



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

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

TEMA:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA
EL MOLDEADO DE CARNE MOLIDA PARA LA PREPARACIÓN DE
HAMBURGUESAS**

AUTOR: JEFFERSON VLADIMIR ANDRADE VILLARREAL

DIRECTOR: ING. OCTAVIO ARIAS

**IBARRA – ECUADOR
2015**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003318084		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Andrade Villarreal Jefferson Vladimir		
DIRECCIÓN:	Zénon Villacís 3-29 y Juan Francisco Cevallos		
EMAIL:	jefferson_chefo10@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	2952449	TELÉFONO MÓVIL:	0994838121

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA EL MOLDEADO DE CARNE MOLIDA PARA LA PREPARACIÓN DE HAMBURGUESAS
AUTOR (ES):	Andrade Villarreal Jefferson Vladimir
FECHA: AAAAMMDD	19 de enero de 2015
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Mecatrónica
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Octavio Arias

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Andrade Villarreal Jefferson Vladimir, con cédula de identidad Nro. 1003318084, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 19 días del mes de enero de 2015

EL AUTOR:

Nombre: Andrade Villarreal Jefferson Vladimir
Cédula: 1003318084
.....
Andrade Villarreal Jefferson Vladimir

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

Yo, **Andrade Villarreal Jefferson Vladimir**, con cédula de identidad Nro. **1003318084**, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA EL MOLDEADO DE CARNE MOLIDA PARA LA PREPARACIÓN DE HAMBURGUESAS”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **Ingeniero en Mecatrónica** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

lbarra, a los 19 días del mes de enero de 2015.

Leyes de Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normatividad vigente de la Universidad Técnica del Norte.

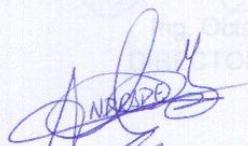
Nombre: Andrade Villarreal Jefferson Vladimir
Cédula: 1003318084

Jefferson Vladimir Andrade Villarreal

DECLARACIÓN

Yo Jefferson Vladimir Andrade Villarreal, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; y que éste no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica establecido por las Leyes de Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normatividad vigente de la Universidad Técnica del Norte.



Jefferson Vladimir Andrade Villarreal

AGRADECIMIENTO

En primer lugar doy gracias a Dios y a la Virgen Dolorosa, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

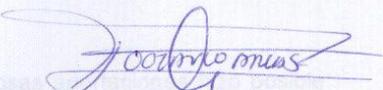
Agradecido también la confianza y el apoyo brindado por parte de mis padres, que sin duda alguna me han **CERTIFICACIÓN** guiado de mi vida, su amor, corrigiendo mis errores y celebrando mis triunfos.

A mis abuelos y tíos, que con sus consejos me han ayudado a afrontar los retos que

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jefferson Vladimir Andrade Villarreal, bajo mi supervisión.

mis hermanos y primos, quienes con su ayuda, cariño y comprensión, han sido parte fundamental de mi vida.

Agradezco a mis compañeros quienes fueron testigos de triunfos y derrotas, gracias por su apoyo y conocimiento hicieron de esta experiencia una de las más especiales.

Al Ing. Octavio Arias por cada una de sus valiosas  orientaciones y por la gran calidad humana que me ha brindado durante este proyecto y por la gran calidad humana que me ha brindado durante este proyecto.

Ing. Octavio Arias
DIRECTOR DE TESIS

A la Universidad Técnica del Norte, porque en sus aulas recibimos el conocimiento intelectual y humano de cada uno de los docentes.

Gracias a todas las personas que existieron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar doy gracias a Dios y a la Virgen Dolorosa, por haberme dado fuerzas y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mis padres, que sin duda alguna me han demostrado en el trayecto de mi vida su amor, corrigiendo mis errores y celebrando mis triunfos.

A mis abuelos y tíos, que con sus consejos me han ayudado afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

Agradezco especialmente a mis hermanos y primos, quienes con su ayuda, cariño y comprensión han sido parte fundamental de mi vida.

Agradezco a mis compañeros quienes fueron testigos de triunfos y derrotas, gracias por su apoyo, y conocimiento hicieron de esta experiencia una de las más especiales.

Al Ing. Octavio Arias por cada una de sus valiosas aportaciones hizo posible este proyecto y por la gran calidad humana que me ha demostrado en su amistad

A la Universidad Técnica del Norte, porque en sus aulas, recibimos el conocimiento intelectual y humano de cada uno de los docentes.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

DEDICATORIA

Con mucho cariño a una persona que aunque no esté presente en estos momentos siempre estuvo enviándome fuerzas desde el cielo para superar los obstáculos más difíciles a lo largo de mi vida, para mi tío Jaime Renán Villarreal Carrillo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN	xxiii
ABSTRACT	xxvi
PRESENTACIÓN	xxvii
CAPÍTULO 1	1
GENERALIDADES	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 DESCRIPCIÓN DEL LOCAL DE COMIDA RÁPIDA	1
1.3 LA HAMBURGUESA.....	1
1.3.1 INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA PREPARACIÓN DE LA CARNE PARA HAMBURGUESA	2
1.3.1.1 Carne molida.....	2
1.3.1.2 Apanadura	3
1.3.1.3 Huevos de gallina	4
1.3.1.4 Condimentos.....	4
1.3.2 PROCESO DE PREPARACIÓN DE LA CARNE PARA HAMBURGUESAS	5
1.3.2.1 Mezcla y batido	6
1.3.2.2 Reposo	7
1.3.2.3 División	7

1.3.2.4 Boleado.....	7
1.3.2.5 Moldeado	8
1.3.2.6 Congelado.....	8
1.4 CILINDROS DE PARED DELGADA.....	9
1.5 ESFUERZOS DE UN ELEMENTO	11
1.5.1 ESFUERZOS DIRECTOS: TENSIÓN Y COMPRESIÓN	11
1.5.2 ESFUERZO CORTANTE DIRECTO	11
1.6 RELACIÓN ENTRE PAR DE TORSIÓN, POTENCIA Y VELOCIDAD DE GIRO.	12
1.7 ESFUERZO POR PANDEO DE UNA COLUMNA.....	12
1.7.1 PROPIEDADES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE UNA COLUMNA	13
1.7.2 FIJACIÓN DE UN EXTREMO	14
1.8 CIRCUITOS ELECTRICOS.....	14
1.8.1 LEY DE OHM	14
1.8.2 EFECTO JOULE	15
1.8.3 POTENCIA.....	15
1.9 PROTECCIÓN DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS.....	15
1.9.3 PROTECCIÓN CONTRA ELECTROCUCIÓN	20
CAPÍTULO 2	23
ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO	23
2.1 INTRODUCCIÓN.....	23
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	23
2.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	24
2.4 PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	25
2.4.1 ALTERNATIVA A: SISTEMA DE MOLDEADO NEUMÁTICO	25

2.4.1.1 Ventajas.....	26
2.4.1.2 Desventajas.....	26
2.4.2 ALTERNATIVA B: SISTEMA DE MOLDEADO MECÁNICO	27
2.4.2.1 Ventajas.....	27
2.4.2.2 Desventajas.....	28
2.5 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	28
2.5.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	28
2.5.1.1 Funcionalidad.....	28
2.5.1.2 Operación	28
2.5.1.3 Manufactura.....	29
2.5.1.4 Mantenimiento	29
2.5.1.5 Costo	29
2.5.1.6 Montaje	29
2.5.1.7 Tamaño.....	29
2.5.1.8 Peso.....	30
2.5.1.9 Estética	30
2.5.2 MÉTODO ORDINAL CORREGIDO DE CRITERIOS PONDERADOS.....	30
2.6 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	37
CAPÍTULO 3.....	39
DISEÑO DE LA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA.....	39
3.1 INTRODUCCIÓN	39
3.2 DISEÑO MECÁNICO	39
3.2.1 RECIPIENTE CONTENEDOR	40
3.2.1.1 Esfuerzos a los que está sometido el cilindro	47
3.2.1.2 Análisis del cilindro según la teoría del esfuerzo cortante máximo (MSST)	47

3.2.1.3 Cono truncado.....	48
3.2.1.4 Tubo conducto	50
3.2.2 EMBOLO	53
3.2.3 POTENCIA REQUERIDA.....	54
3.2.4 PIÑÓN – CREMALLERA.....	55
3.2.5 ANÁLISIS HIDRODINÁMICO.....	58
3.2.5.1 Caudal.....	59
3.2.5.2 Velocidad angular	59
3.2.5.3 Ecuación de la continuidad	60
3.2.6 MOLDE	61
3.2.6.1 Base.....	62
3.2.6.2 Contenedor	63
3.2.6.3 Tapa.....	63
3.2.7 SEGUROS MECÁNICOS.....	64
3.2.8 ESTRUCTURA.....	65
3.2.8.1 Análisis de la estructura	66
3.2.8.2 Esfuerzo por pandeo.....	67
3.2.9 MATERIAL DE APORTE.....	72
3.2.10 GABINETE ELÉCTRICO.....	74
3.3 DISEÑO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO DE CONTROL Y POTENCIA	78
3.3.1 RELÉ ELÉCTRICO ENCAPSULADO	78
3.3.2 CONTACTORES.....	81
3.3.3 SENSORES	81
3.3.3.1 Sensor magnético	82
3.3.3.2 Sensor final de carrera.....	83
3.3.4 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	84
3.3.4.1 Disyuntor termomagnético	84

3.3.4.2 Relé térmico.....	87
3.3.5 CABLE CONDUCTOR	88
3.3.5.1 Cable 18 AWG	88
3.3.5.2 Cable 10 AWG	88
3.3.5.3 Cable concéntrico 4x10 AWG	89
3.3.5.4 Cable concéntrico 3x10 AWG	89
3.3.6 CABLE Y CONECTOR XRL.....	90
3.3.8 PEDAL INTERRUPTOR	90
3.3.8 HMI (INTERFAZ MÁQUINA HUMANO)	91
3.3.9 FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE CONTROL Y POTENCIA	92
3.3.9.1 Funcionamiento del circuito de control.....	92
3.3.9.2 Funcionamiento circuito de potencia.....	98
CAPÍTULO 4	99
CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO	99
4.1 INTRODUCCIÓN	99
4.2 CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA	99
4.2.1 MÁQUINAS Y EQUIPOS	100
4.2.2 HERRAMIENTAS.....	100
4.2.3 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN.....	101
4.2.4 INSTRUMENTOS DE SEGURIDAD PERSONAL.....	101
4.2.5 MATERIA PRIMA.....	101
4.2.6 ELEMENTOS UTILIZADOS.....	102
4.2.7 SOLDADURA T.I.G.	103
4.2.7.1 Soldadura T.I.G. en acero inoxidable austenítico	104
4.2.8 ESTRUCTURA.....	106
4.2.9 RECIPIENTE CONTENEDOR	107

4.2.9.1 Cilindro.....	108
4.2.9.2 Cono truncado.....	109
4.2.9.3 Tubo conducto	109
4.2.9.4 Seguros mecánicos.....	110
4.2.10 EMBOLO	111
4.2.11 PIÑÓN Y CREMALLERA	111
4.2.11.1 Piñón.....	112
4.2.11.2 Cremallera.....	112
4.2.11.3 Tratamientos térmicos.....	113
4.2.12 MOLDE.....	114
4.2.12.1 Contenedor	114
4.2.12.2 Base.....	115
4.2.12.3 Tapa.....	115
4.3 MONTAJE DE LA MÁQUINA.....	116
4.3.1 MONTAJE DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO.....	116
4.3.2 MONTAJE DEL TABLERO DE CONTROL Y POTENCIA	117
4.3.3 MONTAJE DEL RECIPIENTE CONTENEDOR	118
4.3.4 MONTAJE DEL EMBOLO	119
4.3.5 MONTAJE DEL MOLDE	120
4.3.6 MONTAJE DEL HMI.....	121
4.4 PRUEBAS DE CAMPO	122
4.4.1 DIMENSIONES GENERALES DE LA MÁQUINA	122
4.4.2 FUNCIONAMIENTO EN VACÍO Y EN CARGA DE LA MÁQUINA.....	122
4.4.3 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA MÁQUINA	124
4.4.4 CARACTERÍSTICAS DE LA PORCIÓN DE CARNE MOLIDA.....	124
4.4.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS	125

CAPÍTULO 5	125
ANÁLISIS DE COSTOS	125
5.1 INTRODUCCIÓN	125
5.2 COSTOS DE LA MÁQUINA	125
5.2.1 COSTOS DIRECTOS	126
5.2.1.1 Costos de materia prima	126
5.2.1.2 Costos de elementos utilizados	126
5.2.1.3 Costos de maquinado	127
5.2.1.4 Costos de montaje	128
5.2.2 COSTOS INDIRECTOS	128
5.2.2.1 Costos no recuperables	129
5.2.2.2 Costos de materiales consumibles	129
5.2.2.3 Costos de ingeniería	129
5.2.2.4 Costos de imprevistos.....	130
5.2.3 COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA.....	130
5.3 ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO	131
CAPÍTULO 6	133
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	133
6.1 CONCLUSIONES.....	133
6.2 RECOMENDACIONES	135
BIBLIOGRAFÍA	137
ANEXOS	139

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 La hamburguesa.....	2
Figura 1. 2 Carne molida	3
Figura 1. 3 Apanadura.....	3
Figura 1. 4 Huevos de gallina	4
Figura 1. 5 Condimentos	5
Figura 1. 6 Flujograma del proceso de moldeado de la carne molida	6
Figura 1. 7 Mezcla y batido de la carne molida	6
Figura 1. 8 Reposo de la carne molida.....	7
Figura 1. 9 División de la carne molida.....	7
Figura 1. 10 Boleado de la carne molida	8
Figura 1. 11 Moldeado de la carne molida	8
Figura 1. 12 Congelado de la carne molida.....	9
Figura 1. 13 Cilindro de pared delgada internamente presurizado	10
Figura 1. 14 Vista frontal de un cilindro de pared delgada internamente presurizado.....	10
Figura 1. 15 Elementos de esfuerzos de tensión y compresión	12
Figura 1. 16 Par de torsión en un eje	12
Figura 1. 17 Pandeo de una columna rectangular delgada	13
Figura 1. 18 Interruptores automáticos termomagnéticos	18
Figura 1. 19 Relé térmico	20
Figura 1. 20 Conexiones de puesta a tierra de las masas.....	22
Figura 1. 21 Principios de la protección con puesta a tierra	22
Figura 2. 1 Sistema neumático.....	26
Figura 2. 2 Sistema mecánico	27
Figura 3. 1 Máquina semiautomática para el moldeado de carne molida	40
Figura 3. 2 Elementos del cono truncado	49
Figura 3. 3 Recipiente contenedor.....	52
Figura 3. 4 Embolo	54
Figura 3. 5 Piñón - cremallera	55
Figura 3. 6 Área transversal de la porción de carne	62

Figura 3. 7 Molde	64
Figura 3. 8 Seguros mecánicos.....	65
Figura 3. 9 Estructura.....	66
Figura 3. 10 Análisis de la estructura	66
Figura 3. 11 Valores de K para obtener la longitud efectiva.....	69
Figura 3. 12 Material de aporte ER308	73
Figura 3. 13 Gabinete eléctrico	75
Figura 3. 14 Elementos del gabinete.....	77
Figura 3. 15 Estructura y gabinete eléctrico	78
Figura 3. 16 Relé encapsulado MY4 y su base de 14 huecos	79
Figura 3. 17 Contactos NA y NC del relé MY-4-110VAC	80
Figura 3. 18 Contactor LS MC-9b.....	81
Figura 3. 19 Sensor magnético	83
Figura 3. 20 Sensor final de carrera KW8-XILIE	84
Figura 3. 21 Disyuntor termomagnético LS C10.....	85
Figura 3. 22 Relé térmico R2-D1310.....	87
Figura 3. 23 Cable y conector XRL	90
Figura 3. 24 Pedal interruptor.....	91
Figura 3. 25 HMI (Interfaz Máquina Humano)	91
Figura 3. 26 Estado inicial del circuito	93
Figura 3. 27 Accionamiento del circuito.....	94
Figura 3. 28 Modo manual (motor en sentido horario)	95
Figura 3. 29 Modo manual (motor en sentido antihorario).....	96
Figura 3. 30 Modo automático (motor en sentido horario).....	97
Figura 3. 31 Modo automático (motor en sentido antihorario).....	98
Figura 3. 32 Circuito de potencia.....	99
Figura 4. 1 SoldaduraTIG.....	103
Figura 4. 2 Estructura.....	106
Figura 4. 3 Trazado de estructura en plancha de 1220x2440	107
Figura 4. 4 Trazado de recipiente contenedor en plancha de 1220x2440.....	108
Figura 4. 5 Cilindro	109
Figura 4. 6 Cono truncado.....	109
Figura 4. 7 Tubo conducto.....	110

Figura 4. 8 Seguros mecánicos y pasadores.....	110
Figura 4. 9 Recipiente contenedor.....	111
Figura 4. 10 Embolo	111
Figura 4. 11 Piñón	112
Figura 4. 12 Cremallera.....	113
Figura 4. 13 Molde.....	114
Figura 4. 14 Contenedor del molde	115
Figura 4. 15 Base del molde.....	115
Figura 4. 16 Tapa del molde.....	116
Figura 4. 17 Montaje del motorreductor, piñón y cremallera	117
Figura 4. 18 Montaje del tablero de control	118
Figura 4. 19 Montaje del recipiente contenedor.....	119
Figura 4. 20 Montaje del embolo	120
Figura 4. 21 Montaje de la base del molde.....	121
Figura 4. 22 Montaje del HMI	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Especificaciones técnicas de la máquina	24
Tabla 2. 2 Evaluación del peso específico de cada criterio	31
Tabla 2. 3 Evaluación del peso específico del criterio funcionalidad	32
Tabla 2. 4 Evaluación del peso específico del criterio mantenimiento	32
Tabla 2. 5 Evaluación del peso específico del criterio operación	33
Tabla 2. 6 Evaluación del peso específico del criterio manufactura	33
Tabla 2. 7 Evaluación del peso específico del criterio costo	34
Tabla 2. 8 Evaluación del peso específico del criterio montaje	34
Tabla 2. 9 Evaluación del peso específico del criterio tamaño	35
Tabla 2. 10 Evaluación del peso específico del criterio peso	35
Tabla 2. 11 Evaluación del peso específico del criterio estética	36
Tabla 2. 12 Resultados	36
Tabla 3. 1 Resultados de las pruebas realizadas a la carne molida	41
Tabla 3. 2 Codos a 45 ° de radio largo	51
Tabla 3. 3 Reducción de copa concéntrica	51
Tabla 3. 4 Codos a 90 ° de radio largo	52
Tabla 3. 5 Parámetros de construcción de piñón – cremallera	58
Tabla 3. 6 Resultados mínimos y máximos de la simulación de la estructura	67
Tabla 3. 7 Propiedades de las áreas	68
Tabla 3. 8 Metales de aporte recomendados para aceros inoxidables austeníticos al cromo-níquel, de uso común	73
Tabla 3. 9 Calificaciones IP para gabinetes	76
Tabla 3. 10 Características del relé my-4	79
Tabla 3. 11 Características de disyuntores termomagnéticos	87
Tabla 3. 12 Características de relés térmicos R2-D	88
Tabla 4. 1 Dimensiones generales de la máquina	122
Tabla 4. 2 Funcionamiento en vacío y en carga de la máquina	123
Tabla 4. 3 Capacidad de producción de la máquina	124
Tabla 4. 4 Características de la porción de carne molida	124
Tabla 5. 1 Costos de materia prima	126

Tabla 5. 2 Costos de elementos utilizados	127
Tabla 5. 3 Costos de maquinado.....	128
Tabla 5. 4 Costos de montaje.....	128
Tabla 5. 5 Costos no recuperables.....	129
Tabla 5. 6 Costos de materiales consumibles	129
Tabla 5. 7 Costos de ingeniería.....	129
Tabla 5. 8 Costos de imprevistos	130
Tabla 5. 9 Costo total de la máquina	130
Tabla 5. 10 Costo - beneficio sin máquina	131
Tabla 5. 11 Costo - beneficio con máquina	131

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 3. 1 Fuerza	41
Ecuación 3. 2 Volumen del cilindro	43
Ecuación 3. 3 Área del cilindro	43
Ecuación 3. 4 Presión	46
Ecuación 3. 5 Esfuerzo tangencial	47
Ecuación 3. 6 Esfuerzo longitudinal	47
Ecuación 3. 7 Equivalente	47
Ecuación 3. 8 Teoría del esfuerzo cortante máximo	48
Ecuación 3. 9 Volumen del cono truncado	49
Ecuación 3. 10 Volumen del recipiente contenedor	50
Ecuación 3. 11 Esfuerzo de compresión	53
Ecuación 3. 12 Factor de seguridad	53
Ecuación 3. 13 Torque	54
Ecuación 3. 14 Potencia teórica	54
Ecuación 3. 15 Potencia real	55
Ecuación 3. 16 Fuerza tangencial	55
Ecuación 3. 17 Fuerza radial	56
Ecuación 3. 18 Potencia a transmitir	56
Ecuación 3. 19 Número de dientes del piñón	56
Ecuación 3. 20 Modulo	56
Ecuación 3. 21 Paso circular	57
Ecuación 3. 22 Paso diametral	57
Ecuación 3. 23 Velocidad de giro	57
Ecuación 3. 24 Factor de velocidad	57
Ecuación 3. 25 Ancho de cara del piñón y cremallera	58
Ecuación 3. 26 Caudal	59
Ecuación 3. 27 Velocidad lineal	59
Ecuación 3. 28 Continuidad	60
Ecuación 3. 29 Distancia que recorre la cremallera	60
Ecuación 3. 30 Área de la porción de carne	61

Ecuación 3. 31 Volumen del recipiente del molde	61
Ecuación 3. 32 Área transversal de la porción de carne	62
Ecuación 3. 33 Relación de esbeltez.....	67
Ecuación 3. 34 Radio de giro de columna de tubo	68
Ecuación 3. 35 Radio de giro de columna rectangular	69
Ecuación 3. 36 Relación de esbeltez de transición	70
Ecuación 3. 37 Columna corta de J.B. Johnson	70
Ecuación 3. 38 Corriente de protección.....	86

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A Selección del motor	139
ANEXO B Descripción del acero inoxidable AISI 304	140
ANEXO C Descripción del duralon.....	141
ANEXO D Descripción del relé encapsulado serie MY de 14 pines	142
ANEXO E Descripción del contactor MC-9b.....	143
ANEXO F Selección de conductores de cobre AWG	144
ANEXO G Requisitos para las calificaciones IEC IP	145
ANEXO H Manual Técnico	146
ANEXO I Manual de Usuario.....	152
ANEXO J Diagrama de Gantt.....	157
ANEXO K Planos	160

RESUMEN

El presente proyecto de titulación surge a consecuencia de que el proceso de moldeado de carne molida para la preparación de hamburguesas de un local de comida rápida resulta muy agobiante y poco eficiente para una tarea manual lo que limita la posibilidad de aumentar la capacidad de producción.

Por tales razones se decide diseñar y construir un prototipo que permita al local de comida rápida realizar en menor tiempo y con menor esfuerzo el moldeado de la carne molida para la preparación de hamburguesas.

En el primer capítulo se realiza una descripción del local de comida rápida. Además se indicara los ingredientes de la hamburguesa y se detallara cada paso del proceso de preparación de la porción de carne molida para hamburguesas; con el propósito de relacionar las posibles máquinas que se pueden emplear en dicho proceso.

En el segundo capítulo se define el problema. Partiendo de esto, se establecen las especificaciones técnicas, se presenta y evalúa las alternativas de la máquina para el moldeado de carne molida para la preparación de hamburguesas, con la finalidad de escoger la máquina adecuada para la solución del problema.

En el tercer capítulo se detalla el diseño de las partes a fabricarse y la selección de elementos y dispositivos de la máquina para el moldeado de la carne molida para la preparación de hamburguesas, considerando las características que deben reunir cada uno de ellos, en lo referente a materiales y dimensiones, para satisfacer de mejor manera las especificaciones descritas en el segundo capítulo. También se diseña el circuito eléctrico de control y se detallan sus componentes seleccionados y normalizados.

En el cuarto capítulo se detalla las operaciones tecnológicas, maquinas, herramientas, instrumentos de medición, instrumentos de seguridad personal, elementos seleccionados, elementos normalizados y materia prima para la construcción de cada una de las partes constitutivas del prototipo, para luego ensamblarlas. Además se describe la construcción e implementación del circuito eléctrico de control y potencia de la máquina semiautomática.

En el quinto capítulo se realiza un análisis de costos tomando en cuenta el diseño, construcción y montaje de la máquina semiautomática para el moldeado de carne molida para la preparación de hamburguesas.

Finalmente en el sexto capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones que se debe tener en cuenta para el correcto funcionamiento del prototipo.

ABSTRACT

This titling project arises as a result of the molding process for preparing ground beef burgers from a local fast food is very cramped and inefficient for a manual task which limits the possibility of increasing production capacity.

For these reasons it was decided to design and build a prototype that allows the local fast food done in less time and with less effort molding ground beef for preparing burgers.

In the first chapter a description of the local fast food is made. Moreover ingredients indicate hamburger and every step of the preparation process of the portion of ground beef for hamburgers will be detailed; for the purpose of linking the possible machines which can be employed in this process.

In the second chapter the problem is defined. From this, the technical specifications are set, presents and evaluates alternatives molding machine for preparing ground beef hamburger, in order to choose the right machine for solving the problem.

In the third chapter the design of the parts to be manufactured and the selection of elements and devices of the machine for molding ground beef burgers for the preparation of detailed, considering the characteristics required each, with regard materials and dimensions, to better meet the specifications described in the second chapter. The control circuit is also designed and selected components are detailed and standardized.

In chapter four technological operations, machines, tools, measuring instruments, instruments of personal security, selected elements, standard parts and raw materials for the construction of each of the constituent parts of the prototype, and then assemble detailed. Besides the construction and implementation of the electrical control circuit and power semiautomatic machine is described.

In the fifth chapter a cost analysis taking into account the design, construction and assembly of semi-automatic machine for molding ground beef for burgers preparation is done.

Finally, in the sixth chapter the conclusions and recommendations should be taken into account for the correct operation of the prototype are presented.

PRESENTACIÓN

El presente proyecto se contempla el diseño y construcción de una máquina semiautomática para el moldeado de carne molida para la preparación de hamburguesas, para obtener las siguientes dimensiones de las porciones de carne: 12,5 [cm] de diámetro y un espesor máximo de 4 [mm].

En el local de comida rápida, el moldeado de la carne molida para la preparación de hamburguesas resulta muy agobiante y poco eficiente para una tarea manual, limitando así la posibilidad de aumentar la capacidad de producción.

Paralelamente es importante resaltar que en Ecuador no existen empresas destinadas a la construcción de este tipo de máquinas semiautomáticas y su importación trae consigo inconvenientes en las tareas de mantenimiento, reparación y adquisición de repuestos en el mercado nacional. Este proyecto pretende resolver estos problemas.

En el desarrollo del trabajo se presenta un estudio de las alternativas de diseño de sistemas que permiten realizar este proceso en una máquina, seguido de la selección de la alternativa más viable de acuerdo a ciertos parámetros establecidos.

El diseño de la máquina contempla el dimensionamiento de piezas y elementos mecánicos, así como también la selección de elementos eléctricos normalizados.

Cabe indicar que con la máquina semiautomática se puede moldear mínimo 150 porciones de carne molida en una hora para la preparación de hamburguesas.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se realiza una descripción del local de comida rápida. Además se indicara los ingredientes de la hamburguesa y se detallara cada paso del proceso de preparación de la porción de carne molida para hamburguesas; con el propósito de relacionar las posibles máquinas que se pueden emplear en dicho proceso.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL LOCAL DE COMIDA RÁPIDA

El local de comida rápida HOT BURGUER surge de la necesidad de ofrecer comida rápida al paso en las horas de la noche y madrugada especialmente los fines de semana, debido a que en el sector donde se encuentra este hay gran circulación de personas, hay pocos locales que expendan comida y no existen locales de comida rápida al paso.

La comida rápida que se oferta en HOT BURGUER es: salchipapas, papi carnes, papi pollos y hamburguesas. La hamburguesa es el producto con mayor demanda, con el tiempo de elaboración superior y con el proceso de preparación mucho más complejo al de las demás alternativas de comida rápida.

1.3 LA HAMBURGUESA

La hamburguesa que se prepara en el local de comida rápida HOTBURGUER consta de un pan cortado por la mitad, entre los dos pedazos de pan se ubican las salsas (de tomate, mayonesa, verde), los vegetales (tomate y lechuga), porción de queso, porción de mortadela, papas desmenuzadas pre cocidas y la porción de

carne molida frita a la plancha; esta es el ingrediente principal de la hamburguesa por lo que se la moldea con anterioridad antes de ser frita a la plancha.



Figura 1. 1 La hamburguesa

Fuente: Propia

1.3.1 INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA PREPARACIÓN DE LA CARNE PARA HAMBURGUESA

Los ingredientes que se utilizan en el proceso de elaboración de la carne de hamburguesa en el local de comida rápida HOT BURGUER son los siguientes:

- Carne Molida
- Apanadura
- Huevos
- Condimentos

1.3.1.1 Carne molida

La carne molida o carne picada es una preparación de la carne con objetivos culinarios, para la cual se desmenuzan y se cortan los músculos y nervios mediante máquina de picar carne. Las carnes picadas pueden ser de cerdo, res, cordero o aves, en el local de comida rápida HOT BURGUER se utiliza la carne de res.



Figura 1. 2 Carne molida

Fuente: Propia

1.3.1.2 Apanadura

La apanadura (Pan rallado o pan molido) es pan duro, generalmente de varios días, que ha sido molido.

Su textura harinosa se emplea en la elaboración de diferentes platos y alimentos en forma de empanado, gratinado o guisado con la intención de proporcionar una superficie dura y crujiente al freírlos. En otras ocasiones se emplea como medio aglutinante de esta forma se puede emplear en la masa cárnica, para dar consistencia. En algunas ocasiones se aromatiza el pan molido con ciertos ingredientes (como son el ajo), especias (como perejil finalmente picado), sal, etc. para que al aplicarse a los alimentos proporcione un mayor sabor. (Condimensa, s/a, p. 1)



Figura 1. 3 Apanadura

Fuente: (Condimensa, s/a, p. 1)

1.3.1.3 Huevos de gallina

En el proceso de elaboración de la carne de hamburguesa al huevo de gallina se lo utiliza como aglutinante para dar mayor firmeza a la carne molida. El huevo de gallina es uno de los productos más utilizado en la cocina, ya que se lo prepara frito, sancochado, en tortilla, revuelto. Es un alimento económico, cómodo de usar, de gran riqueza nutricional y de gran aceptación.



Figura 1. 4 Huevos de gallina

Fuente: Propia

1.3.1.4 Condimentos

Se mezcla y se licua algunos condimentos para la preparación de la carne molida, con el propósito de dar un sabor agradable al gusto, se utilizan los siguientes ingredientes:

- Agua
- Comino Molido
- Pimiento
- Cebolla Paiteña Blanca
- Ajo en Pepa
- Albahaca

- Laurel
- Oregano
- Salsa BBQ



Figura 1. 5 Condimentos

Fuente: Propia

1.3.2 PROCESO DE PREPARACIÓN DE LA CARNE PARA HAMBURGUESAS

El proceso convencional de preparación de la carne para hamburguesas está compuesto de varias actividades que se describen a continuación:

- Mezcla y Batido
- Tiempo de reposo
- División
- Boleado
- Moldeado

INICIO DEL
PROCESO

MEZCLA Y
BATIDO



Figura 1. 6 Flujograma del proceso de moldeado de la carne molida

Fuente: Propia

1.3.2.1 Mezcla y batido

Es la operación mediante la cual se incorporan los ingredientes: carne molida, apanadura, huevos de gallina y condimentos. Luego se baten manualmente todos los ingredientes para lograr una distribución uniforme y compacta de la masa cárnica.



Figura 1. 7 Mezcla y batido de la carne molida

Fuente: Propia

1.3.2.2 Reposo

Es un intervalo de tiempo, mínimo de 2 horas, dentro de un recipiente tapado que da como resultado el acondicionamiento de la masa cárnica y la concentración de los condimentos, lo que mejora el sabor y la textura de la carne.



Figura 1. 8 Reposo de la carne molida

Fuente: Propia

1.3.2.3 División

Después del batido y de un adecuado tiempo de reposo, se debe realizar la división de la masa cárnica en pequeñas porciones uniformes, de acuerdo a las dimensiones de la porción de carne; este proceso se lo realiza de forma manual.



Figura 1. 9 División de la carne molida

Fuente: Propia

1.3.2.4 Boleado

Una vez terminado la división de la carne molida en pequeñas porciones, se procede manualmente a darles una forma de bola, para que tengan mayor consistencia antes del moldeado.



Figura 1. 10 Boleado de la carne molida

Fuente: Propia

1.3.2.5 Moldeado

El objeto del moldeado es darle la forma circular a las porciones de carne molida mediante un molde de madera para que quepa en un pan de hamburguesa.

El moldeado requiere gran habilidad manual que solo se adquiere con mucha experiencia.



Figura 1. 11 Moldeado de la carne molida

Fuente: Propia

1.3.2.6 Congelado

Una vez terminado el moldeado se lleva las porciones de carne molida a un refrigerador con el objetivo de congelar las porciones de carne hasta un grado tal que, permita su almacenamiento y la conservación de sus propiedades, así como de su sabor.



Figura 1. 12 Congelado de la carne molida

Fuente: Propia

Es muy importante mencionar que, actualmente el proceso de elaboración de las porciones de carne molida ha sido total y parcialmente manual, apenas con la ayuda de los moldes de madera.

1.4 CILINDROS DE PARED DELGADA

En la figura 1.13 a) se muestra un cilindro de pared delgada sujeto a presión interna p_i . En la figura también se muestra el diámetro interno del cilindro d_i y el espesor th . Se supone que el esfuerzo es uniforme a través del espesor de la pared. El esfuerzo radial es pequeño en relación con el esfuerzo circunferencial porque $th/d_i \ll 1$. De esta forma, se puede considerar un elemento pequeño en esfuerzo plano con los esfuerzos principales como se indica en la figura 1.13 b).

La figura 1.14, la vista frontal del cilindro que se observa en la figura 1.13, muestra las fuerzas que actúan sobre un elemento pequeño debido a la presurización interna. Este elemento también tiene una longitud dl en dirección hacia afuera de la hoja de papel. La suma de las fuerzas en la dirección radial da:

$$p_i r_i d\theta dl = 2\sigma \theta \cdot \text{prom} \sin \frac{d\theta}{2} th dl$$

a) Esfuerzos que actúan sobre el cilindro; b) esfuerzos que actúan sobre un elemento

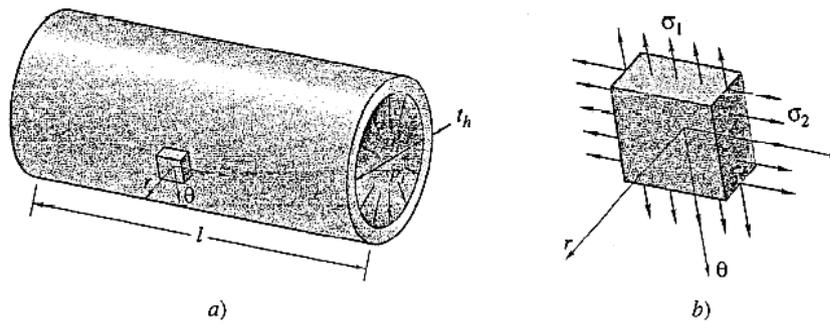


Figura 1. 13 Cilindro de pared delgada internamente presurizado

Fuente: (Hamrock, Jacobson, & Schmid, 2000, p. 390)

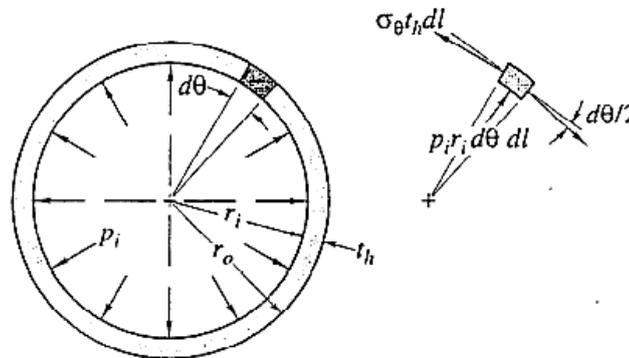


Figura 1. 14 Vista frontal de un cilindro de pared delgada internamente presurizado

Fuente: (Hamrock, Jacobson, & Schmid, 2000, p. 391)

Como $d\theta/2$ es pequeña, $\text{sen}(d\theta/2) = d\theta/2$ y

$$\sigma_{\theta} \cdot \text{prom} = \frac{p_i \cdot r_i}{t_h}$$

Algunas veces a la componente θ del esfuerzo se le denomina esfuerzo tangencial o esfuerzo de aro. El término tiene su origen en la manufactura de toneles de madera, en los cuales se coloca un anillo de hierro caliente, o aro, alrededor de las planchas de ajuste cercano para lograr un sello. (Hamrock, Jacobson, & Schmid, 2000, pp. 390, 391)

1.5 ESFUERZOS DE UN ELEMENTO

En el diseño de una máquina es necesario identificar y calcular los diferentes tipos de esfuerzos. El análisis de esfuerzos tiene como objetivo principal determinar el punto sometido al máximo nivel de carga dentro de un elemento.

“Se puede definir al esfuerzo como la resistencia interna que ofrece una unidad de área de un material contra una carga externa aplicada” (Mott, 2006, p. 90).

1.5.1 ESFUERZOS DIRECTOS: TENSIÓN Y COMPRESIÓN

A los esfuerzos de tensión y compresión se les conoce como esfuerzos normales, y se muestran actuando perpendicularmente sobre caras opuestas del elemento de esfuerzos. Los esfuerzos de tensión tienden a jalar el elemento, mientras los esfuerzos de compresión tienden a aplastarlo.

El esfuerzo directo de tensión o compresión se calcula:

$$\text{Esfuerzo de tensión o compresión: } \frac{\text{Fuerza}}{\text{Área}} \text{ (Mott, 2006, pp. 89, 90)}$$

1.5.2 ESFUERZO CORTANTE DIRECTO

El esfuerzo cortante directo se produce en un elemento cuando se ejerce una fuerza hacia abajo sobre una cara, y al mismo tiempo se ejerce una fuerza hacia arriba sobre la cara paralela opuesta. La fuerza aplicada tiende a cortar el elemento como si fuera unas tijeras o una navaja, o como cuando se usa un troquel para perforar una lámina.

Se calcula:

$$\text{Esfuerzo cortante directo: } \frac{\text{Fuerza de corte}}{\text{Área al corte}} \text{ (Mott, 2006, pp. 90, 92)}$$

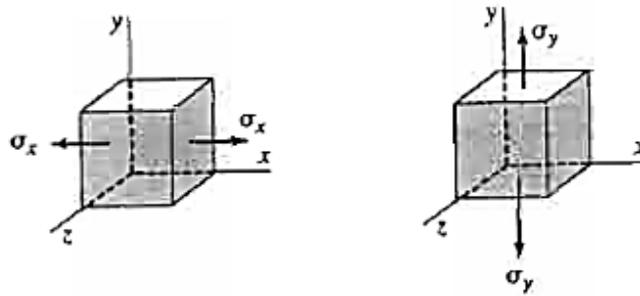


Figura 1. 15 Elementos de esfuerzos de tensión y compresión

Fuente: (Mott, 2006, p. 90)

1.6 RELACIÓN ENTRE PAR DE TORSIÓN, POTENCIA Y VELOCIDAD DE GIRO

“La relación entre la potencia, la velocidad de giro y el par de torsión en un eje se describe con la ecuación:

$$\text{Par de torsión: } \frac{\text{Potencia}}{\text{Velocidad de giro}} \text{ " (Mott, 2006, p. 94).}$$

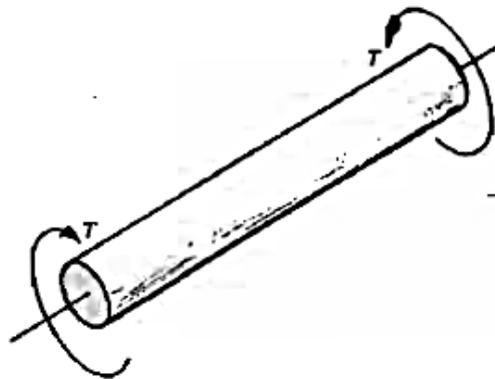


Figura 1. 16 Par de torsión en un eje

Fuente: (Mott, 2006, p. 96)

1.7 ESFUERZO POR PANDEO DE UNA COLUMNA

Una columna es un miembro estructural que soporta una carga axial de compresión, y que tiende a fallar por inestabilidad elástica o pandeo, más que por aplastamiento del material. La inestabilidad elástica es la condición

de falla donde la forma de una columna no tiene la rigidez necesaria para mantenerse erguida bajo la carga. (Mott, 2006, p. 230)

1.7.1 PROPIEDADES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE UNA COLUMNA

La tendencia de una columna a pandearse depende de la forma y las dimensiones de su sección transversal y también de su longitud y la forma de fijarla a miembros o apoyos adyacentes. Las propiedades importantes de la sección transversal son:

1. El área de la sección transversal A .
2. El momento de inercia I de la sección transversal, con respecto al eje para que I es mínimo.
3. El valor mínimo del radio de giro de la sección transversal, r .

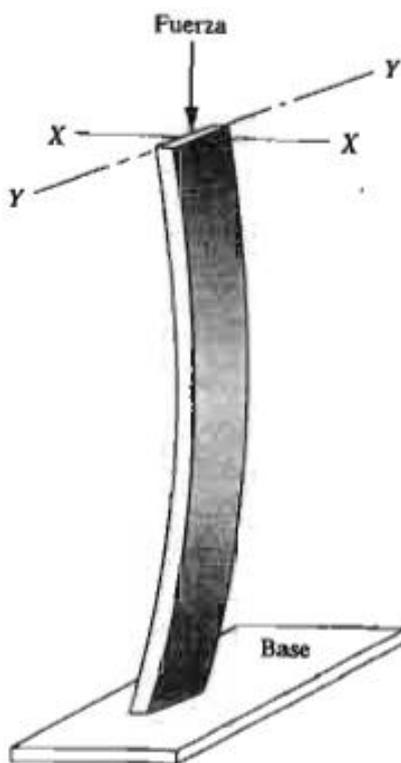


Figura 1. 17 Pandeo de una columna rectangular delgada

Fuente: (Mott, 2006, p. 233)

Una columna tiende a pandearse respecto al eje para el cual el radio de giro y el momento de inercia son mínimos.

1.7.2 FIJACIÓN DE UN EXTREMO

El término fijación de un extremo se refiere a la forma en que se soportan los extremos de una columna. Tres formas de restricción de extremos son la articulada, la empotrada y la libre.

Un **extremo articulado** de una columna está guiado de tal modo que no se puede mover de un lado a otro, pero no ofrece resistencia a la rotación del extremo.

Un **extremo empotrado** es aquel que se sujeta contra la rotación en el soporte.

El **extremo libre** no tiene restricción y no está guiado, es el peor de los casos de carga de columna. (Mott, 2006, pp. 232, 233)

1.8 CIRCUITOS ELECTRICOS

“Un circuito eléctrico es una interconexión de elementos eléctricos” (Alexander & Sadiku, 2007, p. 4).

1.8.1 LEY DE OHM

“El flujo de corriente en ampere que circula por un circuito eléctrico cerrado, es directamente proporcional a la tensión o voltaje aplicado, e inversamente proporcional a la resistencia en ohm de la carga que tiene conectada” (Boylestad, 2004, p. 97).

La ley de Ohm establece que la tensión V a lo largo de un resistor es directamente proporcional a la corriente I que fluye a través del resistor.

$$V \propto I$$

Ohm definió la constante de proporcionalidad de un resistor como la resistencia, R . (La resistencia es una propiedad material que puede cambiar si se alteran las condiciones internas o externas del elemento; por ejemplo, si hay cambios en la temperatura). Así la ecuación se convierte en:

$$V = I.R. \text{ (Alexander \& Sadiku, 2007, p. 31)}$$

1.8.2 EFECTO JOULE

En un material conductor con resistencia no nula “ R ”, que circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido a los choques que sufren con los átomos del material conductor por el que circulan, elevando la temperatura del mismo. La potencia calorífica perdida “ P ” en forma de calor viene dada por:

$$P = I^2R. \text{ (Ingeniería Teleinformática, s/a, p. 5)}$$

1.8.3 POTENCIA

La potencia es la variación respecto del tiempo de entrega o absorción de la energía, medida en watts (W).

La potencia absorbida o suministrada por un elemento es el producto de la tensión entre los extremos del elemento y la corriente a través de él.

$$P = V.I. \text{ (Alexander \& Sadiku, 2007, p. 11)}$$

1.9 PROTECCIÓN DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Toda instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados, como de las personas que han de trabajar con ella.

Existen muchos tipos de protecciones, que pueden hacer a una instalación eléctrica completamente segura ante cualquier contingencia, pero hay tres que deben usarse en todo tipo de instalación: de alumbrado, domésticas, de fuerza, redes de distribución, circuitos auxiliares, etc., ya sea de baja o alta tensión. Estas tres protecciones eléctricas, que describiremos con detalle a continuación son:

- a) Protección contra cortocircuitos.
- b) Protección contra sobrecargas.
- c) Protección contra electrocución.

1.9.1 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS

Se denomina cortocircuito a la unión de dos conductores o partes de un circuito eléctrico, con una diferencia de potencial o tensión entre sí, sin ninguna impedancia eléctrica entre ellos.

Este efecto, según la Ley de Ohm, al ser la impedancia cero, hace que la intensidad tienda a infinito, con lo cual peligra la integridad de conductores y máquinas debido al calor generado por dicha intensidad, debido al efecto Joule.

En la práctica, la intensidad producida por un cortocircuito, siempre queda amortiguada por la resistencia de los propios conductores que, aunque muy pequeña, nunca es cero.

$$I = V / Z \text{ (si } Z \text{ es cero, } I = \text{ infinito)}$$

Según los reglamentos electrotécnicos, “en el origen de todo circuito deberá colocarse un dispositivo de protección, de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en la instalación”. No obstante se

admite una protección general contra cortocircuitos para varios circuitos derivados.

Los dispositivos más empleados para la protección contra cortocircuitos son:

- Fusibles calibrados
- Interruptores automáticos termomagnéticos

Interruptores automáticos termomagnéticos

Estos dispositivos, conocidos abreviadamente por PIA (Pequeño Interruptor Automático), se emplean para la protección de los circuitos eléctricos, contra cortocircuitos y sobrecargas, en sustitución de los fusibles, ya que tienen la ventaja de que no hay que reponerlos; cuando desconectan debido a una sobrecarga o un cortocircuito, se rearman de nuevo y siguen funcionando.

Según el número de polos, se clasifican éstos en: unipolares, bipolares, tripolares y tetrapolares. Estos últimos se utilizan para redes trifásicas con neutro. (Molina, s/a, pp. 1, 3)

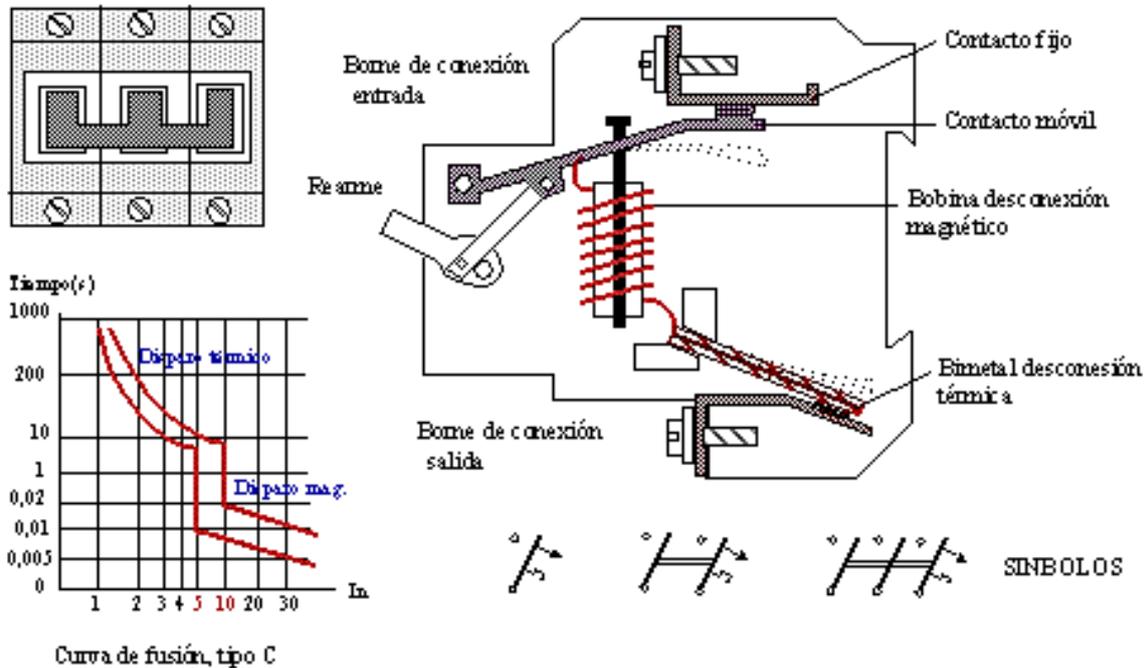


Figura 1. 18 Interruptores automáticos termomagnéticos

Fuente: (Molina, s/a, p. 3)

1.9.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

Entendemos por sobrecarga al exceso de intensidad en un circuito, debido a un defecto de aislamiento o bien, a una avería o demanda excesiva de carga de la máquina conectada a un motor eléctrico.

Las sobrecargas deben de protegerse, ya que pueden dar lugar a la destrucción total de los aislamientos, de una red o de un motor conectado a ella. Una sobrecarga no protegida degenera siempre en un cortocircuito.

Según los reglamentos electrotécnicos "Si el conductor neutro tiene la misma sección que las fases, la protección contra sobrecargas se hará con un dispositivo que proteja solamente las fases, por el contrario si la sección del conductor neutro es inferior a la de las fases, el dispositivo de protección habrá de controlar también la corriente del neutro". Además debe de colocarse una protección para cada circuito derivado de otro principal.

Los dispositivos más empleados para la protección contra sobrecargas son:

- Fusibles calibrados
- Interruptores automáticos termomagnéticos
- Relés térmicos

Para los circuitos domésticos, de alumbrado y para pequeños motores, se suelen emplear los dos primeros, al igual que para los cortocircuitos, siempre y cuando se utilice el tipo y la calibración apropiada al circuito a proteger. Por el contrario para los motores trifásicos se suelen emplear los llamados relés térmicos. (Molina, s/a, p. 4)

Relés térmicos

“El relé térmico es un aparato diseñado para la protección de motores contra sobrecargas, fallo de alguna fase y diferencia de carga entre fases” (Aula Eléctrica, s/a, p. 1).

Este dispositivo opera en el principio de monitorear la corriente del circuito arrancador motor y, cuando la corriente excede de unas condiciones prefijadas, o no pasa corriente por alguna fase, el aparato iniciará el circuito de disparo que desconectará la potencia del arrancador (normalmente un contactor) protegiendo así al circuito y al motor. (Gepowercontrols, s/a, p. 1)

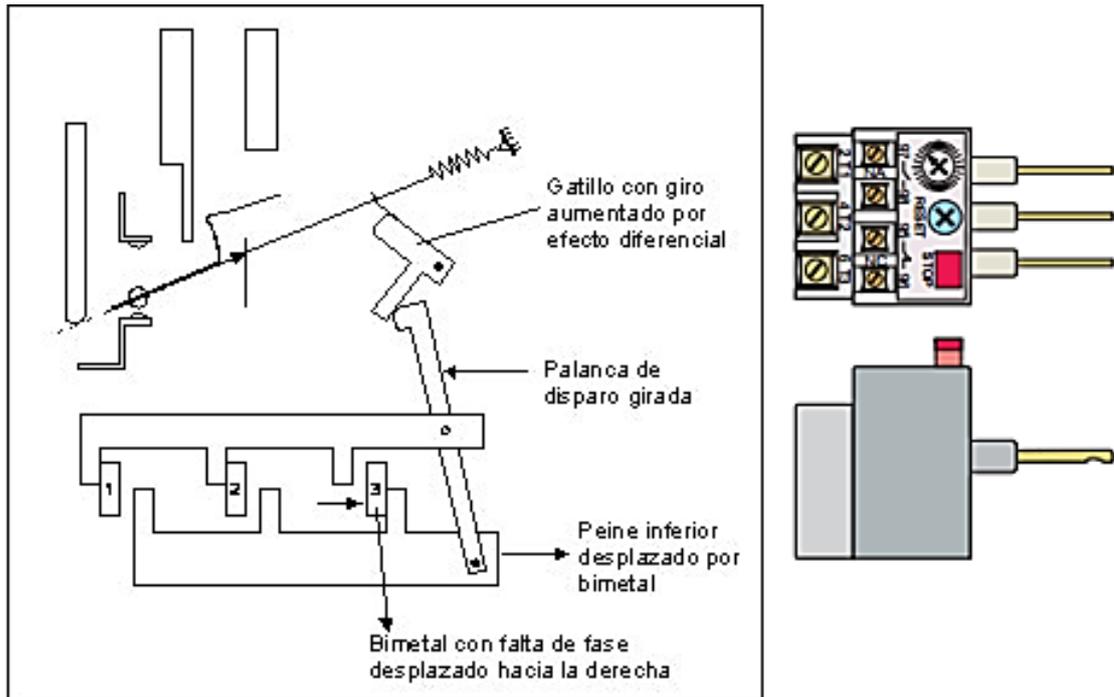


Figura 1. 19 Relé térmico

Fuente: (Aula Eléctrica, s/a, p. 1)

1.9.3 PROTECCIÓN CONTRA ELECTROCUCIÓN

Frente a los peligros de la corriente eléctrica, la seguridad de las personas, ha de estar fundamentada en que nunca puedan estar sometidas involuntariamente a una tensión peligrosa. Por tal motivo, para la protección contra electrocución deben de ponerse los medios necesarios para que esto nunca ocurra.

- Separación de circuitos
- Empleo de pequeñas tensiones de seguridad (50, 24 o 15 V)
- Separación entre partes con tensión y masas metálicas, por medio de aislamientos
- Inaccesibilidad simultanea entre conductores y masas
- Recubrimiento de las masas con elementos aislantes
- Conexiones equipotenciales

Peligros de la corriente eléctrica

Bajo los efectos de una corriente eléctrica, puede sobrevenir la muerte de una persona, por las causas siguientes:

- Paralización del corazón
- Atrofia de los músculos del tórax (asfixia)
- Carbonización de los tejidos
- Electrólisis de la sangre (solamente en c.c.), etc

Aunque los cuerpos humanos reaccionan de diferente manera unos de otros y dependiendo de las condiciones del momento, podemos decir que la corriente eléctrica empieza a ser peligrosa, cuando atraviesan el cuerpo humano más de 25 mA, durante más de 0,2 segundos. Se considera que la resistencia del cuerpo humano es de 1.000 ohms.

Puesta a tierra de las masas

Se denomina puesta a tierra a la unión eléctrica, entre todas las masas metálicas de una instalación y un electrodo, que suele ser generalmente una placa o una jabalina de cobre o hierro galvanizado (o un conjunto de ellos), enterrados en el suelo, con el fin de conseguir una perfecta unión eléctrica entre masas y tierra, con la menor resistencia eléctrica posible, como se ve en la figura. Con esto se consigue que en el conjunto de la instalación no puedan existir tensiones peligrosas entre masas y tierra.

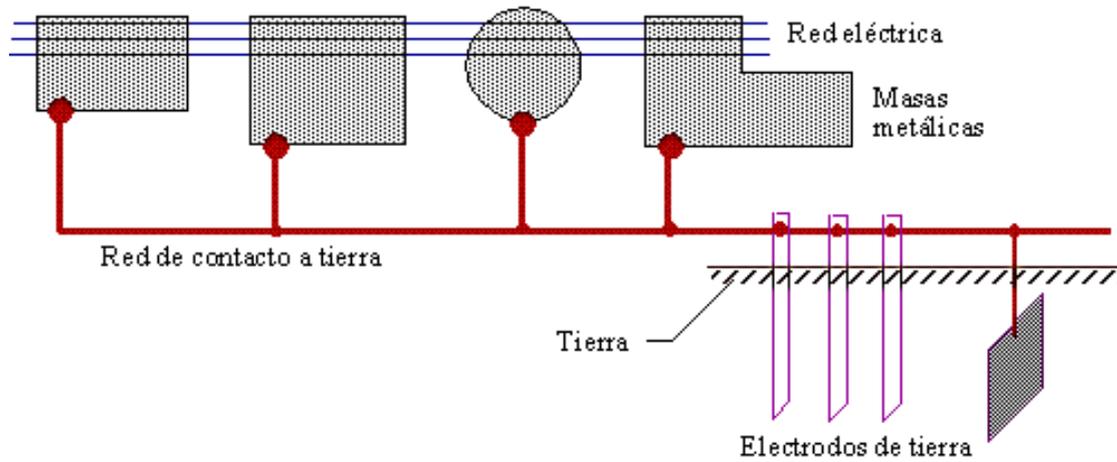


Figura 1. 20 Conexiones de puesta a tierra de las masas

Fuente: (Molina, s/a, p. 5)

Con la puesta a tierra se trata que las corrientes de defecto a tierra (I_d), tengan un camino más fácil, que el que tendría el cuerpo de una persona que tocara la carcasa metálica bajo tensión. Por tanto como la red de tierras ha de tener una resistencia mucho menor que la del cuerpo humano, la corriente de defecto circulará por la red de tierra, en vez de hacerlo por el cuerpo de la persona. (Molina, s/a, pp. 5, 6)

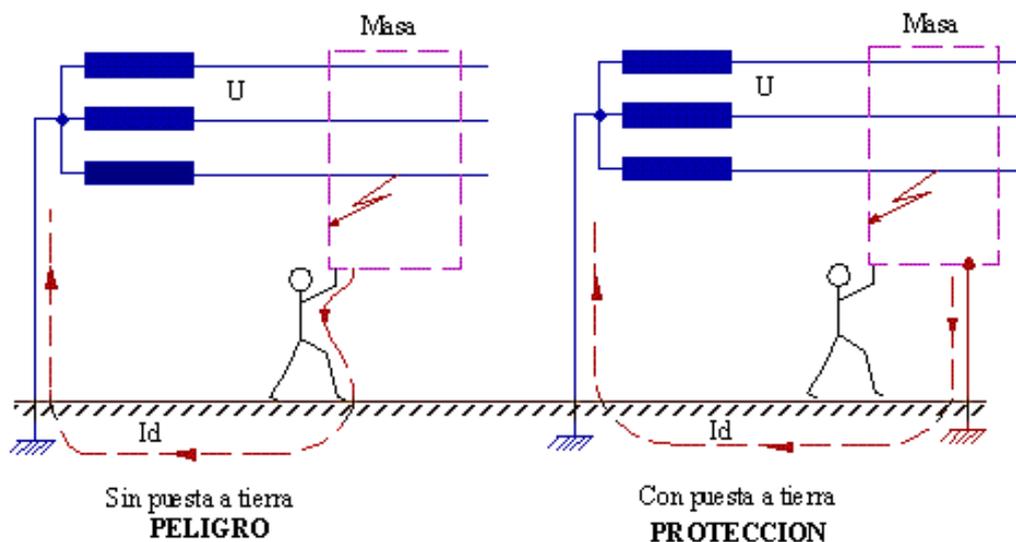


Figura 1. 21 Principios de la protección con puesta a tierra

Fuente: (Molina, s/a, p. 6)

CAPÍTULO 2

ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO

2.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se define el problema. Partiendo de esto, se establecen las especificaciones técnicas, se presenta y evalúa las alternativas de la máquina para el moldeado de carne molida para la preparación de hamburguesas, con la finalidad de escoger la máquina adecuada para la solución del problema.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Desde hace muchos años atrás las hamburguesas se han venido convirtiendo en una de las comidas rápidas preferidas de la ciudadanía, en especial de la juventud. En la hamburguesa una de sus partes principales es la carne, que está elaborada de carne molida condimentada, pero para que coincida en un pan para hamburguesa, antes hay que aplastarla y moldearla con el fin de que tome su forma ideal.

Hoy en día los locales de comida rápida han aumentado en gran cantidad, con uno de sus productos principales en ventas como son las hamburguesas, pero para llegar al final de la elaboración de una hamburguesa, uno de los procesos que más lleva tiempo es el moldeado de la carne molida, que resulta muy agobiante y poco eficiente para una tarea manual, limitando así la cantidad de hamburguesas que saldrán a la venta.

En la actualidad, se puede elaborar una maquina prototipo que permita elaborar con menor esfuerzo, disminuir los tiempos y costos de producción de la porción de carne molida para la preparación de hamburguesas.

Con la máquina semiautomática se obtendrá una mayor cantidad de porciones de carne molida para hamburguesas en menor tiempo, que reemplacen la elaboración manual y lenta de una persona.

2.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tabla 2. 1 Especificaciones técnicas de la máquina

EMPRESA: HOT BURGER	PRODUCTO: MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA EL MOLDEADO DE CARNE MOLIDA PARA LA PREPARACIÓN DE HAMBURGUEAS		FECHA INICIO: 07/01/2014
			FECHA FINAL: 22/04/2014
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
CRITERIO	PROPONE		REQUERIMENTOS
	CLIENTE	DISEÑADOR	
FUNCIÓN	X		Elaborar mínimo 150 porciones de carne/hora (depende del usuario).
	X	X	Incorporar un mesón o recipiente donde se pueda ir acumulando las porciones de carne.
MATERIALES	X	X	Contacto con Alimentos: Acero Inoxidable y/o Duralon Molde: Duralon Estructura: Acero Inoxidable
DIMENSIONES	X		Dimensiones de las porciones de carne: 12,5 [cm] de diámetro y un espesor máximo de 4 [mm].
	X	X	El espacio total ocupado por la máquina debe ser el mínimo posible no mayor a: 0,50m ² .

FABRICACIÓN		X	Construcción con materia prima disponible en el mercado.
	X	X	El presupuesto máximo asignado para la construcción es de 3000 [USD].
MANTENIMIENTO		X	Accesibilidad a todos los dispositivos.
		X	Las partes en contacto con la carne deben ser desmontables para su fácil limpieza.
ESTÉTICA Y ERGONOMÍA		X	Diseño atractivo. Fácil operación: no necesita personal capacitado. Tamaño y peso para la manipulación adecuada de una persona.

Fuente: Propia

2.4 PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS

La presentación de alternativas se realiza en base a las especificaciones técnicas requeridas para el diseño y construcción del prototipo, propuestas por el cliente y el diseñador.

2.4.1 ALTERNATIVA A: SISTEMA DE MOLDEADO NEUMÁTICO

Este sistema consta de un compresor, que a través de una manguera transmite aire comprimido al cilindro neumático, para que este desplace el embolo de manera vertical dentro de un recipiente cilíndrico y a la vez presionar la masa de carne molida por un tubo conducto hasta llenar el molde.

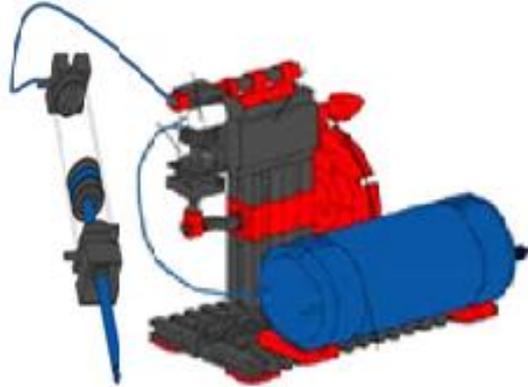


Figura 2. 1 Sistema neumático

Fuente: Propia

2.4.1.1 Ventajas

- El aire es de fácil captación.
- Los sistemas neumáticos son muy seguros. Dado que la mayoría de estos sistemas utilizan aire, una fuga no produce contaminación
- El aire es ilimitado.
- El aire es almacenado y comprimido en acumuladores o tanques, puede ser transportado y utilizado donde y cuando se precise.
- El aire es fiable, incluso a temperaturas extremas.

2.4.1.2 Desventajas

- El costo de operación a largo plazo de estos sistemas puede ser alto porque se necesita una gran cantidad de energía para comprimir el suficiente gas para permitir que el sistema ejerza una cantidad adecuada de presión.
- Poca precisión en la cantidad de carne molida que debe llenar el molde.
- Para la preparación del aire comprimido es necesario la eliminación de impurezas y humedades previas a su utilización.
- El aire que escapa a la atmosfera produce ruidos bastante molestos.

- Debido a su gran compresibilidad, no se obtienen velocidades uniformes en, los elementos de trabajo.

2.4.2 ALTERNATIVA B: SISTEMA DE MOLDEADO MECÁNICO

Este sistema consta de un motorreductor, donde su eje esta acoplado a un piñón que al girar desplaza verticalmente una cremallera que funciona como embolo dentro de un recipiente cilíndrico, para presionar la masa de carne molida hacia un molde a través de un tubo conducto.

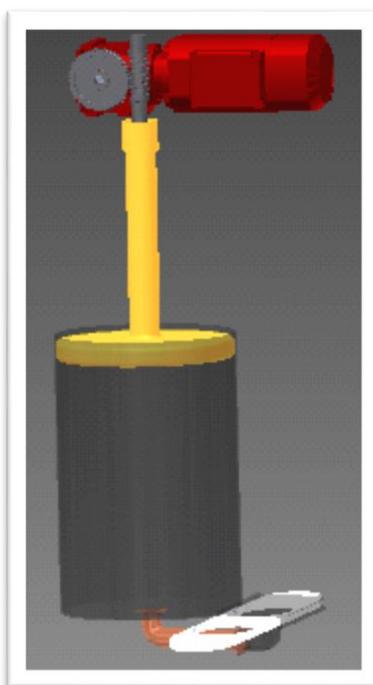


Figura 2. 2 Sistema mecánico

Fuente: Propia

2.4.2.1 Ventajas

- Mayor precisión en la cantidad de carne molida que debe llenar el molde.
- No existen problemas de desplazamiento, por lo que es un sistema muy eficiente para transmitir movimiento entre dos ejes de una máquina.
- Relación de transmisión constante e independiente de la carga.
- Seguridad de funcionamiento y larga duración, soportando sobrecargas y no precisando más que una escasa vigilancia.

- Dimensiones reducidas de sus componentes y elevado rendimiento.

2.4.2.2 Desventajas

- No pueden transmitir potencia entre distancias grandes entre centros, para estos casos se utiliza poleas o cadenas.
- Sus componentes son relativamente costosos.
- Ruido durante el funcionamiento.
- Requieren mantenimiento: control y lubricación.

2.5 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

La mejor alternativa para el diseño y construcción de la máquina se determina considerando los aspectos claves de cada criterio de selección.

2.5.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN

Se toman en cuenta nueve criterios de selección: funcionalidad, operación, manufactura, mantenimiento, costo, montaje, tamaño, peso y estética.

2.5.1.1 Funcionalidad

La máquina debe garantizar la formación de la porción de carne molida en el diámetro y espesor especificados 12,5 y 0,4 [cm] respectivamente.

2.5.1.2 Operación

La máquina debe operar sin necesidad de personal especializado donde la velocidad del proceso de producción depende del usuario.

2.5.1.3 Manufactura

Para la fabricación de la máquina debe tomarse en cuenta la maquinabilidad y disponibilidad de los materiales en el mercado nacional.

2.5.1.4 Mantenimiento

La máquina deberá permitir:

- Facilidad de limpieza de los elementos en contacto con la carne molida.
- Accesibilidad a los diferentes mecanismos y elementos mecánicos.
- Realizar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.

2.5.1.5 Costo

El costo es un factor determinante ya que involucra no solo el costo de la máquina (materiales, accesorios y manufactura) sino también los costos de operación y mantenimiento. La máquina a diseñarse debe tener un costo accesible.

2.5.1.6 Montaje

Facilidad de montaje y desmontaje de los elementos en contacto con la carne molida (recipiente contenedor, tubo conducto y molde) con el fin de facilitar las tareas de llenado de la carne molida y limpieza de los elementos.

2.5.1.7 Tamaño

La máquina debe tener un tamaño que permita posicionarse fácilmente en el local de comida rápida HOT BURGUER, además el tamaño de los elementos de la máquina que van a ser desmontados frecuentemente (recipiente contenedor, tubo

conducto y molde) deben tener un tamaño adecuado para ser transportados y manipulados por una persona.

2.5.1.8 Peso

Los elementos de la máquina que van a ser desmontados frecuentemente (recipiente contenedor, tubo conducto y molde) deben tener un bajo peso para ser transportados y manipulados por una persona.

2.5.1.9 Estética

La máquina debe tener un diseño atractivo a la vista del cliente tomando en cuenta las exigencias del mercado. El acabado que se le dé a la máquina debe ser el adecuado para cada material empleado en su construcción.

2.5.2 MÉTODO ORDINAL CORREGIDO DE CRITERIOS PONDERADOS

Para seleccionar la alternativa más adecuada en el moldeado de la carne molida se utiliza el método ordinal corregido de criterios ponderados.

La mayor parte de las veces, para decidir entre diversas alternativas de solución a un mismo caso basta conocer el orden de preferencia de su evaluación global. Es por ello que se recomienda el método ordinal corregido de criterios ponderados, sin la necesidad de evaluar los parámetros de cada propiedad y sin tener que estimar numéricamente el peso de cada criterio, permite obtener resultados globales suficientemente significativos, se basa en unas tablas en donde cada criterio (o solución, para un determinado criterio) se confronta con los restantes criterios (o soluciones) y se asignan los valores siguientes:

1 Si el criterio (o solución) de las filas es superior (o mejor; $>$) que el de las columnas

0,5 Si el criterio (o solución) de las filas es equivalente (=) al de las columnas

0 Si el criterio (o solución) de las filas es inferior (o peor; <) que el de las columnas

Luego, para cada criterio (o solución), se suman los valores asignados en relación a los restantes criterios (o soluciones) al que se le añade una unidad (para evitar que el criterio o solución menos favorable tenga una valoración nula); después, en otra columna se calculan los valores ponderados para cada criterio (o solución).

Finalmente, la evaluación total para cada solución resulta de la suma de productos de los pesos específicos de cada solución por el peso específico del respectivo criterio. (Riba, 2002, pp. 59, 60)

Tabla 2. 2 Evaluación del peso específico de cada criterio

Criterio	Funcionalidad	Montaje	Mantenimiento	Operación	Manufactura	Costo	Tamaño	Peso	Estética	$\Sigma+1$	Ponderación
Funcionalidad		1	1	1	1	1	1	1	1	9	0,2
Montaje	0		1	1	1	1	1	1	1	8	0,178
Mantenimiento	0	0		1	1	1	1	1	1	7	0,156
Operación	0	0	0		1	1	1	1	1	6	0,133
Manufactura	0	0	0	0		0,5	1	1	1	4,5	0,1
Costo	0	0	0	0	0,5		1	1	1	4,5	0,1
Tamaño	0	0	0	0	0	0		0,5	1	2,5	0,056
Peso	0	0	0	0	0	0	0,5		1	2,5	0,056
Estética	0	0	0	0	0	0	0	0		1	0,022
									suma	45	1

Fuente: Propia

Esta tabla compara cada criterio con los restantes criterios para establecer cuál de ellos tiene mayor importancia e incidencia en la decisión final de la solución.

Evaluación de los pesos específicos de las alternativas propuestas para cada criterio:

Evaluación del peso específico del criterio Funcionalidad.

Tabla 2. 3 Evaluación del peso específico del criterio funcionalidad

Alternativa B > Alternativa A

FUNCIONALIDAD	Solución A	Solución B	$\Sigma +1$	Ponderación
Alternativa A		0	1	0,333
Alternativa B	1		2	0,667
		Suma	3	1

Fuente: Propia

Esta tabla indica que la solución B (Sistema de Moldeado Mecánico) es la mejor alternativa con respecto a la funcionalidad debido a que tiene mayor precisión en el moldeado de la carne molida.

Evaluación del peso específico del criterio Mantenimiento.

Tabla 2. 4 Evaluación del peso específico del criterio mantenimiento

Alternativa A = Alternativa B

MANTENIMIENTO	Solución A	Solución B	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		0,5	1,5	0,5
Alternativa B	0,5		1,5	0,5
		Suma	3	1

Fuente: Propia

Esta tabla indica que la alternativa A y la alternativa B son equivalentes en cuanto a la incidencia del mantenimiento debido a que ambas soluciones presentan mantenimiento preventivo y correctivo.

Evaluación del peso específico del criterio Operación.

Tabla 2. 5 Evaluación del peso específico del criterio operación

Alternativa B > Alternativa A				
OPERACIÓN	Solución A	Solución B	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		0	1	0,333
Alternativa B	1		2	0,667
		Suma	3	1

Fuente: Propia

Esta tabla indica que la alternativa B (Sistema de Moldeado Mecánico) muestra mayor velocidad de operación controlada fácilmente por el usuario que la alternativa A (Sistema de Moldeado Neumático).

Evaluación del peso específico del criterio Manufactura.

Tabla 2. 6 Evaluación del peso específico del criterio manufactura

Alternativa A = Alternativa B				
MANUFACTURA	Solución A	Solución B	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		0,5	1,5	0,5
Alternativa B	0,5		1,5	0,5
		Suma	3	1

Fuente: Propia

Esta tabla indica que la maquina se puede construir escogiendo cualquiera de las dos alternativas propuestas, debido a que los materiales requeridos existen en el mercado nacional.

Evaluación del peso específico del criterio Costo.

Tabla 2. 7 Evaluación del peso específico del criterio costo

Alternativa B > Alternativa A				
COSTO	Solución A	Solución B	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A			1	0,333
Alternativa B	1		2	0,667
		Suma	3	1

Fuente: Propia

Esta tabla indica que el costo de la alternativa B (Sistema de Moldeado Mecánico) es menor al de la alternativa A (Sistema de Moldeado Neumático), causando mayor incidencia el costo de operación y mantenimiento. Por lo que la alternativa B es recomendada a elegirse en cuanto a este criterio.

Evaluación del peso específico del criterio Montaje.

Tabla 2. 8 Evaluación del peso específico del criterio montaje

Alternativa A = Alternativa B				
MONTAJE	Solución A	Solución B	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		0,5	1,5	0,5
Alternativa B	0,5		1,5	0,5
		Suma	3	1

Fuente: Propia

Esta tabla indica que con cualquiera de las dos alternativas propuestas se puede construir una máquina con facilidad de montaje y desmontaje de los elementos en mayor contacto con la carne molida, por lo que este criterio es equivalente.

Evaluación del peso específico del criterio Tamaño.

Tabla 2. 9 Evaluación del peso específico del criterio tamaño

Alternativa A = Alternativa B				
TAMAÑO	Solución A	Solución B	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		0,5	1,5	0,5
Alternativa B	0,5		1,5	0,5
		Suma	3	1

Fuente: Propia

Esta tabla indica que el criterio de tamaño es equivalente, debido a que con cualquiera de las alternativas propuestas la máquina puede tener el tamaño adecuado.

Evaluación del peso específico del criterio Peso.

Tabla 2. 10 Evaluación del peso específico del criterio peso

Alternativa A = Alternativa B				
PESO	Solución A	Solución B	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		0,5	1,5	0,5
Alternativa B	0,5		1,5	0,5
		Suma	3	1

Fuente: Propia

Esta tabla indica que el criterio de peso es equivalente, debido a que con cualquiera de las alternativas propuestas la máquina puede tener el peso adecuado.

Evaluación del peso específico del criterio Estética.

Tabla 2. 11 Evaluación del peso específico del criterio estética

Alternativa A = Alternativa B				
ESTÉTICA	Solución A	Solución B	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		0,5	1,5	0,5
Alternativa B	0,5		1,5	0,5
		Suma	3	1

Fuente: Propia

Esta tabla indica que el criterio de estética es equivalente, debido a que con cualquiera de las alternativas propuestas la máquina puede tener un diseño vistoso.

A continuación se presenta el cálculo para cada criterio de selección y la ponderación final en la tabla de resultados.

Tabla 2. 12 Resultados

Criterio	Funcionalidad	Montaje	Mantenimiento	Operación	Manufactura	Costo	Tamaño	Peso	Estética	Σ	Ponderación
AA	0,066	0,089	0,078	0,044	0,05	0,033	0,028	0,028	0,011	0,427	2

AB	0,133	0,089	0,078	0,088	0,05	0,066	0,028	0,028	0,011	0,571	1
----	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	---

Fuente: Propia

En la tabla de resultados se puede observar que las dos alternativas cumplen con las especificaciones requeridas, pero la sumatoria de los criterios de selección de la alternativa B es mayor.

2.6 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

La alternativa B está mejor situada que la alternativa A según la tabla 2.9. Por lo tanto la ponderación igual a 1 con respecto a la igual a 2, indica que es la opción más acertada y el prototipo a diseñarse es la máquina semiautomática para el moldeado de carne molida para la preparación de hamburguesas con sistema de moldeado mecánico.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se detalla el diseño de las partes a fabricarse y la selección de elementos y dispositivos de la máquina para el moldeado de la carne molida para la preparación de hamburguesas, considerando las características que deben reunir cada uno de ellos, en lo referente a materiales y dimensiones, para satisfacer de mejor manera las especificaciones descritas en el capítulo 2.

También se diseña el circuito eléctrico de control y se detallan sus componentes seleccionados y normalizados.

3.2 DISEÑO MECÁNICO

Los parámetros considerados para el diseño mecánico se obtienen en base a las características que tiene la porción de carne molida elaborada en forma manual y las propiedades de la carne molida para la preparación de hamburguesas. Los parámetros sirven de condiciones para el diseño de las diferentes partes de la máquina.

- Producción: mínimo 150 [porciones de carne/hora].
- Diámetro de porción de carne molida: 12,5 [cm].
- Espesor de porción de carne molida: máximo 4 [mm].
- Capacidad: máximo 10 [lb] de carne molida.
- Área ocupada por la máquina: 0,50 [m²]

En la figura 3.1 se indican las partes principales de la máquina, y que servirán de guía para el diseño y selección de las diferentes piezas y elementos.

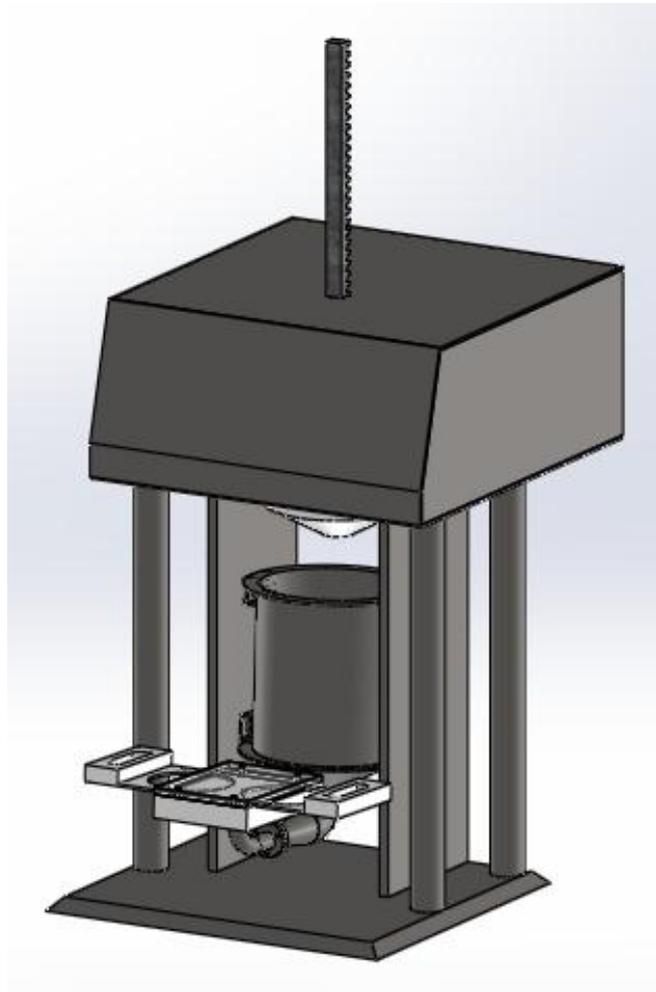


Figura 3. 1 Máquina semiautomática para el moldeado de carne molida

Fuente: Propia

3.2.1 RECIPIENTE CONTENEDOR

Para la construcción del recipiente contenedor se considera el volumen aproximado de $0,010 \text{ [m}^3\text{]}$ que abarca las 10 [libras] de carne de hamburguesa y la presión necesaria para que la carne molida recorra el volumen de una porción de carne en un tiempo adecuado dentro del cilindro.

De la masa total salen aproximadamente 300 porciones de carne, además que la porción de carne elaborada en forma manual tiene una masa promedio de $0,030 \text{ [kg]}$ y un volumen aproximado a $50 \text{ [cm}^3\text{]}$.

La tabla 3.1 muestra los resultados de las pruebas realizadas a la carne molida de hamburguesa de 10 a 20 [lb], en los parámetros siguientes: fuerza, masa, volumen y tiempo.

Tabla 3. 1 Resultados de las pruebas realizadas a la carne molida

No.	Masa Aplicada [Kg]	Tiempo [s]	Volumen de Carne [cm³]	Masa de Carne [Kg]
1	60	58	6	0,0036
2	63	50	8	0,0048
3	66	43	12	0,0072
4	69	35	20	0,012
5	72	30	29	0,0174
6	75	28	34	0,0204
7	78	24	39	0,0234
8	81	22	42	0,0252
9	84	18	45	0,027
10	87	14	50	0,03
11	90	12	50	0,03

Fuente: Propia

Según la tabla 3.1 se necesita aplicar una masa igual a 90 [Kg] para que cumpla con los parámetros de diseño establecidos en la sección 3.2.

La fuerza necesaria para comprimir y desplazar la carne se calcula con la ecuación:

$$F = m \cdot a \quad \text{[Ecuación 3. 1]}$$

En este caso la aceleración es igual a la gravedad:

$$a = g$$

$$F = 90(9.81)$$

$$F = 882.9 \text{ [N]}$$

Donde:

F: Fuerza

m: masa aplicada

a: aceleración

g: gravedad

Capacidad de producción

Según los parámetros establecidos en la sección 3.2 se necesita una producción mínima de 150 porciones de carne/hora, es decir el tiempo máximo en el moldeado de cada porción de carne molida es de 24 [s].

Con la ayuda de estos valores a continuación se calcula la capacidad de producción:

$$Q_p = \frac{1 \text{ porción de carne}}{24 \text{ segundos}} \times \frac{3600 \text{ segundos}}{1 \text{ hora}} \times \frac{0.003 \text{ Kg}}{1 \text{ porción de carne}}$$

$$Q_p = 0.45 \text{ [Kg/ hora]}$$

Tomando en cuenta los siguientes criterios determinantes:

- a) El espacio total ocupado por la máquina de acuerdo a la tabla 2.1 de especificaciones técnicas debe ser el mínimo posible no mayor a 0,50m².
- b) El valor de la diferencia de la fuerza aplicada a una masa de 20 [lb] de carne molida y a una masa de 10 [lb] de carne molida para que se desplace es mínimo.
- c) Los elementos desmontables de la máquina, especialmente el recipiente contenedor no deben ser grandes y pesados, ya que van a ser manipulados por una persona.

Se reduce la capacidad del volumen del recipiente contenedor a la mitad, en donde abarcan 10 [lb] de carne molida:

$$V = \frac{0.020}{2}$$

$$V = 0.010 \text{ [m}^3\text{]}$$

Cabe aclarar que las 10 [lb] de masa de carne molida sobrantes cumplirán el moldeado seguidamente en un nuevo proceso de llenado que se hará al recipiente contenedor. El tiempo de llenado del recipiente contenedor se sustituirá con el tiempo ganado en la capacidad de producción.

Se diseña un envase cilíndrico de volumen igual a 0.010 m^3 , las dimensiones que debe tener para que la cantidad de lámina de material empleada sea mínima.

$$V_c = \pi \cdot r^2 \cdot h \quad \text{[Ecuación 3. 2]}$$

$$0.010 = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

El área total del cilindro se calcula:

$$A_t = 2A_c + A_l \quad \text{[Ecuación 3. 3]}$$

$$A_c = \pi \cdot r^2$$

$$A_l = 2\pi \cdot r \cdot h$$

$$A_t = 2\pi \cdot r^2 + 2\pi \cdot r \cdot h$$

Despejamos h de la ecuación 3.2:

$$h = \frac{0.010}{\pi \cdot r^2}$$

Sustituyo h en la ecuación 3.3:

$$A(r) = 2\pi r^2 + 2\pi r \left(\frac{0.010}{\pi r^2} \right)$$

Simplificamos y nos queda:

$$A(r) = 2\pi r^2 + 0.020r^{-1}$$

Derivamos e igualamos a cero para encontrar el mínimo valor de la función:

$$A'(r) = 4\pi r - 0.020r^{-2}$$

$$4\pi r - 0.020r^{-2} = 0$$

Encontramos la ecuación para r:

$$\pi r - \frac{0.005}{r^2} = 0$$

$$\frac{\pi r^3 - 0.005}{r^2} = 0$$

$$r^2 \neq 0 \quad ; \quad \pi r^3 - 0.005 = 0$$

$$r^3 = \frac{0.005}{\pi}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{0.005}{\pi}}$$

Aplicamos la regla de la segunda derivada a A(r):

$$A'(r) = 4\pi r - 0.020r^{-2}$$

$$A''(r) = 4\pi + 2(0.020)r^{-3}$$

$$A''(r) = 4\pi + \frac{0.040}{r^3}$$

Reemplazo r en la ecuación:

$$A''(r) = 4\pi + \frac{0.040}{(\sqrt[3]{0.005/\pi})^3}$$

$A''(r) > 0$, nos indica que tenemos un valor mínimo:

$$A''(r) = 12\pi$$

Reemplazo r en la ecuación de h:

$$h = \frac{0.010}{\pi r^2}$$

$$h = \frac{0.010}{\pi(\sqrt[3]{0.005/\pi})^2}$$

$$h = 0.23 \text{ [m]}$$

El valor de r es igual a:

$$r = 0.11 \text{ [m]}$$

Se debe hacer una distinción entre los **cilindros de pared delgada** y los **cilindros de pared gruesa**. Cuando el diámetro interior de un cilindro d_i es 40 veces más grande que su espesor t_h , se puede usar con seguridad el análisis de pared delgada. Para razones más pequeñas de los diámetros interiores de los cilindros con el espesor, se debe usar el análisis de pared gruesa. Expresando matemáticamente lo anterior se obtiene:

$$\frac{d_i}{t_h} > 40 \rightarrow \text{cilindro de pared delgada}$$

$$\frac{d_i}{t_h} < 40 \rightarrow \text{cilindro de pared gruesa (Hamrock, Jacobson \& Schmid, 2000, p. 390)}$$

Con el diámetro interior igual a 220 mm y el espesor igual a 4 mm del cilindro se distingue entre el cilindro de pared delgada o gruesa.

$$\frac{0,22}{0,004} > 40$$

$$55 > 40$$

Donde:

di: diámetro interior

th: espesor

Se requiere construir un cilindro de pared delgada, ya que el diámetro interior igual supera en cincuenta y cinco veces el espesor.

La presión ejercida se calcula:

$$P = \frac{F}{A} \quad \text{[Ecuación 3. 4]}$$

$$P = \frac{882.9}{0.038}$$

$$P = 23234.21 \text{ [N/m}^2\text{]}$$

Donde:

P: Presión

F: Fuerza

A: Área

El material soporta una fluencia mínima de $310 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ antes de deformarse, y la presión es de 23234.21 N/m^2 , por lo tanto el cilindro si soporta la presión en su interior.

3.2.1.1 Esfuerzos a los que está sometido el cilindro

Con la ayuda de la presión interna se encuentra los esfuerzos a los que está sometido el cilindro.

$$\sigma_t = \frac{P_i \cdot r}{t_h} \quad \text{[Ecuación 3. 5]}$$

$$\sigma_l = \frac{P_i \cdot r}{2t_h} \quad \text{[Ecuación 3. 6]}$$

Donde:

σ_t = esfuerzo tangencial [N/m^2]

σ_l = esfuerzo longitudinal [N/m^2]

r = radio del cilindro

P_i = presión interna

t_h = espesor de la placa

$$\sigma_t = \frac{(23234.21)(0.11)}{0.004}$$

$$\sigma_l = \frac{(23234.21)(0.11)}{2(0.004)}$$

3.2.1.2 Análisis del cilindro según la teoría del esfuerzo cortante máximo (MSST)

Aplicando la teoría del esfuerzo cortante máximo se determina el factor de seguridad.

$$\sigma_1 = \sigma_t$$

$$\sigma_2 = \sigma_l$$

$$\sigma_e = \sigma_1 + \sigma_2 \quad \text{[Ecuación 3. 7]}$$

$$\sigma_e = 638940.77 + 319470.38$$

$$\sigma_e = 958411.15$$

La teoría del esfuerzo cortante máximo dice:

$$\sigma_e = \sigma_1 + \sigma_2 \leq \frac{S_y}{n}$$

[Ecuación 3. 8]

(Budynas & Nisbett, 2008)

Donde:

σ_1, σ_2 = esfuerzos principales

σ_e = esfuerzo equivalente.

S_y = esfuerzo de fluencia del Acero Inoxidable AISI 304

n = Factor de seguridad

$$958411.15 \leq \frac{310 \times 10^6}{n}$$

$$n \leq \frac{310 \times 10^6}{958411.15}$$

$$n \leq 323.45$$

Se puede decir que el cilindro está sobredimensionado, por lo tanto el material es adecuado para su construcción.

3.2.1.3 Cono truncado

En la punta del recipiente contenedor se diseña un cono truncado para que se adapte al cilindro, permitiendo que la carne molida se deslice con mayor facilidad.

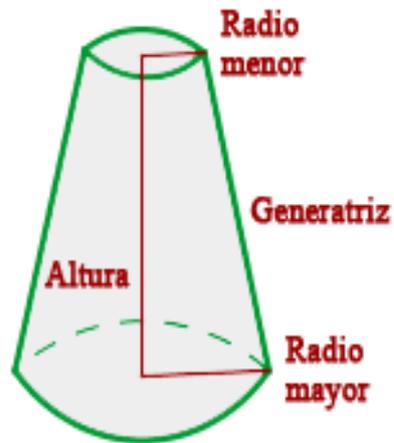


Figura 3. 2 Elementos del cono truncado

Fuente: (Geoka, s/a, p. 1)

Se tiene como dato el radio del cilindro = 0,11[m], que es el radio mayor; el radio menor es el radio del tubo conducto = 0,025 [m] y la altura es igual a 0,05 [m].

Se calcula el volumen del cono truncado:

$$V_{ct} = \frac{1}{3} \pi \cdot h (R^2 + r^2 + R \cdot r) \quad \text{[Ecuación 3. 9]}$$

Donde:

V_{ct} = volumen del cono truncado

h = altura

R = radio mayor

r = radio menor

Se reemplaza los valores:

$$V_{ct} = \frac{1}{3} \pi \cdot 0,05(0,11^2 + 0,025^2 + 0,00275)$$

$$V = 8,05 \times 10^{-04} \text{ [m}^3\text{]}$$

El volumen total del recipiente contenedor es la suma del volumen del cilindro y del volumen del cono truncado.

$$V = V_c + V_{ct} \quad \text{[Ecuación 3. 10]}$$

$$V = 0,010 + 8,05 \times 10^{-04}$$

$$V = 0,0108 \text{ [m}^3\text{]}$$

3.2.1.4 Tubo conducto

El tubo conducto permite trasladar la carne molida del recipiente contenedor al molde con la mayor fluidez posible y reduciendo uniformemente su área.

Para el tubo conducto se usa conexiones soldables a tope de acero inoxidable AISI 304, son las siguientes:

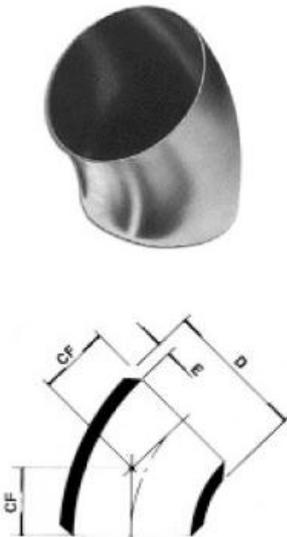
- Codo a 45° de radio largo
- Reducción de copa concéntrica
- Codo a 90° de radio largo

Se selecciona en la tabla 3.2 un codo a 45° de radio largo de 2”:

Tabla 3. 2 Codos a 45 ° de radio largo

Normas Ansi y MSS. Aisi 304L y 316L.

DIAMETRO NOMINAL	D mm	CF mm	E según schedule			
			Sch. 5S	Sch.10S	Sch.40S	Sch.80S
1/2	21,3	38,1	1,65	2,11	2,77	3,73
3/4	26,7	28,6	1,65	2,11	2,87	3,91
1	33,4	38,1	1,65	2,77	3,38	4,55
1 1/4	42,2	47,6	1,65	2,77	3,56	4,85
1 1/2	48,3	57,2	1,65	2,77	3,68	5,08
2	60,3	76,2	1,65	2,77	3,91	5,54
2 1/2	73,0	95,3	2,11	3,05	5,16	7,01
3	88,9	114,3	2,11	3,05	5,49	7,62
3 1/2	101,6	133,4	2,11	3,05	5,74	8,08
4	114,3	152,4	2,11	3,05	6,02	8,56
5	141,3	190,5	2,77	3,40	6,55	9,53
6	168,3	228,6	2,77	3,40	7,11	10,97
8	219,1	304,8	2,77	3,76	8,18	12,70
10	273,1	381,0	3,40	4,19	9,27	12,70
12	323,9	457,2	3,96	4,57	9,53	12,70
14	355,6	533,4	3,96	4,78	9,53	12,70
16	406,4	609,6	4,19	4,78	9,53	12,70
18	457,2	685,8	4,19	4,78	9,53	12,70
20	508,0	762,0	4,78	5,54	9,53	12,70
24	609,6	914,4	5,54	6,35	9,53	12,70

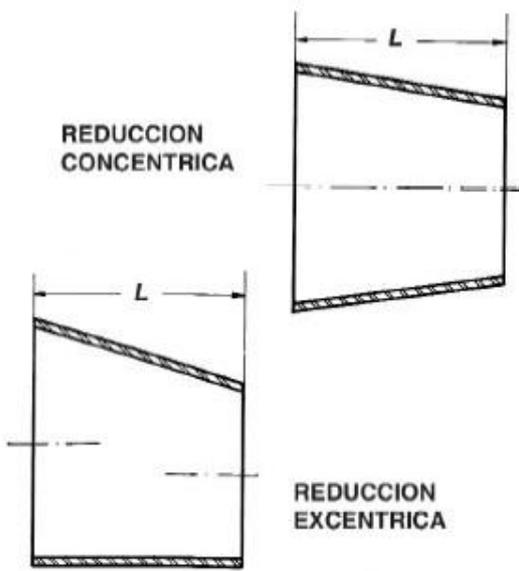


Fuente: (Caldinox, s/a, p. 2)

Se selecciona en la tabla 3.3 una reducción de copa concéntrica de 2” a 1”:

Tabla 3. 3 Reducción de copa concéntrica

DIAMETRO EXTERIOR EN PULGADAS	EN mm	L
1 1/2" x 1"	38,1 x 25,4	50,8
2" x 1"	50,8 x 25,4	102
x 1 1/2"	50,8 x 38,1	50,8
2 1/2" x 1"	63,5 x 25,4	152,4
x 1 1/2"	63,5 x 38,1	102
x 2"	63,5 x 50,8	50,8
3" x 1 1/2"	76,2 x 38,1	152,4
x 2"	76,2 x 50,8	102
x 2 1/2"	76,2 x 63,5	50,8
4" x 1 1/2"	101,6 x 38,1	254
x 2"	101,6 x 50,8	203
x 2 1/2"	101,6 x 63,5	152,4
x 3"	101,6 x 76,2	102



Fuente: (Caldinox, s/a, p. 3)

Se selecciona en la tabla 3.4 un codo a 90° de radio largo de 1”:

Tabla 3. 4 Codos a 90 ° de radio largo

Normas Ansi y MSS. Aisi 304L y 316L.

DIAMETRO NOMINAL	D mm	CF mm	E según schedule			
			Sch. 5S mm	Sch.10S mm	Sch.40S mm	Sch.80S mm
1/2	21,3	38,1	1,65	2,11	2,77	3,73
3/4	26,7	28,6	1,65	2,11	2,87	3,91
1	33,4	38,1	1,65	2,77	3,38	4,55
1 1/4	42,2	47,6	1,65	2,77	3,56	4,85
1 1/2	48,3	57,2	1,65	2,77	3,68	5,08
2	60,3	76,2	1,65	2,77	3,91	5,54
2 1/2	73,0	95,3	2,11	3,05	5,16	7,01
3	88,9	114,3	2,11	3,05	5,49	7,62
3 1/2	101,6	133,4	2,11	3,05	5,74	8,08
4	114,3	152,4	2,11	3,05	6,02	8,56
5	141,3	190,5	2,77	3,40	6,55	9,53
6	168,3	228,6	2,77	3,40	7,11	10,97
8	219,1	304,8	2,77	3,76	8,18	12,70
10	273,1	381,0	3,40	4,19	9,27	12,70
12	323,9	457,2	3,96	4,57	9,53	12,70
14	355,6	533,4	3,96	4,78	9,53	12,70
16	406,4	609,6	4,19	4,78	9,53	12,70
18	457,2	685,8	4,19	4,78	9,53	12,70
20	508,0	762,0	4,78	5,54	9,53	12,70
24	609,6	914,4	5,54	6,35	9,53	12,70



Fuente: (Caldinox, s/a, p. 1)

La figura 3.3 muestra los elementos del recipiente contenedor.

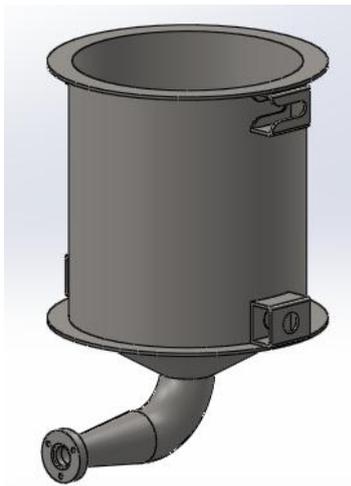


Figura 3. 3 Recipiente contenedor

Fuente: Propia

3.2.2 EMBOLO

El embolo se diseña tomando como material al duralon, ya que gracias a “sus propiedades lo convierten en el material ideal para el maquinado de piezas que se utilizan en la industria cárnica, por ejemplo: en planchas de corte y procesamientos de carne” (Grupo Carrion Alvarez, 2014, p. 4).

El embolo adopta la forma del cono truncado del recipiente contenedor, permitiendo expulsar toda la carne molida del recipiente contenedor.

El embolo está expuesto a esfuerzo de compresión y se calcula:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \text{[Ecuación 3. 11]}$$

$$\sigma = \frac{882.9}{0.038}$$

$$\sigma = 23234.21 \text{ [N/m}^2\text{]}$$

“El duralon tiene una resistencia a la fluencia igual a 10.78 [MPa]” (Grupo Carrion Alvarez, 2014, p. 5), con la ayuda de este dato se calcula el factor de seguridad:

$$n = \frac{S_y}{\sigma} \quad \text{[Ecuación 3. 12]}$$

$$n = \frac{10 \times 10^6}{23234.21}$$

$$n = 430.4$$

El valor obtenido del factor de seguridad nos indica que el material está sobredimensionado para el uso que se le va a dar.

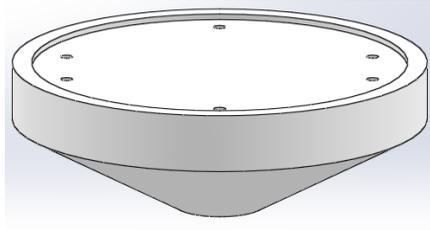


Figura 3. 4 Embolo

Fuente: Propia

3.2.3 POTENCIA REQUERIDA

El torque se calcula del producto de la fuerza necesaria para desplazar la carne molida y el radio del piñón:

$$Tr = F \times r \quad \text{[Ecuación 3. 13]}$$

$$Tr = 882,9N \times 0,05m$$

$$Tr = 44,145 \text{ [N.m]}$$

Una vez obtenido el torque se calcula la potencia teórica que se consume en el sistema. La experiencia ha demostrado que la velocidad adecuada para presionar la carne molida esta entre 10 [rpm] y 35 [rpm].

$$Pt = Tr \cdot w \quad \text{[Ecuación 3. 14]}$$

$$Pt = (44,145) (10rpm) \left(\frac{1min}{60s}\right) \left(\frac{1hp}{746w}\right) \left(\frac{2\pi rad}{1rev}\right)$$

$$Pt = 0,1 \text{ [hp]}$$

Calculado el valor teórico, se puede calcular la potencia real del motor ya que solo se ha considerado la potencia requerida por el sistema, pero no las pérdidas ocasionadas en la transmisión y la eficiencia del motor.

La eficiencia del sistema mediante piñón – cremallera es 98%, la eficiencia del motor se establece en un 90% y la eficiencia del motor reductor para este caso se asume el valor del 98%.

$$Pr = \frac{P}{(n_{motor} \times n_{motoreductor} \times n_{sistema})} \quad \text{[Ecuación 3. 15]}$$

$$Pr = \frac{0,22[hp]}{(0,90 \times 0,98 \times 0,98)}$$

$$Pr = 0,12 \text{ [hp]}$$

3.2.4 PIÑÓN – CREMALLERA

De acuerdo al funcionamiento de la máquina se requiere de la construcción de piñón y cremallera.

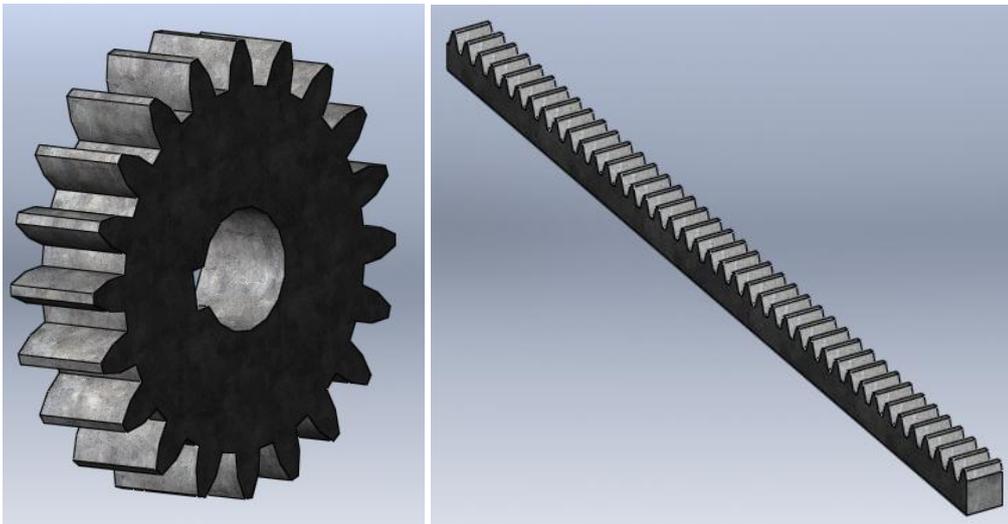


Figura 3. 5 Piñón - cremallera

Fuente: Propia

La fuerza tangencial sobre el engrane se calcula:

$$W_t = \frac{2 \times T_s}{d} \quad \text{[Ecuación 3. 16]}$$

$$W_t = \frac{2 \times (44,145)}{0,10}$$

$$W_t = 882,9 \text{ [N]}$$

$$W_t = 198,483 \text{ [lb]}$$

Se establece un ángulo de presión de 20° , por lo tanto la fuerza radial es igual a:

$$\tan \theta = \frac{W_r}{W_t} \quad \text{[Ecuación 3. 17]}$$

$$\tan 20^\circ = \frac{W_r}{882,9}$$

$$W_r = 321,349 \text{ [N]}$$

La potencia a transmitir es:

$$H = \frac{T_s \times W}{7120,91} \quad \text{[Ecuación 3. 18]}$$

$$H = \frac{(44,145)(35)}{7120,91}$$

$$H = 0,22 \text{ [hp]}$$

El menor número de dientes de un piñón recto que funcionará con una cremallera sin interferencia se determina mediante:

$$N_p = \frac{2(K)}{\text{Sen}^2 \theta} \quad \text{[Ecuación 3. 19]}$$

$$N_p = \frac{2(1)}{\text{Sen}^2 20^\circ}$$

$$N_p = 17,097$$

$$N_p = 20 \text{ dientes}$$

El modulo le calcula:

$$m = \frac{d}{N} \quad \text{[Ecuación 3. 20]}$$

$$m = \frac{100\text{mm}}{20}$$

$$m = 5 \text{ [mm]}$$

El paso circular es igual:

$$p = \pi \cdot m \quad \text{[Ecuación 3. 21]}$$

$$p = \pi \cdot 5$$

$$p = 15,707 \text{ [mm]}$$

$$p = 0,618 \text{ [pulg]}$$

El paso diametral se calcula:

$$p = \frac{N}{d} \quad \text{[Ecuación 3. 22]}$$

$$p = \frac{20}{3,937}$$

$$p = 5,08 \text{ [dientes/pulg]}$$

La velocidad de giro es igual a:

$$V = \frac{\pi dn}{12} \quad \text{[Ecuación 3. 23]}$$

$$V = \frac{\pi (3,937 \text{ pulg})(10 \text{ rpm})}{12}$$

$$V = 10,30 \text{ ft/min}$$

El factor de velocidad se determina:

$$Kv = \frac{1200 + V}{1200} \quad \text{[Ecuación 3. 24]}$$

$$Kv = \frac{1200 + 10,30}{1200}$$

$$Kv = 1$$

Se escoge el valor del factor de forma de Lewis Y, de acuerdo al número de dientes:

“Para 20 dientes Y es igual a 0,322, con un ángulo de presión normal igual a 20°” (Budynas & Nisbett, 2008, p. 718).

El ancho de cara del piñón – cremallera es igual a:

$$F = \frac{K_v \cdot W_t \cdot P}{\sigma \cdot Y} \quad \text{[Ecuación 3. 25]}$$

$$F = \frac{(1)(198,483)(5,08)}{(3550)(0,322)}$$

$$F = 0,9 \text{ [pulg]}$$

Se establecen los siguientes parámetros de construcción de piñón – cremallera:

Tabla 3. 5 Parámetros de construcción de piñón – cremallera

PARÁMETRO	UNIDAD	PIÑÓN	CREMALLERA
Diámetro primitivo	[mm]	100	
Longitud	[mm]		640
Módulo	[mm]	5	5
Número de dientes		20	40
Ancho de cara	[pulg]	1	1

Fuente: Propia

3.2.5 ANÁLISIS HIDRODINÁMICO

El objetivo del análisis hidrodinámico es estudiar la carne molida en movimiento desde el recipiente contenedor hasta llegar al molde. Se considera a la carne molida como un fluido.

3.2.5.1 Caudal

Con la ayuda del volumen del cilindro y el tiempo de la producción mínima, estimado en una hora, se calcula el caudal requerido:

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{[Ecuación 3. 26]}$$

$$Q = \frac{10000}{3600}$$

$$Q = 2,77 \text{ [cm}^3\text{/s]}$$

$$Q = 2,77 \times 10^{-6} \text{ [m}^3\text{/s]}$$

Donde:

Q = Caudal

V = Volumen

t = tiempo

3.2.5.2 Velocidad angular

Se calcula la velocidad lineal de la cremallera en base a la velocidad angular del motorreductor:

$$(10\text{rpm}) \left(\frac{2\pi \text{ rad}}{1\text{rev}} \right) \left(\frac{1\text{min}}{60\text{s}} \right) = 1,05 \text{ rad/s}$$

Se reemplaza:

$$v = w \cdot r \quad \text{[Ecuación 3. 27]}$$

$$v = 1,05 \times 0,05$$

$$v = 0,052 \text{ [m/s]}$$

$$v = 5,2 \text{ [cm/s]}$$

Donde:

v = velocidad lineal

w = velocidad angular

r = radio del piñón

3.2.5 .3 Ecuación de la continuidad

$$A1 \cdot v1 = A2 \cdot v2 \quad \text{[Ecuación 3. 28]}$$

$$380,13(5,2) = 5,07 \cdot v2$$

$$v2 = 389,8 \text{ [cm/s]}$$

$$v2 = 3,89 \text{ [m/s]}$$

Se calcula la distancia que recorre la cremallera si el piñón gira una vuelta:

$$d = \emptyset \cdot \pi \quad \text{[Ecuación 3. 29]}$$

$$d = 0,1 \cdot \pi$$

$$d = 0,31 \text{ [m]}$$

$$d = 31 \text{ [cm]}$$

Donde:

d = distancia

\emptyset = diámetro del piñón

Estos resultados nos indican que en 6 segundos el piñón gira una vuelta y la cremallera recorre una distancia de 15,7cm.

3.2.6 MOLDE

De acuerdo a la forma que se le da a la porción de carne molida se requiere de un molde circular que contenga un volumen aproximado a 50 [cm³] y un diámetro igual a 12,5 [cm].

Para el diseño del molde se selecciona como material el duralon debido a que tiene las siguientes características requeridas:

- Es de alta resistencia a la fricción.
- Es de alta resistencia química.
- Aislante eléctrico.
- Apto para contacto con alimentos.
-

El área de la porción de carne se calcula:

$$A = \pi \cdot r^2 \quad \text{[Ecuación 3. 30]}$$

$$A = \pi \cdot (6.25)^2$$

$$A = 122.718 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$A = 0.012 \text{ [m}^2\text{]}$$

Donde:

A: área de la porción de carne

r: radio de la porción de carne

Despejamos de la ecuación la altura y encontramos su valor:

$$V = A \cdot h \quad \text{[Ecuación 3. 31]}$$

$$V = 122.718 \times 0.4$$

$$V = 49.087 \text{ [cm}^3\text{]}$$

$$V = 4.9 \times 10^{-5} \text{ [m}^3\text{]}$$

Donde:

V: volumen del recipiente del molde

r: radio de la porción de carne

h: altura del molde

El área transversal de la porción de carne es igual:

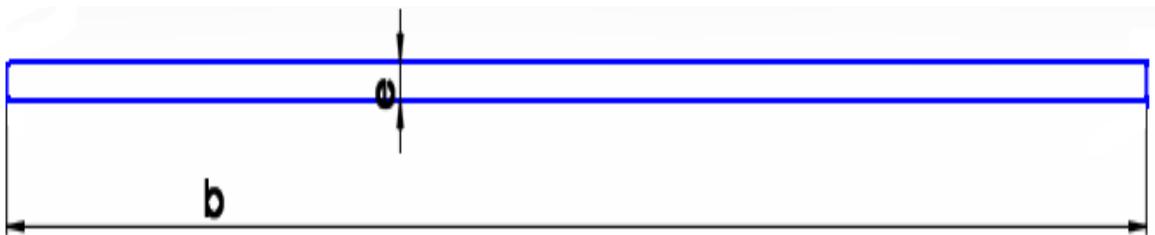


Figura 3. 6 Área transversal de la porción de carne

Fuente: Propia

$$A = b \times e \quad \text{[Ecuación 3. 32]}$$

$$A = 12.5 \times 0.4$$

$$A = 5 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$A = 0.5 \text{ [m}^2\text{]}$$

Las partes en contacto con la carne deben ser desmontables para su fácil limpieza, por lo que el molde se divide en 3 partes principales: base, contenedor y tapa.

3.2.6.1 Base

La base se diseña para sostener las demás partes del molde y permitir conectar el tubo conducto con el molde para que la carne molida llegue hasta el contenedor para ser moldeada. Se usa como material al duralon.

3.2.6.2 Contenedor

El contenedor del molde deberá tener dos orificios con las dimensiones de la carne molida establecidas en los parámetros de diseño, para permitir moldear una porción de carne molida, mientras se extrae la otra porción. Se usa como material acero inoxidable 304 y duralon.

3.2.6.3 Tapa

La tapa se diseña con la finalidad de cerrar la parte superior del contenedor para comprimir la carne molida y se usa como material plástico transparente, además será transparente para permitir visualizar el llenado de la carne molida en el contenedor del molde.

En la tapa del molde se genera esfuerzo de compresión y se calcula:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{882.9}{0.0289}$$

$$\sigma = 30550.173 \text{ [N/m}^2\text{]}$$

El plástico transparente (acrílico) tiene una resistencia a la fluencia igual aproximada a 1 [MPa], con la ayuda de este dato se calcula el factor de seguridad:

$$n = \frac{S_y}{\sigma}$$

$$n = \frac{1 \times 10^6}{30550.173}$$

$$n = 32.73$$

El material es adecuado para ser utilizado en la construcción del molde.

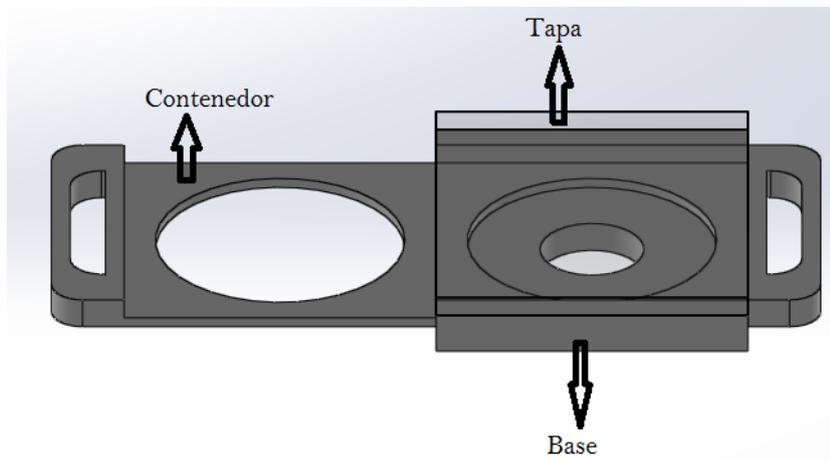


Figura 3. 7 Molde

Fuente: Propia

3.2.7 SEGUROS MECÁNICOS

Los seguros mecánicos sostienen el recipiente contenedor en la estructura de la máquina, además permiten inclinar el recipiente contenedor en caso que se desee llenarlo nuevamente para empezar un nuevo proceso de moldeado de carne molida.

Los cuatro seguros mecánicos están sometidos a una fuerza total igual a 882,9 [N] y cada seguro mecánico a una fuerza de 220,73 [N]. La cara superior de un seguro donde se aplica esta fuerza tiene un área de 0.0015 [m²].

Se emplea estos valores en la ecuación 3.28:

$$\sigma = \frac{882.9}{0.0015}$$

$$\sigma = 588600 \text{ [N/m}^2\text{]}$$

“El material AISI 304 tiene una resistencia a la fluencia de 310 [MPa]” (SUMITEC, s/a, p. 2) . Reemplazando los valores en la ecuación 3.29 se calcula el factor de seguridad:

$$n = \frac{310 \times 10^6}{588600}$$

$$n = 526.67$$

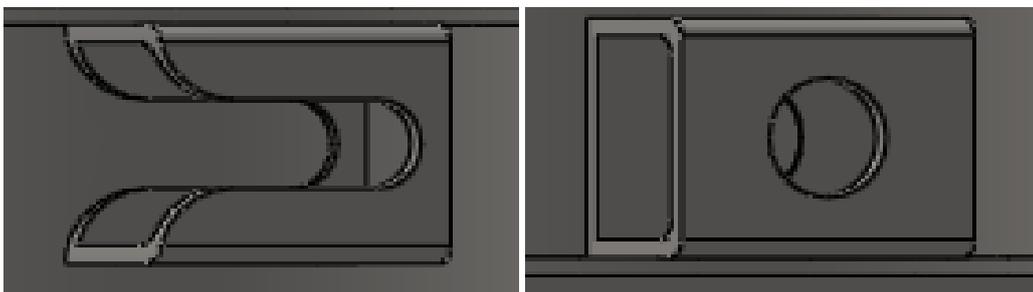


Figura 3. 8 Seguros mecánicos

Fuente: Propia

3.2.8 ESTRUCTURA

La estructura que sirve de soporte para todos los elementos que conforman la máquina, tienen las siguientes características:

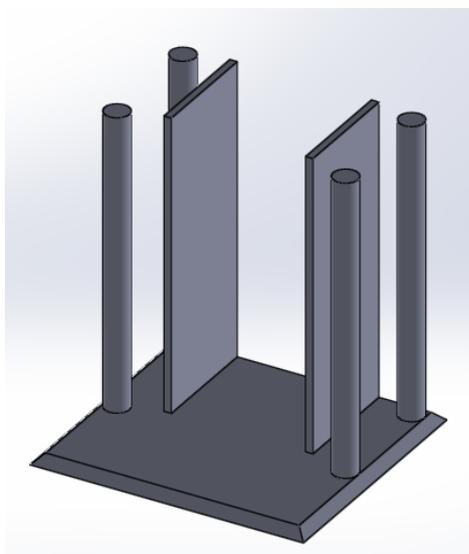


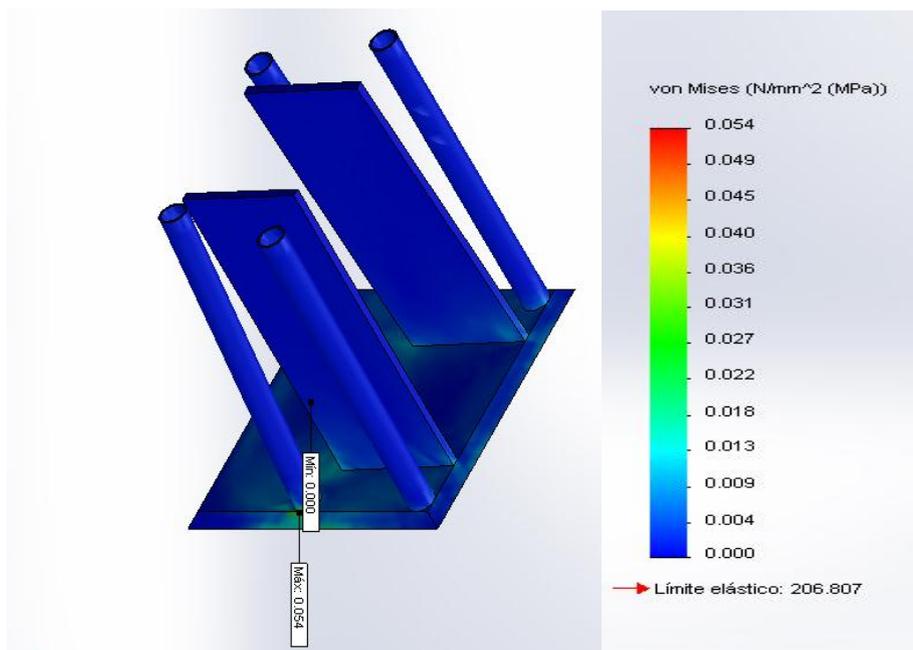
Figura 3. 9 Estructura

Fuente: Propia

Fuerza para presionar la carne molida = 882,9 [N]

Peso total del gabinete y sus elementos. = $m \cdot g = (20\text{kg}) (9,81\text{m/s}^2) = 196,2$ [N]Fuerza total = $196,2 + 882,9 = 1079,1$ [N]**3.2.8.1 Análisis de la estructura**

Se utiliza el Asistente para análisis Simulation Express del software CAD Solidworks para ayudar a predecir el comportamiento de la estructura de la máquina bajo los efectos de la carga total a la que va a ser sometida y a detectar posibles problemas en las etapas iniciales del diseño.

**Figura 3. 10** Análisis de la estructura

Fuente: Propia

Para la simulación se aplica una fuerza total de 1079,1 N en acero AISI 304 dividida uniformemente en seis puntos de apoyo, cuatro tubos de $\varnothing=2''$ ubicados a los extremos de donde va a ser ubicado el gabinete y las dos láminas ubicadas

casi en la mitad de la estructura, además se aplica la sujeción en la base de la estructura.

Los resultados del software CAD Solidworks se dan en base a la teoría de Von Mises y son los siguientes:

Tabla 3. 6 Resultados mínimos y máximos de la simulación de la estructura

RESULTADO	MÍNIMO	MÁXIMO
Tensión de Von Mises	5.78616e-008 N/mm ² (MPa)	0.0536005 N/mm ² (MPa)
Desplazamiento Resultante	0 mm	0.000752147 mm
Factor de Seguridad	3858.31	3.57417e+009

Fuente: Propia

Se analiza los resultados y se detecta desplazamiento de menos de un milímetro en la parte superior de los dos tubos delanteros de la estructura, pero en estos puntos los tubos serán fijados al gabinete eléctrico mediante soldadura por lo que no ocasionara ningún problema en la construcción total de la máquina.

El factor de seguridad mínimo es 3858,31 por lo que la estructura está sobredimensionada, por lo que es adecuada para la construcción.

3.2.8.2 Esfuerzo por pandeo

El cálculo del esfuerzo por pandeo se realiza para demostrar que la columna se mantiene erguida bajo la carga aplicada y no presenta inestabilidad elástica, evitando que la columna colapse.

La relación de esbeltez es igual a la longitud efectiva dividida para el radio de giro:

$$\text{relación de esbeltez} = \frac{KL}{r} \text{ (Mott, 2006, p. 234)} \quad \text{[Ecuación 3. 33]}$$

Dónde:

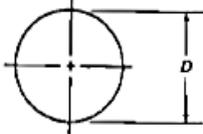
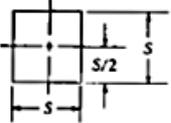
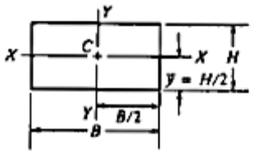
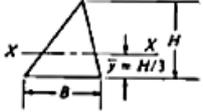
k = constante para longitud efectiva

L = Longitud de la columna entre los soportes

r = radio de giro

El radio de giro se calcula de acuerdo a la forma de la columna, en este caso se tiene dos tipos: círculo hueco (tubo) y columna rectangular. Se selecciona la fórmula de la tabla 3.7.

Tabla 3. 7 Propiedades de las áreas

a) Círculo		$A = \pi D^2/4$ $I = \pi D^4/64$ $S = \pi D^3/32$	$r = D/4$ $J = \pi D^4/32$ $Z_p = \pi D^3/16$
b) Círculo hueco (tubo)		$A = \pi(D^2 - d^2)/4$ $I = \pi(D^4 - d^4)/64$ $S = \pi(D^4 - d^4)/32D$	$r = \sqrt{D^2 + d^2}/4$ $J = \pi(D^4 - d^4)/32$ $Z_p = \pi(D^4 - d^4)/16D$
c) Cuadrado		$A = S^2$ $I = S^4/12$ $S = S^3/6$	$r = S/\sqrt{12}$
d) Rectángulo		$A = BH$ $I_x = BH^3/12$ $S_x = BH^2/6$	$r_x = H/\sqrt{12}$ $r_y = B/\sqrt{12}$
e) Triángulo		$A = BH/2$ $I = BH^3/36$ $S = BH^2/24$	$r = H/\sqrt{18}$

Fuente: (Mott, 2006, p. 873)

El radio de giro para la columna de tubo es:

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

[Ecuación 3. 34]

$$r = \frac{\sqrt{(5)^2 + (4,2)^2}}{4}$$

$$r = 1,63 \text{ [cm]}$$

El radio de giro de la columna rectangular se calcula del lado menor:

$$r_y = \frac{B}{\sqrt{12}} \quad \text{[Ecuación 3. 35]}$$

$$r_y = \frac{15}{\sqrt{12}}$$

$$r_y = 4,33 \text{ [cm]}$$

Para obtener la constante K de la longitud efectiva se selecciona en la figura 3.11, para este caso sería columna fija empotrada y K igual a 0,65.

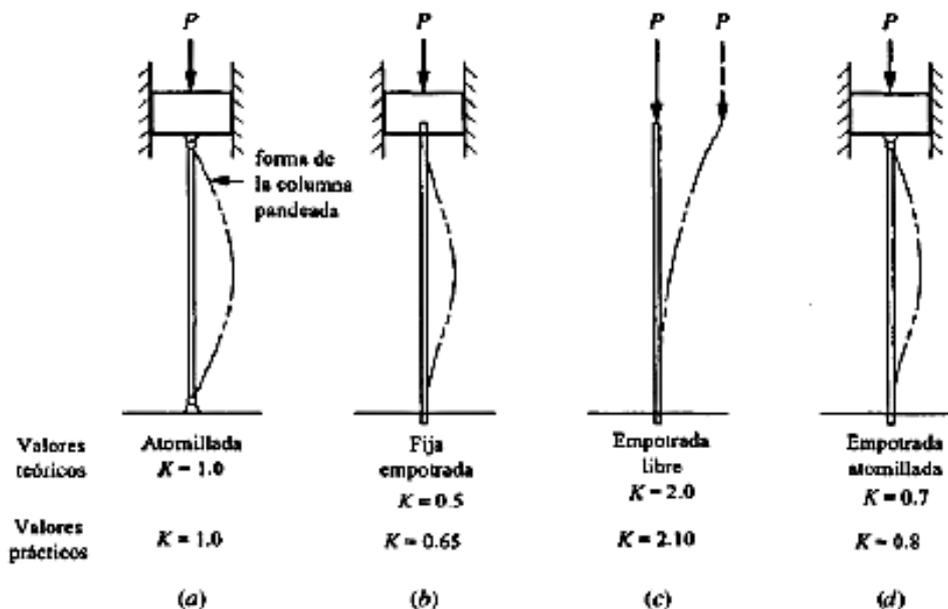


Figura 3. 11 Valores de K para obtener la longitud efectiva

Fuente: (Mott, 2006, p. 234)

Se reemplaza en la ecuación 3.33 y se encuentra la relación de esbeltez.

Columna de tubo:

$$\text{relación de esbeltez} = \frac{(0,65)(60)}{(1,63)}$$

$$\text{relación de esbeltez} = 23,92$$

Columna rectangular:

$$\text{relación de esbeltez} = \frac{(0,65)(60)}{(4,33)}$$

$$\text{relación de esbeltez} = 9$$

Ahora se calcula la relación de esbeltez de transición, que se define como sigue:

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{S_y}} \quad (\text{Mott, 2006, p. 234}) \quad [\text{Ecuación 3. 36}]$$

Donde:

C_c = relación de esbeltez de transición

E = módulo de elasticidad

S_y = límite de cedencia

Se tiene como dato $E = 200$ [GPa] y $S_y = 310$ [MPa].

Reemplazando los valores en la ecuación 3.36 se tiene:

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2(200 \times 10^9)}{310 \times 10^6}}$$

$$C_c = 112,84$$

La relación de esbeltez es menor que la relación de esbeltez de transición, por lo que se aplica la fórmula de J.B. JOHNSON al tratarse de una columna corta.

$$P_{cr} = A \cdot S_y \left[1 - \frac{S_y(KL/r)^2}{4\pi^2 E} \right] \text{ (Mott, 2006, p. 239)}$$

[Ecuación 3. 37]

Donde:

P_{cr} = carga crítica

A = Área transversal

E = módulo de elasticidad

S_y = límite de cedencia

k = constante para longitud efectiva

L = Longitud de la columna entre los soportes

r = radio de giro

Para la columna de tubo:

$$P_{cr} = (578,05 \text{ mm}^2)(310 \text{ N/mm}^2) \left[1 - \frac{(310 \times 10^6 \text{ Pa})(23,92)^2}{4\pi^2(200 \times 10^9 \text{ Pa})} \right]$$

$$P_{cr} = 175,07 \times 10^3 [\text{N}]$$

Para la columna rectangular:

$$P_{cr} = (4125 \text{ mm}^2)(310 \text{ N/mm}^2) \left[1 - \frac{(310 \times 10^6 \text{ Pa})(9)^2}{4\pi^2(200 \times 10^9 \text{ Pa})} \right]$$

$$P_{cr} = 1273,64 \times 10^3 [\text{N}]$$

Para encontrar el factor de seguridad de la columna se divide la carga crítica para la carga real que soporta la máquina.

En la columna de tubo:

$$n_s = \frac{175,07 \times 10^3 [N]}{1079,1 [N]}$$

$$n_s = 162,23$$

En la columna rectangular:

$$n_s = \frac{1273,64 \times 10^3 [N]}{1079,1 [N]}$$

$$n_s = 1180,27$$

Las columnas están sobredimensionadas, por lo que el material cumple con los requerimientos necesarios para soportar la carga total de la máquina.

3.2.9 MATERIAL DE APORTE

Hay varios materiales de aporte de acero inoxidable fabricados como electrodos o varillas de soldar. “Estos metales de aporte pueden producir un metal de soldadura de composición semejante a la de la mayoría de los metales de base” (Horwitz, 2002, p. 61).



Figura 3. 12 Material de aporte ER308

Fuente: Propia

En la tabla 3.8 se selecciona el material de aporte recomendado para soldar el acero inoxidable AISI 304 usado en la construcción de la máquina, en este caso es la varilla de soldadura ER308.

Tabla 3. 8 Metales de aporte recomendados para aceros inoxidables austeníticos al cromo-níquel, de uso común

TIPOS AISI DE METAL DE BASE	DESIGNACION AWS-ASTM DE METAL DE APORTE
201	ER308
202	ER308
301, 302, 304, 308	ER308
304L	ER308L
309	ER309
310	ER310
316	ER316
316L	ER316L
317	ER317
330	ER330
321	ER321
347	ER347
17-7PH	W17-7PH
PH15-7 Mo	WPH15-7 Mo
17-4PH	17-4PH
AM350	AM350
AM355	AM355
A286	A286

Fuente: (Horwitz, 2002, p. 61)

3.2.10 GABINETE ELÉCTRICO

Para el diseño del gabinete eléctrico se toma en cuenta los siguientes parámetros:

- Medidas: espacio físico ocupado por el motorreductor y elementos eléctricos.
- Material/Acabado: resistente a la corrosión y buena estética.
- Ventilación: ayuda a aumentar la duración del equipo adentro del gabinete.
- Montaje: facilidad de instalación.
- Conexión a tierra: brinda seguridad a los dispositivos y al operador.

De acuerdo a los parámetros el tablero se fabricara en acero inoxidable AISI 304 para mantener el alto nivel de estética de la máquina y protección contra la corrosión. Tendrá dimensiones de largo = 58 cm, ancho = 55 cm y alto = 25 cm que permiten distribuir adecuadamente y montar fácilmente los elementos eléctricos y el motorreductor.

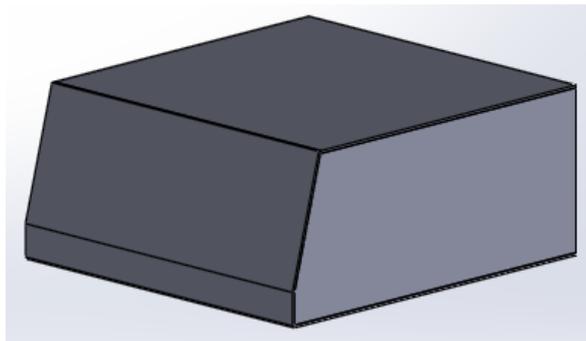


Figura 3. 13 Gabinete eléctrico

Fuente: Propia

Para prevalecer el buen estado de los elementos eléctricos y protección adentro del gabinete contra ingreso de cuerpos extraños sólidos y contra ingreso de agua, el tablero será diseñado para interiores y deberá tener un grado de protección no menor a IP51 de acuerdo a la definición IEC60529. Se adopta esta norma ya que permite la autocomprobación.

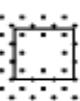
La ICE (International Electrotechnical Commission) es la organización líder en el mundo que elabora y publica normas internacionales para todas las tecnologías eléctricas, electrónicas y afines, lo que se llama colectivamente electrotecnología.

La norma IEC 60529 incluye una lista de códigos, llamados números característicos (Characteristic Numerals), que se usan para identificar niveles de protección contra el ingreso.

Normalmente conocida como la Protección IP, estos códigos reflejan la capacidad del gabinete eléctrico de proteger contra el acceso a partes electrificadas por parte de personas, herramientas, humedad, polvo o suciedad.

La IEC no exige pruebas independientes y deja el cumplimiento en manos del fabricante. (Hoffman Enclosures Inc, 2009, pp. 1, 7)

Tabla 3. 9 Calificaciones IP para gabinetes

Calificaciones IP para gabinetes			
Primer número		Segundo número	
IP	Prueba IP	IP	Prueba IP
0	 Sin protección	0	 Sin protección
1	 Protegido contra objetos sólidos de hasta 50 mm, p.ej. toque accidental con las manos	1	 Protegido contra gotas de agua que caen verticalmente, p.ej. condensación
2	 Protegido contra objetos sólidos de hasta 12 mm, p.ej. dedos	2	 Protegido contra el rocío directo de agua hasta 15° de la vertical
3	 Protegido contra objetos sólidos de más de 2.5 mm, p.ej. herramientas y alambres	3	 Protegido contra el rocío a 60° de la vertical
4	 Protegido contra objetos sólidos de más de 1 mm	4	 Protegido contra el rocío de agua desde todas las direcciones (se permite un ingreso limitado)
5	 Protegido contra el polvo (ingreso limitado, sin acumulación dañina)	5	 Protegido contra chorros a baja presión de agua desde todas las direcciones (se permite un ingreso limitado)
6	 Totalmente protegido contra el polvo	6	 Protegido contra chorros fuertes de agua
		7	 Protegido contra los efectos de inmersión entre 15 cm y 1 m

Fuente: (Hoffman Enclosures Inc, 2009, p. 4)

Los elementos dentro del gabinete quedan ubicados de la siguiente manera:

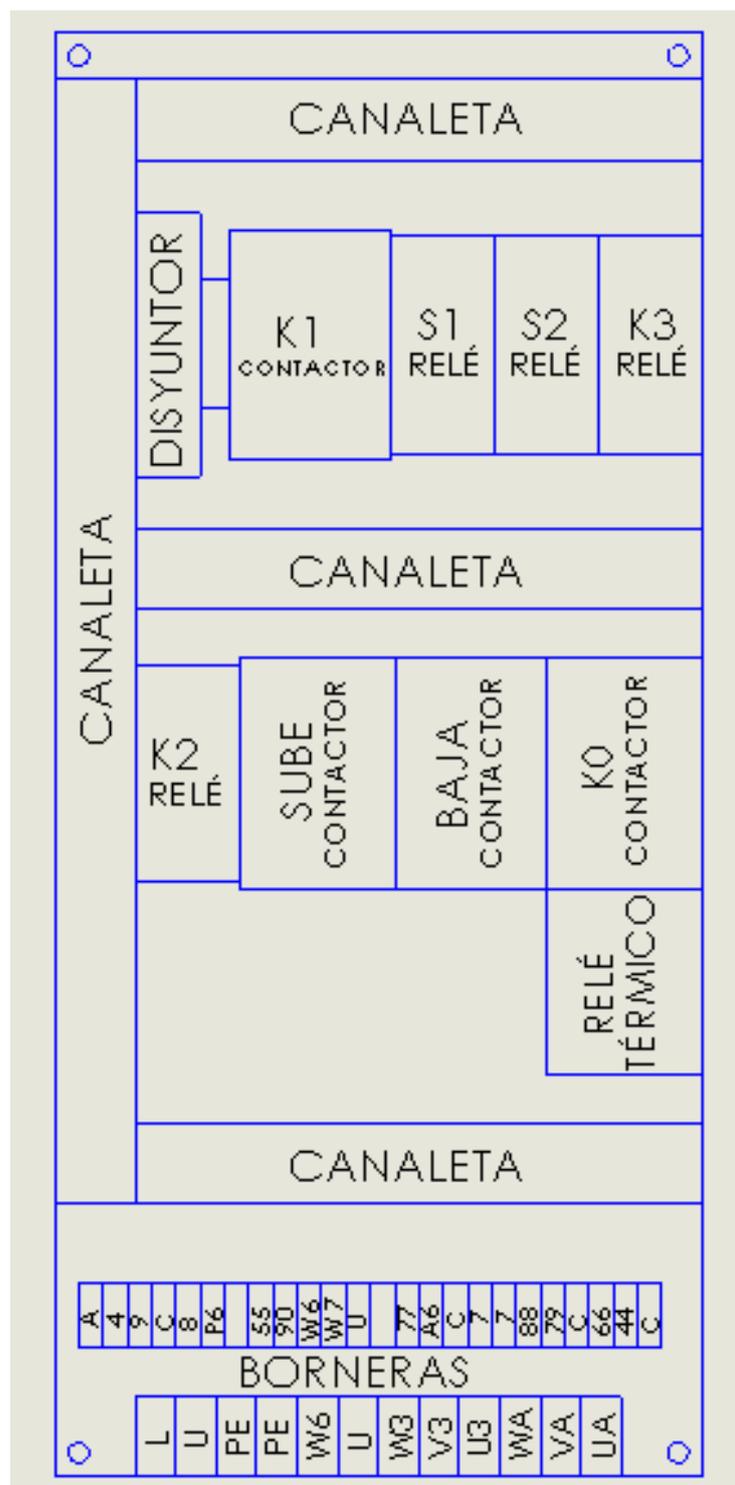


Figura 3. 14 Elementos del gabinete

Fuente: Propia

En la figura 3.15 se ilustra el gabinete eléctrico ubicado y fijado a la estructura en su posición correcta.

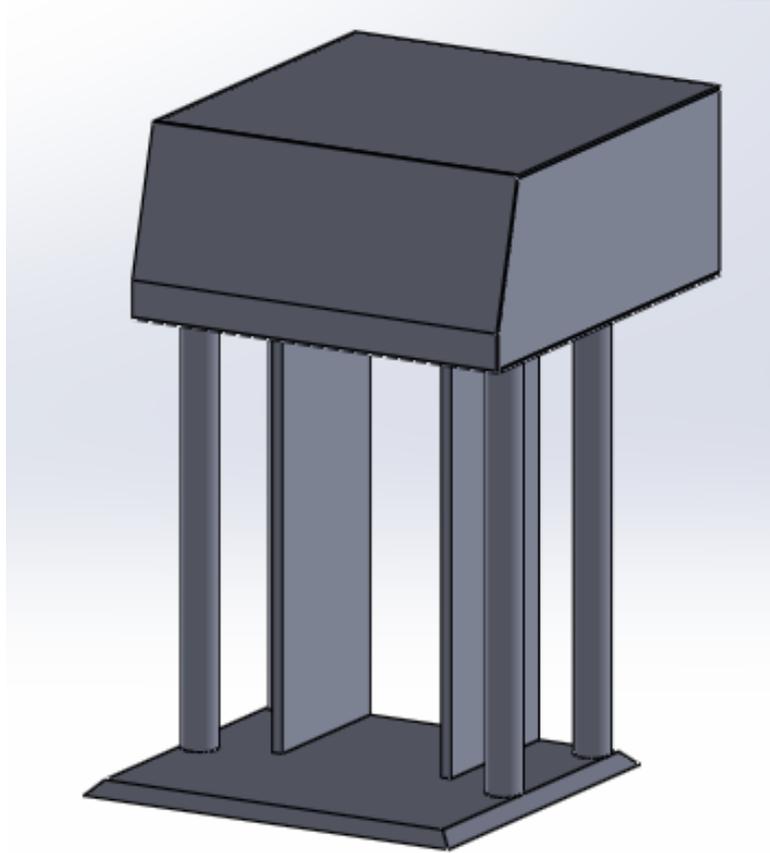


Figura 3. 15 Estructura y gabinete eléctrico

Fuente: Propia

3.3 DISEÑO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO DE CONTROL Y POTENCIA

En el diseño del circuito eléctrico se describen y seleccionan los elementos utilizados, se dimensionan las protecciones y se detalla el funcionamiento del circuito de control y fuerza.

3.3.1 RELÉ ELÉCTRICO ENCAPSULADO

El relé encapsulado MY4 es un interruptor accionado por un electroimán, que activará y desactivará los contactos normalmente abiertos (NA) y normalmente cerrados (NC), según las conexiones necesarias en el circuito de control.

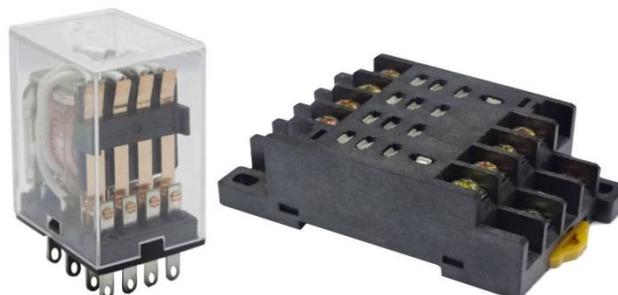


Figura 3. 16 Relé encapsulado MY4 y su base de 14 huecos

Fuente: (Electricos Generales, 2012)

Para seleccionar el relé se determina la corriente nominal que circulará a través de él, con la ayuda del catálogo de selección del motor (ANEXO 1) se determina que la corriente nominal del motor de 0,5 hp es igual a 5,6 A.

De acuerdo al circuito de control y potencia, que se detalla en este capítulo, el relé requerido debe tener las siguientes características:

Voltaje = 110 VAC

$I > 5,6$ A

Terminales = 14

Contactos abiertos (NA) = 4

Contactos cerrados (NC) = 4

Contactos comunes (COM) = 4

Tabla 3. 10 Características del relé my-4

Tipo: 14 pines planas/serie MY				
MY-4-12 VDC	12 VDC	5 A.	3 A.	4NA - 4NC
MY-4-24 VDC	24 VDC	5 A.	3 A.	4NA - 4NC
MY-4-12 VAC	12 VAC	5 A.	3 A.	4NA - 4NC
MY-4-24 VAC	24 VAC	5 A.	3 A.	4NA - 4NC
MY-4-110 VAC	110 VAC	5 A.	3 A.	4NA - 4NC
MY-4-220 VAC	220 VAC	5 A.	3 A.	4NA - 4NC
PYF-14AE	Base De 14 Huecos Planos Para MY-4			

Fuente: (SUMELEC, 2014)

Descripción:

Dimensión externa (mm): 34*21.5*27.6 (altura*ancho*largo)

Tipo de contacto: 4A4B

Resistencia de contacto: 50mΩ

Resistencia de aislamiento: 1000MΩ

Frecuencia: 50/60Hz

Número de accionamientos mecánicos: 10000000

Número de accionamientos eléctricos: 100000

Según la tabla 3.10 y la descripción del catálogo se selecciona el relé MY-4-110VAC, ya que posee 4 contactos normalmente abiertos (NA), 4 contactos normalmente cerrados (NC), la alimentación es 110V, la corriente nominal es 3A y las dimensiones volumétricas son adecuadas para ser instaladas dentro del tablero eléctrico.



Figura 3. 17 Contactos NA y NC del relé MY-4-110VAC

Fuente: Propia

3.3.2 CONTACTORES

Los contactores van a activar y desactivar el motor por lo que se los elige en base al voltaje nominal = 110 v y la potencia nominal = 0,5 hp. En el ANEXO E se selecciona el contactor LS MC-9b.

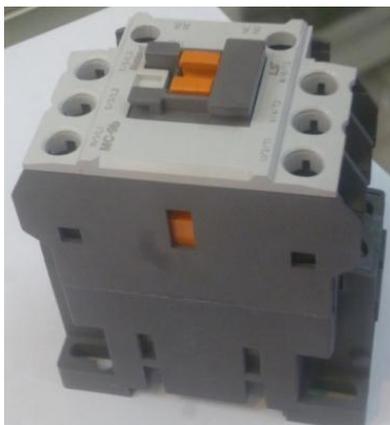


Figura 3. 18 Contactor LS MC-9b

Fuente: Propia

Descripción:

Dimensiones (mm): 45*87.4*73.5 (ancho*largo*altura)

3 polos (NA) de contacto principal

Ranura para Carril DIN o tornillos

Máxima operación: 1800 activaciones por hora

Durabilidad mecánica: 15000 operaciones

Durabilidad eléctrica: 2500 operaciones

Ranuras para relé de sobrecarga montable disponible

Contacto NA y NC auxiliar incorporado como estándar

3.3.3 SENSORES

En la implementación de la máquina se utilizan dos tipos de sensores, el primero es el sensor magnético, que actúa como interruptor para activar y desactivar el control del circuito de la posición del embolo dentro del cilindro (recipiente-contenedor).

El segundo sensor es el final de carrera que se utilizará para confirmar la posición correcta del molde para activar o desactivar el motor.

Como la alimentación del motorreductor es 110v se escoge sensores que funcionen a igual alimentación para evitar el uso de una fuente externa o un transformador de voltaje.

3.3.3.1 Sensor magnético

El sensor magnético sirve para la detección de posición por proximidad, es decir, funciona sin contacto directo a una distancia de detección más amplia con una forma más reducida. El campo magnético puede pasar a través del acero inoxidable para cerrar el circuito.

El sensor magnético consta de dos partes, una fija y una móvil, en este caso para la detección de posición del embolo, se utilizó dos unidades fijas y una móvil. Las dos partes fijas se colocan en el límite superior e inferior del desplazamiento del embolo, y la parte móvil se empotra a un lado del embolo que sube y baja por el recipiente contenedor de acero inoxidable. La señal se activa cuando existe un contacto magnético entre las dos partes, por lo tanto se activará cualquiera de las dos señales (límite superior o inferior) para que el motor se detenga.

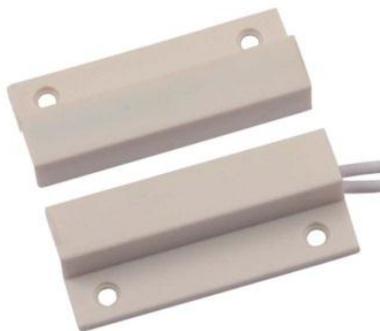


Figura 3. 19 Sensor magnético

Fuente: (Mercado en línea - China, 2011)

Descripción:

Dimensiones: 3cmx1cm

Alcance máximo: 20mm

Material: Plástico

Detección por proximidad

Fijación: orificios para tornillos

Alta duración

3.3.3.2 Sensor final de carrera

El sensor final de carrera o sensor de límite es un interruptor que muestra una señal eléctrica ante un accionamiento mecánico por contacto físico con otro objeto para modificar el estado de un circuito. Este dispositivo está compuesto por dos partes: un cuerpo que contiene los contactos y un actuador.

Se usa un final de carrera KW8-XILIE sin palanca para detectar la posición correcta del contenedor del molde en su movimiento rectilíneo de izquierda a

derecha y viceversa. Tiene dos tipos de funcionamiento: modo positivo y modo negativo.

En el modo positivo, el sensor cierra el circuito para que el motor se ponga en marcha cuando el actuador entra en un pequeño orificio existente en el contenedor del molde.

En el modo negativo, el sensor abre el circuito para que el motor se pare cuando el actuador sale del pequeño orificio del contenedor del molde.

Este sensor es ocupado para esta aplicación debido a sus ventajas mecánicas: operación sencilla y visible, carcasa durable, cierres herméticos y alta repetitividad; y a sus ventajas eléctricas: inmunidad a la interferencia de ruido eléctrico, ausencia de corriente de fuga, caídas de voltaje mínimas y capacidad de conmutar cargas más elevadas que otras.



Figura 3. 20 Sensor final de carrera KW8-XILIE

Fuente: Propia

3.3. 4 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

El tablero eléctrico deberá poseer un dispositivo en su cabecera que actúe como corte general y un elemento que se encargue de proteger al motor.

3.3.4.1 Disyuntor termomagnético

El disyuntor termomagnético de protección podrá usarse como aparato de maniobra de corte general del circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula exceda el valor preestablecido o cuando se produzca un cortocircuito, para evitar daños a los dispositivos eléctricos. El disyuntor puede ser reactivado una vez localizado y reparado el problema que haya causado su disparo o desactivación automática.



Figura 3. 21 Disyuntor termomagnético LS C10

Fuente: Propia

Descripción:

Corriente Nominal 10 A

Tensión Nominal 230/400 V

Curva de disparo C

Ranura para riel DIN

Un polo

Certificación IEC 60898

Para el cálculo de la corriente de protección se considera la corriente nominal de los elementos del circuito y la constante de protección que tiene un valor

comprendido entre 1,8 y 2,1. La corriente nominal de los dispositivos eléctricos del circuito se toma directamente de los catálogos o manuales.

$$I_p = I_n \times k \quad \text{[Ecuación 3. 38]}$$

Donde:

I_p = Corriente de protección

I_n = Corriente nominal

K = Constante de protección

Los datos nominales del motor son:

$$P = 0,5 \text{ hp}$$

$$V = 110 \text{ v}$$

$$I = 5,6 \text{ A}$$

$$I_p = I_n \times k$$

$$I_p = 5,6 \times 1,8$$

$$I_p = 10 \text{ [A]}$$

La capacidad de los sensores es:

$$V = 110 \text{ v}$$

$$I = 1,25 \text{ A}$$

$$I_p = I_n \times k$$

$$I_p = 1,25 \times 1,8$$

$$I_p = 2,25 \text{ [A]}$$

La corriente de protección del circuito es 10 A, se selecciona en la tabla 23 el valor comercial igual o inmediatamente superior, es decir el disyuntor termomagnético de un polo con la capacidad de 10 Amperios.

Tabla 3. 11 Características de disyuntores termomagnéticos

Amperaje nominal	Poder de corte
1 polo	
0.5A	6KA-230-400V
6A	6KA-230-400V
10A	6KA-230-400V
10 A + N	6KA-230-400V
16A	6KA-230-400V
16 A + N	6KA-230-400V
20A	6KA-230-400V
25A	6KA-230-400V
32A	6KA-230-400V

Fuente: (SUMELEC, 2014)

3.3.4.2 Relé térmico

El relé térmico es el encargado de proteger al motor de sobrecargas débiles y prolongadas impidiendo que funcione en condiciones de calentamiento anormales. Tiene una rueda graduada en amperios que permite regular el relé con mucha precisión al valor de servicio del motor y nunca a un valor superior al nominal.



Figura 3. 22 Relé térmico R2-D1310

Fuente: Propia

En base a la corriente nominal del motor igual a 5,6A, se selecciona en la tabla 3.7 el relé térmico R2-D1310 que tiene una regulación de 4 a 6A.

Tabla 3. 12 Características de relés térmicos R2-D

Referencia	Regulación
R2-D1305	0.63-1A.
R2-D1306	1.0-1.6A.
R2-D13X6	1.25-2A.
R2-D1307	1.6-2.5A.
R2-D1308	2.5-4A.
R2-D1310	4-6A.
R2-D1312	5.5-8A.

Fuente: (SUMELEC, 2014)

3.3.5 CABLE CONDUCTOR

El calibre de los cables conductores se selecciona en base a la tabla de datos AWG del Anexo F y con la ayuda del valor de la corriente de protección calculado anteriormente.

3.3.5.1 Cable 18 AWG

Para el circuito de control la corriente de protección es igual a 2,25 A, por lo que se requiere el cable conductor número 18 AWG.

Descripción:

Diámetro: 1.024 mm

Sección: 0.82 mm²

Resistencia: 20.83 Ω/km

Capacidad: 2.5 A

3.3.5.2 Cable 10 AWG

Para el circuito de potencia la corriente de protección del motor es igual a 10 A: por lo tanto se necesita el cable conductor numero 10 AWG.

Descripción:

Diámetro: 2.588 mm

Sección: 5.26 mm²

Resistencia: 3.23 Ω/km

Capacidad: 15 A

3.3.5.3 Cable concéntrico 4x10 AWG

Se emplea un cable concéntrico multiconductor 4x10 AWG para conectar el motor al tablero eléctrico, ya que soporta la corriente consumida por el motor.

Descripción:

Cuatro cables en uno

Diámetro del conductor: 2.59 mm

Sección del conductor: 5.26 mm²

Resistencia del conductor: 3.23 Ω/km

Capacidad: 15 A

Diámetro exterior: 17 mm

3.3.5.4 Cable concéntrico 3x10 AWG

Para la alimentación total de la máquina se utiliza un cable concéntrico multiconductor 3x10 AWG que soporta la corriente consumida por la máquina y conecta la fase, neutro y tierra.

Descripción:

Tres cables en uno

Diámetro del conductor: 2.59 mm

Sección del conductor: 5.26 mm²

Resistencia del conductor: 3.23 Ω/km

Capacidad: 15 A

Diámetro exterior: 25mm

3.3.6 CABLE Y CONECTOR XRL

Para la comunicación de los sensores magnéticos al tablero de control y potencia se utiliza un cable XRL y para el sensor final de carrera se utiliza un cable y un conector XRL de aproximadamente de un metro acoplable/ desacoplable al molde.



Figura 3. 23 Cable y conector XRL

Fuente: Propia

3.3.8 PEDAL INTERRUPTOR

Para la facilidad del usuario en el moldeado de la carne molida, se añade un pedal que permite activar con el pie el inicio del modo semiautomático y la marcha del motor.



Figura 3. 24 Pedal interruptor

Fuente: Propia

3.3.8 HMI (INTERFAZ MÁQUINA HUMANO)

La interfaz máquina humano se diseña de manera simétrica, espaciada y simple para la fácil comprensión del usuario con un área total de 0.13 [m²]. Además tiene un grado de inclinación para mejor visualización del operario y está ubicado en la parte superior frontal de la máquina.

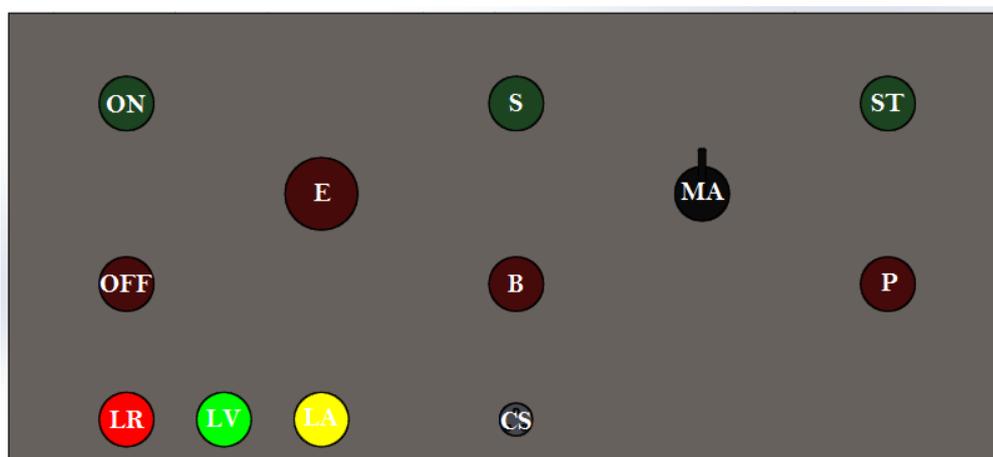


Figura 3. 25 HMI (Interfaz Máquina Humano)

Fuente: Propia

Donde:

ON: Pulsador Encendido

OFF: Pulsador Apagado

E: Pulsador Pare de Emergencia

MA: Selector de Modo Manual o Automático

S: Pulsador de Subida en Modo Manual

B: Pulsador de Bajada en Modo Manual

ST: Pulsador Inicio en Modo Automático

P: Pulsador Pause en Modo Automático

LR: Luz Roja

LV: Luz Verde

LA: Luz Amarilla

CS: Conector Cable del Molde

La luz roja se enciende al momento que se prende la máquina, la luz verde se enciende al activar el motor y la luz amarilla encendida me indica que está activado el modo automático.

3.3.9 FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE CONTROL Y POTENCIA

El circuito de control es la parte más delicada ya que se encuentra de controlar las entradas y salidas.

El circuito de potencia se realiza en base al funcionamiento del motor.

El circuito de control y de potencia se ilustra en el ANEXO J.

3.3.9.1 Funcionamiento del circuito de control

El modo manual se selecciona para tareas de mantenimiento o posicionamiento del embolo según lo requiera el usuario.

El modo automático se selecciona para el moldeado de la carne molida para la preparación de hamburguesas.

1. Estado de funcionamiento inicial del circuito.

El circuito en su estado de funcionamiento inicial se encuentra alimentado y conectado con los elementos de mando anteriormente detallados.

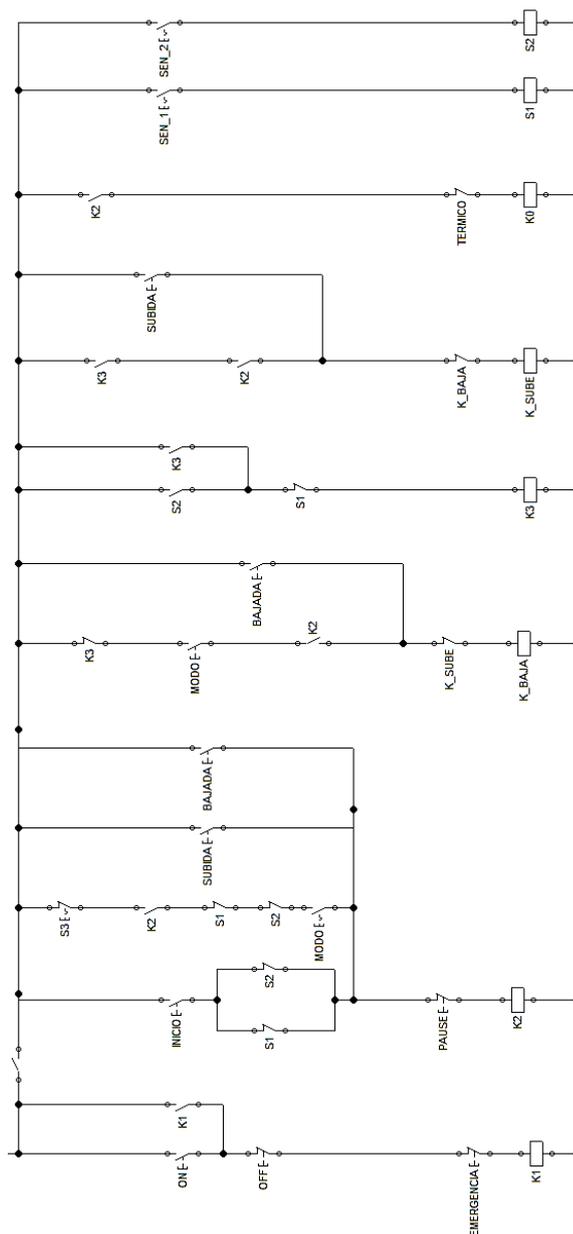


Figura 3. 26 Estado inicial del circuito

Fuente: Propia

2. Accionamiento del circuito.

De acuerdo al diagrama de la figura. Mediante el pulsador (ON) y el pulsador (OFF) se activa y desactiva el circuito respectivamente. El pulsador (EMERGENCIA) desactiva en caso de emergencia el circuito permitiéndome para el motor.

El funcionamiento del circuito y accionamiento del extractor de calor se visualiza mediante la bobina del contactor (K1).

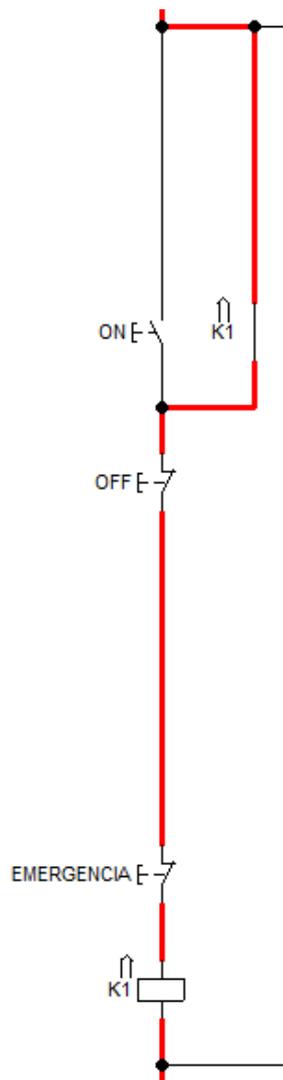


Figura 3. 27 Accionamiento del circuito

Fuente: Propia

3. Modo Manual (motor en sentido horario).

El funcionamiento del circuito se visualiza mediante la bobina del relé (K2), mientras que la bobina del contactor (K0) y la bobina del contactor (K_SUBE), representa el funcionamiento del motor en sentido antihorario para que gire el piñón y se desplace la cremallera hacia arriba.

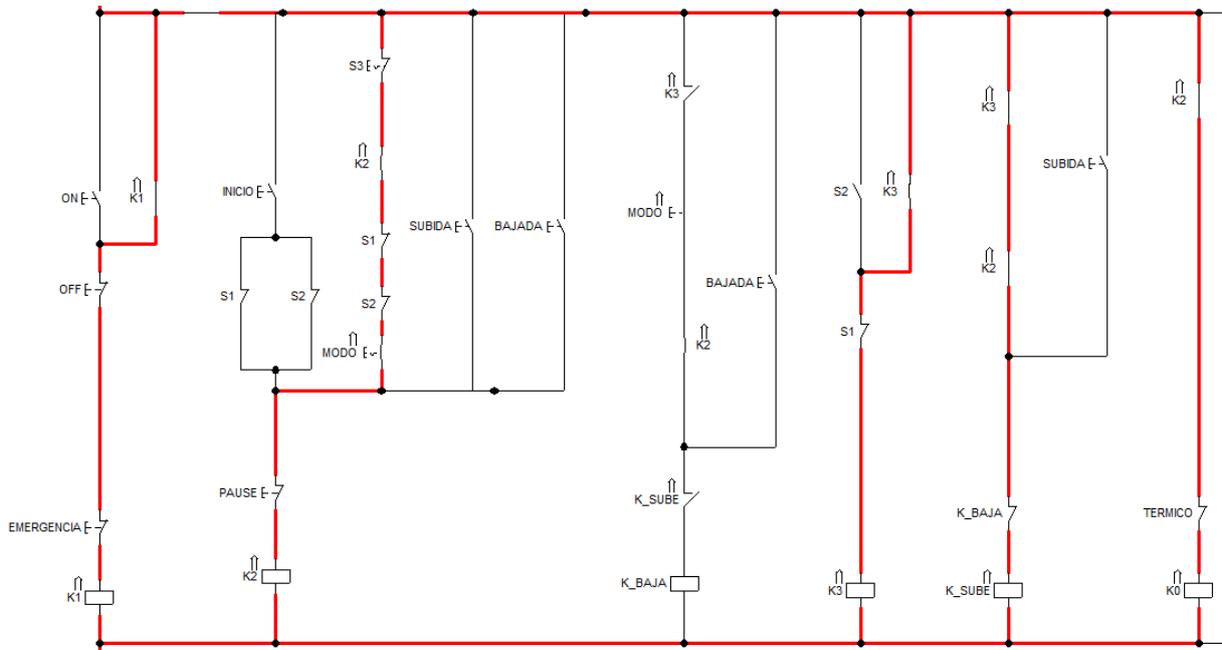


Figura 3. 31 Modo automático (motor en sentido antihorario)

Fuente: Propia

3.3.9.2 Funcionamiento circuito de potencia

El circuito de potencia se realiza en base al funcionamiento del motor y nos muestra los contactos que se debe activar para cada sentido de giro del motor.

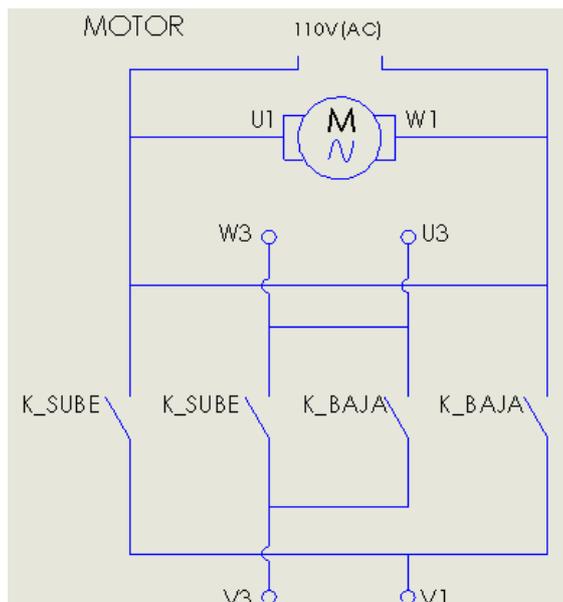


Figura 3. 32 Circuito de potencia

Fuente: Propia

3.3.9.2.1 Sentido de giro horario

Para que el motor gire en sentido horario se necesita que se unan los contactos U3, U1 y V1 en el primer punto y V3, W3 y W1 en el segundo punto.

3.3.9.2.2 Sentido de giro antihorario

Para que el motor gire en sentido antihorario se necesita que se unan los contactos V3, U3 y U1 en el primer punto y W3, W1 y V1 en el segundo punto.

CAPÍTULO 4

CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO

4.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se detalla las operaciones tecnológicas, maquinas, herramientas, instrumentos de medición, instrumentos de seguridad personal, elementos seleccionados, elementos normalizados y materia prima para la construcción de cada una de las partes constitutivas del prototipo, para luego ensamblarlas. Además se describe la construcción e implementación del circuito eléctrico de control y potencia de la máquina semiautomática.

4.2 CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA

La construcción, armado y ensamblaje de la máquina se realiza de acuerdo a los planos, tomando en cuenta la disponibilidad de materiales y elementos seleccionados en el mercado.

La máquina se fabrica en un taller mecánico implementado de máquinas y herramientas necesarias para construir las diferentes partes que la conforman, con procesos de construcción que no requieran de equipos especiales o mano de obra especializada evitando así un aumento en el valor total del prototipo.

Para el sistema motriz se utiliza un motor de $\frac{1}{2}$ HP acoplado a un reductor de velocidad, el cual reduce las rpm de salida mejorando así el proceso de moldeado de la carne molida. Se realiza procesos de corte, soldadura y doblado.

Es importante recalcar que todas las partes en contacto con alimentos son de acero inoxidable AISI 304 y/o duralon.

El proceso de construcción y montaje de la máquina se expone en un Diagrama de Gantt en el Anexo J detallando el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado.

4.2.1 MÁQUINAS Y EQUIPOS

- Fresadora universal
- Torno
- Esmeril
- Soldadora TIG
- Taladradora
- Equipo de pintura
- Roladora de lámina
- Dobladora de lámina
- Guillotina
- Cortadora de tubos
- Amoladora
- Mototool

4.2.2 HERRAMIENTAS

- Brocas
- Fresas
- Buriles
- Juego de llaves
- Escuadras
- Limas
- Martillo

- Cepillo de alambre
- Rayador
- Sierra
- Granete
- Compas de puntas

4.2.3 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN

- Calibrador pie de rey
- Flexómetro
- Escuadra
- Regla de acero

4.2.4 INSTRUMENTOS DE SEGURIDAD PERSONAL

- Orejeras
- Guantes
- Gafas industriales
- Máscara para soldar

4.2.5 MATERIA PRIMA

- Plancha Acero Inoxidable AISI 304, e=4 [mm], Dim.=1220x2440 [mm]
- Tubo Acero Inoxidable AISI 304 $\phi=8"$, e=3 [mm], L=600 [mm]
- Plancha Duralon 35x180x460 [mm]
- Plancha Duralon 35x170x230 [mm]
- Barra Duralon 225x110 [mm]
- Plancha Plástico Transparente 215x155x10 [mm]
- Barra Acero AISI 8620 25,4x60 [mm]
- Barra Cuadrada Acero AISI 8620 25,4x25,4 [mm]

4.2.6 ELEMENTOS UTILIZADOS

- Reducción Copa Concéntrica 2"x1" AISI 304
- Codo 90° AISI 304 $\phi=1"$
- Codo 2" TP304 E2221 IR
- Relé Encapsulado MY4/110V y Base
- Contactor LS MC-9b 110V-0,5 HP
- Sensor final de carrera KW8-XILIE
- Sensor Magnético
- Pulsadores 22 [mm]
- Pulsador Hongo retenido 22 [mm]
- Interruptor Selector 22 [mm]
- Disyuntor LS C10
- Relé térmico R2-D1310 4-6^a
- Terminales Puntera
- Terminales Pin
- Terminales Ojo
- Cable Eléctrico flexible No. 10 AWG
- Cable Eléctrico flexible No. 18 AWG
- Cable Concéntrico 4x10AWG
- Cable Concéntrico 3x10AWG
- Luz Piloto 110V
- Borneras
- Motor
- Caja Reductora
- Riel Din
- Canaleta Plástica Ranurada
- Cable de Micrófono y Conectores
- Cauchos

4.2.7 SOLDADURA T.I.G.

Para toda la construcción de la máquina semiautomática se utiliza soldadura TIG y el material de aporte ER308-1.6 adecuado para el acero inoxidable AISI 304. El gas utilizado para la protección del arco durante el proceso de soldadura es el argón.

El proceso de soldadura por arco bajo la protección de gas con electrodo (no consumible), también llamado TIG (*Tungsten Inert Gas*), usa un arco eléctrico como fuente de energía que se establece entre el electrodo no consumible y la pieza a soldar con la envoltura protectora del gas inerte. Cuando se usa material de relleno, éste se proporciona mediante el uso de varillas, de la misma forma que en la soldadura de oxiacetileno. (SOLTER, s/a, p. 1)



Figura 4. 1 Soldadura TIG

Fuente: (SOLYSOL, 2012, p. 1)

“Soldabilidad es la capacidad que tienen los materiales para ser unidos con más o menos facilidad” (Rivas Arias, 2009, p. 61).

4.2.7.1 Soldadura T.I.G. en acero inoxidable austenítico

Se emplea soldadura TIG en la construcción de la maquina ya que se obtiene un mejor acabado en aceros inoxidables porque no hay salpicadura, chispas ni emanaciones y no necesita ser limpiada el área soldada una vez concluido el proceso. Además nos brinda calidad y confiabilidad en las uniones soldadas porque adquieren optima resistencia mecánica.

El acero inoxidable austenítico básico contiene 18% Cr y 8% Ni, mínimo contenido de carbono y lo demás de Fe, conocido comúnmente como 18-8 o AISI 304. Estos aceros permanecen austeníticos a temperatura ambiente y a temperaturas más bajas caracterizándose por una buena ductilidad, tenacidad y soldabilidad.

Se consideran los siguientes factores para realizar una buena soldadura que garantice la estética de la máquina:

4.2.7.1.1 Método Operativo

Antes de iniciarse la soldadura hay que procurar que el metal que vamos a soldar este perfectamente limpio, porque al encender el arco en una parte sucia y combinarse esta con el níquel puede dar lugar al fenómeno de las sopladuras.

La reanudación de los cordones no se debe realizar encima del mismo cráter del cordón anterior, sino un poco antes, para que así, al avanzar, pasemos por encima de él.

Siempre que los medios y el trabajo lo permitan no se puntarán las piezas, pero si esto no fuese posible, los puntos que depositemos en las piezas han de ser de bastante longitud. Hay que darle al electrodo poco movimiento de zigzag. (Rivas Arias, 2009, p. 114)

4.2.7.1.2 Expansión Térmica

Los aceros inoxidable austeníticos tienen un alto coeficiente de expansión térmica sobre el 50% más grande que de los aceros al carbón y los aceros de baja aleación. Esto puede causar altos esfuerzos de contracción lo cual puede en primer lugar cambiarse y agrietarse en caliente. Estas condiciones pueden ser minimizadas por el uso de un bajo calor de entrada y el uso de diseño de juntas que minimizan el monto del material de aporte usado. La baja conductividad térmica es una ayuda porque el calor de la suelta es disipado menos rápidamente que el acero al carbón.

4.2.7.1.3 Sensibilización

Los aceros inoxidable austeníticos son susceptibles a la precipitación de carburo de cromo en la zona afectada por el calor lo cual ocurre entre 425 y 870° C. Esta acción también es conocida como sensibilización que remueve el cromo de la solución del metal a los bordes de grano y reduce la resistencia a la corrosión. Estas áreas pueden ser atacadas por algún medio corrosivo y resultar en una severa corrosión intergranular. Para solucionar este problema se debe soldar con baja entrada de calor para acortar el tiempo en el rango de temperatura de sensibilización, el uso de aceros inoxidable y alambre de aporte de bajo carbón o el uso de aceros inoxidable estabilizados que reaccionan con el carbono para que el Cr permanezca en solución.

4.2.7.1.4 Fase Sigma

La fase sigma (compuesto intermetálico de Fe y Cr, duro y frágil) se da si está expuesto a un tiempo de servicio largo de 550-900° C. La fase Sigma reduce la ductilidad, tenacidad y resistencia a la corrosión. La posible solución a este problema es hacer un

calentamiento a una temperatura de unos 1000° C para intentar redissolver la fase sigma. (Obtesol, s/a, pp. 5, 6)

4.2.7.1.5 Control de ferrita

Otro problema es el agrietamiento caliente-corto durante el enfriamiento. Aunque los metales base por lo general son de austenita, se ha encontrado que un depósito de suelda que tenga de 3% a 10% de ferrita será más resistente al agrietamiento en caliente que con el alambre de aporte totalmente de austenita. Por lo que el material de aporte producirá un depósito de suelda con ferrita en este rango que evitara el agrietamiento en caliente. No debe utilizarse una cantidad excesiva de ferrita que la necesaria para evitar el agrietamiento a la hora de aplicar calor.

4.2.8 ESTRUCTURA

Toda la estructura de la máquina se construye en material AISI 304 y se conforma de base, tubos, láminas laterales y compartimento superior.

Los pasos en la construcción de la estructura se realiza en el siguiente orden:
Planificación para el corte de chapa o de lámina con la finalidad de optimizar al máximo el material con el mínimo desperdicio.



Figura 4. 2 Estructura

Fuente: Propia

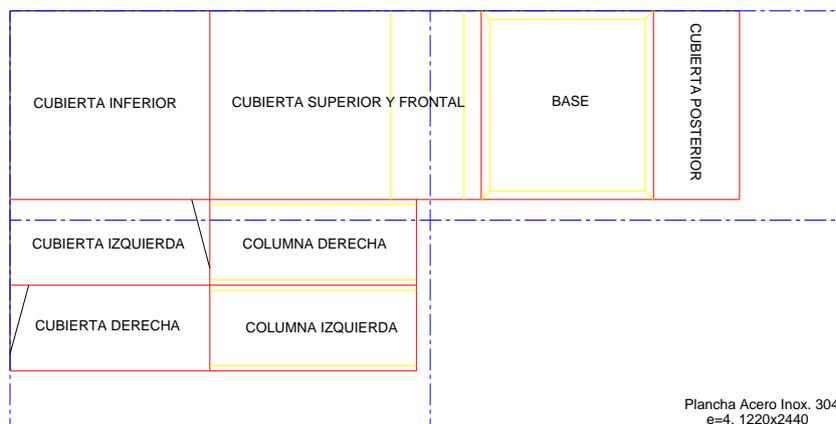


Figura 4. 3 Trazado de estructura en plancha de 1220x2440

Fuente: Propia

Corte por plasma de todos los elementos trazados en la lámina, se utiliza este proceso de corte debido a su reducido riesgo de deformaciones, alta precisión y limpieza en la zona de corte.

Doblado de la tapa superior del compartimento de control, la base y las láminas laterales.

Corte de los tubos de acero inoxidable de diámetro igual a 2".

Elaboración de las bisagras para la tapa del compartimento de control mediante operaciones de cilindrado, mandrinado y frentiado.

Soldadura TIG para fijar todos los elementos de la estructura.

4.2.9 RECIPIENTE CONTENEDOR

El recipiente contenedor se forma de dos partes principales: un cilindro y un cono truncado en la punta, adicionalmente tiene seguros mecánicos y pasadores.

Se planifica el corte de chapa o de lámina con la finalidad de optimizar al máximo el material con el mínimo desperdicio.

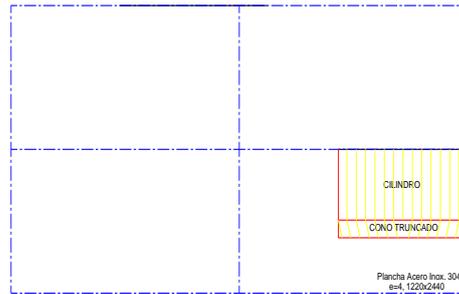


Figura 4. 4 Trazado de recipiente contenedor en plancha de 1220x2440

Fuente: Propia

Para la construcción de las dos partes principales del recipiente contenedor se utiliza una roladora de lámina, “debido a que el costo de curvado de esta máquina es mucho más económico que usando otros métodos tradicionales, por lo que se ahorra tiempo y mano de obra, además se obtiene mejores acabados y exactitud” (Leon Vega, 1992, p. 6).

4.2.9.1 Cilindro

Una vez recortada la lámina de material AISI 304, se procede a darle la forma cilíndrica con la ayuda de la roladora de lámina. Luego de adquirir la lámina metálica la forma casi cilíndrica se procede a soldar en su unión.

Después, con la ayuda del torno, se realiza operaciones de mandrinado y cilindrado exterior para construir dos arandelas planas, que permiten reforzar y adoptar la forma perfectamente cilíndrica a este elemento. Por último se sueldan las arandelas en los extremos del cilindro.



Figura 4. 5 Cilindro

Fuente: Propia

4.2.9.2 Cono truncado

Con la ayuda de la roladora se le da la forma cónica truncada a la lámina de acero inoxidable ya recortada, hasta casi unirlos para proceder a soldar de manera vertical.



Figura 4. 6 Cono truncado

Fuente: Propia

4.2.9.3 Tubo conducto

Una vez seleccionados las piezas a tope de acero inoxidable se procede a unir mediante soldadura el codo a 45°, la reducción de concéntrica y el codo a 90°, en este último se hace una rosca en la punta que conecta al molde. Para su fácil limpieza se lo fabrica en dos piezas que se ajustan mediante pernos.



Figura 4. 7 Tubo conducto

Fuente: Propia

4.2.9.4 Seguros mecánicos

Para la construcción de los seguros mecánicos se procede a taladrar para luego doblar las platinas de acero inoxidable. Finalmente se realiza un torneado cilíndrico para construir los pasadores de los seguros mecánicos.



Figura 4. 8 Seguros mecánicos y pasadores

Fuente: Propia

Terminadas todas las partes del recipiente contenedor se procede a unir las mediante la soldadura TIG y queda como se muestra en la siguiente imagen.



Figura 4. 9 Recipiente contenedor

Fuente: Propia

4.2.10 EMBOLO

Para la construcción del embolo primero se rectifica la superficie circular luego se realiza un torneado cilíndrico y cónico, finalmente se taladra los orificios en la cara superior para hacer la rosca donde irán los pernos que lo sujetarán a la cremallera.



Figura 4. 10 Embolo

Fuente: Propia

4.2.11 PIÑÓN Y CREMALLERA

Para la fabricación del piñón y cremallera se utiliza el acero AISI 8620 para piezas de construcción mecánica resistentes al desgaste y apropiado para trabajar en constante rozamiento mecánico.

4.2.11.1 Piñón

Para la fabricación del piñón primero se realiza la operación de fresado frontal en la barra de material AISI 8620 para rectificar la superficie de rodadura. Por último se tornea la rueda dentada.



Figura 4. 11 Piñón

Fuente: Propia

4.2.11.2 Cremallera

Con la ayuda de la fresadora universal se rectifica la superficie que va a estar en contacto mecánico, para luego fresar los dientes a lo largo de la barra cuadrada de acero AISI 8620. Finalmente en una de las puntas de la cremallera, se suelda una lámina de acero inoxidable AISI 304 circular para facilitar el acople del embolo a la cremallera.



Figura 4. 12 Cremallera

Fuente: Propia

4.2.11.3 Tratamientos térmicos

Luego de la fabricación del piñón y la cremallera a estos elementos se les da tratamiento térmico de cementación y galvanización.

4.2.11.3.1 Cementación

La cementación es un tratamiento termoquímico que permite aumentar el contenido de C en la superficie del acero, típicamente a una temperatura de 900°C. El acero obtiene de esta forma una dureza y resistencia al desgaste altas en la capa externa, mientras que el material del núcleo presenta una gran tenacidad. (Appold, Feiler, Reinhard, & Schmidt, 1995, p. 74)

4.2.11.3.2 Galvanización

La galvanización en caliente es un proceso mediante el que se obtiene un recubrimiento de zinc sobre hierro o acero, por inmersión en un baño de zinc fundido, a una temperatura aproximada de 450° C. A esta operación se la conoce también como galvanización por inmersión o galvanización al

fuego. El proceso de galvanizado tiene como principal objetivo evitar la oxidación y corrosión que la humedad y la contaminación ambiental pueden ocasionar sobre el hierro.

Beneficios:

- **Mayor vida útil:** Un producto galvanizado por inmersión tiene una vida útil que varía de 20 a 30 años, dependiendo del grado de exposición.
- **Sin costo de mantenimiento:** Una vez galvanizado el material, no es necesario pintar ni realizar ningún tipo de mantenimiento.
- **Garantía de recubrimiento:** El galvanizado por inmersión asegura un recubrimiento de toda la pieza por dentro y por fuera. (Galvanizados Lacunza, S.A., s/a, p. 1)

4.2.12 MOLDE

Para la construcción de las diferentes partes del molde se realiza procesos de corte al plasma, mandrilado, desbastado, rectificado y taladrado.



Figura 4. 13 Molde

Fuente: Propia

4.2.12.1 Contenedor

Para la construcción del contenedor del molde se realiza un corte al plasma de la lámina de acero inoxidable con las medidas preestablecidas, y luego se mandrila los orificios para darles una precisión dimensional y una menor rugosidad superficial.

En la construcción de las maniguetas del contenedor se corta y rectifica el duralon en la fresadora universal.

Finalmente se une y fija el contenedor de acero inoxidable con sus maniguetas de duralon con la ayuda de pernos de acero inoxidable.



Figura 4. 14 Contenedor del molde

Fuente: Propia

4.2.12.2 Base

En la fresadora universal se corta, desbasta y rectifica el duralon para obtener la base del molde. Luego se taladra un orificio en la cara superior de la base para que quepa el sensor final de carrera y un orificio en una cara lateral para ubicar el cable y el conector que comunicaran el sensor con el circuito de control.



Figura 4. 15 Base del molde

Fuente: Propia

4.2.12.3 Tapa

Se corta en forma de rectángulo con las medidas preestablecidas el plástico transparente y luego se taladra cuatro orificios ubicados en cada esquina de la tapa del molde.



Figura 4. 16 Tapa del molde

Fuente: Propia

4.3 MONTAJE DE LA MÁQUINA

El montaje se lo realiza dentro y fuera del compartimento superior de la máquina. Dentro del compartimento superior de la máquina se ubica el mecanismo de transmisión de movimiento y el tablero de control y potencia con sus dispositivos de protección.

Fuera del compartimento superior de la máquina se ensambla el recipiente contenedor con sus seguros mecánicos, el embolo y el molde.

4.3.1 MONTAJE DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO

El montaje del sistema de transmisión de movimiento se lo realiza en el siguiente orden:

- a) Comprobar la presencia de pernos, tuercas y arandelas que serán empleados en el montaje del mecanismo.
- b) Fijación de piñón al eje del motorreductor.
- c) Ubicación y fijación del motorreductor.
- d) Acople preciso de la cremallera con el piñón.



Figura 4. 17 Montaje del motorreductor, piñón y cremallera

Fuente: Propia

4.3.2 MONTAJE DEL TABLERO DE CONTROL Y POTENCIA

El montaje del tablero de control y potencia se lo realiza en el siguiente orden:

- a) Comprobar la presencia de pernos, tuercas y arandelas que serán empleados en el montaje del tablero.
- b) Ubicación y fijación del tablero de control y potencia.
- c) Ubicación y fijación del extractor de calor.
- d) Ubicación y fijación de los sensores magnéticos.
- e) Ubicación y soporte de los cables mediante canaleta plástica ranurada dentro del compartimento superior de la máquina.

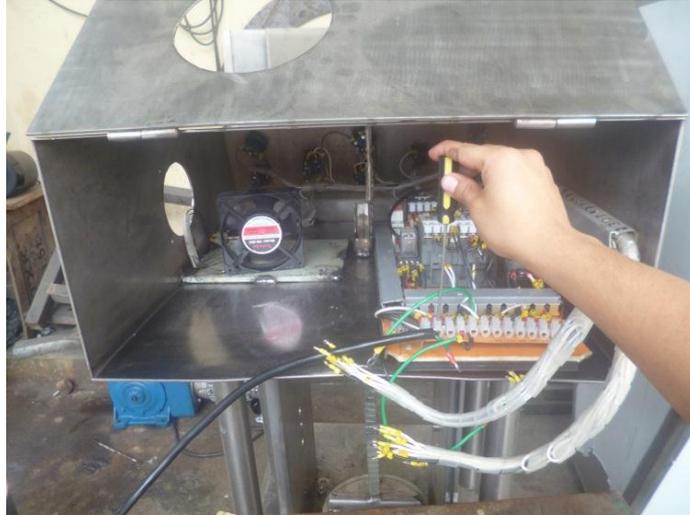


Figura 4. 18 Montaje del tablero de control

Fuente: Propia

4.3.3 MONTAJE DEL RECIPIENTE CONTENEDOR

El montaje del recipiente contenedor se lo realiza en el siguiente orden:

- a) Comprobar la presencia de pasadores, tuercas y arandelas planas que serán empleados en el montaje del recipiente contenedor.
- b) Ubicación de los pasadores de los seguros mecánicos en la estructura de la máquina.
- c) Ubicación correcta del recipiente contenedor.
- d) Ajuste de los seguros mecánicos mediante tuercas y arandelas planas.



Figura 4. 19 Montaje del recipiente contenedor

Fuente: Propia

4.3.4 MONTAJE DEL EMBOLO

El montaje del embolo se lo realiza en el siguiente orden:

- a) Comprobar la presencia de pernos y arandelas de presión que serán empleados en el montaje del embolo.
- b) Ubicación correcta del orificio superior del embolo con la base de la cremallera.
- c) Apretar el embolo contra la base de la cremallera.
- d) Fijar el embolo a la base de la cremallera mediante pernos y arandelas de presión.



Figura 4. 20 Montaje del embolo

Fuente: Propia

4.3.5 MONTAJE DEL MOLDE

El montaje del molde se lo realiza en el siguiente orden:

- a) Comprobar la presencia de prisioneros y tuercas de ala o mariposa que serán empleados en el montaje del molde.
- b) Fijar los prisioneros en la base del molde.
- c) Ubicar, fijar y sellar el sensor final de carrera, el cable y el conector.
- d) Giro y ajuste de la base del molde en la punta del tubo conducto del recipiente contenedor.
- e) Ubicación correcta del contenedor del molde.
- f) Ubicación y fijación de la tapa del molde mediante tuercas mariposa.



Figura 4. 21 Montaje de la base del molde

Fuente: Propia

4.3.6 MONTAJE DEL HMI

El montaje del HMI (Interfaz Hombre Máquina) se lo realiza en siguiente orden:

- a) Comprobar la presencia de pulsadores, luces piloto, selector y conector de sensores que serán empleados en el montaje del HMI.
- b) Ubicación y fijación de los pulsadores, luces piloto y selector en la lámina frontal del gabinete eléctrico.
- c) Conexión de cables desde los componentes del HMI (pulsadores, luces piloto, selector y conector de sensores) hacia el tablero de control y potencia.



Figura 4. 22 Montaje del HMI

Fuente: Propia

4.4 PRUEBAS DE CAMPO

Después de la construcción y el montaje de la máquina semiautomática, es conveniente realizar las pruebas de campo que tienen como objetivo verificar las condiciones de diseño y el correcto funcionamiento del sistema mecánico y el circuito eléctrico de control y potencia.

4.4.1 DIMENSIONES GENERALES DE LA MÁQUINA

Una vez terminada la construcción de la máquina se debe comprobar las dimensiones obtenidas: área ocupada, volumen del recipiente contenedor, diámetro y espesor del recipiente del molde, longitud de la cremallera y diámetro del piñón.

Tabla 4. 1 Dimensiones generales de la máquina

CRITERIO	DIMENSIÓN		EVALUACIÓN	
	DISEÑO	PROTOTIPO	CUMPLE	NO CUMPLE
Área ocupada de la máquina.	< 0,50[m ²]	0,39[m ²]	X	
Volumen del recipiente contenedor.	0.0108[m ³]	0,11[m ³]	X	
Longitud de la cremallera.	640 [mm]	640[mm]	X	
Diámetro del piñón.	100[mm]	100[mm]	X	
Dimensiones del recipiente del molde.	Ø=12,5[cm], e= 4[mm]	Ø=12,5[cm], e= 4[mm]	X	

Fuente: Propia

4.4.2 FUNCIONAMIENTO EN VACÍO Y EN CARGA DE LA MÁQUINA

Se verifica que cada uno de los elementos y piezas que conforman la máquina estén correctamente posicionados y ajustados previo a su funcionamiento sin carga y con carga del prototipo.

Tabla 4. 2 Funcionamiento en vacío y en carga de la máquina

PRUEBA	SITUACIÓN		EVALUACIÓN	
	VACÍO	CARGA	CUMPLE	NO CUMPLE
Encendido de la máquina.	X		X	
		X	X	
Marcha del motorreductor en sentido horario y antihorario.	X		X	
		X	X	
Desplazamiento de la cremallera sube/baja.	X		X	
		X	X	
Activación del modo manual.	X		X	
		X	X	
Activación del modo semiautomático.	X		X	
		X	X	
Acople/desacople del embolo y recipiente contenedor.	X		X	
		X	X	
Montaje/desmontaje del recipiente contenedor a la estructura.	X		X	
		X	X	
Montaje/desmontaje del tubo conducto al recipiente contenedor.	X		X	
		X	X	
Montaje/desmontaje del molde al tubo conducto.	X		X	
		X	X	
Acople/desacople de los cables que comunican los sensores.	X		X	
		X	X	
Funcionalidad de los sensores magnéticos.	X		X	
		X	X	
Funcionalidad del sensor final de carrera.	X		X	
		X	X	
Apagado de la máquina.	X		X	
		X	X	

Fuente: Propia

4.4.3 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA MÁQUINA

Se verifica la capacidad de producción para la que fue diseñada la máquina, realizando pruebas de moldeado de la carne molida con tres usuarios diferentes en un tiempo de una hora.

Tabla 4. 3 Capacidad de producción de la máquina

USUARIO	TIEMPO	CANTIDAD	EVALUACIÓN	
			CUMPLE	NO CUMPLE
Usuario 1	1 [hora]	158	X	
Usuario 2	1 [hora]	147		X
Usuario 3	1 [hora]	181	X	

Fuente: Propia

4.4.4 CARACTERÍSTICAS DE LA PORCIÓN DE CARNE MOLIDA

Se verifica que al moldear cada porción de carne molida tenga las dimensiones adecuadas.

Tabla 4. 4 Características de la porción de carne molida

CRITERIO	DIMENSIÓN	EVALUACIÓN	
		CUMPLE	NO CUMPLE
Diámetro de la porción de carne.	12,5 [cm]	X	
Espesor de la porción de carne.	4 [mm]	X	
Consistencia de la porción de carne.		X	

Fuente: Propia

4.4.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas de campo, se observa que los diferentes elementos y partes que conforman la máquina del sistema mecánico y del circuito eléctrico de control y potencia funcionan correctamente sin carga y de igual forma al estar con carga, el prototipo trabaja sin ningún problema en el moldeado de la carne molida.

Las dimensiones generales de la máquina coinciden con las dimensiones previamente establecidas en el diseño del prototipo.

Es muy importante mencionar que los resultados obtenidos en las dimensiones de la porción de carne molida son apropiados, pero la consistencia de cada porción depende específicamente de las propiedades de la masa cárnica. Es necesario dejar en reposo a la carne molida un tiempo mínimo de 3 horas y el moldeado debe realizarse a una temperatura de la carne molida entre 4 a 8 °C.

Finalmente se puede observar que la capacidad para la que fue diseñada la máquina es la apropiada, ya que producción promedio de tres usuarios de la máquina es de 162 porciones de carne molida en una hora

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS DE COSTOS

5.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se realiza un análisis de costos tomando en cuenta el diseño, construcción y montaje de la máquina semiautomática para el moldeado de carne molida para la preparación de hamburguesas.

5.2 COSTOS DE LA MÁQUINA

Para la fabricación de la máquina se considera y detalla los costos directos e indirectos.

Costos directos:

- Costos de materia prima.
- Costos de elementos utilizados.
- Costos de maquinado.
- Costos de montaje.

Costos indirectos:

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

El costo total de la máquina semiautomática se obtiene al sumar los costos directos más los costos indirectos.

5.2.1 COSTOS DIRECTOS

A continuación se describen los costos que afectan directamente en el valor total de la máquina.

5.2.1.1 Costos de materia prima

En la tabla 5.1 se describe los costos de la materia prima que se emplea en los elementos que se necesita construirlos.

Tabla 5. 1 Costos de materia prima

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO [USD]	VALOR TOTAL [USD]
1	Plancha Acero Inoxidable AISI 304, e=4 [mm], Dim.=1220x2440 [mm].	284,00	284,00
4	Tubo Acero Inoxidable AISI 304 $\phi=8"$, e=3 [mm], L=600 [mm].	14,35	57,40
1	Plancha Duralon 35x180x460 [mm]	65,75	65,75
1	Plancha Duralon 35x170x230 [mm]	55,65	55,65
1	Barra Duralon 225x110 [mm]	169,20	169,20
1	Plancha Plástico Transparente 215x155x10 [mm]	17,00	17,00
1	Barra Acero AISI 8620 25,4x60 [mm]	8,45	8,45
1	Barra Cuadrada Acero AISI 8620 25,4x25,4 [mm]	42,45	42,45
Subtotal			699,90

Fuente: Propia

5.2.1.2 Costos de elementos utilizados

En la tabla 5.2 se resume los costos de los elementos normalizados y seleccionados utilizados para complementar la fabricación de la máquina.

Tabla 5. 2 Costos de elementos utilizados

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO [USD]	VALOR TOTAL [USD]
	Elementos de Sujeción (Pernos, Tuercas y Arandelas)		10,00
1	Reducción Copa Concéntrica 2"x1" AISI 304	20,00	20,00
1	Codo 90° AISI 304 $\phi=1"$	15,00	15,00
1	Codo 2" TP304 E2221 IR	25,00	25,00
4	Relé Encapsulado MY4/110V y Base	10,00	40,00
4	Contactador LS MC-9b 110V-0,5 HP	15,09	60,36
1	Sensor final de carrera KW8-XILIE	0,85	0,85
2	Sensor Magnético	2,25	4,50
6	Pulsadores 22 [mm]	3,53	21,18
1	Pulsador Hongo retenido 22 [mm]	4,42	4,42
1	Interruptor Selector 22 [mm]	4,00	4,00
1	Disyuntor LS C10	5,27	5,27
1	Relé térmico R2-D1310 4-6A	15,00	15,00
33	Terminales Puntera	0,12	3,96
88	Terminales Pin	0,08	7,04
2	Terminales Ojo	0,12	0,24
2m	Cable Eléctrico flexible No. 10 AWG	0,50	1,00
20m	Cable Eléctrico flexible No. 18 AWG	0,18	3,60
1m	Cable Concéntrico 4x10AWG	1,90	1,90
2m	Cable Concéntrico 3x10AWG	1,25	2,50
3	Luz Piloto 110V	2,59	7,77
3	Borneras	0,75	2,25
1	Motor	250,00	250,00
1	Caja Reductora	185,00	185,00
1m	Riel Din	1,00	1,00
2m	Canaleta Plástica Ranurada	0,85	1,70
1m	Cable de Micrófono y Conectores	5,00	5,00
3	Cauchos	1,00	3,00
Subtotal			701,54

Fuente: Propia

5.2.1.3 Costos de maquinado

Los costos de maquinado son los valores de las máquinas herramientas empleadas para la fabricación de la máquina, en estos se incluye la mano de obra y se detallan en la tabla 5.3.

Tabla 5. 3 Costos de maquinado

MÁQUINA	PERIODO DE TRABAJO [h]	VALOR HORA [USD]	VALOR TOTAL [USD]
Torno	10	10,00	100,00
Fresadora Universal	30	12,00	360,00
Soldadora TIG	10	10,00	100,00
Roladora	5	8,00	40,00
Taladradora	2	3,00	6,00
Horno (Galvanizado)	2	10,00	20,00
Subtotal			626,00

Fuente: Propia

5.2.1.4 Costos de montaje

Los costos de montaje se refieren a la mano de obra requerida para el ensamblado y las conexiones eléctricas de la máquina. En la tabla 5.4 se resume los costos de montaje.

Tabla 5. 4 Costos de montaje

MONTAJE	PERIODO DE TRABAJO [días]	VALOR DÍA [USD]	VALOR TOTAL [USD]
Eléctrico	2	10,00	20,00
Mecánico	1	10,00	10,00
Subtotal			30,00

Fuente: Propia

5.2.2 COSTOS INDIRECTOS

Los costos indirectos provienen de los gastos técnicos, de materiales consumibles e imprevistos que se tiene necesidad de realizar para la construcción de la máquina.

5.2.2.1 Costos no recuperables

Tabla 5. 5 Costos no recuperables

DESCRIPCIÓN	PERIODO DE TRABAJO [h]	VALOR HORA [USD]	VALOR TOTAL [USD]
Esmeril	3	1,00	3,00
Amoladora	2	1,00	2,00
Mototool	3	1,00	3,00
Dobladora	2	2,00	4,00
Cortadora de Tubos	2	3,00	6,00
Instrumentos de Medida	50	0,50	25,00
Guillotina	2	3,00	6,00
Subtotal			49,00

Fuente: Propia

5.2.2.2 Costos de materiales consumibles

Tabla 5. 6 Costos de materiales consumibles

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO [USD]	VALOR TOTAL [USD]
2[m]	Varilla de Soldar ER308-1,6	0,50	1,00
0,75 [m3]	Argón	310,00	232,50
3	Lijas de Grano Fino	0,80	2,40
1	Disco de Desbaste	4,15	4,15
2	Puntas de Desbaste	2,20	4,40
1 [l]	Pintura Anticorrosiva	5,10	5,10
1 [l]	Thinner	1,25	1,25
	Varios		10,00
Subtotal			260,80

Fuente: Propia

5.2.2.3 Costos de ingeniería

Tabla 5. 7 Costos de ingeniería

DESCRIPCIÓN	PERIODO DE TRABAJO [h]	VALOR HORA [USD]	VALOR TOTAL [USD]
Definición del Problema	2	10,00	20,00
Presentación de Alternativas	3	10,00	30,00
Selección de Alternativas	2	10,00	20,00

Diseño y selección de elementos	40	10,00	400,00
Supervisión de Construcción de la Máquina	10	10,00	100,00
Supervisión de Montaje de la Máquina	5	10,00	50,00
Subtotal			620

Fuente: Propia

5.2.2.4 Costos de imprevistos

Tabla 5. 8 Costos de imprevistos

DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL [USD]
Movilización	30,00
Papelería	20,00
Impresión de Documentos	20,00
Impresión de Planos	10,00
Varios	10,00
Subtotal	90

Fuente: Propia

5.2.3 COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA

Tabla 5. 9 Costo total de la máquina

DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL [USD]
Costos de materia prima	699,90
Costos de elementos utilizados	701,74
Costos de maquinado	626,00
Costos de montaje	30,00
Costos no recuperables	49,00
Costos de materiales consumibles	266,80
Costos de ingeniería	620,00
Costos de imprevistos	90,00
Total	3083,44

Fuente: Propia

En la tabla 5.9 el valor total de la máquina semiautomática para el moldeado de carne molida para la preparación de hamburguesas es 3083,44 [USD]. Una cantidad mínima sobrepasa al valor esperado inicialmente, pero es aceptable.

5.3 ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO

- **SIN MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA CARNE MOLIDA**

Tabla 5. 10 Costo - beneficio sin máquina

GASTOS:

	CANTIDAD	TIEMPO(h)	MATERIA PRIMA(\$)	COSTO h(\$)
PORCIÓN DE CARNE	1	0.02	0.2	0.1
EN UN MES	CANTIDAD	TIEMPO(h)	MATERIA PRIMA(\$)	COSTO h(\$)
PORCIÓN DE CARNE	2250	45	450	225
TOTAL(\$)				675

INGRESOS:

EN UN MES	CANTIDAD	PRECIO(\$)
PORCIÓN DE CARNE	2250	900

TOTAL:

INGRESOS – GASTOS(\$)	900 - 675	225
-----------------------	-----------	-----

Fuente: Propia

- **CON MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA CARNE MOLIDA**

Tabla 5. 11 Costo - beneficio con máquina

GASTOS:

	CANTIDAD	TIEMPO(h)	MATERIA PRIMA(\$)	COSTO h(\$)
PORCIÓN DE CARNE	1	0.01	0.2	0.025

EN UN MES	CANTIDAD	TIEMPO(h)	MATERIA PRIMA(\$)	COSTO h(\$)
PORCIÓN DE CARNE	4500	22.5	900	112.5
TOTAL(\$)				1012.5

INGRESOS:

EN UN MES	CANTIDAD	PRECIO(\$)
PORCIÓN DE CARNE	4500	1800

TOTAL:

INGRESOS – GASTOS(\$)	1800 – 1012.5	787.5
-----------------------	---------------	--------------

Fuente: Propia

- COSTO/BENEFICIO:**

CON MÁQUINA – SIN MÁQUINA = 787.5 – 225 = 562.5
--

Es posible recuperar la inversión del costo total de la máquina en SEIS meses aproximadamente; cabe recalcar que la hora de trabajo es cancelada en 5 dólares americanos y el valor de cada porción de carne molida para la preparación de hamburguesas se estima en 0.40 centavos de dólar.

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} > 1 = \text{BUENO}$$

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} < 1 = \text{MALO}$$

Se estima el beneficio en un mes en 562.5 [USD], en seis meses será igual a 3375 [USD] y el costo total de la máquina es igual a 3083.44 [USD].

$$\frac{3375}{3083.44} > 1 = \text{BUENO}$$

$$1.1 > 1 = \text{BUENO}$$

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Con la máquina se logra duplicar la capacidad de producción de las porciones de carne molida para la preparación de hamburguesas en la mitad del tiempo, ya que se pasa de un moldeado manual a un semiautomático.
- En el diseño de los componentes de la máquina, tiene un factor de seguridad de mayor a dos, de esta forma son sometidos a un esfuerzo equivalente mínimo a la mitad del que están diseñados, con esta característica se reduce el desgaste por fatiga de material.
- El diseño del sistema de transmisión acoplado a la caja reductora disminuye en cantidades considerables la velocidad, aumenta el torque y mantiene la potencia, siendo más económico el motor, debido que proporciona un menor consumo de energía y el costo de mantenimiento es relativamente bajo comparado con embutidoras que usan sistemas hidráulicos o neumáticos.
- El motor y los elementos de la máquina están diseñados de tal forma que a futuro puedan utilizarse con otros tipos de carne que presenten mayor resistencia para ser comprimidos y moldeados a un diámetro de 12,5 [cm] y 4 [mm] de espesor; debido a que los materiales con que están construidos cumplen con los requerimientos necesarios para que la máquina este sobredimensionada.

- La máquina semiautomática realiza un proceso lento y no necesita una variación exagerada de velocidad ni de corriente, por tal motivo se usó relés de estado sólido para la inversión del giro. Se consideró un amperaje igual al triple del motor para los relés evitando así que estos se dañen por los picos de voltaje generados en el arranque del motor.
- Los sensores magnéticos y el final de carrera brindan mayor seguridad para los usuarios, debido a que están ubicados en sitios estratégicos de la máquina semiautomática y permiten detener la marcha del motor evitando así accidentes.

6.2 RECOMENDACIONES

- La capacidad de producción satisface actualmente las necesidades del local de comida rápida, si se desea aumentarla se recomienda añadir un mesón que permita apilar con mayor rapidez y facilidad las porciones de carne molida.
- En caso de daño de los elementos en contacto directo con la carne molida: recipiente contenedor, tubo conducto, molde, embolo se recomienda utilizar los mismos materiales con los que fueron construidos: acero inoxidable AISI 304 y duralon ya que estos tienen las características alimenticias y mecánicas adecuadas para procesar a la carne molida y resistir a los esfuerzos a los que están sometidos. En caso de soldadura se recomienda usar la varilla de soldar ER308, ya que es un metal de aporte que puede producir una soldadura de composición semejante al acero inoxidable AISI 304.
- Los materiales escogidos para los puntos más críticos como es el caso de la estructura, piñón, cremallera y del recipiente contenedor son aceros especiales que permiten reducir el tamaño y soportar una mayor carga, en el caso del piñón y la cremallera se recomienda construirlos totalmente en acero inoxidable 304 para aumentar la confiabilidad del procesamiento de la carne molida.
- Se recomienda aumentar nuevos moldes acoplables al tubo conducto de la máquina que me permitan variar las dimensiones y formas de diferentes tipos de carne. El uso de materiales existentes en el mercado permite reducir el costo de fabricación y a su vez disminuir el tiempo para la construcción de la máquina semiautomática.
- Es importante el correcto dimensionamiento de los componentes del circuito de potencia, tomar en cuenta los picos de corriente cuando el motor arranca, al usar contactores para el paso de corriente al motor, se

recomienda usar los elementos de protección eléctrica que se describen en el manual técnico ya que estos están previamente seleccionados de acuerdo al funcionamiento de la máquina.

- El uso de componentes robustos y su mantenimiento en diseño de máquinas garantiza mayor durabilidad para los sensores y los componentes del HMI, por lo que se recomienda al terminar el proceso de moldeo inmediatamente lavar la máquina a vapor, para evitar que se adhiera la carne molida a las paredes y puntos difíciles de acceder de los elementos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, C. K., & Sadiku, M. N. (2007). *Fundamentos de Circuitos Eléctricos*. México: Litográfica Ingramex, S.A. de C.V.
- Appold, H., Feiler, K., Reinhard, A., & Schmidt, P. (1995). *Tecnología de los metales*. Barcelona: Reverté, S.A.
- Aula Eléctrica. (s/a). *Automatismos Industriales*. Obtenido de Relé térmico: <http://guindo.pntic.mec.es/rarc0002/all/aut/dat/f.rele.termico.pdf>
- Aurios, T. (2013). *Datos de conductores de cobre AWG*. Obtenido de <http://www.tecnicosaurios.com/foro/viewtopic.php?f=24&t=31082&start=30>
- Boylestad, R. L. (2004). *Introducción al análisis de circuitos*. Pearson Educación.
- Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. México: McGRAW-HILL .
- Caldinox. (s/a). *Aceros Inoxidables*. Obtenido de http://www.caldinox.com.ar/productos_y_servicios/productos/tuberias_y_accesorios_con_uniones_a_clamp_y_uniones_dobles_danesas
- CAMSCO ELECTRIC. (s/a). Obtenido de <http://www.camsco.com.tw/spa/relay/P226.html>
- Condimensa. (s/a). *Apanadura*. Recuperado el Enero de 2014, de <http://www.condimensa.com.ec/materias2.html>
- Electricos Generales. (2012). *Relay Encapsulado*. Obtenido de <http://www.electricosgenerales.com.pe/shop/relay-encapsulado/>
- Galvanizados Lacunza, S.A. (s/a). *Galvanizado*. Obtenido de <http://www.galvanizadoslacunza.com/GalvanizadoyBeneficios.htm>
- Geoka. (s/a). *Cono Truncado*. Obtenido de http://www.geoka.net/poliedros/cono_truncado.html
- Gepowercontrols. (s/a). *Relés térmicos*. Obtenido de www.gepowercontrols.com/es/.../Electronic_Overload_Relay.html
- Grupo Carrion Alvarez. (2014). HOJA DE DATOS - Características y aplicaciones del duralon.
- Hamrock, B. J., Jacobson, B. O., & Schmid, S. R. (2000). *Elementos de Máquinas*. México: McGRAW-HILL.

- Hoffman Enclosures Inc. (2009). *NORMAS GLOBALES PARA GABINETES ELÉCTRICOS*. Obtenido de http://www.hoffmanonline.com/stream_document.aspx?rRID=245286&pRID=245285
- Horwitz, H. (2002). *Soldadura: Aplicaciones y Práctica*. México: Alfaomega.
- Ingeniería Teleinformática. (s/a). *Física General II*. Obtenido de www.es.scribd.com/doc/38513543
- JV SUMIND. (2014). Datos motores eléctricos monofasicos. Quito.
- Leon Vega, A. L. (1992). *Diseño, cálculo y construcción de una roladora manual - Informe Técnico*. Guayaquil: ESCUELA POLITECNICA DEL LITORAL.
- LS Electric Products. (2014). Catalogo Contactores.
- Mercado en línea - China. (2011). *Sensores*. Obtenido de <http://spanish.dooraccesscontroller.com/>
- Molina, P. (s/a). *Protección de los Circuitos Eléctricos*. Obtenido de http://www.profesormolina.com.ar/electromec/prot_circ_elect.htm
- Mott, R. L. (2006). *Diseño de Elementos de Máquinas*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Obtesol. (s/a). *Aceros Inoxidables*. Obtenido de http://www.obtesol.es/index.php?option=com_content&task=category§ionid=4&id=34&Itemid=30
- Riba, C. (2002). *Diseño Concurrente*. Barcelona: EDICIONES UPC.
- Rivas Arias, J. M. (2009). *Soldadura eléctrica y sistemas T.I.G. y M.A.G.* Madrid: Paraninfo.
- SOLTER. (s/a). *Soldadura TIG*. Obtenido de <http://www.solter.com/es/procesos-soldadura/tig>
- SOLYSOL. (2012). *Soldadura GTAW - TIG*. Obtenido de <http://www.solysol.com.es/productos-y-servicios/procesos-soldadura/soldadura-gtaw-tig/>
- SUMELEC. (2014). *Automatización Eléctrica Industrial*. Obtenido de <http://www.sumelec.net/cat%C3%A1logo.html>
- SUMITEC. (s/a). *Acero Inoxidable AISI 304*. Obtenido de <http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%20304.pdf>

ANEXOS

ANEXO A

SELECCIÓN DEL MOTOR

Fuente: (JV SUMIND, 2014)

Potencia		Tipo	Eficiencia [%]			Factor de potencia				Corriente			Torque			
			[kW]	[HP]	50	75	100	50	75	100	FS	In	Is	Ivacio	Tn	Ts
			% de la potencia nominal							In	Is	Ivacio	Tn	Ts	Tmax	
			50	75	100	50	75	100	FS	[A]	In	[A]	[Nm]	Tn	Tn	Tn
0,37	0,5	M2QA	62,2	68,0	70,0	0,68	0,79	0,81	1,15	0,94	6,1	0,5	1,3	2,2	3,0	
0,55	0,74	M2QA	69,2	72,4	73,0	0,71	0,80	0,82	1,15	1,3	6,1	0,7	1,9	2,2	2,7	
0,75	1	M2QA	72,4	75,5	75,0	0,74	0,84	0,85	1,15	1,7	6,1	0,7	2,5	2,2	3,0	
1,1	1,5	M2QA	72,7	77,9	78,0	0,72	0,82	0,85	1,15	2,4	7,0	1,1	3,7	2,2	2,2	
1,5	2	M2QA	75,7	79,0	79,0	0,73	0,83	0,87	1,15	3,2	7,0	1,4	5,0	2,2	2,5	
2,2	2,9	M2QA	78,8	81,8	81,5	0,71	0,81	0,86	1,15	4,5	7,0	2,2	7,4	2,2	3,5	
3	4	M2QA	80,1	83,2	83,0	0,74	0,85	0,88	1,15	5,9	7,0	2,5	10,0	2,2	3,0	
4	5,4	M2QA	80,3	84,6	85,0	0,78	0,89	0,90	1,15	7,6	7,0	2,9	13,2	2,2	3,2	
5,5	7,4	M2QA	84,9	87,9	87,5	0,79	0,89	0,89	1,15	10,2	7,0	3,3	18,0	2,2	3,0	
7,5	10	M2QA	88,2	90,1	88,5	0,82	0,88	0,90	1,15	13,6	7,0	3,9	24,5	2,2	3,5	
11	15	M2QA	86,9	90,5	90,0	0,73	0,86	0,89	1,15	19,8	6,5	6,8	36	2,5	3,1	
15	20	M2QA	90,1	90,1	90,0	0,81	0,87	0,89	1,15	27	6,5	8,1	49	2,5	2,6	
18,5	25	M2QA	90,1	90,9	90,5	0,84	0,89	0,90	1,15	33	6,5	9,3	60	2,5	2,7	
22	29	M2QA	90,0	91,0	90,8	0,85	0,89	0,90	1,15	39	6,5	10,2	71	2,3	2,5	
30	40	M2QA	89,5	91,1	91,4	0,84	0,89	0,90	1,15	52	6,5	12,9	97	2,2	2,6	
37	50	M2QA	90,3	91,8	92,2	0,85	0,89	0,90	1,15	64	6,5	15,7	120	2,3	2,6	
45	60	M2QA	90,2	92,2	92,6	0,81	0,86	0,89	1,15	78	7,0	23,6	145	2,5	2,7	
55	74	M2QA	90,3	91,7	93,4	0,83	0,90	0,89	1,15	96	7,5	25,9	177	2,4	2,7	
75	101	M2QA	91,0	92,2	94,0	0,82	0,86	0,90	1,15	128	7,5	35	241	2,5	3,0	
90	121	M2QA	91,7	92,3	94,3	0,84	0,89	0,91	1,15	153	7,5	37	289	2,3	3,0	
110	147	M2QA	90,2	92,2	94,0	0,79	0,85	0,91	1,15	187	7,1	65	362	1,8	3,4	
132	177	M2QA	90,3	92,3	94,5	0,81	0,87	0,91	1,15	223	7,1	70	423	1,8	3,3	
160	214	M2QA	91,8	93,5	94,6	0,78	0,85	0,92	1,15	267	7,2	78	513	1,8	3,2	
200	268	M2QA	92,3	94,0	94,8	0,78	0,86	0,92	1,15	332	7,2	91	641	1,8	3,2	
250	335	M2QA	94,4	94,5	95,4	0,84	0,90	0,92	1,15	415	7,1	87	801	2,3	2,8	
315	422	M2QA	95,0	95,3	96,0	0,84	0,90	0,92	1,15	520	6,9	109	1009	2,0	2,8	

ANEXO B

DESCRIPCIÓN DEL ACERO INOXIDABLE AISI 304

Fuente: (SUMITEC, s/a)

ACERO INOXIDABLE 304 (UNS S30400)

1. Descripción: éste es el más versátil y uno de los más usados de los aceros inoxidable de la serie 300. Tiene excelentes propiedades para el conformado y el soldado. Se puede usar para aplicaciones de embutición profunda, de rolado y de corte. Tiene buenas características para la soldadura, no requiere recocido tras la soldadura para que se desempeñe bien en una amplia gama de condiciones corrosivas. La resistencia a la corrosión es excelente, excediendo al tipo 302 en una amplia variedad de ambientes corrosivos incluyendo productos de petróleo calientes o con vapores de combustión de gases. Tiene excelente resistencia a la corrosión en servicio intermitente hasta 870 °C y en servicio continuo hasta 925°C. No se recomienda para uso continuo entre 425 - 860°C pero se desempeña muy bien por debajo y por encima de ese rango.

2. Normas involucradas: ASTM A 276

3. Propiedades mecánicas: Resistencia a la fluencia 310 MPa (45 KSI)
Resistencia máxima 620 MPa (90 KSI)
Elongación 30 % (en 50mm)
Reducción de área 40 %
Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)

4. Propiedades físicas: Densidad 7.8 g/cm³ (0.28 lb/in³)

5. Propiedades químicas: 0.08 % C mín
2.00 % Mn
1.00 % Si
18.0 – 20.0 % Cr
8.0 – 10.5 % Ni
0.045 % P
0.03 % S

6. Usos: sus usos son muy variados, se destacan los equipos para procesamiento de alimentos, enfriadores de leche, intercambiadores de calor, contenedores de productos químicos, tanques para almacenamiento de vinos y cervezas, partes para extintores de fuego.

7. Tratamientos térmicos: éste acero inoxidable no puede ser endurecido por tratamiento térmico. Para el recocido, caliente entre 1010 y 1120°C y enfríe rápidamente

ANEXO C

DESCRIPCIÓN DEL DURALON

Fuente: (Grupo Carrion Alvarez, 2014)

Características del duralon®

GENERALES	METODO DE PRUEBA DIN-ASTM	UNIDADES	DURALON®		
			C 100	C 90	C 80
Densidad		gr/cm ³	1.15	1.14	1.12
Temp. Fusión	ASTM D789	°C	220	208/210	202/206
Abs./Humedad					
- en aire		o/o	2.5	2.3	2.0
- en agua		o/o	6.5	4.5	3.0

MECANICAS					
Resist./Tracción	ASTM D638	kg/cm ²	560/815	407/713	357/611
Elong./Tracción fase elástica	ASTM D638	o/o	10/25	10/30	10/45
Resist. compresión (deform. 1o/o)	ASTM D695	kg/cm ²	850	800	750
Resist./compres. (sin deformación)		Kg/cm ²	140	125	110
Resist./Flexión	DIN 53452 ASTM D790	Kg/cm ²	815/1530	408/1325	306/1170
Modulo/elasticidad	ASTM D638	Kg/cm ²	2240/3570	765/2550	610/2240
Resist. esfuerzo cortante	ASTM D732	Kg/cm ²	650	550	450
Resist. impacto a 20°C	DIN 53453	Kg/cm/cm ²	s/rupt.	s/rupt.	s/rupt.
Resist. impacto con ranura	DIN 53453	kg/m ²	8.2/4.4	61/4.1	s/rupt/15.3

COEFICIENTES DE FRICCIÓN/ DESGASTE / ABRASION	DURALON®		
	C 100	C 90	C 80
- Estático en seco	0.4	0.35	0.3
- Dinámico en seco	0.3	0.22	0.15
- Estático en aceite	0.10	0.10	0.10
- Dinámico en aceite	0.08	0.08	0.08
- Estático con circulación forzada en aceite	0.002	0.011	0.02
- Dinámico con circulación forzada en aceite	-	-	-
- Estático en agua	0.23	0.23	0.23
- Dinámico en agua	0.19	0.19	0.19

MATERIAL	COEFICIENTE FRICCIÓN	ABRASION MICRONES Km
DURALON®	0.35/0.43	0.1
Poliéster (PETP)	0.54	0.5
Poliétileno alta densidad (PE/HD)	0.25	1.0/4.6
Poliacetal	0.34	4.6
Poliimetil meta acrilato (PMMA)	0.54	4.8
Polivinil Cloruro (PVC)	0.60	5.6
Poliétileno baja densidad (PE/LD)	0.58	7.1
Acrlonitril Butadieno-estirolo (ABS)	0.50	8.4
Co-poliacetal	0.32	8.9
Polipropileno (PP)	0.30	11
Teflón	0.22	21

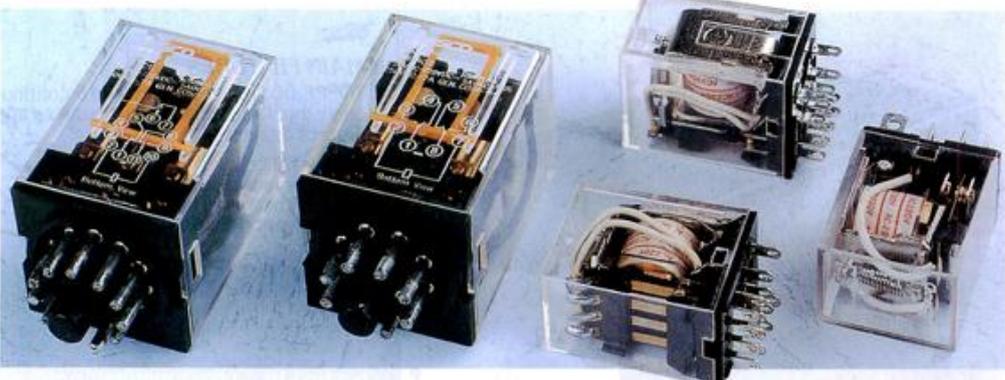
ANEXO D

DESCRIPCIÓN DEL RELÉ ENCAPSULADO SERIE MY DE 14 PINES

Fuente: (CAMSCO ELECTRIC, s/a)

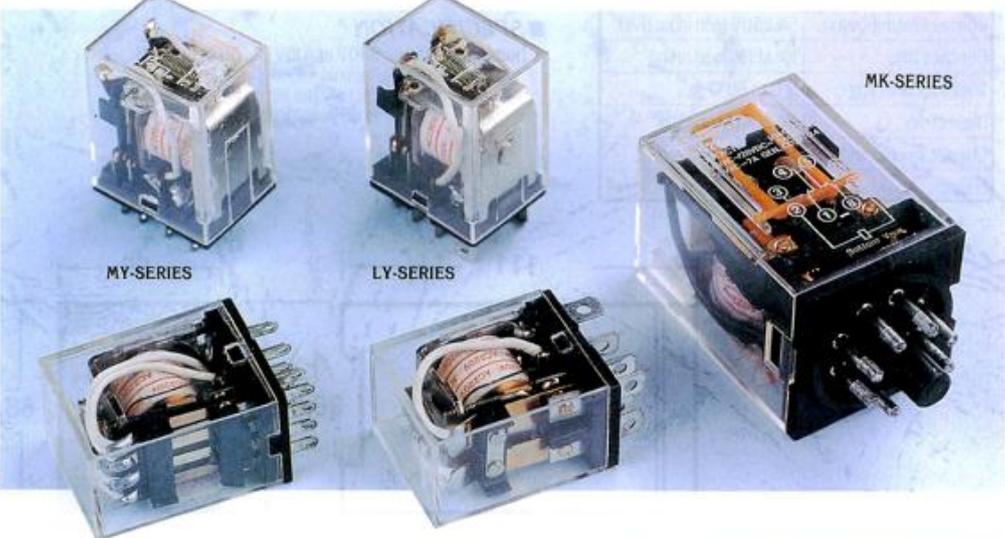


RELAY



specification

MODEL		MY SERIES			LY SERIES			MK SERIES	
		MY-2	MY-3	MY-4	LY-2	LY-3	LY-4	MK2P-I	MK3P-I
EXTERNAL DIMENSION (mm)	L	27.6			27.6	27.6	27.6	34.7	
	W	21.5			21.5	21.5	21.5	34.7	
		34			36	36	36	52	
CONTACT FORM		2A2B	3A3B	4A4B	2A2B	3A3B	4A4B	2A2B	3A3B
CONTACT CAPACITY		28V DC 220V AC		28V DC 220V AC		28V DC 220V AC		28V DC 220V AC	
		5A	3A	15A10A	10A	10A 5A			
COIL VOLTAGE	DC	6,12,24,36,110 V			6,12,24,36,48,110V			6,12,24,48,60,110,220V	
	AC	6,12,24,36,110,220V			6,12,24,36,48,110,220V			6,12,24,36,48,110,127,220,380V	
CONTACT RESISTANCE		≤ 50mΩ			≤ 50mΩ			≤ 50mΩ	
INSULATION RESISTANCE		≥ 1000MΩ			≥ 1000MΩ			≥ 500MΩ	
DIELECTRIC STRENGTH		1000V AC 50/60Hz			1500 AC 50/60 Hz			1500V AC 50/60Hz	
SERVICE LIFE	MECHANICAL	10,000,000			10,000,000			10,000,000	
	ELECTRICAL	100,000			100,000			100,000	
TERMINAL		OUTLET AND PRINTED-CIRCUIT BOARD			OUTLET AND PRINTED-CIRCUIT BOARD			OUTLET SOLDER	



MY-SERIES
LY-SERIES
MK-SERIES

ANEXO E

DESCRIPCIÓN DEL CONTACTOR MC-9b

Fuente: (LS Electric Products, 2014)

MC type Magnetic Contactors



Frame size			18AF				22AF				
Type	screws clamp terminals		MC-8a	MC-9a	MC-12a	MC-18a	MC-9b	MC-12b	MC-18b	MC-22b	
Number of poles	3pole				3pole						
Rated operational voltage, Ue	690V				690V						
Rated insulation voltage, Ui	690V				690V						
Rated frequency	50/60Hz				50/60Hz						
Rated impulse withstand voltage, Uimp	6kV				6kV						
Maximum operating rate in operating cycles per hour(AC3)	1800 operations per hour				1800 operations per hour						
Durability	Mechanical		15 mil. operations				15 mil. operations				
	Electrical		2.5 mil. operations				2.5 mil. operations				
Current and power	AC-1, Thermal current	A	25	25	25	32	25	25	40	40	
	AC-3 200/240V	kW	2.2	2.5	3.5	4.5	2.5	3.5	4.5	5.5	
		A	9	11	13	18	11	13	18	22	
	380/440V	kW	3	4	5.5	7.5	4	5.5	7.5	11	
		A	7	9	12	18	9	12	18	22	
	500/550V	kW	3	4	7.5	7.5	4	7.5	7.5	15	
		A	6	7	12	13	7	12	13	20	
	690V	kW	3	4	7.5	7.5	4	7.5	7.5	15	
		A	4	5	9	9	6	9	9	18	
	UL rating (50/60Hz)	Continuous current		25	25	25	32	25	25	40	40
Single phase		110~120V	HP	0.5	0.5	0.75	1	0.5	0.75	1	2
		220~240V	HP	1.5	1.5	2	3	1.5	2	3	3
		200~208V	HP	2	2	3	5	2	3	5	7.5
Three phase		220~240V	HP	3	3	5	7.5	3	5	7.5	10
		440~480V	HP	5	5	7.5	10	5	7.5	10	15
		550~600V	HP	7.5	7.5	10	15	7.5	10	15	20
NEMA size		00	00	0	0	00	00	0	1		
Size and weight	AC control	Weight	0.33				0.34				
		Size(W×H×D) mm	45×73.5×80.4				45×73.5×87.4				
	DC control	Weight	0.5				0.51				
		Size(W×H×D) mm	45×73.5×110.7				45×73.5×117.7				
Auxiliary(standard)			1NO or 1NC				1NO1NC				
Auxiliary	Side mount		UA-1				UA-1				
	Front mount		UA-2, UA-4				UA-2, UA-4				

ANEXO F

SELECCIÓN DE CONDUCTORES DE COBRE AWG

Fuente: (Aurios, 2013)

AWG	Diam. mm	Amperaje	AWG	Diam. mm	Amperaje
1	7.35	120	16	1.29	3,7
2	6.54	96	17	1.15	3,2
3	5.86	78	18	1.024	2,5
4	5.19	60	19	0.912	2,0
5	4.62	48	20	0.812	1,6
6	4.11	38	21	0.723	1,2
7	3.67	30	22	0.644	0,92
8	3.26	24	23	0.573	0,73
9	2.91	19	24	0.511	0,58
10	2.59	15	25	0.455	0,46
11	2.30	12	26	0.405	0,37
12	2.05	9,5	27	0.361	0,29
13	1.83	7,5	28	0.321	0,23
14	1.63	6,0	29	0.286	0,18
15	1.45	4,8	30	0.255	0,15

ANEXO G

REQUISITOS PARA LAS CALIFICACIONES IEC IP

Fuente: (Hoffman Enclosures Inc, 2009)

Grados de protección del primer número característico de IEC 60529 - Sólido				
		Protección	Método de prueba	Criterios para pasar
INTERIORES	IP 1X	Contacto incidental (menor) y objetos sólidos	Diámetro de 50 mm - Sonda	Sin penetración
	IP 2X	Contacto incidental (menor) y objetos sólidos	Diámetro de 12.5 mm - Sonda	Sin penetración
	IP 3X	Contacto incidental (menor) y objetos sólidos	Diámetro de 2.5 mm - Sonda	Sin penetración
	IP 4X	Contacto incidental (menor) y objetos sólidos	Diámetro de 1.0 mm - Sonda	Sin penetración
	IP 5X	Protegido contra el polvo	Polvo circulante	Polvo limitado adentro; no en piezas vivas (energizadas)
AL AIRE LIBRE	IP 6X	Hermético al polvo	Polvo circulante	Sin polvo adentro

Tabla 5: Requisitos para las pruebas y los criterios de pasa/falla para las calificaciones IEC IP (primer número, protección contra ingreso de sólidos y humano); tipo y tamaño de las partículas de polvo, el polvo de talco puede pasar a través de una abertura de 0.003 pulgadas.

Grados de protección del segundo número característico de IEC 60529 - Agua				
		Protección	Método de prueba	Criterios para pasar
INTERIORES	IP X1	Gotas que caen verticalmente	Prueba de goteo de 10 minutos	Cantidad limitada de agua adentro; no en piezas vivas (energizadas)
	IP X2	Gotas que caen verticalmente a 15° de la vertical	Prueba de goteo de 10 minutos a 15°	
	IP X3	Rociado de agua	5 minutos tubo oscilando 120° o rociado parcial durante 5 minutos	
	IP X4	Salpicaduras de agua	10 minutos tubo oscilando 360° o rociado completo durante 5 minutos	
	IP X5	Chorros de agua	Manguera para incendios 3.3 galones (12.5 L)/min.	
AL AIRE LIBRE	IP X6	Poderosos chorros de agua	Manguera para incendios 26 galones (100 L)/min.	
	IP X7	Inmersión temporal a profundidad limitada	Se sumerge a 3 pies (1 m) - 30 minutos	
	IP X8	Inmersión prolongada a profundidad limitada	Más rigurosa que X7 Acuerdo con el cliente	

Tabla 6: Requisitos para las pruebas y los criterios de pasa/falla para las calificaciones IEC IP (segundo número, protección contra el ingreso de líquidos)

Norma	Puntos principales de los que se ocupa	Requisitos de las pruebas	Inspección de laboratorio requerida para la certificación del producto	Inspección requerida del sitio de fabricación
IEC 60529	• Nivel de protección contra el ingreso	Se permite la autocomprobación	No: IEC permite la evaluación interna del cumplimiento. Algunos fabricantes eligen que una instalación de pruebas independiente certifique sus productos	No
NEMA 250	• Nivel de protección contra el ingreso • Requisitos mínimos para el diseño de gabinetes	Se permite la autocomprobación	No: NEMA permite la evaluación interna del cumplimiento	No
UL 50, 50E	• Nivel de protección contra el ingreso • Requisitos mínimos para el diseño de gabinetes	Se exige la prueba de un laboratorio de UL o un laboratorio certificado por UL	Sí: UL exige la verificación de las pruebas y auditorías anuales de los laboratorios certificados por UL para validar el cumplimiento con las normas	Sí: UL inspecciona cada sitio de fabricación mensualmente para asegurar el cumplimiento con la certificación del diseño de productos de UL.

La Tabla 8: compara la cantidad de supervisión requerida para mostrar la marca de certificación para cada una de las normas.

ANEXO H

MANUAL TÉCNICO

Fuente: Propia

1 MANTENIMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL Y POTENCIA

La revisión y mantenimiento de los elementos que conforman el tablero de control y potencia se realiza en base a las hojas de datos de los fabricantes, a continuación se detalla el mantenimiento preventivo del sistema eléctrico.

1.1 MANTENIMIENTO DE LOS CONTACTORES

Para la revisión y mantenimiento de los contactores se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Verificar si la capacidad del contactor está dentro de la requerida para el correcto funcionamiento del motor.
- Verifique que no existen daños externos en la carcasa.

1.2 MANTENIMIENTO DE LOS RELÉS ELÉCTRICOS

Para la revisión y mantenimiento de los relés eléctricos se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Constatar si la alimentación a la que está expuesto el relé es la misma o está dentro del rango para la que fue diseñado.
- Las condiciones medioambientales y físicas duras, como variaciones de temperatura, humedad, contaminación, interferencias, etc. influyen en el envejecimiento de los componentes eléctricos, incrementando la probabilidad de un fallo en el relé.
- Verifique periódicamente que no existen daños externos en la base y la carcasa del relé.

- El desgaste de los contactos podría causar un funcionamiento defectuoso del circuito.

A continuación se detalla los daños más frecuentes que sufren los relés eléctricos:

- Si los contactos se recalientan mucho verifique que la carga aplicada no sea excesiva y el tipo de relé sea el adecuado para el uso que le está dando.
- Si no existe suficiente presión entre los contactos hay bajo voltaje en la bobina o hay deformación en los contactos.
- Si la bobina no se energiza verifique el voltaje nominal de alimentación con el valor al que se encuentra diseñado el relé.

En caso de daño del relé eléctrico lo más recomendable es sustituirlo por un nuevo, debido a que este dispositivo está diseñado para cierto número de accionamientos mecánicos y eléctricos que provocan desgaste en los contactos y la bobina alterando el correcto funcionamiento del circuito.

1.3 MANTENIMIENTO DE LOS SENSORES

1.3.1 MANTENIMIENTO DEL SENSOR MAGNÉTICO

Para el sensor magnético se recomienda:

Verificar que no esté obstruido por ningún objeto.

Mantenerlo limpio del polvo, suciedad, contaminación.

En caso de falla se recomienda la reposición total del sensor magnético.

1.3.2 MANTENIMIENTO DEL SENSOR FINAL DE CARRERA

El sensor final de carrera no necesita mantenimiento debido a que esta incrustado y sellado en la base del molde, además tiene una carcasa durable, cierres herméticos y terminales sellados para una alta protección contra la humedad y contaminación.

El sensor final de carrera tiene una alta repetitividad a pesar de esto los componentes mecánicos móviles se desgastan, por lo tanto en caso de falla se recomienda la reposición total del sensor final de carrera.

1.4 MANTENIMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

En caso de falla o daño leve de los elementos de protección (relé térmico), disyuntor termomagnético se recomienda el remplazo total de estos.

Se recomienda revisar periódicamente las conexiones a tierra, en caso de daño volverlas a realizar nuevamente.

2 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO

2.1 MANTENIMIENTO DEL MOTOR ELECTRICO

El motor está protegido contra cortocircuitos con un disyuntor termomagnético y contra sobrecargas gracias a un relé térmico, además tiene la puesta a tierra; a pesar de esto puede sufrir averías.

A continuación se detalla los daños más comunes de un motor eléctrico, sus posibles causas y su solución:

Síntomas	Causas posibles	Verificación y soluciones
1. El motor no arranca en vacío y no produce ruido alguno.	- La red no tiene tensión - El circuito inducido está cortado.	- Comprobación de tensión - Verificar los circuitos incluyendo los reóstatos de arranque.
2. El motor arranca en vacío y se embala.	- Parte del circuito inductor está cortado.	- Comprobar circuitos, incluyendo reóstatos de arranque.
3. El motor va a trones.	- Cortocircuito en el devanado de inducido o entre delgas.	- Limpiar colector y comprobar bobinas del inducido.
4. El motor arranca muy lentamente.	- Falta de excitación	- Verificar que en el arranque todas las resistencias están metidas.
5. El motor arranca en sentido contrario	- Conexiones de la excitación cambiadas.	- Cruzar conexiones.
6. El motor no aguanta la carga.	- Mala posición de las escobillas. - Bajada de tensión	- Corregir posiciones de escobillas. - Verificar tensión.
7. El motor gira muy rápido y oscila en carga.	- Mala posición de las escobillas. - Circuito excitador interrumpido o conectado erróneamente.	- Corregir posiciones de escobillas - Verificar circuitos inductores.
8. El motor se calienta exageradamente.	- carga excesiva. - cortocircuito en el inducido - mala ventilación - Tensión muy baja	- Reducir carga - Verificar devanado de inducido - limpiar circuitos de ventilación. - localización avería de la red.
9. Chispas excesivas o fuego en el colector	- Colector sucio o mal rasurado. - Cortocircuito entre delgas. - Escobillas estropeadas. - Mala posición de las escobillas. - Polos auxiliares averiados.	- Limpiar, ranurar y topear si es necesario. - Cambiar y asentar escobillas - Corregir posición de escobillas. - Verificar continuidad y conexiones.
10. calentamiento de los cojinetes	- Lubricante en mal estado. - Rodamientos estropeados. - Acoplamiento defectuoso.	- Cambiar el lubricante. - Sustituir cojinetes de esferas. - Verificar el acoplamiento del motor y máquina accionada.

2.1 MANTENIMIENTO DE PIÑÓN – CREMALLERA

Se recomienda mantener lubricado el piñón y la cremallera con grasa especial de animal o con aceite mineral con grado comestible para que la carne no se contamine.

3 MANTENIMIENTO ELEMENTOS EN CONTACTO CON LA CARNE MOLIDA

Todos los elementos de la máquina semiautomática en contacto con la carne molida (embolo, recipiente contenedor y molde) deberán ser lavados al vapor inmediatamente después de haber concluido el proceso de moldeado de la carne molida, para evitar que la carne se adhiera fuertemente a estos elementos; evitando así la acumulación de bacterias y la contaminación de la carne.

Antes del inicio del proceso de moldeado se recomienda lubricar los elementos en contacto con la carne molida con aceite comestible para disminuir la fricción entre sus partes.

4 PLAN DE MANTENIMIENTO

En la siguiente tabla se detalla el tiempo de uso y el tiempo de garantía recomendados por el fabricante de cada elemento utilizado en el circuito eléctrico.

ELEMENTO	TIEMPO DE USO RECOMENDADO	GARANTÍA DEL FABRICANTE
CONTACTOR LS MC – 9b	2 años	6 meses
RELÉ ENCAPSULADO MY4	2 años	6 meses
SENSOR FINAL DE CARRERA KW8-XILIE	3 años	6 meses
SENSOR MAGNÉTICO	3 años	6 meses

En la siguiente tabla se detalla las actividades y el periodo con que deben ser realizadas para mantener en correcto funcionamiento cada elemento de la máquina.

No.	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1	Revisión de voltaje a la entrada y salida.	A
2	Pruebas de redundancia.	A
3	Revisión de luces piloto y pulsadores.	A
4	Medida de consumos y comprobación con los valores nominales.	A
5	Inspeccionar la temperatura de los puntos más claves de la instalación.	A
6	Testeo de protecciones: Disyuntor termomagnético LS C10 y Relé térmico R2-D1310.	S
7	Comprobación funcionamiento de sensores.	S
8	Comprobar vibraciones en el motor.	S
9	Apriete de bornes en tablero eléctrico.	T
10	Limpieza interna del gabinete de control.	T
11	Lubricación del piñón y cremallera con aceite mineral de grado alimenticio.	Se
12	Lubricación del recipiente contenedor, embolo y molde con aceite mineral de grado alimenticio.	D (Antes de cada uso)
13	Lavado a vapor de la máquina.	D (Después de cada uso)

Frecuencia: A = Anual; S = Semestral; T = Trimestral; Se = Semanal; D = Diario.

ANEXO I

MANUAL DE USUARIO

Fuente: Propia

Para operar la máquina para el moldeado de carne molida se necesita de una sola persona que no necesariamente debe ser calificada.

La capacidad de producción varía mínimamente dependiendo de la facilidad que tenga cada operario para usar el molde y aprehender la carne molida.

Para poner en funcionamiento la máquina semiautomática primero verifique los puntos expuestos en la tabla:

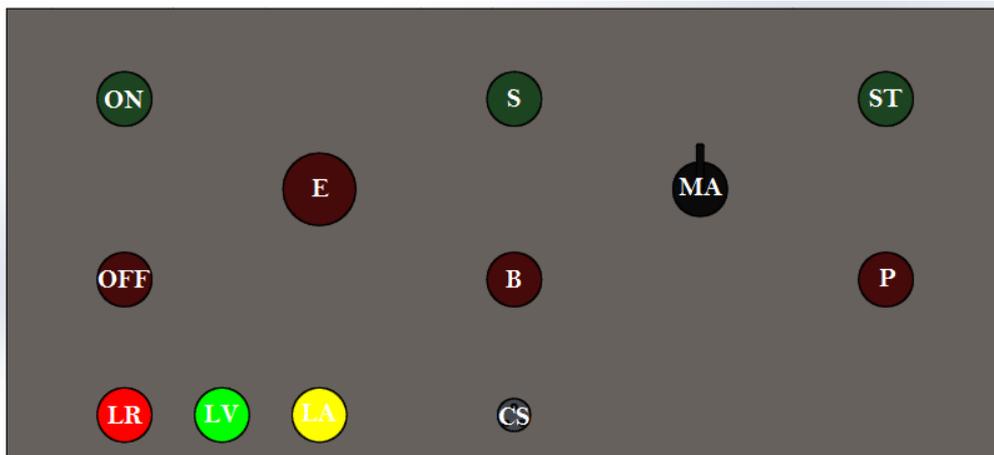
No.	VERIFIQUE:	CUMPLE	NO CUMPLE
1	Que la máquina esté conectada a la corriente de alimentación.		
2	Que no haiga ningún daño en la estructura y carcasa del gabinete eléctrico.		
3	Que no haiga ningún daño en los elementos del HMI.		
4	Que estén todas las partes desmontables que conforman la máquina.		
5	Que no haiga ningún objeto obstruyendo a las aspas del extractor de calor ni al ventilador del motor.		

1 HMI

La interfaz máquina humano se ilustra en la siguiente imagen.



A continuación se describen para que sirve cada elemento:



Donde:

ON: Pulsador Encendido

OFF: Pulsador Apagado

E: Pulsador Pare de Emergencia

MA: Selector de Modo Manual o Automático

S: Pulsador de Subida en Modo Manual

B: Pulsador de Bajada en Modo Manual

ST: Pulsador Inicio en Modo Automático

P: Pulsador Pause en Modo Automático

LR: Luz Roja

LV: Luz Verde

LA: Luz Amarilla

CS: Conector Cable del Molde

La luz roja se enciende al momento que se prende la máquina, la luz verde se enciende al activar el motor y la luz amarilla encendida me indica que está activado el modo automático.

2 MONTAJE DEL RECIPIENTE CONTENEDOR

El montaje del recipiente contenedor se lo realiza en el siguiente orden:

- e) Comprobar la presencia de pasadores, tuercas y arandelas planas que serán empleados en el montaje del recipiente contenedor.
- f) Ubicación de los pasadores de los seguros mecánicos en la estructura de la máquina.
- g) Ubicación correcta del recipiente contenedor.
- h) Ajuste de los seguros mecánicos mediante tuercas y arandelas planas.



3 MONTAJE DEL MOLDE

El montaje del molde se lo realiza en el siguiente orden:

- g) Comprobar la presencia de prisioneros y tuercas de ala o mariposa que serán empleados en el montaje del molde.
- h) Fijar los prisioneros en la base del molde.
- i) Ubicar, fijar y sellar el sensor final de carrera, el cable y el conector.
- j) Giro y ajuste de la base del molde en la punta del tubo conducto del recipiente contenedor.
- k) Ubicación correcta del contenedor del molde.
- l) Ubicación y fijación de la tapa del molde mediante tuercas mariposa.



4 SUGERENCIAS

- Una vez que hay sido cargado el recipiente contenedor de la máquina con carne molida, se recomienda verificar la activación del modo semiautomático; ya que el modo manual es para tareas de mantenimiento.

- La carne que se coloque en el recipiente contenedor debe ser bien molida y no debe tener trozos de carne gruesos que produzcan el atascamiento del contenedor del molde o del flujo de la carne. Además debe previamente ser congelada y tener un reposo mínimo de 3 horas para garantizar el moldeado de la carne molida.

- Limpiar el prototipo a vapor de los desperdicios de carne molida que se adhieren fácilmente a las paredes del recipiente contenedor, tubo conducto, molde y embolo después de cada utilización, para evitar la acumulación de bacterias que contaminen la carne molida.

- Durante el inicio del funcionamiento de la máquina es importante no acercar las manos al orificio de entrada del embolo en el recipiente contenedor, ya que puede presionar las manos y causar accidentes.

- Mantener lubricado con aceite mineral de grado alimenticio las caras en contacto con la carne molida antes de cada utilización para evitar adherencia de la carne al molde y menor fricción entre el embolo y el recipiente contenedor.

- El proceso de reposo y congelado de la carne molida debe realizarse a una temperatura -7°C para cumplir con la cadena de frío. La cadena de frío es una cadena de suministro de temperatura controlada. Una cadena de frío que se mantiene intacta garantiza al consumidor que el producto de consumo que recibe se ha mantenido dentro de un intervalo de temperaturas durante la producción, el transporte, el almacenamiento y la venta.

- Para el proceso de moldeado la carne previamente debe tener una temperatura entre 4 a 8°C .

ANEXO J
DIAGRAMA DE GANTT

Fuente: Propia

ANEXO K

PLANOS

Fuente: Propia