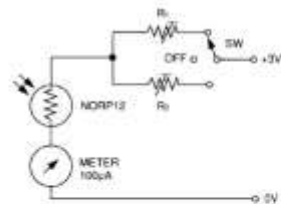
Typical Application Circuits

Figure 8 Sensitive light operated relay



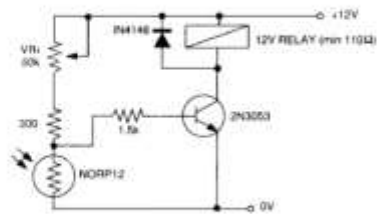
Relay energised when light level increases above the level set by VR.

Figure 9 Logarithmic law photographic light meter



Typical value $R^1 = 100k\Omega$
 $R^2 = 200k\Omega$ preset to give two overlapping ranges.
 (Calibration should be made against an accurate meter.)

Figure 7 Light interruption detector



As Figure 6 relay energised when light level drops below the level set by VR_1

Figure 8 Automatic light circuit

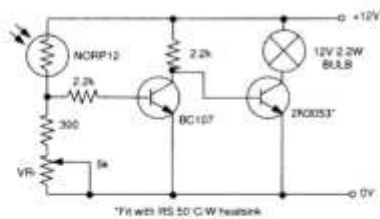
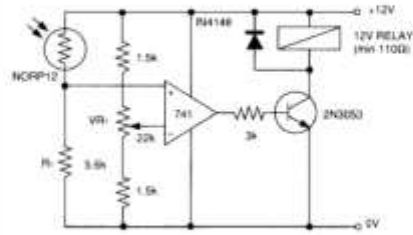


Figure 10 Extremely sensitive light operated relay



(Relay energised when light exceeds preset level.)
Incorporates a balancing bridge and op-amp. R_1 and NORP12 may be interchanged for the reverse function.

Anexo 4.

Datasheet Sensor Ultrasónico



Tech Support: services@elecfreaks.com

Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

Product features:

Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 3mm. The modules includes ultrasonic transmitters, receiver and control circuit. The basic principle of work:

- (1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,
- (2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
- (3) IF the signal back, through high level , time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.

Test distance = (high level time × velocity of sound (340M/S) / 2,

Wire connecting direct as following:

- 5V Supply
- Trigger Pulse Input
- Echo Pulse Output
- 0V Ground

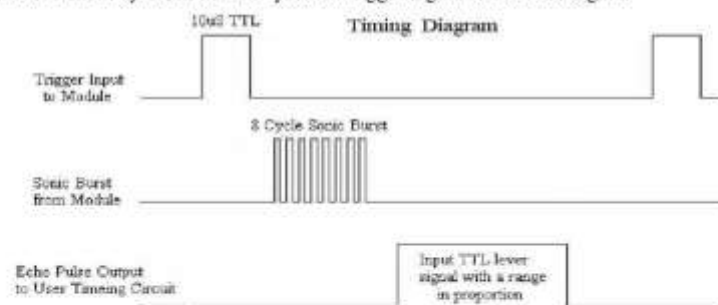
Electric Parameter

Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
MeasuringAngle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm



Timing diagram

The Timing diagram is shown below. You only need to supply a short 10uS pulse to the trigger input to start the ranging, and then the module will send out an 8 cycle burst of ultrasound at 40 kHz and raise its echo. The Echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion. You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal. Formula: $\mu\text{S} / 58 = \text{centimeters}$ or $\mu\text{S} / 148 = \text{inch}$; or: the range = high level time * velocity (340M/S) / 2; we suggest to use over 60ms measurement cycle, in order to prevent trigger signal to the echo signal.



Anexo 5. Especificaciones Válvula de Control



Tianjin Tianfei High-Tech Valve Co.,Ltd

Http://tft.en.alibaba.com/



CWX-15N/Q Series miniature motorized valve—quick open/close



Suitable for

1. IC card meters, heat energy meters, air-warm valve.
2. HVAC and fire work.
3. Water equipment, auto-control water system, industrial mini-auto equipment
4. Irrigation equipment, drinking water equipment, solar water heaters, washing machines, water heaters, industrial

Parameters

Model	CWX-15N/Q		
Rated Voltage (can choose)	DC3-6V	AC/DC6-24V	AC220V
Control Model	CR01/02/03/05	CR01/02/03/04/05	CR03/04/06
Rated Current	<80mA		
Body Valve Material	Brass (58-3A)		
Output Torque	2.0NM		
Valve Size	1" (DN25)		
Valve Thread Screw	GSP / Both Female Screws		
Open/Close Time	<3Seconds		
Enclosure	IP65		
Working Pressure	Maximum 1.0Mpa(145Psi)		
Medium Temperature	0-100℃		
Special Function	Position Indicator/Quick Open		
Product life	80000 times (life)>100000 Times		

Product Dimension Figures.



CWX 系列电磁阀 CWX Series Wiring



Appearance drawing:

Connection Size	D1/D2	d/d1	L1	L2	L3	F	H1	H2	H3	b	d	W
Unit	(mm)											(Kg)
DN25	G1"	20	18	18	73	38	25.5	25.5	50	52	62	0.499

Products Characteristics

1. Smart shape, perform reliably, large output torque, long product life.
2. Electrical limit and machinery limit design, accurate position
3. Multi-way assembling, easy to install.
4. Float ball structure, no leakage, especially suitable for heavy pollution conditions.
5. Good substitution for solenoid valve.
6. High protection class, can be worked in moist conditions. IP65

Address: 15# Rongyuan Road, Huayuan Industrial Zone, Tianjin, China
 Tel: +86-22-58885634
 Fax: +86-22-58885279

Anexo 6.

Código de Programación

```
const int trigger=9;
const int echo=8;
float distance;
float lim;
int digPin = 10;
int motorPin1 = 7;
int motorPin2 = 6;      /* Pines del Arduino al motor a pasos y motor
licuadora*/
int motorPin3 = 5;
int motorPin4 = 4;
int ledPin1 = 13;
int ledPin2 = 12;
int photocellInput = 0;

#include <Servo.h>
Servo servo1;
int pos = 0;
void servo()
{
  for(pos = 0; pos <= 180; pos += 1)
  {
    servo1.write(pos);
    delay(15);
  }
  for(pos = 180; pos>=0; pos-=1)
  {
    servo1.write(pos);
    delay(15);
  }
}
```

```

void pwm()
{
    digitalWrite(digPin, HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(digPin, LOW);
    delay(500);
}

void ultrasonico ()
{
    lim= 0.21;          //Inicializamos el sensor
    digitalWrite(trigger,LOW);
    delayMicroseconds(5);
    // Comenzamos las mediciones
    // Enviamos una señal activando la salida trigger durante 10 microsegundos
    digitalWrite(trigger,HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigger,LOW);
    // Adquirimos los datos y convertimos la medida a metros
    distance=pulseIn(echo,HIGH); // Medimos el ancho del pulso
    // (Cuando la lectura del pin sea HIGH medirá
    // el tiempo que transcurre hasta que sea LOW
    distance=distance*0.0001657;
    //Alarma
    if(distance>0.03||distance<0.22)
    {
        digitalWrite(ledPin2, HIGH);
        delay(500);
    }
    else
    {
        digitalWrite(ledPin2, LOW);
        delay(500);
    }
}

```

```

}
}

void fotocelda ()
{
    photocellInput = (analogRead(0)/4); // Divides input 0-1023 to resemble to
0-255
    analogWrite(ledPin1, photocellInput);
    delay(20);
}

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    pinMode(trigger,OUTPUT);
    pinMode(echo,INPUT);
    pinMode(10, OUTPUT);
    pinMode(digPin,OUTPUT);
    pinMode(motorPin1, OUTPUT);           // Configuracion de los Pines
como salida digital
    pinMode(motorPin2, OUTPUT);
    pinMode(motorPin3, OUTPUT);
    pinMode(motorPin4, OUTPUT);
    pinMode(ledPin1, OUTPUT);
    pinMode(ledPin2, OUTPUT);
    servo1.attach(3); // attaches the servo on pin 2 to the servo object
}

void loop()
{
    if (ledPin1=HIGH||ledPin2=LOW)
    {
        // Punto A (Primero)

```

```

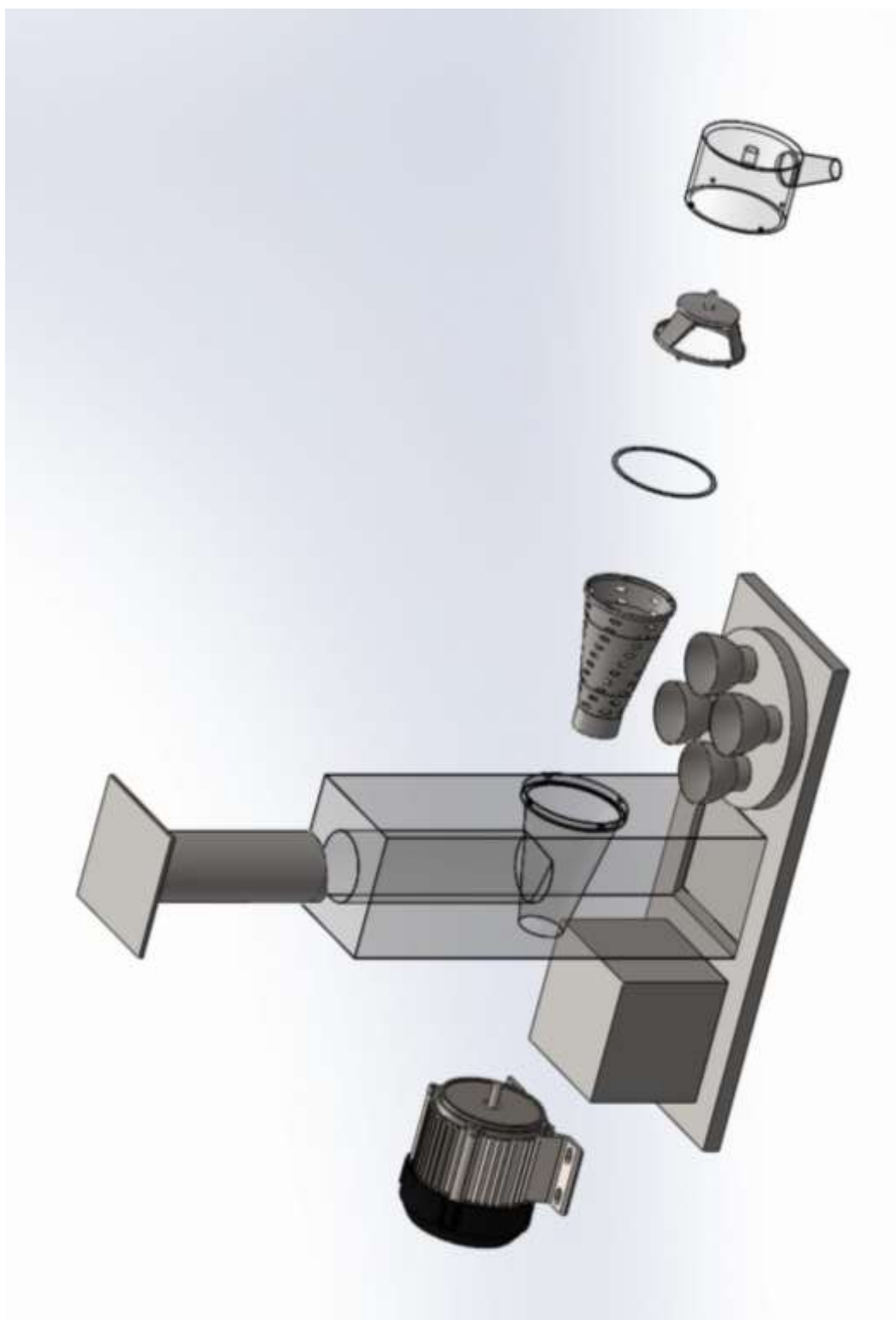
digitalWrite(motorPin1, HIGH);
digitalWrite(motorPin2, LOW);
digitalWrite(motorPin3, LOW);
digitalWrite(motorPin4, LOW);
delay(100); // Tiempo entre pulsos
pwm();
servo();
delay(20);
// Punto B (Segundo)
digitalWrite(motorPin1, LOW);
digitalWrite(motorPin2, HIGH);
digitalWrite(motorPin3, LOW);
digitalWrite(motorPin4, LOW);
delay(100);
pwm();
delay(20);
// Punto C (Tercero)
digitalWrite(motorPin1, LOW);
digitalWrite(motorPin2, LOW);
digitalWrite(motorPin3, HIGH);
digitalWrite(motorPin4, LOW);
delay(100);
pwm();
delay(20);

// Punto D (Cuarto)
digitalWrite(motorPin1, LOW);
digitalWrite(motorPin2, LOW);
digitalWrite(motorPin3, LOW);
digitalWrite(motorPin4, HIGH);
delay(100);
pwm();

```

```
    delay(20);  
  }  
  else  
  {  
    digitalWrite(digPin, LOW);  
    delay(500);  
  }  
}
```

Anexo 7.
Vista Explosionada de la Máquina



Anexo 8.
Planos del prototipo

1

2

3

4

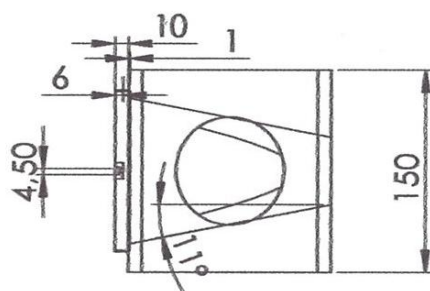
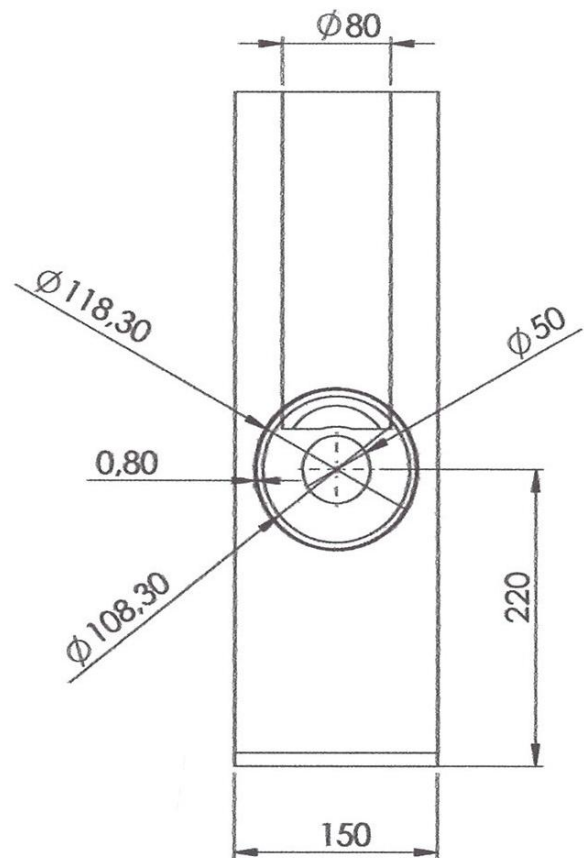
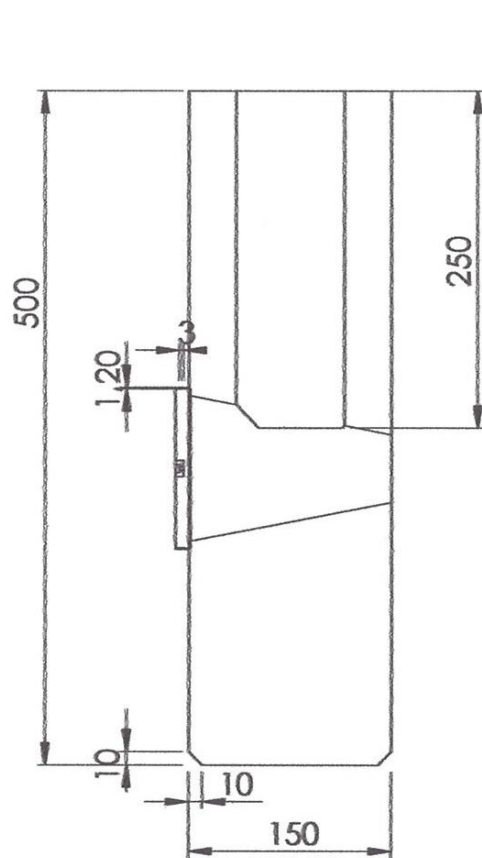
A

B

C

D

E



																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

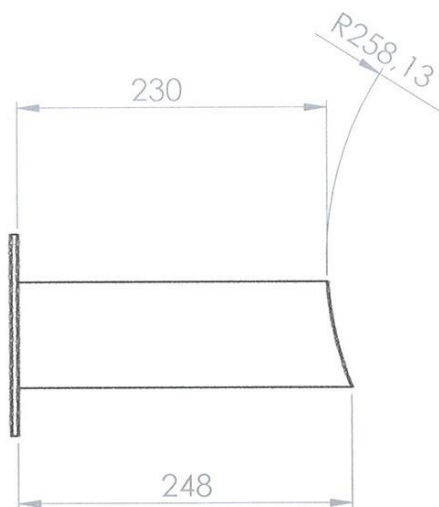
1

2

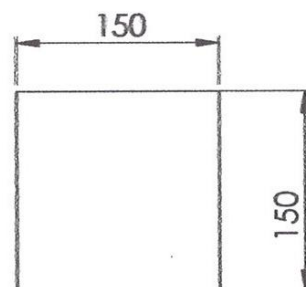
3

4

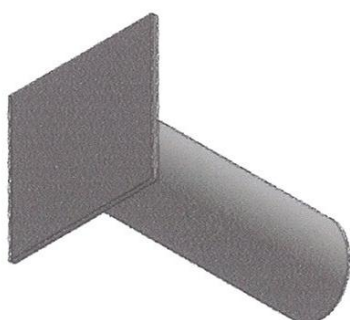
A



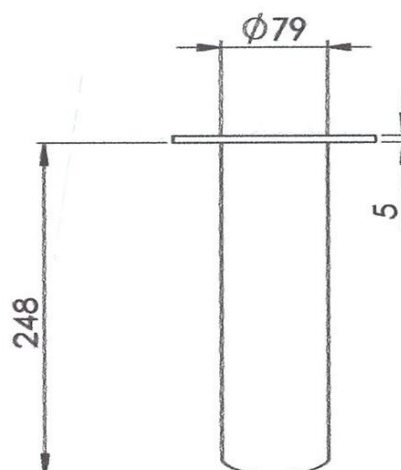
B



C



D



E

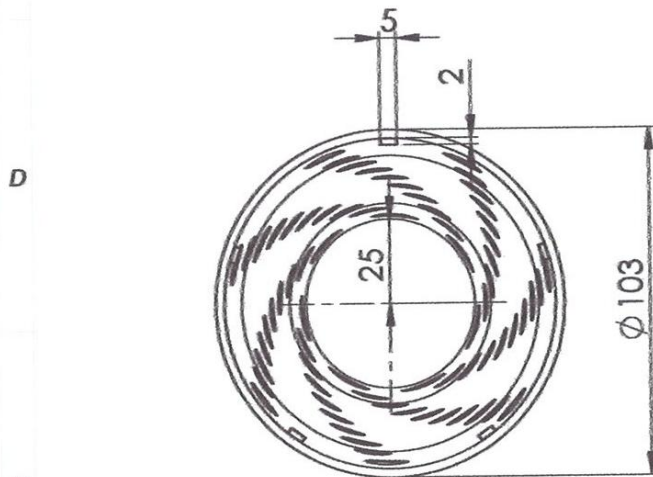
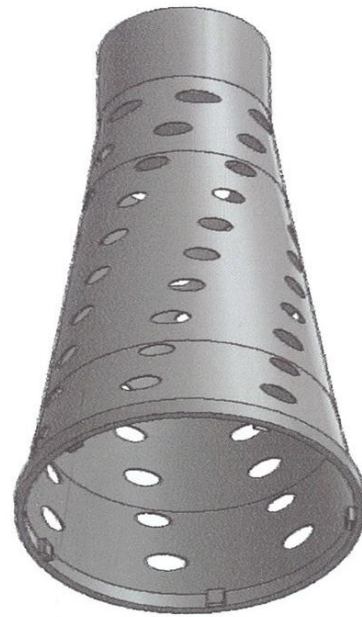
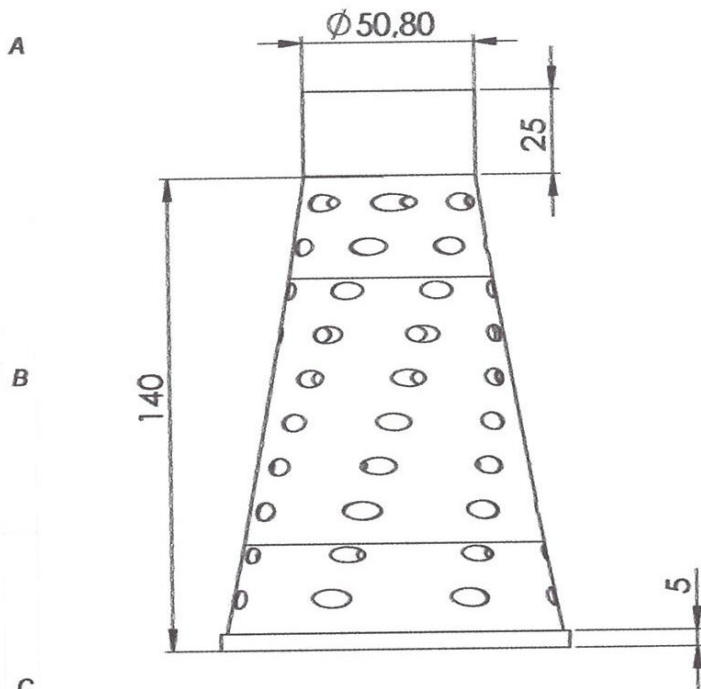
						TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:
						±0.1		ACERO 304 INOX
						Fecha	Nombre	
						Dibujado	21/09/2016	
						Revisado		
						Aprobado		
						FIRMA / EMPRESA:		
						UTE		DIBUJO N°:
								PLANO 203


1

2

3

4



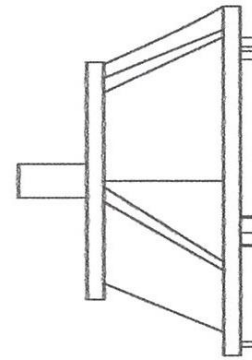
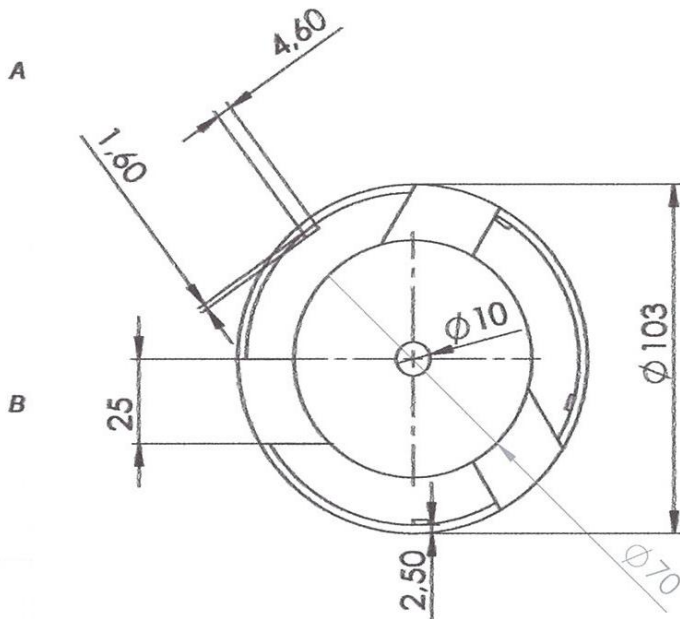
					TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
					±0.1		ACERO 304 INOX	
					Fecha	Nombre	Tubo Conico	ESCALA:
					Dibujado 21/09/2016			1:2
					Revisado			
					Aprobado			
					FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO N°:	HOJA:
					UTE		PLANO 203	A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

1

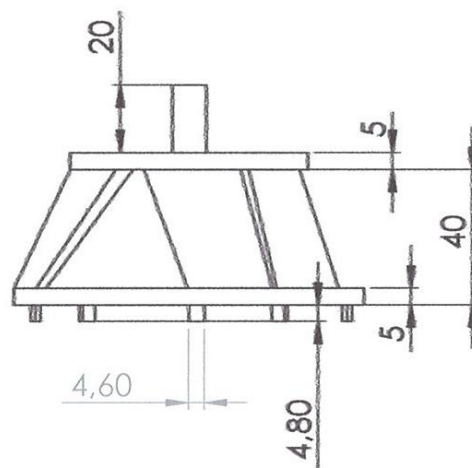
2

3

4



C



E

						TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
						±0.1		ACERO 304 INOX	
						Fecha	Nombre		ESCALA:
						Dibujado	21/09/2016		1:2
						Revisado			
						Aprobado			
						FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO N°:	HOJA:
						UTE		PLANO 203	A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						

1

2

3

4

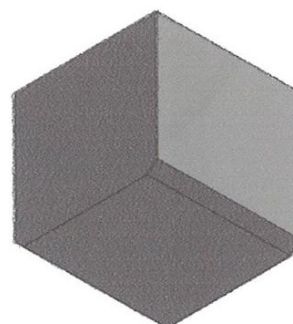
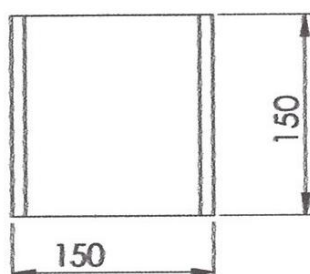
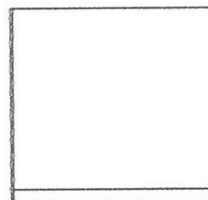
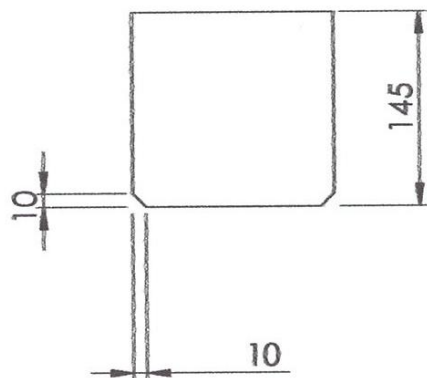
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA:	PESO (Kg):	MATERIAL:	
				±0.1		ACERO 304 INOX	
				Fecha	Nombre	Base Motor	ESCALA:
				Dibujado 15/02/2017			1:2
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO N°:	HOJA:
				UTE		PLANO 203	A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

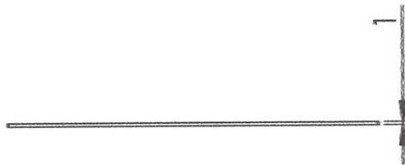
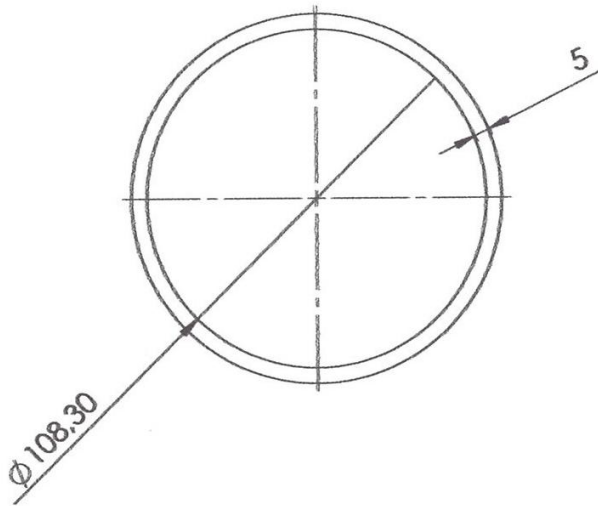
A

B

C

D

E



						TOLERANCIA:	PESO (Kg):	MATERIAL:	
						±0.1		ACERO 304 INOX	
						Fecha	Nombre	Empaque Teflon	
						Dibujado	16/01/2017		ESCALA: 1:2
						Revisado			
						Aprobado			
						FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO N°:	
						UTE		PLANO 203	
								HOJA:	
								A4	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						

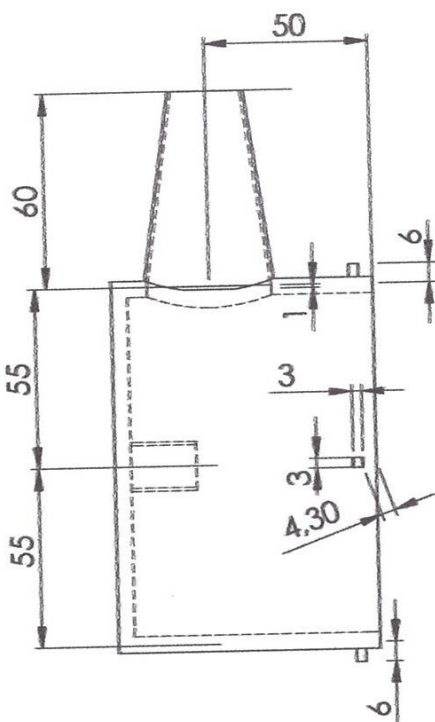
1

2

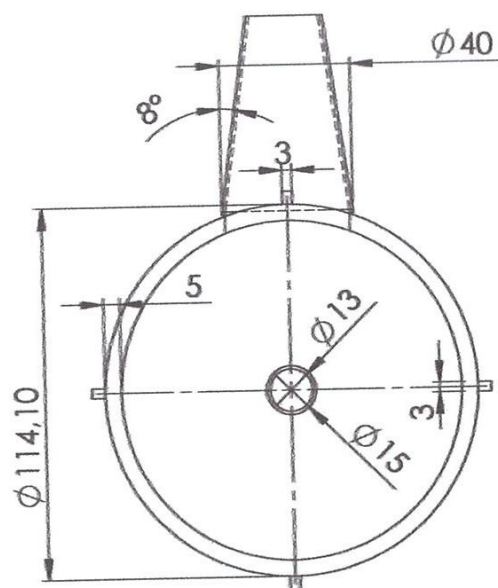
3

4

A

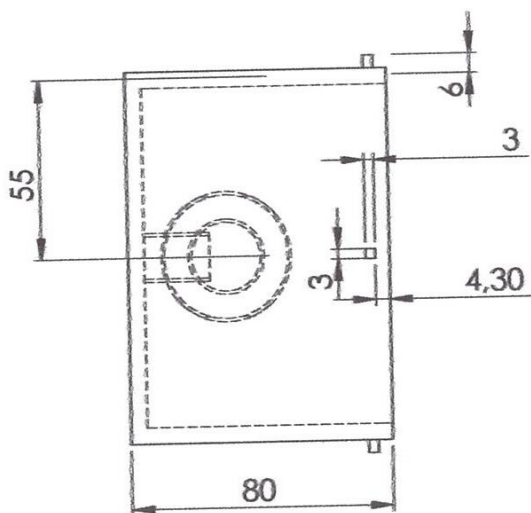


B



C

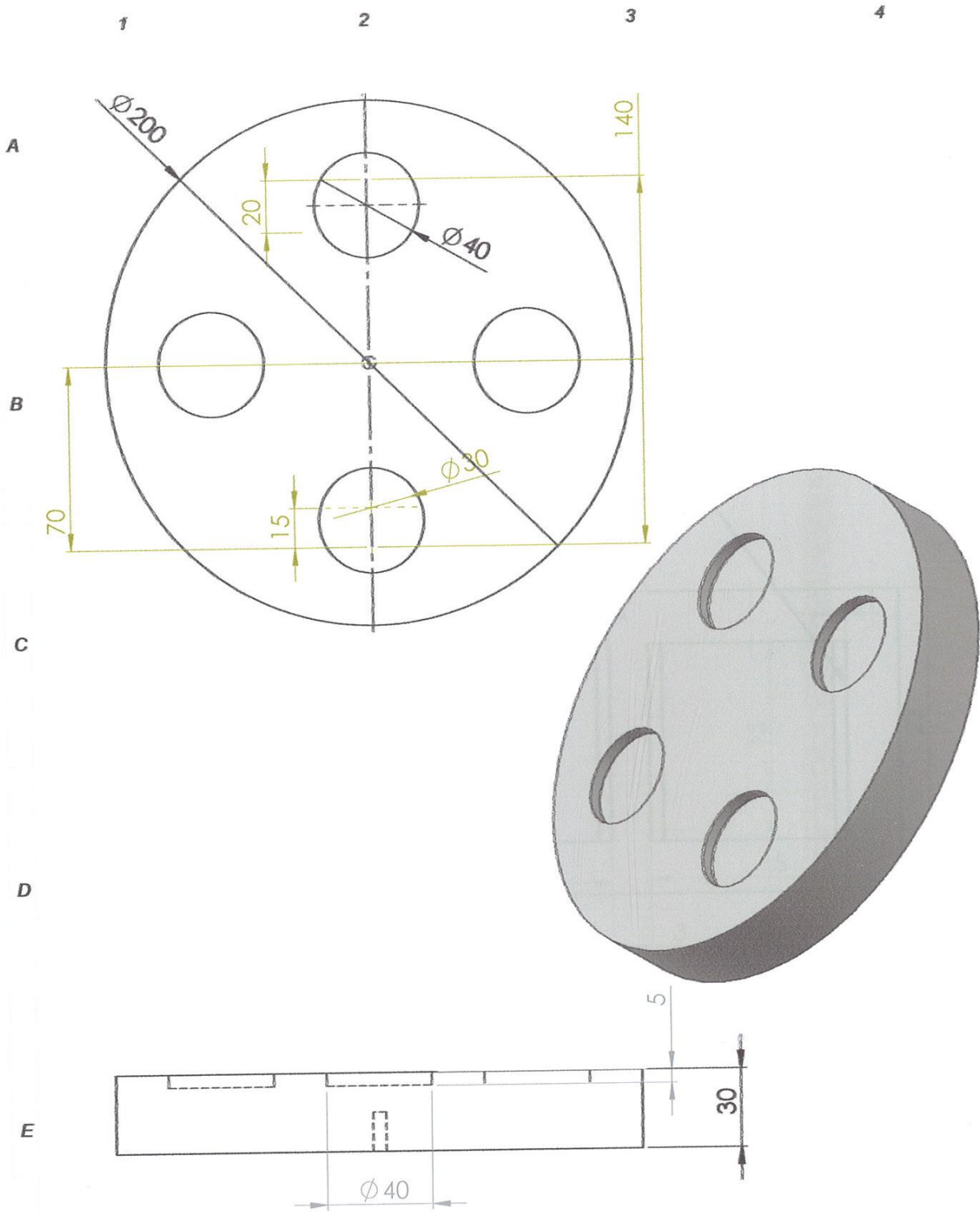
D



E



						TOLERANCIA:	PESO (Kg):	MATERIAL:	
						±0.1		ACERO 304 INOX	
							Fecha	Nombre	
						Dibujado	21/09/2016		Salida Helado
						Revisado			
						Aprobado			
						FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO N°:	ESCALA:
						UTE		PLANO 203	1:2
									HOJA:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						A4



						TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:			
						± 0.1		ACERO 304 INOX			
						Fecha	Nombre	Plato Giratorio	ESCALA:		
						Dibujado 06/09/2015			1:2		
						Revisado					
						Aprobado					
						FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO N°:	HOJA:		
								PLANO 203	A4		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre								

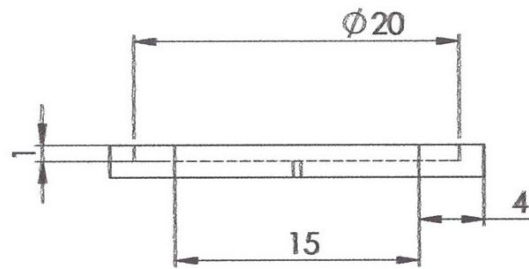
1

2

3

4

A



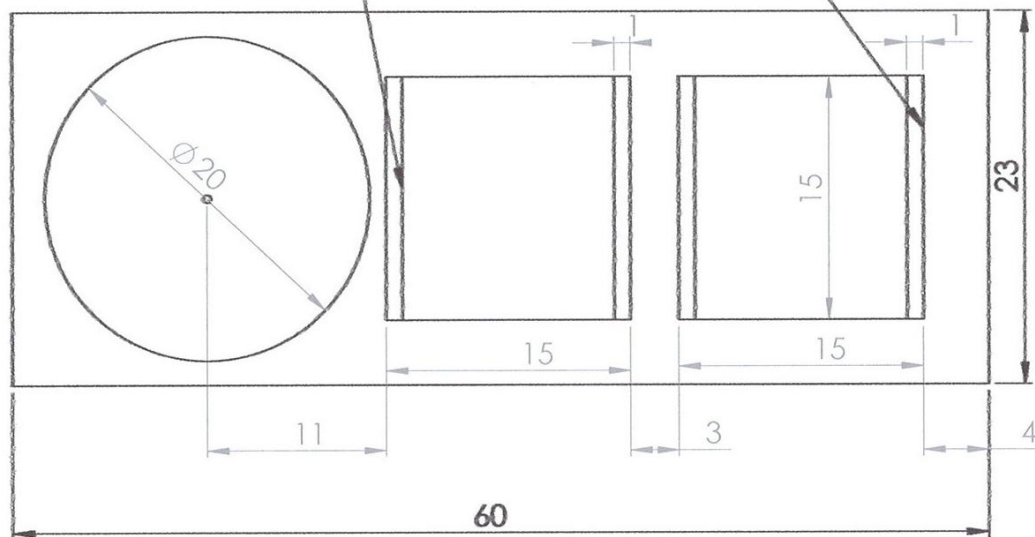
B

chaflan de 1cm


chaflan de 1cm

C

D



E

				TOLERANCIA:	PESO (Kg):	MATERIAL:	
				± 0.1		ACERO 304 INOX	
				Fecha	Nombre	Pieza Base	
				Dibujado 05/09/2015			
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO N°:	
				UTE 		PLANO 203	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			ESCALA:	
						1:2	
						HOJA:	
						A4	

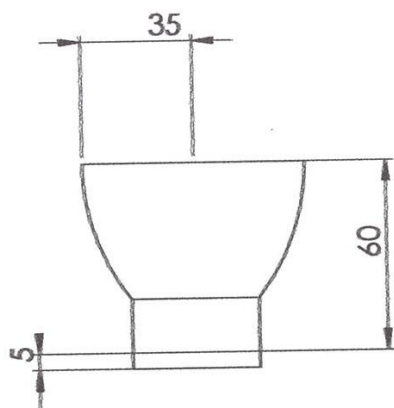
1

2

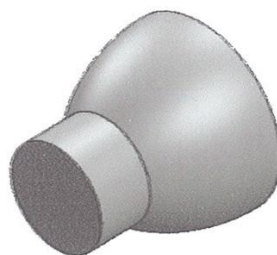
3

4

A

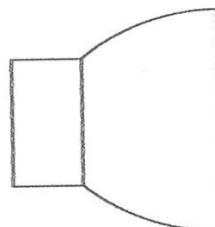
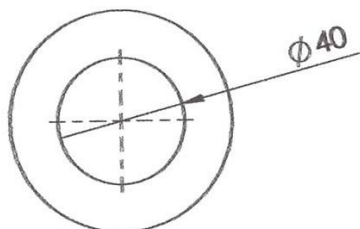


B



C

D



E

					TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
					± 0.1		ACERO 304 INOX	
					Fecha	Nombre	Vaso Grande	ESCALA:
					Dibujado 16/01/2017			1:2
					Revisado			
					Aprobado			
					FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO N°:	HOJA:
					UTE		PLANO 203	A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

