



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA ELABORADORA DE EMPANADAS, CUYO
NOMBRE SERÁ MARTULCOMA 14-2 ACM98**

Marco Tulio Coloj Mazate

Asesorado por el Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma

Guatemala, octubre de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA ELABORADORA DE EMPANADAS, CUYO
NOMBRE SERÁ MARTULCOMA 14-2 ACM98**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARCO TULIO COLOJ MAZATE
ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANIBAL CHICOJAY COLOMA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Josè Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Alvaro Antonio Avila Pinzón
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Melvin Aman Monroy Gonzalez
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA ELABORADORA DE EMPANADAS, CUYO
NOMBRE SERÁ
MARTULCOMA 14-2 ACM98,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 7 de septiembre de 2004.



MARCO TULIO COLOJ MAZATE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

Ref.AC.010.2009
Guatemala, 3 de septiembre de 2009

Ingeniero
Julio César Campos Paiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica

Señor Director.

Por este medio le informo que he revisado el trabajo de graduación titulado DISEÑO DE UNA MÁQUINA ELABORADORA DE EMPANADAS, CUYO NOMBRE SERÁ MARTULCOMA 14-2 ACM98, elaborado por el estudiante Marco Tulio Coloj Mazate.

El mencionado trabajo llena los requisitos para dar mi aprobación, e indicarle que el autor y mi persona somos los responsables por el contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente,


Ing. Carlos Amal Chicojaj Coloma
Colegiado No. 2309
ASESOR

CACC.behdei



El Coordinador del Área de Diseño de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado DISEÑO DE UNA MÁQUINA ELABORADORA DE EMPANADAS, CUYO NOMBRE SERÁ MARTULCOMA 14-2 ACM98, del estudiante Marco Tulio Coloj Mazate, recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Alvaro Antonio Avila Pinzón
Coordinador de Área

Guatemala, septiembre de 2009.

/behdei

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Área de Diseño, al Trabajo de Graduación titulado DISEÑO DE UNA MÁQUINA ELABORADORA DE EMPANADAS, CUYO NOMBRE SERÁ MARTULCOMA 14-2 ACM98, del estudiante Marco Tulio Coloj Mazate, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, octubre de 2009

JCCP/behdei



Ref. DTG. 406.2009

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UNA MÁQUINA ELABORADORA DE EMPANADAS, CUYO NOMBRE SERÁ MARTULCOMA 14-2 ACM98**, presentado por el estudiante universitario **Marco Tulio Coloj Mazate**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, octubre de 2009

/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS

Señor Dios Todo Poderoso te agradezco por tus múltiples favores que has derramado sobre mi vida, hoy soy lo que soy, gracias a ti y he alcanzado este título solo gracias a ti. Y porque en los momentos más difíciles de mi vida tú siempre has estado a mi lado.

MI PASTOR

Fredy Eduardo Marroquín Mijangos, en este momento especial de mi vida quiero plasmar en este documento mi total agradecimiento, ya que en estos últimos años que considero que han sido los más difíciles de mi vida, Usted me ha enseñado con su ejemplo a no rendirme ante la adversidad y también me ha enseñado a dar pasos de fe. Lo que ahora soy también se lo debo a Usted.

MIS PADRES

José Marcos Coloj Tzuyuc y Adriana Mazate Pablo, por todo el apoyo que siempre me han brindado, y porque a pesar de sus limitaciones se han esforzado por darme siempre lo mejor.

INGENIERO CARLOS ANIBAL CHICOJAY COLOMA

Por su asesoría en este trabajo y todo el apoyo que me brindó.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por derramar su misericordia sobre mi vida y permitirme ser participe de una salvación tan grande por medio del sacrificio de su hijo Jesucristo en la cruz del Calvario, y sostenerme en los momentos más difíciles de mi vida.

MI PASTOR

Fredy Eduardo Marroquín Mijangos, por ser un brazo de apoyo en mi vida espiritual, y porque me ha enseñado a transitar por el camino de la fe y la verdad.

MIS PADRES

Josè Marcos Coloj Tzuyuc y Adriana Mazate Pablo, porque siempre han estado a mi lado y me han apoyado en mis momentos buenos como en los difíciles.

MIS HIJOS

Anaydeè Coloj Maxia y Tulio Josè Coloj Maxia, por ser la herencia que Dios me regaló.

MIS HERMANOS

Ofelia, Natalia, Francisco, Marta Leticia y Marina, por su apoyo y cariño

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. GENERALIDADES	1
1.1 Conceptos generales	1
1.1.1 Potencia	1
1.1.2 Velocidad	2
1.1.3 Aceleración	2
1.1.4 Mantenimiento predictivo	3
1.1.5 Mantenimiento preventivo	3
1.1.5.1 Visitas	4
1.1.5.2 Revisión	4
1.1.5.3 Lubricación	5
1.1.6 Mantenimiento Correctivo	5
2. TIPOS DE TRANSMISIÓN Y MECANISMOS	7
2.1 Transmisión	7
2.1.1 Ejes	7
2.1.2 Embragues	7
2.1.3 Cadenas	9
2.2 Mecanismos	9

2.2.1 Levas	10
2.2.2 Engranajes	12
2.2.2.1 Engranajes rectos	12
2.2.2.2 Engranajes cónicos	13
2.2.2.3 Engranajes de tornillo sin fin	13
3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE LA MÁQUINA (PROTOTIPO)	15
3.1 Diseñar cada una de las partes	15
3.1.1 Dosificador de masa	15
3.1.2 Dosificador de jalea	16
3.1.3 Conjunto formador de empanadas	17
3.1.4 Transmisión de potencia de la máquina	18
3.2 Montaje de cada una de las partes	18
3.2.1 Descripción del orden del ensamblaje	19
4. DOSIFICADOR DE MASA	21
4.1 Partes que forman el dosificador de masa	21
4.2 Mecanismo de accionamiento del dosificador de masa	21
4.2.1 Aplicador de tortilla	21
4.2.1.1 Descripción	21
4.2.1.2 Funcionamiento	22
4.2.1.3 Partes que lo constituyen	23
4.2.1.3.1 Motor auxiliar “a”	23
4.2.1.3.2 Elemento móvil	24
4.2.1.3.3 Riel principal	25
4.2.1.3.4 Conjunto de cuerda y poleas	26

5. DOSIFICADOR DE JALEA	29
5.1 Partes que forman el dosificador de jalea	29
5.1.1 Descripción	30
5.1.2 Depósito principal	30
5.1.3 Tuberías de conducción	31
5.1.4 Bomba dosificadora	32
5.2 Mecanismo de accionamiento del dosificador de jalea	32
5.2.1 Partes del mecanismo de accionamiento del dosificador	32
5.2.1.1 Eje principal	32
5.2.1.2 Rotor de la bomba dosificadora	33
5.2.1.3 Leva dosificadora	33
5.2.1.4 Caja reductora	34
5.2.1.5 Motor de la bomba dosificadora	34
6. CONJUNTO FORMADOR DE EMPANADAS	35
6.1 Partes que integran la formadora de empanada	35
6.1.1 Pistas del conjunto formador	35
6.1.2 Molde formador	36
6.1.2.1 Partes del conjunto molde formador	37
6.1.2.1.1 Palanca de restitución	37
6.1.2.1.2 Molde	37
6.1.2.1.3 Base plegable	39
6.1.2.1.4 Brazo formador	39
6.1.2.1.5 Plegadores	40
6.1.2.1.6 Pivote “a”	40
6.1.2.1.7 Punto de pivote	40
6.1.2.1.8 Rodillos guía	41
6.1.3 Brazo de sujeción	41
6.1.4 Pista principal	42

6.1.5 Pista de restitución	42
6.1.6 Pista inclinada	43
6.2 Mecanismo de accionamiento de la formadora de empanada	43
6.2.1 Partes que integran el mecanismo de accionamiento	43
6.2.1.1 Rueda superior	43
6.2.1.2 Eje “a”	45
6.2.1.3 Rueda impulsora	46
6.2.1.4 Eje “b”	47
6.2.1.5 Rueda de Mazate	47
7. TRANSMISIÓN DE POTENCIA DE LA MÁQUINA	49
7.1 Cálculo de la potencia del motor de la máquina	50
7.1.1 Medida de la frecuencia de giro	50
7.1.2 Medida del par	50
7.1.3 Relación entre la frecuencia de giro, el par y la potencia	52
7.2 Tipo de motor	54
8. MANTENIMIENTO	57
8.1 Mantenimiento de partes específicas	57
8.2 Lubricación de partes específicas	60
8.2.1 Tipo de grasa	60
8.2.1.1 Descripción	60
8.2.1.2 Ventajas	61
8.2.1.3 Aplicaciones	61
8.2.1.4 Clasificación	61
8.2.1.5 USDA H-1-Lubricantes con contacto incidental (definición)	61
8.2.1.6 Propiedades típicas	62

CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Embrague electromagnético	8
2	Conjunto de mecanismos	10
3	Tipos de levas	11
4	Conjunto dosificador de masa	16
5	Conjunto dosificador de jalea	17
6	Conjunto formador de empanadas, con sus respectivas zonas	18
7	Aplicador de tortillas	22
8	Motor auxiliar “a” de transmisión del aplicador de tortilla	24
9	Elemento móvil	25
10	Conjunto del riel principal	26
11	Transmisión del aplicador de tortillas	27
12	Esquema del conjunto Dosificador de jalea	29
13	Conjunto bomba de dosificación	31
14	Esquema interno de la bomba dosificadora de jalea	32
15	Conjunto caja reductora del mecanismo de dosificación de jalea	33
16	Conjunto de partes del formador de empanadas	36
17	Molde formador	37
18	Conjunto molde formador	38
19	Detalle de la estructura del molde en etapa de cierre	39
20	Estructura de la base del molde formador	40
21	Detalle del soporte graduable de la pista formadora	41
22	Detalle de las diferentes pistas de formación	42
23	Detalle del punto de doblez del molde formador	43

24	Conjunto de rueda superior	44
25	Detalle de la rueda de Mazate	45
26	Rueda impulsora	46
27	Placa electronica de control de tiempo	49
28	Conjunto de potencia eléctrica	54

TABLAS

I.	Características del motor principal	55
II.	Cuadro de frecuencia de mantenimiento, desglosado por Mecanismos	58
III.	Mystik fg-2 food machinery grease	62
IV.	Cuadro de lubricación de partes específicas	63

LISTA DE SÍMBOLOS

P	Potencia
F	Fuerza
V	Velocidad
W	Watt
J	Joule
N	Newton
M	metro
S	segundo
V	Volumen
H	Altura
D	Diámetro
RPM	Revoluciones por minuto
M	Par
Z	Número de espiras de un motor

GLOSARIO

Accionamiento	Accionar, hacer mover un mecanismo (pistón) mediante una fuerza transmitida por otro mecanismo (biela). La transmisión de fuerza puede ser mecánica, eléctrica, electrónica, etc.
Caja reductora	Parte de una máquina cuya función es reducir o aumentar la velocidad de un punto a otro.
Configurar	Contar con la facilidad de obtener diversidad de tamaños, en el caso de la martulcoma por el diseño se puede elaborar empanadas desde 10 cms. Hasta 20 cms. de diámetro.
Dosificador	Mecanismo utilizado para aplicar o suministrar un determinado producto, en la industria de panificación existen dosificadores de jalea, masa, agua, etc.
Elemento Movil	Parte del aplicador de tortillas cuya estructura está formada por los cuerpos C1 y C2, los cuales se deslizan entre si.

Engranaje	Elemento mecánico utilizado para la transmisión de potencia, se caracteriza por sus diferentes números de dientes, formas, y dirección de la transmisión.
Formadora de empanadas	Conjunto de elementos sincronizados entre si cuya función es darle forma al volumen de masa dosificado sobre un molde.
Frecuencia	Número de ciclos (revoluciones) dividido el tiempo transcurrido.
Leva	Elemento mecánico de forma irregular, tallada en una base cilíndrica o en una placa plana, utilizada para aplicaciones mecánicas como aplicaciones eléctricas.
Mantenimiento	Conjunto de actividades, y uso de técnicas apropiadas, cuyo fin es mantener el funcionamiento óptimo de un equipo al menor costo posible.
Mecanismos	Son todos aquellos elementos que conforman una máquina, tales como eslabones, levas, y trenes de engranajes, etc.

Molde formador	Parte mecánica de diferentes configuraciones desmontable, cuya superficie esta tallada en forma de empanada.
Montaje	Instalación de un elemento en otro elemento, tal como la rueda impulsora se monta en el eje “a”
Par	Producto de una fuerza aplicada a la longitud de un brazo de palanca.
Pista del conjunto formador	Partes mecánicas que integran el conjunto formador de empanadas, en las que se deslizan los carros móviles.
Pivote	Punto central o eje de giro de un elemento.
Plegar	Sinónimo de doblar.
Riel principal	Es el encargado de guiar y determinar la carrera del elemento móvil.
Rotor	Elemento mecánico montado en un eje, el cual gira dentro de una carcasa, tal es el caso del rotor de la bomba dosificadora de jalea.
Transmisión	Todos aquellos elementos que se utilizan para transmitir una fuerza determinada de un punto en particular a un segundo que pretendemos mover. Entre ellos, ejes, cadenas, engranajes, etc.

**Tubería
conducción**

de

Tubería flexible instalada en el mecanismo dosificador de jalea, puede conducir jalea o manjar.

RESUMEN

El diseñar es conjugar y aplicar todos los tipos de técnicas representadas en un marco amplio de conocimientos llamado ingeniería. El presente trabajo es producto de la conjugación de esas técnicas.

La aplicación del dibujo mecánico, mecanismos, diseño de máquinas, conocimientos básicos de electricidad, conocimientos generales de mecánica, y la imaginación del diseñador fueron los pilares sólidos que llevaron a construir cada una de las partes que integran la máquina elaboradora de empanadas cuyo nombre es Martulcoma 14-2 ACM98.

Es una máquina diseñada para que cualquier productor o panificadora del país o del mundo pueda hacer uso de ella, ya que su diseño es compacto y versátil, y cuenta con un sistema de funcionamiento automatizado, que permite su fácil operación.

Está diseñada para trabajar en una producción en serie, y es capaz de producir la cantidad de 2,880 empanadas por hora ininterrumpidamente. Esto se debe a que sus componentes están sincronizados entre si mecánicamente y eléctricamente.

Además, cada uno de sus componentes fueron diseñados para ser desmontados de una forma fácil y rápida ya bien para su mantenimiento o para su reemplazo.

OBJETIVOS

➤ **General**

Diseñar una máquina para elaborar empanadas haciendo uso de técnicas simplificadas de diseño, para que esta máquina pueda ser construida por cualquier productor de empanadas.

➤ **Específicos:**

1. Lograr la construcción de un modelo a escala de la máquina (prototipo).
2. Lograr el diseño simplificado de cada uno de los mecanismos que van a integrar la máquina, según las condiciones que se ajustan a la elaboración de las empanadas.
3. Seleccionar los mejores elementos que darán movimiento a cada uno de los mecanismos.
4. Lograr el mejor diseño del dosificador de masa que se ajuste a las condiciones de la materia prima que se utilizará para la elaboración de empanadas.
5. Lograr el mejor diseño del dosificador de jalea, con el fin de obtener la cantidad necesaria y uniforme de jalea en cada una de las empanadas a elaborar.

6. Diseñar el formador de empanadas con la finalidad de obtener en buen producto terminado.

7. Lograr el diseño del mantenimiento de cada una de las partes de la máquina, lo cual permitirá que la elaboración de las empanadas sea un proceso continuo.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los pequeños panificadores, no cuentan con una tecnología al alcance de sus posibilidades económicas, como para poder fabricar su producto a un bajo costo, con un bajo tiempo de inversión en la producción, así como la obtención del producto con un peso uniforme entre una unidad y otra.

En este trabajo se persigue el diseño de una máquina para elaborar empanadas, con el fin que los pequeños productores obtengan altos volúmenes de producción. El diseño de esta máquina hará despertar la imaginación del diseñador, fin que persigue la ingeniería en cualquier campo de la misma.

Con el diseño de esta máquina se pretende poner en práctica una serie de factores que hacen posible a la ingeniería mecánica, entre los que podemos mencionar transmisión de potencia, tolerancias de medidas de precisión, diagramas, etc. Que en conjunto forman una máquina que será útil para la sociedad.

1. GENERALIDADES

1.1. Conceptos generales

1.1.1. Potencia

Se define la potencia como la rapidez con la que se realiza un trabajo. En la selección de un motor o una máquina, la potencia es un criterio más importante que la magnitud de trabajo real por realizarse. Un motor pequeño u otro motor de potencia grande pueden ser utilizados para realizar un mismo trabajo, con la diferencia que el motor de mayor potencia emplearía menos tiempo. Entonces la potencia se puede definir mediante la siguiente ecuación:

$$P = F \times V$$

En donde P es la potencia, F representa la fuerza aplicada, y V representa la velocidad. Otra expresión utilizada para determinar la potencia es el watt (w). Tenemos

$$1w = 1 \text{ J/s} = \text{N} \times \text{m/s}$$

En donde J representa Joule, N representa Newton, m representa los metros y s representa los segundos.

1.1.2. Velocidad

Es la razón de cambio que experimenta un cuerpo o una partícula que se mueve de un punto o nivel de referencia (x_0) en un tiempo (t_0) a otro punto (x_i) en un tiempo (t_i), esto se denota por la siguiente ecuación.

$$V = (x_i - x_0) / (t_i - t_0)$$

De donde (V) representa a la velocidad en (m/s), (x) corresponde a la posición en metros y (t) representa al tiempo en segundos.

1.1.3. Aceleración

Es el cambio de velocidad que experimenta un cuerpo o una partícula en un intervalo de tiempo relativamente pequeño. Para poder ejemplificar la aceleración podemos imaginarnos que vamos conduciendo un vehículo a una velocidad inicial de (V_0), en un tiempo inicial (t_0). En seguida comenzamos a inyectar mayor cantidad de combustible a través del pedal del acelerador y vemos que el indicador de velocidad del tablero del vehículo ha cambiado de velocidad a (V_i) en un tiempo (t_i) por lo tanto tenemos la siguiente ecuación:

$$a = (V_i - V_0) / (t_i - t_0)$$

De donde (a) es la aceleración en metros por segundo al cuadrado (m/s^2), (V) representa la velocidad en (m/s) y (t) es el tiempo en segundos.

1.1.4. Mantenimiento predictivo

Como su nombre lo dice es el mantenimiento que predice la situación actual de un elemento determinado de una máquina que está en funcionamiento. Este mantenimiento se realiza con la máquina en funcionamiento y puede ser aplicado en cualquier tipo de industria grande o pequeña, normalmente para la aplicación de este tipo de mantenimiento es necesario auxiliarse de elementos tecnológicos tales como transductores, sensores etc. Los cuales son receptores de información de variables tales como velocidad, temperatura o presión.

Un ejemplo de este mantenimiento es la instalación de un sensor que ayude a determinar la cantidad de vibración que se pueda dar en un volante o un eje de alguna máquina en funcionamiento. Otro ejemplo típico es el de los vehículos modernos, los cuales tienen una serie de sensores que continuamente están registrando los valores predeterminados por el fabricante de las diferentes variables que hacen posible el buen funcionamiento y eficiencia del motor. Lo que representa mejor aprovechamiento de la energía química producida por el combustible.

1.1.5 Mantenimiento preventivo

Es el que nos ayuda a prevenir daños severos de las diferentes partes de una máquina en funcionamiento. Y para su aplicación en algunos casos es necesario detener la marcha de la máquina y corregir el problema previamente determinado.

En algunos casos este mantenimiento se apoya en la información obtenida del mantenimiento predictivo.

Por ejemplo, si se ha determinado un exceso de vibración fuera de la tolerancia estipulada por el fabricante en un volante de un motor de combustión interna de un generador.

El responsable del mantenimiento deberá programar la parada de la marcha del motor y corregir el problema lo antes posible para evitar que este produzca danos excesivos a los elementos que están acoplados a el.

En este mantenimiento es necesario hacer uso de algunas técnicas tales como: visitas, revisión y lubricación

1.1.5.1. Visitas

Es necesario que la persona que realice la visita acuda al área en donde se encuentra la máquina a monitorear y que preste atención a la forma en que esta siendo operada la máquina, a los ruidos extraños, y a su entorno y hacer un informe respectivo de las anomalías presentes con el fin de que el encargado de mantenimiento pueda tomar las medidas apropiadas.

1.1.5.2. Revisión

Esta etapa utiliza los datos obtenidos en la visita, si en esta se determino un ruido extraño, el encargado de mantenimiento junto al responsable de la producción analizaran el problema y determinaran el momento adecuado en donde la producción no sea afectada para parar la máquina (paro programado) y hacer la revisión respectiva, si es necesario se reemplazaran las piezas o solamente se ajustaran.

1.1.5.3. Lubricación

Esta etapa se lleva a cabo lubricando cada una de las partes móviles de la máquina haciendo uso del lubricante determinado por el fabricante o el lubricante equivalente. En algunos casos para realizar la lubricación es necesario detener la marcha de la máquina para evitar riesgos. Normalmente se lubrican los engranajes, cojinetes, bielas, etc.

1.1.6. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se basa en la reparación o cambio de una pieza o un elemento de una máquina que se encontraba en funcionamiento segundos antes de que la pieza sufriera una ruptura espontánea debido a algún desajuste o a un atrancon, etc.

Este mantenimiento se realiza cuando una parte de una máquina ya sufrió de un daño debido a la falta de la aplicación del mantenimiento preventivo. Entonces la producción se interrumpe sin previa programación y se procede al desmontaje de la pieza en mal estado, se lleva al taller y se repara o se cambia si existe stock de repuestos. La aplicación de este mantenimiento representa elevados costos y baja eficiencia en la producción debido a que una máquina parada sin previa planificación, representa mayores costos de operación, mano de obra y tiempo improductivo.

2. TIPOS DE TRANSMISIÓN Y MECANISMOS

2.1. Transmisión

Cuando hablamos de transmisión, nos referimos a todos aquellos elementos que nos sirven para transmitir una fuerza determinada de un punto en particular a un segundo punto que pretendemos mover. Entre los elementos de transmisión que generalmente se utilizan en cualquier tipo de industria podemos mencionar: ejes simples, ejes escalonados, embragues mecánicos y electromecánicos, cadenas, etc.

2.1.1. Ejes

Usualmente un eje es un elemento giratorio de sección transversal circular en el que se instalan elementos transmisores de potencia tales como: engranajes, poleas, volantes, ruedas dentadas y cojinetes de elementos rodantes. La carga sobre un eje puede ser de una o varias combinaciones, de flexión, torsión, golpe o axial, o de cortante transversal. Además, estos tipos de carga pueden ser estáticos o cíclicos.

2.1.2. Embragues

El embrague es un elemento fundamental en una máquina industrial o ya bien en un vehículo. El embrague tiene la función de interrumpir o conectar la fuerza proveniente de un eje a otro, al cual queremos transmitir un movimiento.

En los procesos industriales se utilizan en un alto porcentaje embragues electromecánicos como se ve en la figura 1, los cuales reciben señales eléctricas para su accionamiento, mientras que en los vehículos se utilizan embragues mecánicos para transmitir el momento de giro del motor al mecanismo de cambio de velocidades.

Figura 1. Embrague electromagnético



Fuente: <http://www.directindustry.es/cat/transmision-mecanica-actuadores- html>

2.1.3 Cadenas

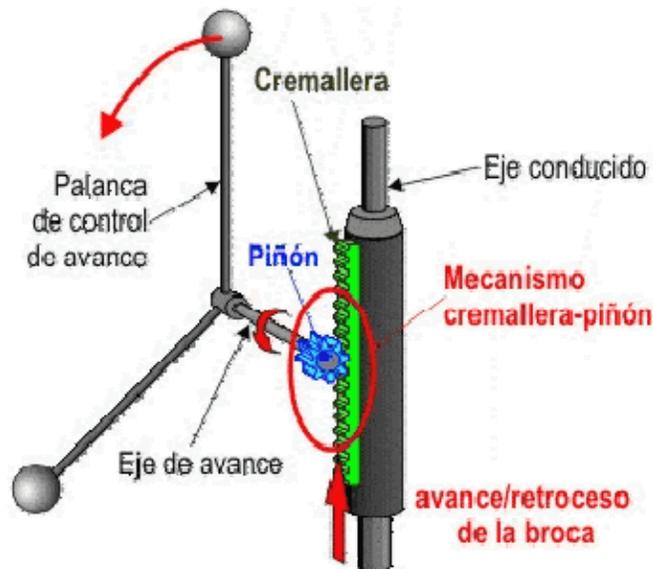
Las transmisiones por cadenas se realizan sin resbalamiento, entre dos árboles separados a una distancia menor que al utilizar transmisiones por fajas. En este tipo de transmisión se utilizan ruedas dentadas para que los eslabones de la cadena engranen en los dientes sin ninguna dificultad.

La transmisión por cadena se emplea cuando no son apropiados los engranajes de ruedas dentadas a causa de la gran distancia de los árboles y cuando no pueden utilizarse correas a causa de la humedad, el calor, vapores de aceite, etc.

2.2. Mecanismos

Conjunto de elementos rígidos, móviles unos respecto de otros, unidos entre sí, mediante diferentes tipos de uniones, entre ellos, eslabones, levas, trenes de engranajes, (figura 2) etc. Cuyo propósito es la transmisión de movimientos y fuerzas.

Figura 2. Conjunto de mecanismos



Fuente: <http://www.google.com.gt/mecanismos+mecanicos>

2.2.1. Levas

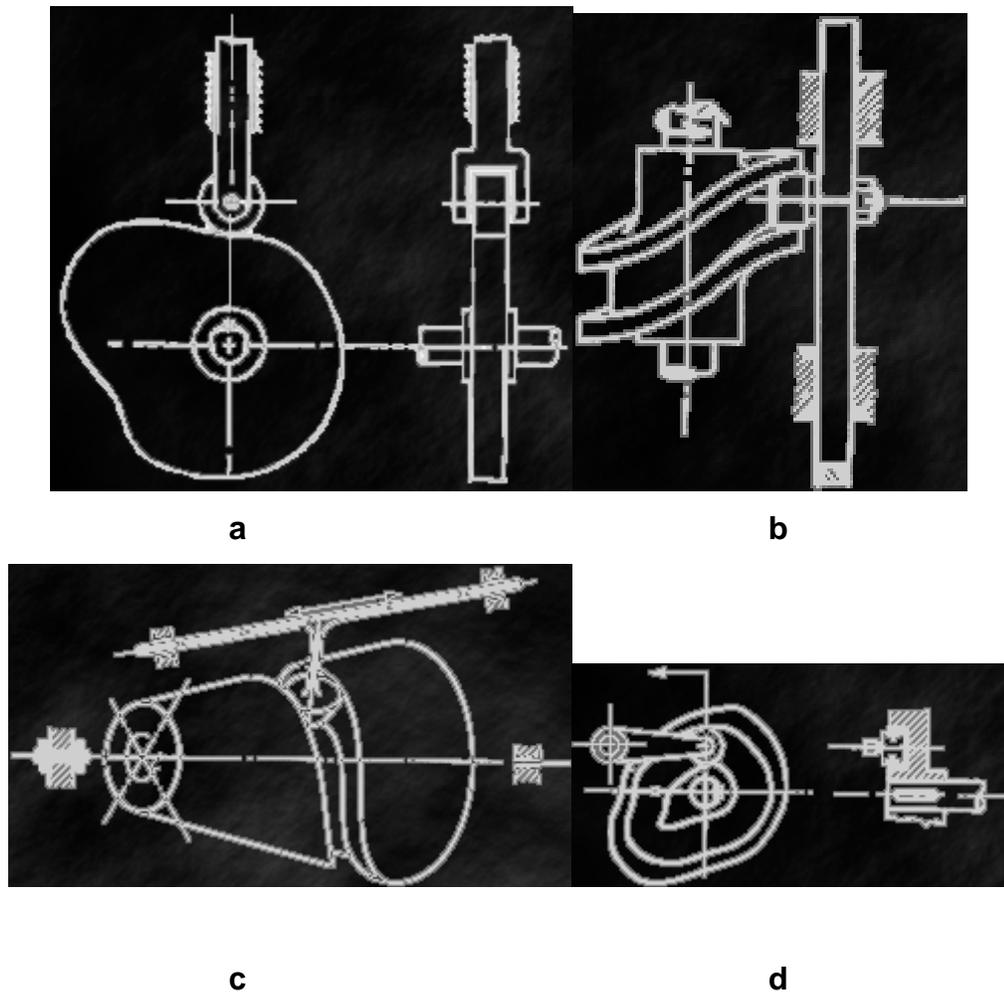
Las levas desempeñan un papel muy importante dentro de la maquinaria moderna y se emplean extensamente en los motores de combustión interna, maquinas herramientas, computadoras mecánicas, instrumentos y para muchas otras aplicaciones.

La versatilidad y flexibilidad en el diseño de los sistemas de levas se encuentran entre sus características más atractivas. Con todo, esto da origen también a una gran variedad de perfiles y formas, y a la necesidad de cierta tecnología para distinguirlas.

Las levas se clasifican según sus formas básicas: en la figura 3, se ilustran cuatro tipos diferentes:

- a) De placa, llamada también de disco o radial
- b) Cilíndrica
- c) Cilíndrica o de tambor
- d) Lateral o de cara
- e) Globoidal

Figura 3. Tipos de levas





e

Fuente: <http://www.mty.itesm.mx>

2.2.2. Engranajes

Los engranajes se encuentran en los más antiguos dispositivos empleados por el hombre para la transmisión de potencia; los engranajes modernos se construyen de muchas formas y de materiales que varían desde la seda hasta aleaciones de acero obtenidas mediante tratamiento térmico.

2.2.2.1. Engranajes rectos

Estos tienen los dientes rectos cortados paralelos a su eje. En este tipo no más de dos dientes entran en contacto entre sí al mismo tiempo y la carga es transferida de un diente al otro de manera muy rápida.

Estos se utilizan para transmitir grandes potencias y bajas velocidades, estos tienen el inconveniente de ser muy ruidosos.

2.2.2.2. Engranajes cónicos

También llamados de inglete, estos permiten una transmisión de potencia entre dos ejes en ángulo recto. En esta transmisión los ejes de las dos flechas deben estar en el mismo plano. Los engranajes cónicos pueden ser de dientes rectos, también de dientes helicoidales, estos últimos se utilizan en transmisiones en donde se requiere una gran velocidad y una baja potencia con lo cual estos engranajes son muy silenciosos.

2.2.2.3. Engranajes de tornillo sin fin

Estos se utilizan cuando se requieren reducciones de gran velocidad en un solo paso, o una transmisión en ángulo recto. El tornillo sin fin siempre conecta con la fuente de potencia, y la flecha del engranaje de rueda con la carga.

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE LA MÁQUINA (PROTOTIPO)

3.1. Diseñar cada una de las partes

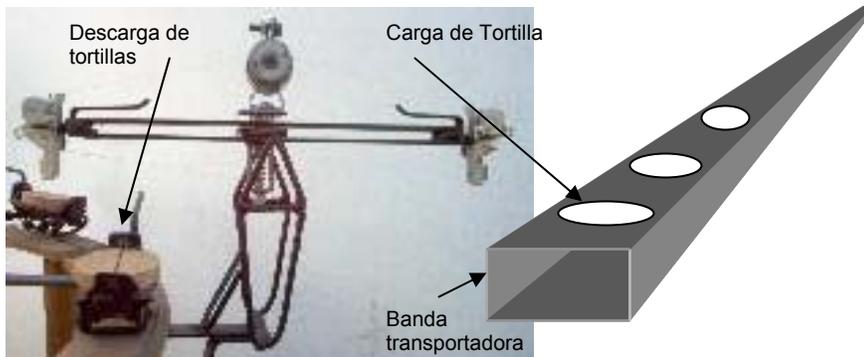
El diseño de cada una de las partes es un factor muy importante ya que se debe de tener el cuidado de que cada parte cumpla con los requisitos que requiera la máquina. El buen diseño de cada parte da como resultado la optimización de los materiales a utilizar, así como el de lograr a que estos se construyan con el menor costo posible. Además se persigue en el diseño de partes, que todos los componentes sean lo mas liviano posible, ya que con lo cual se logra reducir el peso total de la máquina.

3.1.1. Dosificador de masa

El dosificador o aplicador de masa es un conjunto que involucra a una máquina formadora de tortilla (máquina ya existente en el mercado y externa al diseño de la elaboradora de empanadas). Con el aplicador de tortilla, del cual se hablara con mayor detalle en el capitulo cuatro de este libro. En la figura 4, podemos observar el proceso de dosificación de masa.

El formador de tortilla es el encargado de suministrar la tortilla al conjunto aplicador a través de una banda transportadora. La cual esta alineada con el punto de carga de la tortilla. Por ser un producto alimenticio es aconsejable utilizar materiales acordes a este producto, ejemplo acero inoxidable, aluminio, etc.

Figura 4. Conjunto dosificador de masa



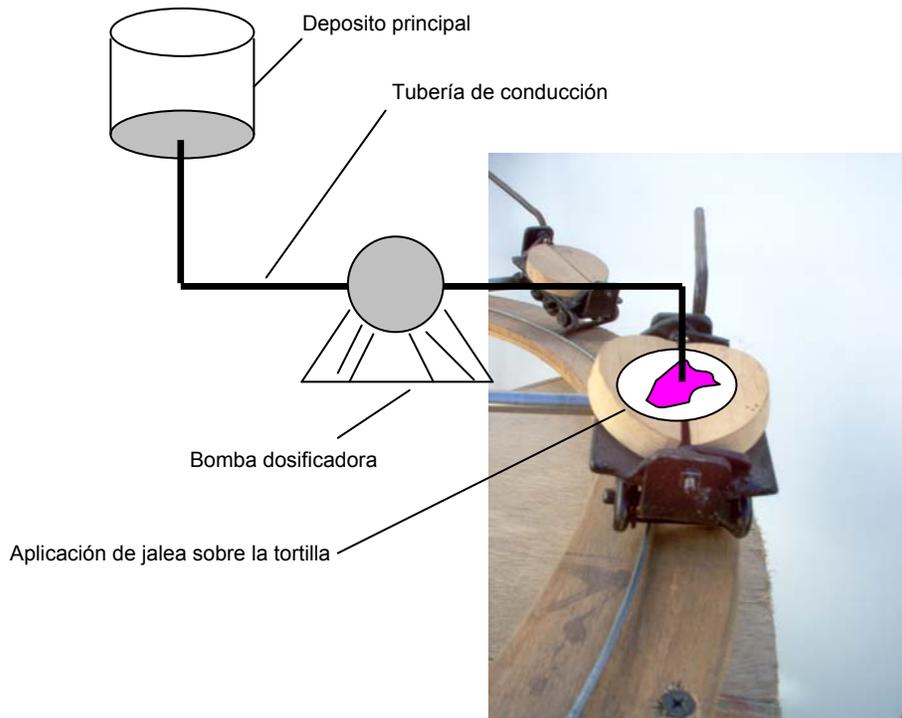
Fuente: Foto prototipo Martulcoma

3.1.2. Dosificador de jalea

El dosificador de jalea es otro conjunto importante que se suma al diseño de la martulcoma, el cual como se ve en la figura 5, esta constituido por un depósito principal, un conjunto de tuberías, y una bomba de dosificación. En el capítulo 5 se dará mayor explicación del funcionamiento y las características de cada uno de sus componentes.

Además cada componente de este mecanismo deberá ser de un material apropiado para productos alimenticios tales como acero inoxidable, aluminio, plástico, etc.

Figura 5. Conjunto dosificador de Jalea

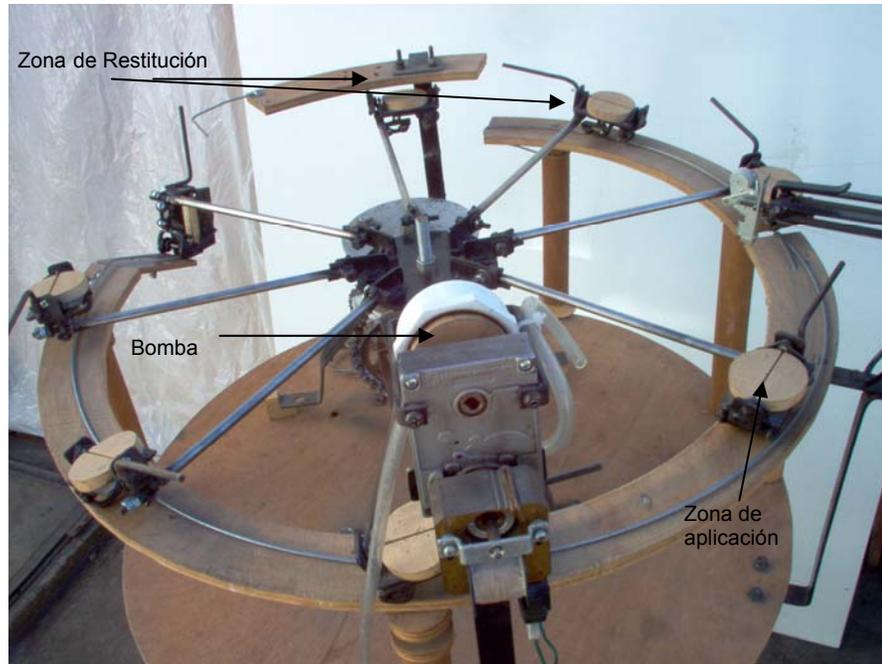


Fuente: Foto prototipo Martulcoma

3.1.3. Conjunto formador de empanadas

Cuando nos referimos al conjunto formador de empanadas hablamos de aquellos elementos que hacen posible y le dan la forma de una empanada a la tortilla tal como se ve en la figura 6, en ella se muestra cada una de las partes y el proceso de formación. En el capítulo 6 se dan los detalles de cada parte y de cada elemento de este conjunto. Para este conjunto es aconsejable utilizar únicamente acero inoxidable y plástico.

Figura 6. Conjunto formador de empanadas, con sus respectivas zonas



Fuente: Prototipo Martulcoma

3.1.4. Transmisión de potencia de la máquina

Son todos aquellos elementos eléctricos, electrónicos, mecánicos que hacen posible el funcionamiento de la máquina. Todos ellos están sincronizados entre si para que realicen en el instante adecuado el trabajo necesario teniendo como resultado la ejecución de cierto proceso dentro de la maquina. En el capítulo 7 se dará mayor información específica del funcionamiento de estos elementos.

3.2. Montaje de cada una de las partes

Cuando hablamos de montaje nos referimos al ensamblaje de cada parte que constituye la máquina, haciendo uso de las herramientas y técnicas adecuadas para garantizar el buen funcionamiento de la máquina.

3.2.1. Descripción del orden del ensamblaje

- a) Montar la bancada principal (Anexo 1)
- b) Montar las camisas “a” y “b” en la bancada principal (Anexos 1 y 3)
- c) Montar los ejes “a” y “b” en su respectiva camisa (figura 25 y 26)
- d) Montar la rueda de Mazate y la superior en el eje “a” (figura 25)
- e) Montar en el eje “b” la rueda impulsora (figura 26)
- f) Montar en la rueda superior el brazo de sujeción y el molde formador (figura 24)
- g) Montar las pistas (figura 22)
- h) Montaje de la bomba dosificadora de jalea en el conjunto formador (figura 6)
- i) Montaje del aplicador de tortillas en el conjunto formador (figura 7)
- j) Montaje del sistema eléctrico (Anexos 11, 12 y 13)

4. DOSIFICADOR DE MASA

4.1. Partes que forman el dosificador de masa

Como ya se hizo mención en el apartado 3.1.1 con relación a una idea general en cuanto a los componentes de este conjunto. Ahora nos dedicaremos a analizar con detalle cada una de las partes, su descripción y funcionamiento.

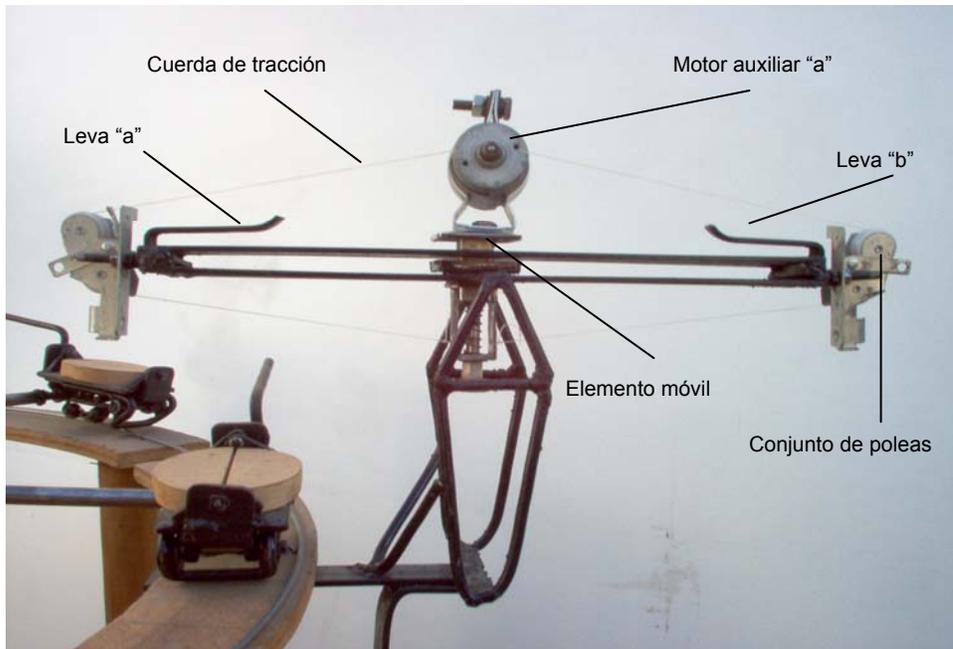
4.2. Mecanismo de accionamiento del dosificador de masa

4.2.1. Aplicador de tortilla

4.2.1.1. Descripción

Este es un mecanismo electromecánico que hace posible el traslado de la tortilla proveniente de la maquina tortillera (maquina externa) al molde formador de empanadas. Dicho mecanismo para su funcionamiento requiere de una corriente eléctrica proveniente del panel principal de la maquina, gobernado por un temporizador quien da la sincronización de dicho mecanismo, así como de una presión de vacío proveniente de una fuente externa a la maquina.

Figura 7. Aplicador de tortillas



Fuente: Foto prototipo Martulcoma

4.2.1.2. Funcionamiento

Cuando el molde formador llega a la zona de aplicación (ver figura 6), y queda en reposo, en ese instante un limitador de carrera instalado en la pista envía una señal eléctrica al temporizador ubicado en el panel principal, y este gobierna al motor auxiliar "a" instalado en la base principal del aplicador, en este momento la transmisión de potencia se transmite a través de la cuerda de tracción y del conjunto de poleas, para que el elemento móvil pueda desplazarse axialmente sobre el riel.

Cuando el elemento móvil se encuentra en la parte mas baja por el contacto con la leva "a" y la cabeza del cuerpo "C2" (figura 9) del elemento móvil. En esta posición una presión de vacío adhiere, a la base de succión, la tortilla proveniente de un transportador externo a la máquina.

En ese momento el motor auxiliar “a” recibe una señal eléctrica reversible la cual hace girar el motor y el elemento móvil se mueve hacia la derecha en donde descarga la tortilla sobre el molde formador.

Una vez descargada la tortilla, el motor vuelve a recibir otra señal eléctrica para que vuelva a regresar al punto de carga. Todo esto lo hace en un intervalo de movimiento de 45 grados de la rueda superior.

4.2.1.3. Partes que lo constituyen (ver figura 7)

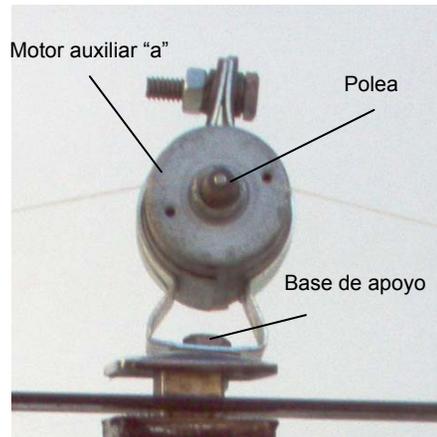
- “Motor auxiliar “a”
- Elemento móvil
- Riel principal
- Conjunto de cuerda y poleas

4.2.1.3.1 Motor auxiliar “a”

En la figura 8, se muestra un motor reversible de corriente continua que opera con una tensión de 12 voltios, el cual se encarga de mover el elemento móvil (ver figura 9), a través de un conjunto de poleas y una correa tal como se muestra en la figura 7.

En el extremo del eje va instalada una polea la cual transmite la fuerza proveniente del motor a la cuerda que va enrollada en ella, ver figura 8.

Figura 8. Motor auxiliar “a” de transmisión del aplicador de tortilla



Fuente: Foto prototipo Martulcoma

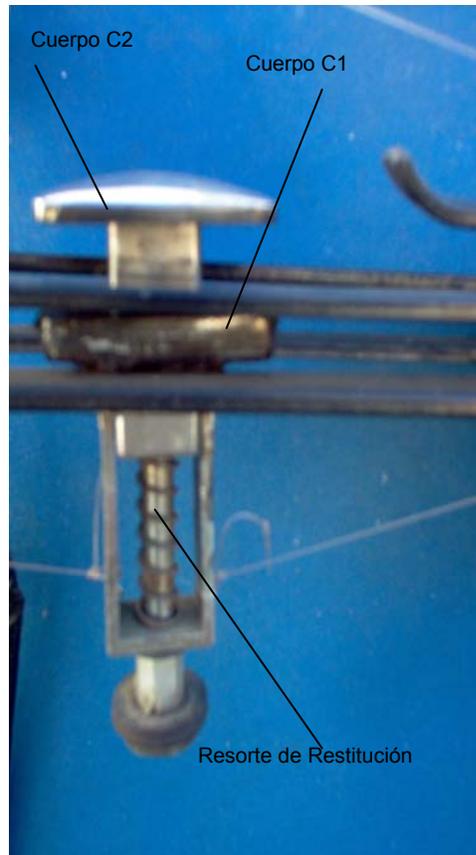
4.2.1.3.2. Elemento móvil

Tal como se muestra en la figura 9, este es un elemento formado por dos cuerpos móviles, el cuerpo “C1” este se desplaza axialmente sobre el riel (ver figura 10). El cuerpo “C2” se desplaza verticalmente dentro del cuerpo “C1” al hacer contacto con cualquiera de las levas “a” o “b” y restituye su posición mediante un resorte cuando sale de cualquiera de las dos levas mencionadas.

Para que el elemento móvil pueda movilizarse con un bajo coeficiente de fricción sobre el riel, este va provisto de 4 balines alojados en el cuerpo C1.

La cabeza del elemento C2 se ha diseñado de tal manera que en la parte superior lleva un bisel el cual permite un acceso suave en las levas “a” o “b”.

Figura 9. Elemento móvil

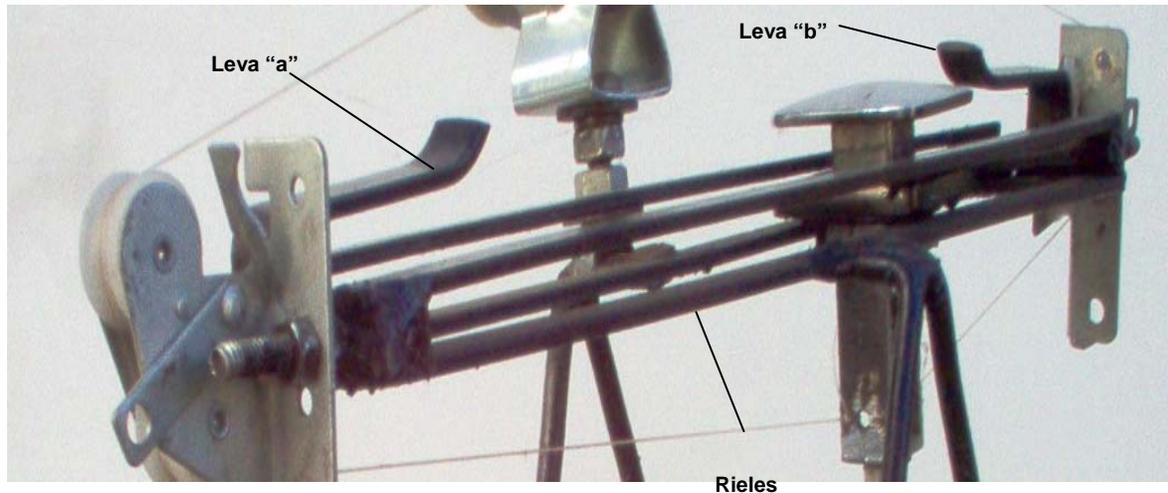


Fuente: Foto prototipo Martulcoma

4.2.1.3.3. Riel principal

Como se muestra en la figura 10, este es el encargado de guiar el movimiento del elemento móvil, axialmente y determina la carrera del mismo a través de las levas “a” o “b” según sea el caso. Este riel tiene una longitud de 0.50 mts, lo que hace que la carga y descarga de tortilla sea sin ninguna perturbación. El punto de carga y descarga se muestra en la figura 4.

Figura 10. Conjunto del riel principal

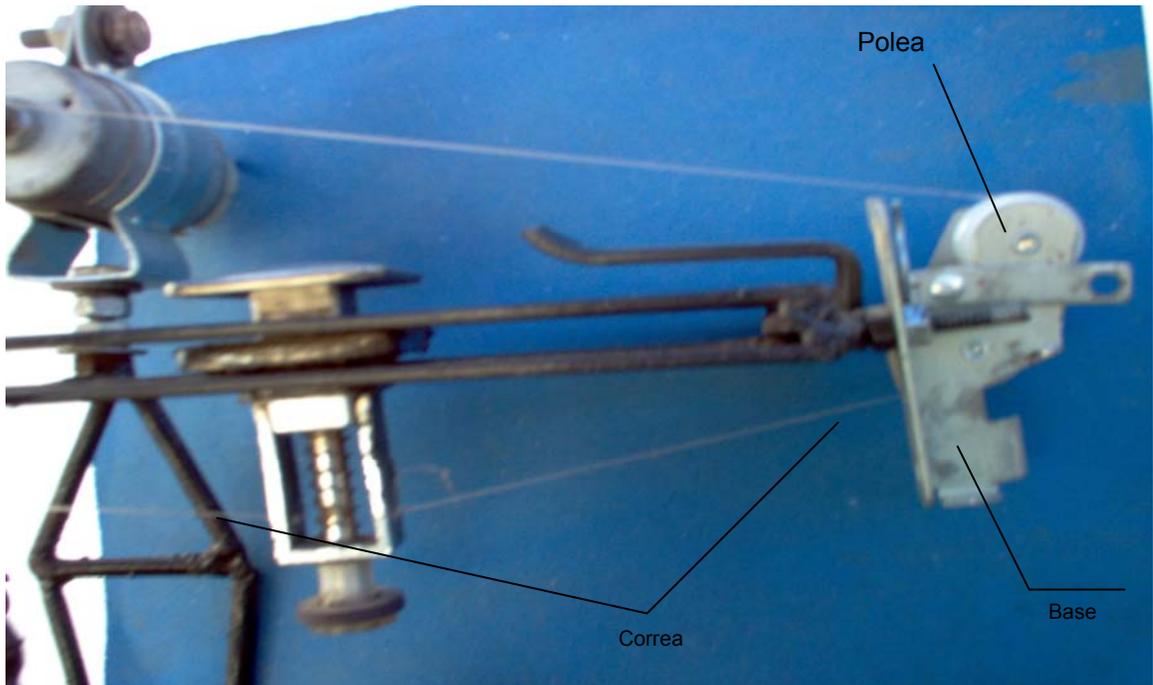


Fuente: Foto prototipo Martulcoma

4.2.1.3.4. Conjunto de cuerda y poleas

Como se indica en la figura 11, este conjunto es el encargado de transmitir la potencia proveniente del motor auxiliar "a" al elemento móvil para que este se desplace sobre el riel. Este sistema consiste en 4 poleas, y dos bases que se pueden desmontar fácilmente, en cada base van montadas dos poleas, con el fin de que la cuerda no tenga ningún contacto con alguna parte del riel.

Figura 11. Transmisión del aplicador de tortillas



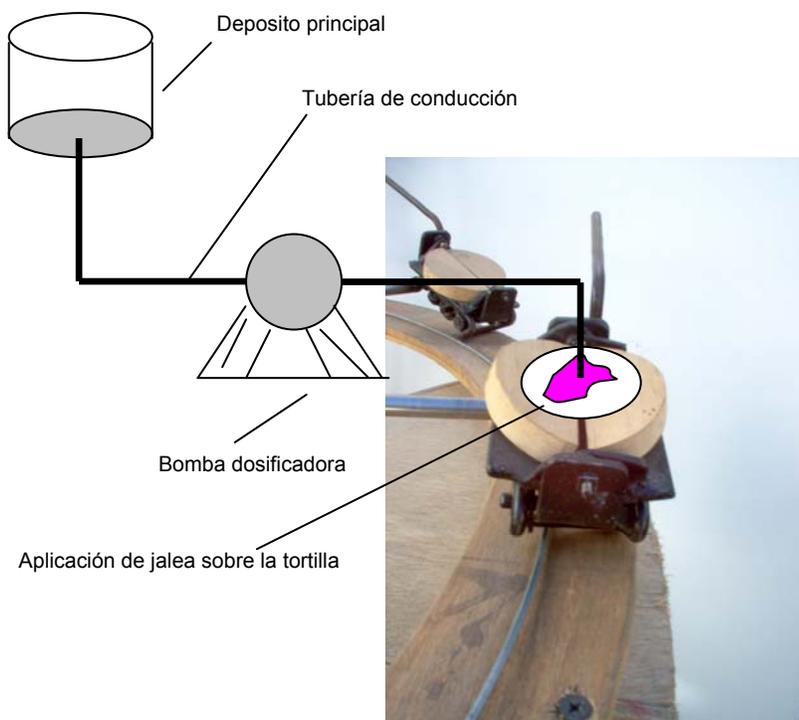
Fuente: Foto prototipo Martulcoma

5. DOSIFICADOR DE JALEA

5.1. Partes que forman el dosificador de jalea

El dosificador de jalea es otro mecanismo ya descrito en el apartado 3.1.2, este capítulo está enfocado a describir cada una de las partes que lo componen, así de su funcionamiento como de sus características especiales.

Figura 12. Esquema del conjunto dosificador de jalea



Fuente: Foto prototipo Martulcoma

5.1.1. Descripción

Este es un mecanismo cuya función es la de proveer un volumen de 5 cm³ de jalea o manjar sobre la tortilla dependiendo de la configuración del molde, la jalea se encuentra almacenada en el depósito principal, tal como se muestra en la figura 12.

Además cuenta con una línea de tubería de conducción por donde circula la jalea, hasta llegar a una bomba dosificadora, la cual hace posible el aumento de presión para la aplicación de la jalea o manjar sobre la tortilla.

5.1.2. Depósito principal

Este es el encargado de almacenar la jalea o manjar dependiendo de la bachada que se haga en un determinado tiempo. Este depósito tendrá un volumen de 14,400 cm³

Cálculo de las dimensiones del depósito, el depósito tendrá una forma cilíndrica.

$$V = 14,400 \text{ cm}^3 \quad H = 0.50 \text{ cms.}$$

$$\text{Fòrmula} \quad d = \sqrt{\frac{(4 \cdot V)}{(\pi \cdot H)}} \quad d = 20 \text{ cms.}$$

V=volumen

H=altura d=diámetro

5.1.3. Tuberías de conducción

Tal como se muestra en la figura 13, se necesita una tubería flexible para poder conducir la jalea o manjar hasta hacerla pasar por la bomba dosificadora y luego trasladarla a la descarga sobre la tortilla.

Esta tubería está diseñada de tal manera que cuando la leva giratoria de la figura 14, no ejerce ninguna presión sobre ella, esta admite la jalea o manjar que cae por gravedad del deposito principal, y cuando la leva giratoria empieza a ejercer presión sobre ella la jalea que se encuentra en su interior es comprimida produciéndose así un efecto de extrusión.

Figura 13. Conjunto bomba de dosificación



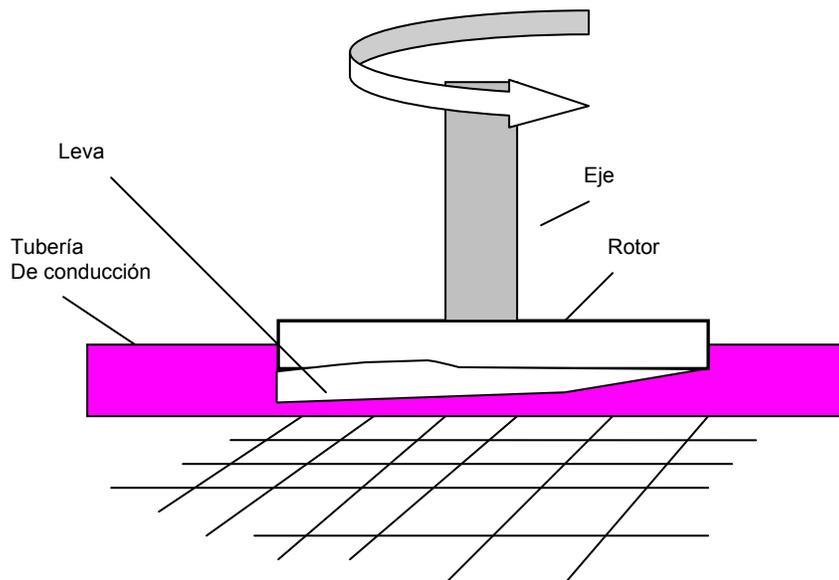
Fuente: Foto prototipo Martulcoma

5.1.4. Bomba dosificadora

Tal como se muestra en la figura 13, es la encargada de bombear la jalea o el manjar desde el depósito principal hasta el punto de aplicación que es sobre la tortilla.

5.2. Mecanismo de accionamiento del dosificador de jalea

Figura 14. Esquema interno de la bomba dosificadora de jalea



5.2.1. Partes del mecanismo de accionamiento del dosificador

5.2.1.1. Eje principal

Es el encargado de transmitir la fuerza proveniente de la caja de velocidad hacia el rotor de la figura 14.

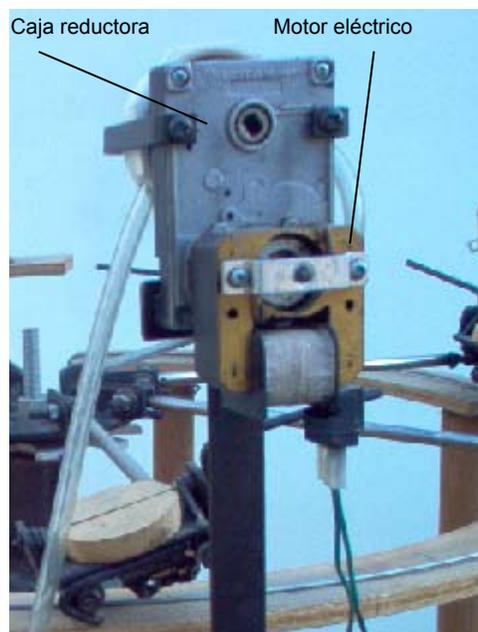
5.2.1.2. Rotor de la bomba dosificadora

Este gira dentro de una carcasa que en conjunto con la leva, hacen comprimir a la tubería de conducción para que se produzca el efecto de extrusión.

5.2.1.3. Leva dosificadora

Si vemos la figura 14, podemos apreciar que la leva ha comprimido la mitad del diámetro del tubo de conducción, por lo que cada vez que la leva libera el tubo, este se vuelve a llenar de jalea.

Figura 15. Conjunto caja reductora del mecanismo de dosificación de jalea



Fuente: Foto prototipo Martulcoma

5.2.1.4. Caja reductora

Tal como lo muestra la figura 15, es la encargada de reducir la velocidad a 10 RPM, proveniente del motor el cual gira a 3600 RPM.

5.2.1.5. Motor de la bomba dosificadora

Tal como se muestra en la figura 15, este es un motor de tipo universal de corriente alterna que trabaja con una tensión de 120 voltios, y tiene una potencia de 1/16 de HP.

6. CONJUNTO FORMADOR DE EMPANADAS

6.1. Partes que integran el formador de empanadas

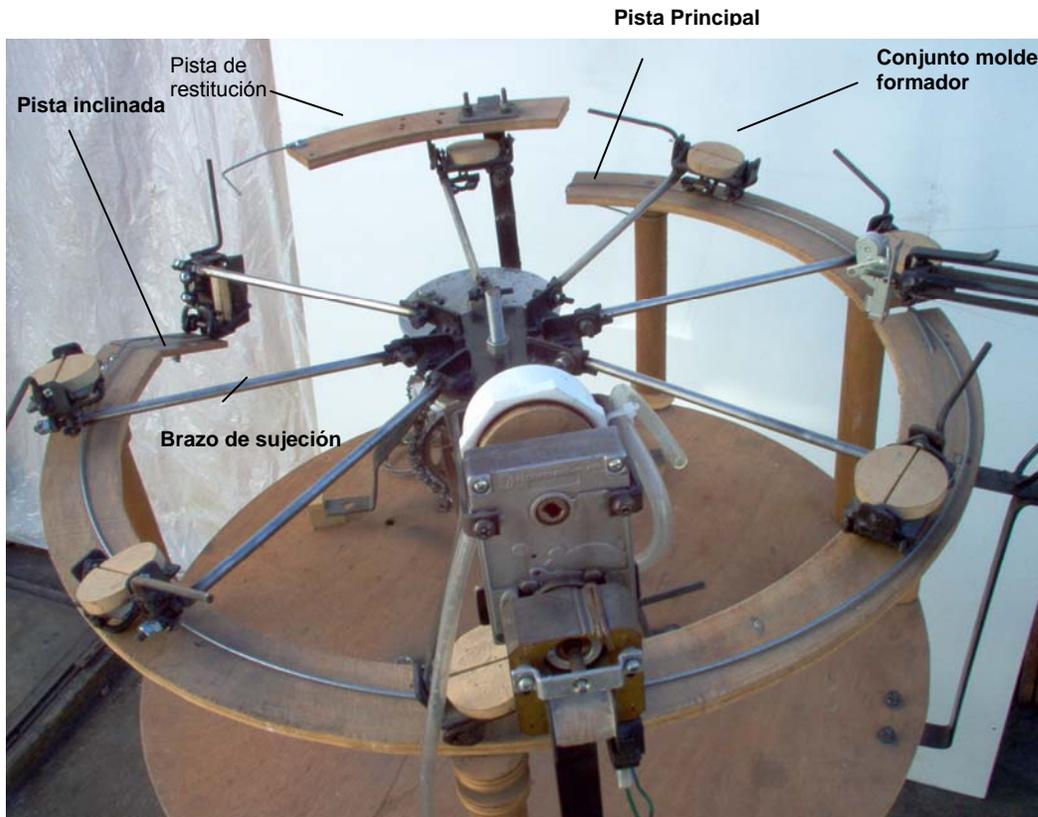
En este capítulo trataremos con más detalle acerca de las partes de las que está constituido el formador de empanadas, como en la lección 3.1.3 ya se hizo mención en términos generales sobre este tema, ahora nos dedicaremos a describir y enfocar la forma de funcionamiento de este mecanismo.

6.1.1. Pistas del conjunto formador

Es una serie de pistas, tal como se muestra en la figura 16, las cuales hacen posible que el conjunto del molde formador se pueda desplazar sobre ellas produciendo así las diferentes etapas que hacen posible la formación de la empanada.

Esta pista tiene un diámetro exterior de 1.6 metros, lo que define y proporciona un aprovechamiento del espacio a ocupar de una menara compacta.

Figura 16. Conjunto de partes del formador de empanadas

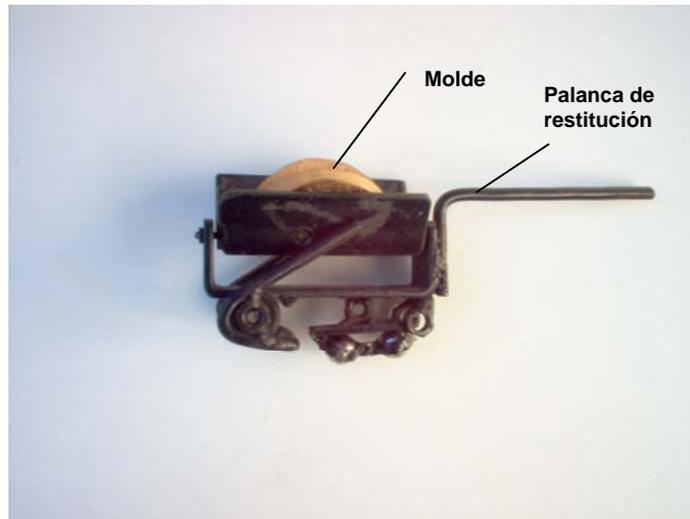


Fuente: Foto prototipo Martulcoma

6.1.2. Molde formador

Este mecanismo va sujeto en el extremo del brazo de sujeción y se desplaza sobre las diferentes pistas a través de los rodillos guía, tal como se muestra en la figura 17, sincronizadamente a cada 45° debe realizar una etapa diferente.

Figura 17. Molde formador



Fuete: Foto prototipo Martulcoma

6.1.2.1. Partes del conjunto molde formador

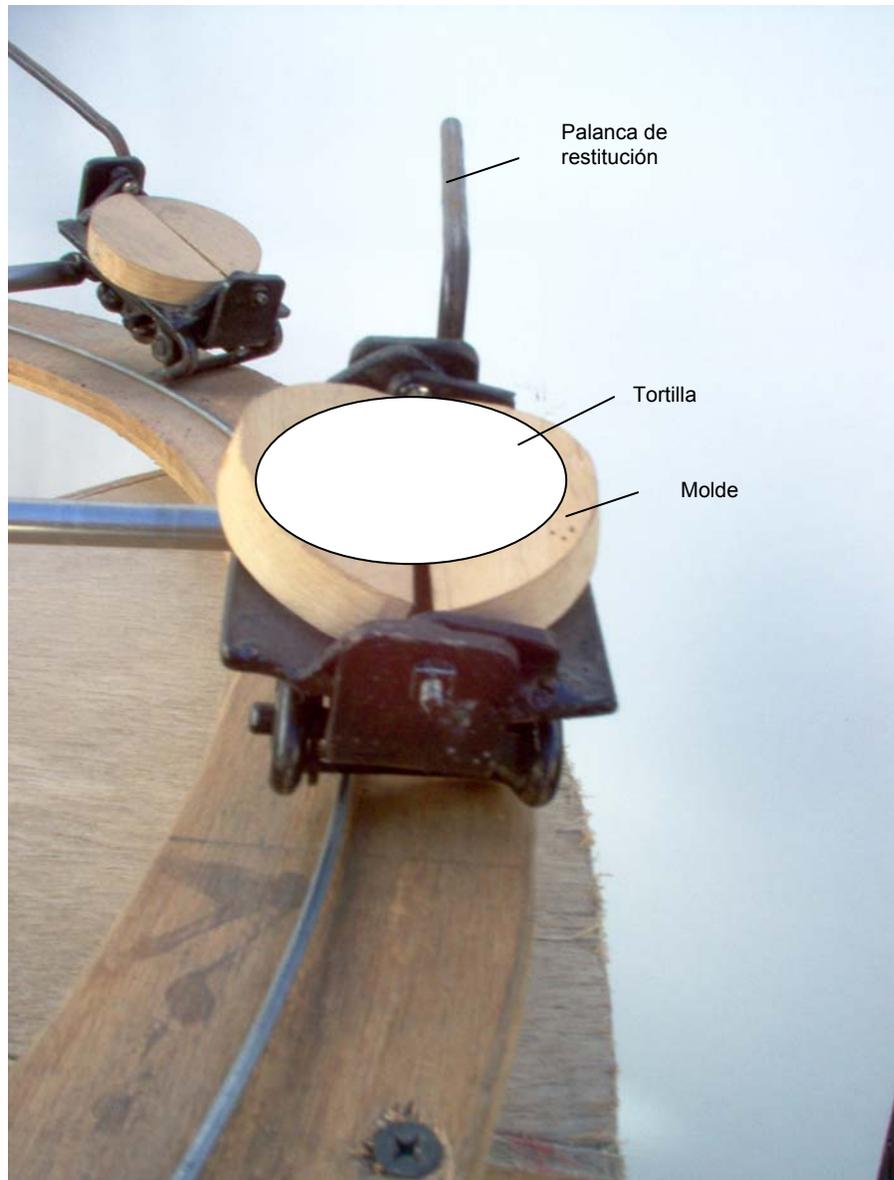
6.1.2.1.1. Palanca de restitución

Tal como se muestra en la figura 18, tiene como finalidad el de poder hacer regresar el molde formador a su posición horizontal figura 16, cuando este ha descargado el producto.

6.1.2.1.2. Molde

Tal como se muestra en la figura 17 y 18, tiene la finalidad de poder alojar la tortilla de masa desde el punto de carga hasta el punto de descarga.

Figura 18. Conjunto molde formador



Fuente: Foto prototipo Martulcoma

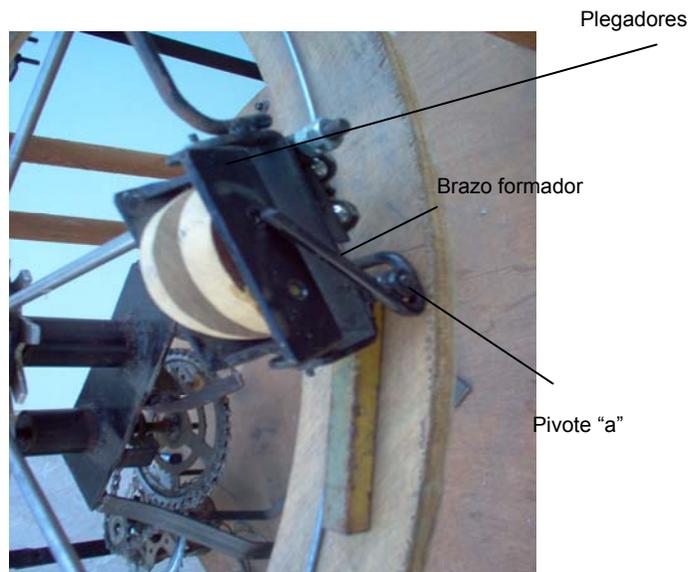
6.1.2.1.3. Base plegable

Este es el mecanismo que porta al molde, y que en conjunto con el punto de pivote figura 20 y el brazo formador figura 19, hacen posible el doblar para que la tortilla circular pueda ser doblada.

6.1.2.1.4. Brazo Formador

Como se muestra en la figura 19, tiene como finalidad el de poder cerrar los plegadores en el momento en que hace contacto con la leva de la figura 23.

Figura 19. Detalle de la estructura del molde en etapa de cierre



Fuente: Foto prototipo Martulcoma

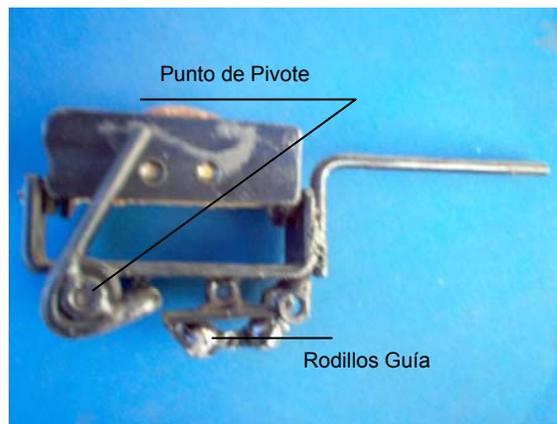
6.1.2.1.5. Plegadores

Estos son los encargados de fijar al molde mediante tornillos de sujeción y además lograr el cierre del mismo cuando el brazo formador es accionado.

6.1.2.1.6. Pivote “a”

Este es el punto de pivote del plegador cuando se abre y cierra. Tal como se muestra en la figura 19.

Figura 20. Estructura de la base del molde formador



Fuente: Foto prototipo Martulcoma

6.1.2.1.7. Punto de pivote

Este es el eje de giro del brazo formador cuando este abre y cierra los plegadores, ver figura 19.

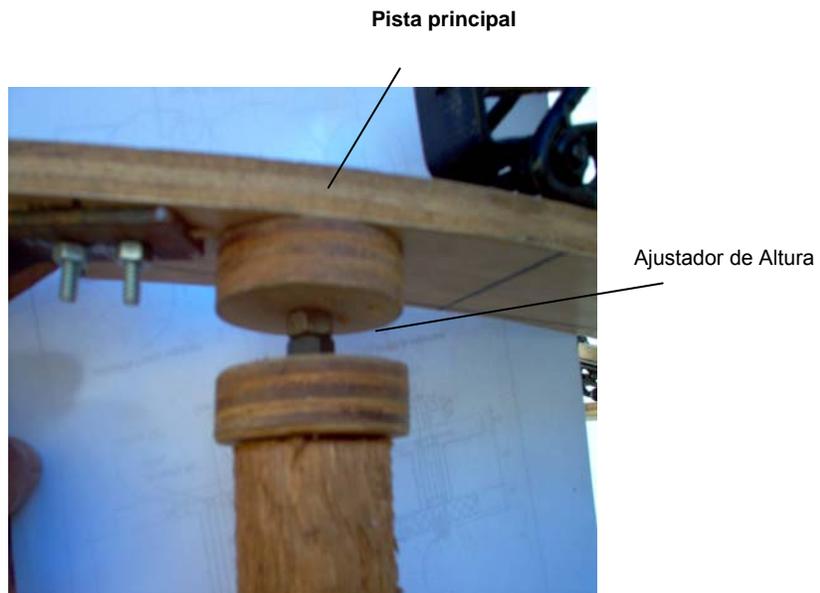
6.1.2.1.8. Rodillos guía

Como se muestra en la figura 20, son los responsables de que el conjunto molde formador pueda tener un movimiento suave sobre las diferentes pistas por las que se desplaza, ver figura 16.

6.1.3. Brazo de sujeción

Es el encargado de poder transmitir el movimiento proveniente de la rueda principal al conjunto molde formador, ver figura 16.

Figura 21. Detalle del soporte graduable de la pista formadora



Fuente: Foto prototipo Martulcoma

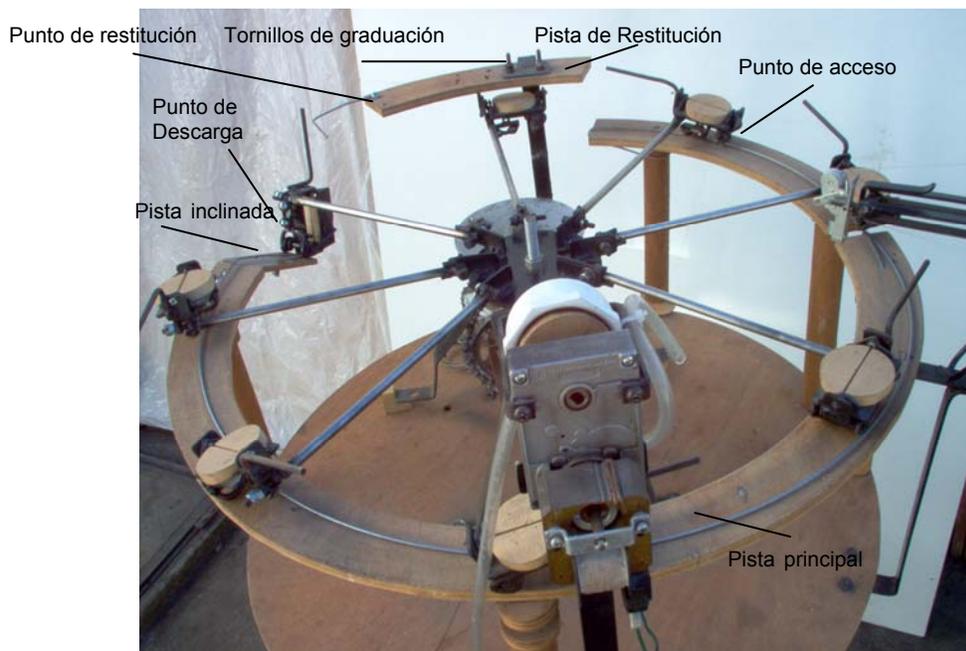
6.1.4. Pista principal

Esta es una pista circular de diámetro de 1.60 metros, horizontal, sobre ella se desplazan los diferentes conjuntos de moldes formadores, así como también se encuentra instalada la leva de cierre. Esta pista puede ser ajustada mediante los tornillos de graduación figura 21.

6.1.5. Pista de restitución

Esta es la encargada de poder restituir al conjunto molde formador a su posición horizontal, después de haber pasado por el punto de descarga, este mecanismo cuenta con unos tornillos de ajuste, los cuales hacen posible graduar la altura de dicha pista.

Figura 22. Detalle de las diferentes pistas de formación

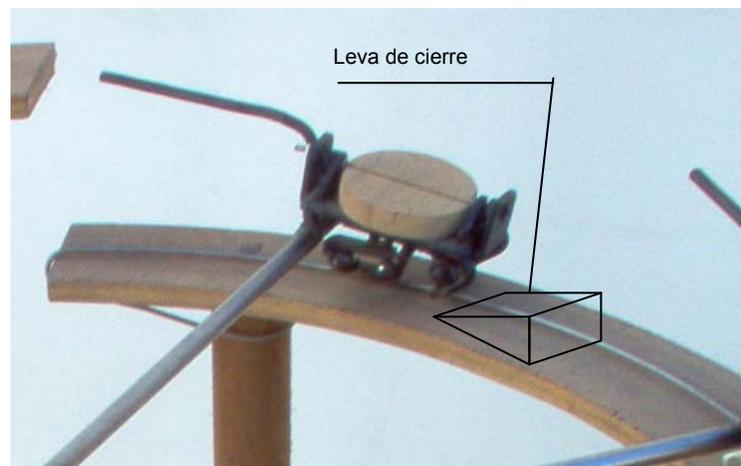


Fuente: Foto prototipo Martulcoma

6.1.6. Pista inclinada

Es la encargada de poder recibir el conjunto molde formador después de haber pasado por la pista de restitución y llevarlo hasta el punto de acceso. Con el fin de que este pueda entrar suavemente a la pista principal.

Figura 23. Detalle del punto de doblz del molde formador



Fuente: Foto prototipo Martulcoma

6.2. Mecanismo de accionamiento del formador de empanadas

Este mecanismo para su accionamiento cuenta con tres ruedas principales, superior, de Mazate e impulsora (figura 25 y 26). Las dos primeras unidas mediante el mismo eje dependen del movimiento de la última.

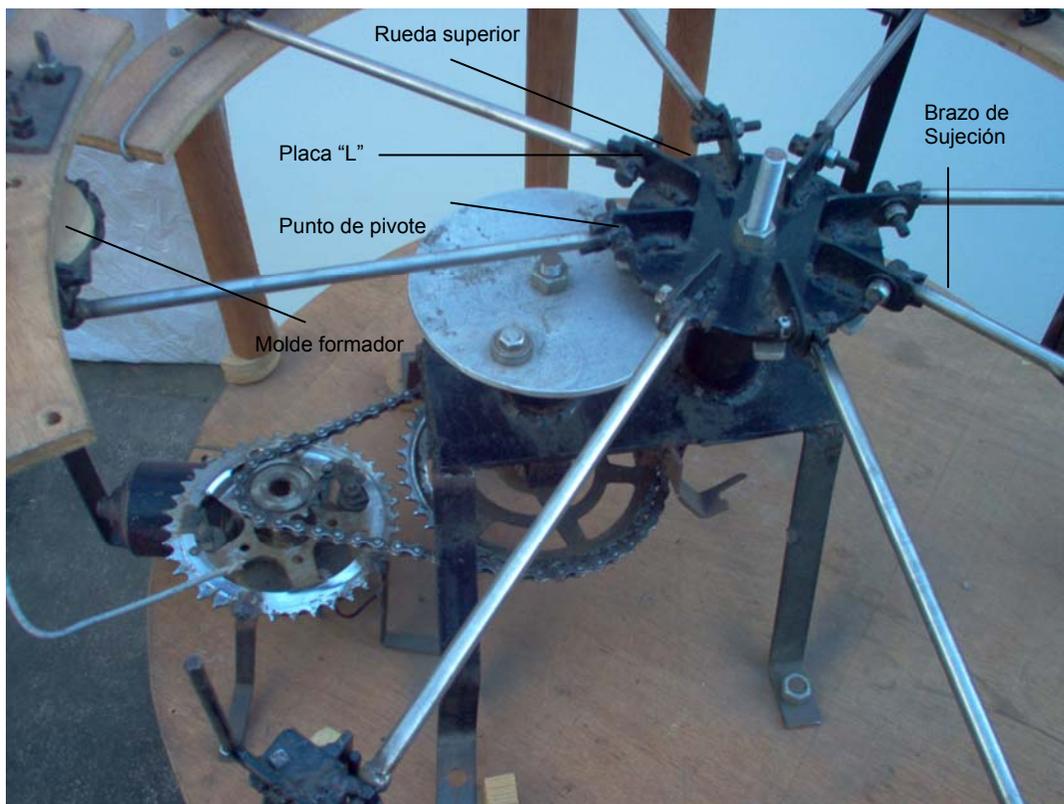
6.2.1. Partes que integran el mecanismo de accionamiento

6.2.1.1. Rueda superior

Esta es una rueda (figura 24) que gira en paralelo sobre el mismo eje con la rueda de Mazate.

Su movimiento es intermitente, lo cual facilita la carga y descarga de la tortilla sobre el molde cuando el seguidor “A” (figura 26) de la rueda impulsora ha dejado de hacer contacto con la rueda de Mazate. Esta rueda cuyos detalles y características la podemos observar en el anexo 9.

Figura 24. Conjunto de rueda superior



Fuente: Foto prototipo Martulcoma

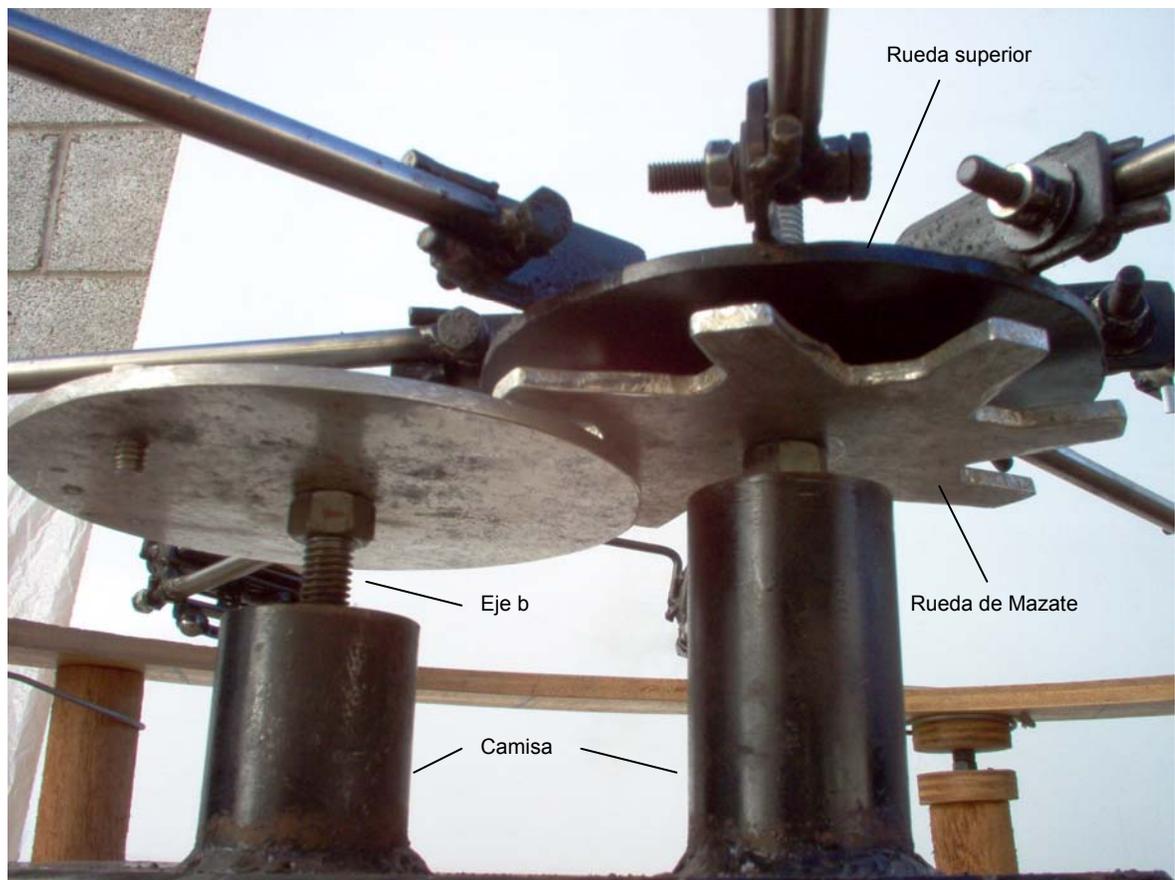
En la rueda superior van montados 8 placas tipo “L” (figura 24) cuyas características se muestran en la figura 40. Estas placas sirven de apoyo a los brazos de sujeción en el punto de pivote (figura 24).

Estas placas pueden desmontarse con mucha facilidad ya que únicamente van ancladas con tornillos.

6.2.1.2. Eje “a”

Este es un eje cuyas dimensiones y características se pueden apreciar en la figura 35. Este va montado en una camisa tal como se muestra en la figura 25, y en cojinetes tal como se muestra en el anexo 5

Figura 25. Detalle de la rueda de Mazate



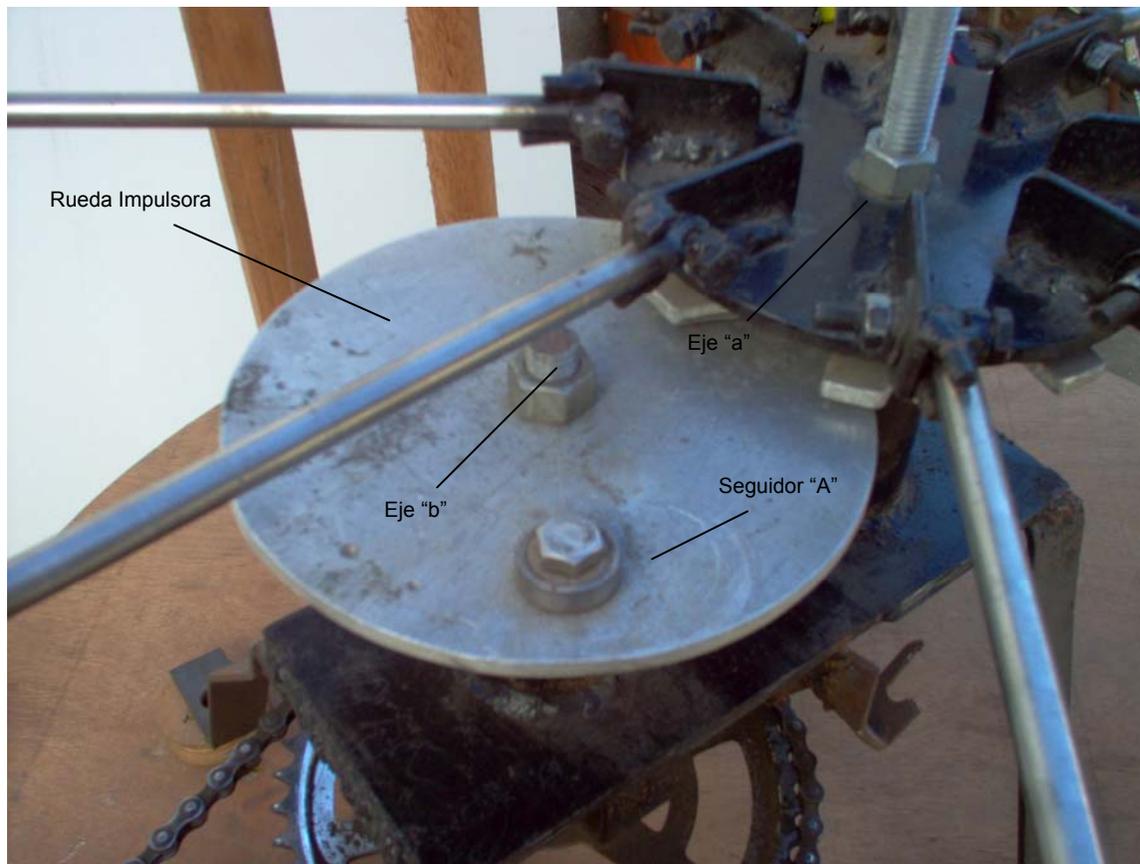
Fuente: Foto prototipo Martulcoma

Tiene como finalidad el de transmitir la potencia proveniente de la rueda impulsora al sistema formador de empanadas.

6.2.1.3. Rueda impulsora

Las características las podemos observar en el anexo 8. La figura 26 muestra los detalles de dicha rueda, esta diseñada para poder girar a una velocidad de 48 RPM. En ella va montado el seguidor "A".

Figura 26. Rueda impulsora



Fuete: Foto prototipo Martulcoma

La tracción la recibe del eje "b", y en la parte inferior de la rueda impulsora va montada una leva cuyas características están especificadas en el anexo 8. La cual sirve para mover el tope anti inercia.

6.2.1.4. Eje “b”

Este va montado en una camisa tal como se muestra en la figura 26, y en cojinetes de bolas tal como se muestra en el anexo 4. Reciben la tracción directamente del motor principal. Este gira a una velocidad de 48 RPM y transmite la velocidad a la rueda impulsora.

6.2.1.5. Rueda de Mazate

En la figura 25 y en el anexo 6, se aprecian las características de esta rueda con detalles y dimensiones.

Esta es una rueda que permite que se efectúen los diferentes procesos en la maquina, tales como carga de tortilla, carga de jalea, descarga a transportador hacia el horno, etc. Cuando la rueda permanece en reposo.

La fuerza proveniente del seguidor “A” de la rueda impulsora es transmitida a cada uno de los dientes de la rueda de Mazate, produciéndose así un movimiento intermitente de 45 grados.

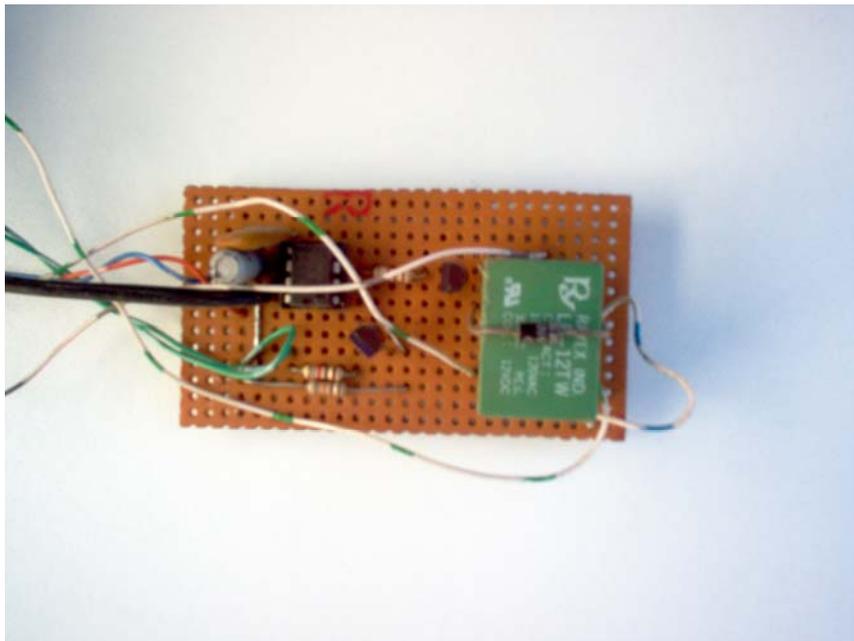
Cuando la rueda de Mazate hace contacto con el seguidor “A” esta permanece en movimiento haciendo mover cada molde formador sobre la pista circular por intermedio de los brazos de sujeción que van acoplados en el punto de pivote de la rueda superior.

Cuando el seguidor “A” deja de hacer contacto con los dientes de la rueda de Mazate esta permanecerá en reposo, dando lugar a que se produzcan los diferentes procesos en la máquina.

7. TRANSMISIÓN DE POTENCIA DE LA MÁQUINA

La transmisión de potencia de la Martulcoma, constituye el medio por el cual se mueve cada uno de los mecanismos sincronizados entre si. Cada mecanismo esta diseñado de tal manera que pueda desacoplarse fácilmente. La transmisión de potencia de la martulcoma está dividida en dos partes, la mecánica y la eléctrica.

Figura 27. Placa electrónica de control de tiempo



Fuente: Foto prototipo Martulcoma

Forman parte de la transmisión mecánica los ejes “a”, “b”, la rueda impulsora, la rueda de Mazate y la rueda superior elementos descritos y detallados en el capítulo 6.

Y de la transmisión de potencia eléctrica todos los elementos eléctricos y electrónicos como la figura 27, el motor principal, el motor auxiliar de accionamiento del transportador de tortillas, y el motor auxiliar de accionamiento del dosificador de jalea.

7.1. Cálculo de la potencia del motor de la máquina

Para emplear máquinas eléctricas, aparte de sus propiedades eléctricas, son de especial interés sus magnitudes mecánicas, tales como la frecuencia de giro, el par y la potencia mecánica.

7.1.1. Medida de la frecuencia de giro

La frecuencia de giro de una máquina es igual al número de revoluciones del motor en un determinado tiempo y que se mide en (r.p.m), en las máquinas eléctricas se suele indicar la frecuencia de giro en r.p.m.

En aplicaciones técnicas se emplean diversos dispositivos para medir la frecuencia de giro. El más sencillo es el tacómetro de mano. Con el que puede medirse directamente la frecuencia de giro aplicando simplemente el instrumento al eje de la máquina. La rotación se transmite mediante un embrague de goma o una ruedecilla.

7.1.2. Medida del par

El producto de la fuerza por la longitud del brazo de palanca se denomina par de la fuerza.

Par:	Donde
Símbolo M	M=par
$M = F \cdot S$	F=fuerza (N)
(M) = Nm	S=longitud (m)

Quando los pares de giro a la derecha y los de giro a la izquierda son iguales, el brazo de palanca se dice que esta en equilibrio, o sea en reposo. Si los dos pares son diferentes el brazo de palanca girara en el sentido del par mayor.

En las máquinas eléctricas rotatorias también se presentan pares. En el estator se origina un campo magnético de flujo “Y”. El rotor se compone de un tambor de hierro dulce magnético con muescas o ranura en las que se insertan lo conductores. Según la regla del motor, todo conductor recorrido por una corriente se encuentra sometido a una fuerza de valor.

$F = B \cdot I \cdot L$	F=fuerza magnética
	B=Inducción magnética
	I= Intensidad de corriente
	L=longitud

Esta fuerza se encuentra aplicada al conductor a una distancia S del eje del rotor. Cuando tengamos Z conductores recorridos por corriente en el campo magnético aparecerá un par M de valor

$M = F \cdot S$	$M = B \cdot I \cdot L \cdot Z \cdot S$	Z=número de conductores
-----------------	---	-------------------------

Se obtendrá una frecuencia de giro constante cuando este par sea igual al necesario para que gire el rotor, el cual opone un par resistente.

En las máquinas eléctricas giratorias el par se mide con ayuda de frenos o de máquinas reversibles.

7.1.3. Relación entre la frecuencia de giro, el par y la potencia

El eje de una máquina que gira con una frecuencia de giro n transmite un par M . Con estas dos magnitudes podemos calcular la potencia mecánica de la máquina.

Para ello tenemos las siguientes fórmulas:

$$P = W/t; W = F S$$

P =potencia

t =tiempo

$$P = (F S)/ t; V = S / t$$

V =velocidad

W =trabajo

$$P = F V$$

En las máquinas la fuerza actúa sobre un punto del contorno del eje. La velocidad de este punto depende de la frecuencia de giro n y del radio r del eje. La frecuencia de giro n nos indica, cuantas revoluciones efectúa el punto alrededor del eje al cabo de una unidad de tiempo. El punto describe en cada vuelta una longitud ($S = 2\pi r =$ perímetro del eje), con lo que podemos calcular la velocidad del punto, que será:

$$V = n 2\pi r$$

n =número de vueltas

r =radio del eje

Si en la fórmula de la potencia calculada anteriormente sustituimos el valor de la velocidad que acabamos de hallar, obtenemos

$$P = 2 n \pi F r$$

El producto ($F r =$ fuerza por radio del eje) es el par de la máquina. Por tanto, la potencia mecánica de la máquina vendrá dada por la fórmula

$$P = 2 n \pi M$$

De esta ecuación de magnitudes podemos deducir otra con valores numéricos de gran importancia técnica.

La potencia vendrá indicada en, (newton por metro)/ minuto ($N \times m$) / min. cuando el par venga dado en (N) \times (m) y la frecuencia de giro en (revoluciones por minuto)/ minuto, ($1/$ min.) (r.p.m.). Si dividimos entre 60 y entre 1000 obtenemos

$$P = (2 n \pi M) / (60 \times 1000) \text{ en Kw.} \quad \text{Kw=kilo watts}$$

$$\text{Pues } 1000 \text{ (Nm/s)} = 1 \text{ Kw}$$

Por tanto, la ecuación con valores numéricos será

$$P = (n M) / 9549 \text{ en (Kw.), con } M \text{ en (Nm) y } (n) \text{ en (r.p.m.)}$$

Las magnitudes mecánicas, frecuencia de giro, par y potencia no se calculan por separado, pues para poder valorar las propiedades de una máquina es de gran importancia conocer la interdependencia entre estas tres magnitudes.

Figura 28. Conjunto de potencia eléctrica



Fuente: Foto prototipo Martulcoma

7.2. Tipo de motor

Este es un motor monofásico de 1 HP, de corriente alterna, trabaja con una tensión de 220 voltios, acoplado a una caja reductora a 90°, con el fin de reducir la velocidad de 36000 RPM para que pueda obtenerse una producción de 2880 unidades por hora.

Este motor esta protegido por un dispositivo de seguridad por sobre carga el cual va montado en el panel principal.

Tabla I. Características del motor principal

Marca	Moto vario, Italiano
Modelo	NMRV 050
Potencia	0.75 Kw.
r. p. m. De salida	58
Caja reductora	90°
Tensión de alimentación	220 V alterna
Código	32

Fuente: proforma No. 33134 de la empresa PROSAIN

8. MANTENIMIENTO

En el capítulo 1 se describieron los conceptos de los diferentes tipos de mantenimiento. En esta sección nos limitaremos a dar a conocer el mantenimiento y lubricación de partes específicas.

Es importante la buena aplicación de un plan de mantenimiento y lubricación, ya que con ello se garantiza que la máquina pueda mantenerse en condiciones óptimas para el trabajo que va a desempeñar. Con la correcta aplicación del mantenimiento y lubricación, el productor obtendrá mejor rendimiento de la máquina, mejor aprovechamiento del tiempo de producción, evitara paros innecesarios.

8.1. Mantenimiento de partes específicas

Es importante hacer notar la frecuencia con la cual se hará el mantenimiento. No todas las partes tendrán la misma frecuencia, la tabla II, muestra un plan de mantenimiento de las partes específicas de la Martulcoma según pertenecen a cada mecanismo. Este plan tiene como parámetro 8 horas de operación diarias.

Tabla II. Cuadro de frecuencia de mantenimiento desglosado por mecanismos

Operaciones de mantenimiento

R =	Revisar
	Corregir
	cambiar si es necesario
c =	Cambiar
Frecuencia d = diario m = mensual @= anual	

		Intervalo de Tiempo					
Frecuencia de mantenimiento		15 d	1m	2m	3m	6m	1@
caja reductora							
	Eje					R	R
	Engranés					R	R
	Anclaje	R	R	R	R	R	R
Aplicador de tortilla							
	Anclajes	R	R	R	R	R	R
	Poleas	R	R	R	R	R	R
	Faja de transmisión	R	R	R	R	R	C
	Estructura	R	R	R	R	R	R
	Rieles	R	R	R	R	R	R
	Elemento móvil	R	R	R	R	R	C
Dosificador de jalea							
	Anclaje	R	R	R	R	R	R
	Bomba				R	R	R
	Manguera	R	R	R	R	R	R

Continúa

		Intervalo de Tiempo					
Frecuencia de mantenimiento		15 d	1m	2m	3m	6m	1@
Formador							
	Pistas	R	R	R	R	R	R
	Estructura	R	R	R	R	R	R
	Brazos de sujeción	R	R	R	R	R	R
	Carros móviles	R	R	R	R	R	R
Transmisión de potencia							
	Eje "a"				R	R	R
	Eje "b"				R	R	R
	Rueda impulsora				R	R	R
	Rueda de Mazate				R	R	R
	Rueda superior				R	R	R
Sistema eléctrico							
	Tablero principal		R	R	R	R	R
	Tarjetas electrónicas		R	R	R	R	R
	Micro-switch		R	R	R	R	R
	Cables		R	R	R	R	R
Motor principal							
	Anclajes	R	R	R	R	R	R
	Acoples de protección	R	R	R	R	R	R
	Cojinetes				R	R	R
	Ventilador				R	R	R
	Carbones				R	R	R
Motor aplicador de tortilla							
	Anclaje	R		R	R	R	R
	Polea	R		R	R	R	R
Motor dosificador de jalea							
	Anclaje	R		R	R	R	R
	Eje				R	R	R

Nota: La frecuencia de mantenimiento descrita en la tabla II, corresponde a un intervalo teórico, debido a que la máquina aún no ha sido fabricada con sus componentes y materiales reales según el diseño final, por lo que los valores de R y C están sujetos a cambio.

8.2. Lubricación de partes específicas

La lubricación de partes juega un papel muy importante en el tema de mantenimiento. Como sabemos que al lubricar reducimos la fricción de rozamiento entre dos piezas que se deslizan entre sí. En esta sección describiremos los principales puntos a lubricar, la frecuencia de la misma y el tipo de grasa grado alimenticio propuesto a utilizar.

8.2.1. Tipo de grasa

® MYSTIK

FG-2FOOD

MACHINERYGREASE

Date 06/04

8.2.1.1. Descripción

La grasa Mystik ® FG-2 ha sido desarrollada para lubricar efectivamente la mayoría de los equipos utilizados en la industria alimenticia para fabricar, procesar, empacar y almacenar productos alimenticios.

No es adecuada para ser utilizada en las enlatadoras de alimentos con vapor debido a las altas temperaturas encontradas en dicha aplicación. El rango de temperatura de aplicación para este tipo de grasa está entre 0 y 275°F (-18 y + 135 °C). La mystik ® FG-2 es muy resistente al arrastre por agua e insoluble en la misma.

Su textura es suave, mantequillosa y adhesiva. Posee un ligero olor a petrolatum y su color es claro con tenue apariencia nublada. No lleva pigmentos, por lo tanto no mancha.

8.2.1.2. Ventajas

Ligero olor a petrolatum, no mancha y no contiene pigmentos. El aceite mineral utilizado es grado alimenticio de acuerdo con la normativa 21 CFR 172.878 y 178.3620 (a).

8.2.1.3. Aplicaciones

En la lubricación de maquinaria para procesar y empacar alimentos cuando hay posibilidades de contacto incidental.

8.2.1.4. Clasificación

Autorización USDA H-1

Inscrito en la “Lista de sustancias propietarias y compuestos no alimenticios”. Autorizado para ser usado en los “Programas de inspección y clasificación del USDA”.

8.2.1.5. USDA H-1 Lubricantes con contacto incidental (Definición)

“Estos compuestos pueden ser usados como lubricante o película antiherrumbrante en equipos o partes de maquinarias en localidades en las cuales hay una exposición de las partes lubricadas con productos comestibles.

Pueden utilizarse como agentes repelentes o empacaduras o sellos para el cerramiento de recipientes. La cantidad utilizada debe ser la mínima requerida para lograr el efecto técnico deseado en el equipo. Si se usa como película antiherrumbrante, el compuesto debe ser eliminado de la superficie del equipo por lavado o con un pedazo de tela a fin de dejar la superficie completamente libre de cualquier sustancia que pueda ser transferida al alimento que está siendo procesado”.

8.2.1.6. Propiedades típicas

Tabla III. Mystik fg-2 food machinery grease

Código del producto	665015002
Consistencia NLGI N°	2
Espesante	Jabón de calcio anhidro
Textura	Suave, mantequillosa, adhesiva
Relleno	Ninguno
Color, observado	Clara ligeramente nublada (puede ponerse amarilla después de almacenada)
Penetración trabajada 60 golpes, ASTM D 217	265295
Punto de gota, ASTM D 566, °C (°F)	143 (290)
Lavado por agua, ASTM D 1264, % pérdida separación de aceite,	2.4
ASTM D 1742, % pérdida	3.6
Rango de aplicación, °C (°F)	-18 a 135 (0 a 275)
Viscosidad a 100°F, cSt. (SUS)	194 (899)
Índice de viscosidad	140

Tabla IV. Cuadro de lubricación de partes específicas

Lubricación

Código	Descripción	Código	Descripción
D	Diariamente	@	Anualmente
S	Semanalmente		
M	Mensualmente	Vn	verificar nivel
T	Trimestralmente	Ca	cambio de aceite
£	Semestralmente	L	lubricar

Frecuencia de lubricación		D	S	M	T	£	@
Motor principal							
	Caja reductora	Vn			Ca	ca	Ca
Transportador de tortilla							
	Rieles	L	L	L	L	L	L
	Elemento Móvil	L	L	L	L	L	L
Carro móvil							
	Rodillos	L	L	L	L	L	L
	Ejes	L	L	L	L	L	L

Nota: La frecuencia de lubricación descrita en la tabla IV, corresponde a un intervalo teórico, debido a que la máquina aún no ha sido fabricada con sus componentes y materiales reales según el diseño final, por lo que los valores de (Vn, Ca, y L), pueden variar.

CONCLUSIONES

1. El sistema de transmisión principal del prototipo de la máquina se realizó, mediante una adaptación de un motor de corriente continua del parabrisas de un automóvil marca Toyota; además se utilizó una multiplicadora de 45 dientes y un sprocket de 15 dientes de una bicicleta, con el fin de poderle dar movimiento a la máquina prototipo. Este mecanismo difiere al diseño real de la máquina.
2. La construcción de cada una de las partes mecánicas del prototipo de la martulcoma fueron elaboradas con herramientas simples tales como: barreno de pedestal, lima, sierra, soldadura y el material utilizado fue chatarra, por lo que se marcan algunas imprecisiones, las cuales se pueden notar más en las piezas homogéneas tales como brazos de sujeción y carros móviles.
3. En la construcción del sistema eléctrico del prototipo de la martulcoma se utilizaron algunos materiales reciclados tal es el caso del transformador de potencia que se tuvo que reconstruir y adaptarlo a las condiciones de trabajo de la máquina. Además se fabricaron las tarjetas electrónicas según las necesidades de la máquina prototipo.
4. La velocidad de producción en la máquina prototipo es aproximadamente de un $\frac{1}{5}$ de la velocidad real de la máquina, esto quiere decir que la máquina prototipo descarga 10 unidades por minuto, mientras que el diseño de la máquina real será de 48 unidades por minuto.

5. En el conjunto dosificador de masa, en el prototipo únicamente aparece el aplicador de tortilla ya que es un mecanismo propio e interno de la martulcoma, ahora bien la tortilla es elaborada por una máquina externa a la martulcoma.

RECOMENDACIONES

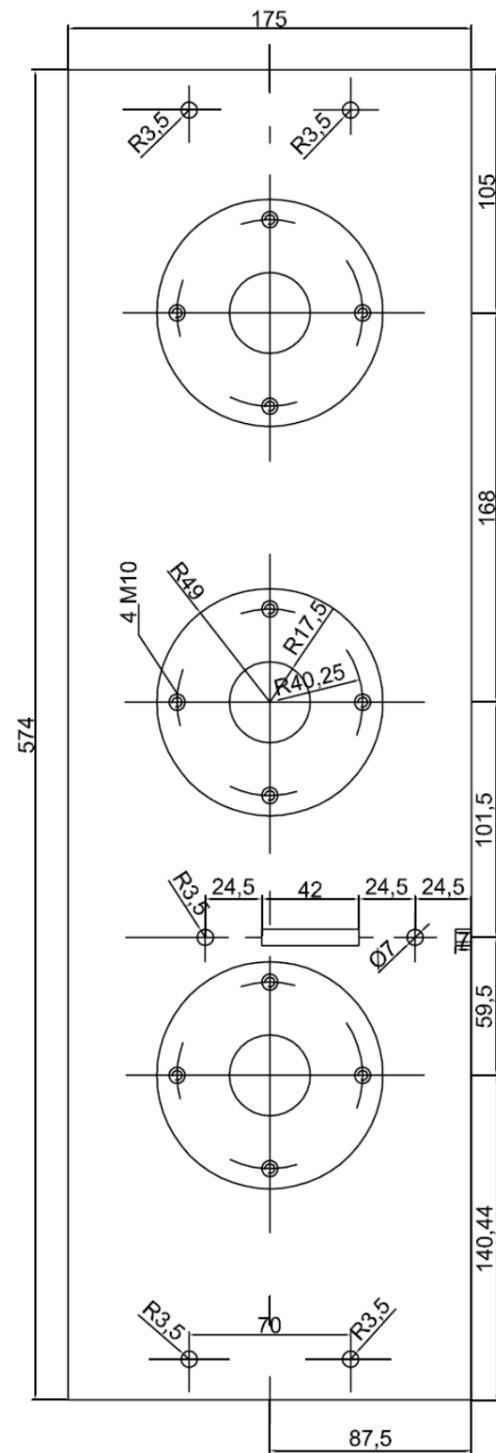
1. En la construcción de la máquina real deben utilizarse materiales genuinos, y cada parte deberá ser fundida en moldes, con el fin de la reducción de costos de fabricación en un proceso en serie.
2. En la construcción de la máquina se tendrán que considerar las dimensiones de diseño de una forma estricta y precisa.
3. Con relación a los elementos de transmisión, (motores, acoples, rueda impulsora, rueda de Mazate, rueda superior) se sugiere revisar y controlar estrictamente ya que constituyen puntos muy vulnerables de la máquina.
4. Se sugiere la correcta alineación de la faja de transmisión del aplicador de tortillas, con el fin de evitar la desalineación del elemento móvil, así se podrá evitar el deterioro prematuro de todo el mecanismo.
5. Después de la construcción del dosificador de jalea, se sugiere realizar pruebas por separado de este conjunto, con el fin de obtener la cantidad de jalea a dosificar en la empanada según sea su configuración.
6. Realizar pruebas en el formador de empanadas a diferentes velocidades de los carros móviles empezando con la velocidad más baja hasta alcanzar la velocidad teórica de diseño.

7. Cumplir con la correcta aplicación del programa de mantenimiento y lubricación de las partes específicas, esto permitirá mantener en buenas condiciones de operación el equipo.

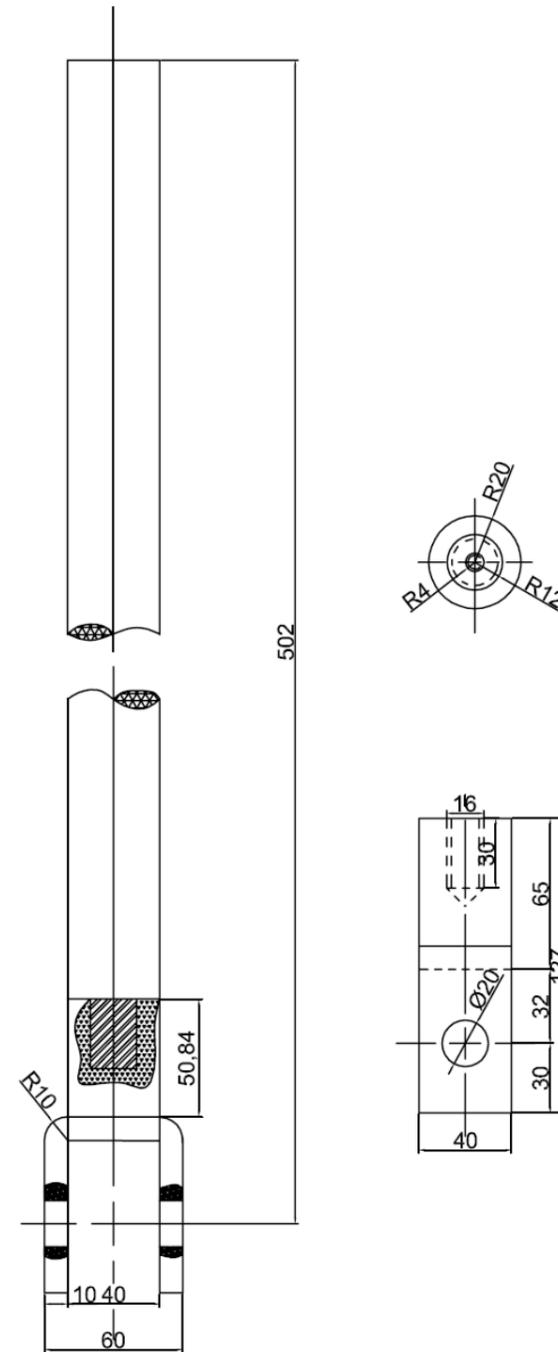
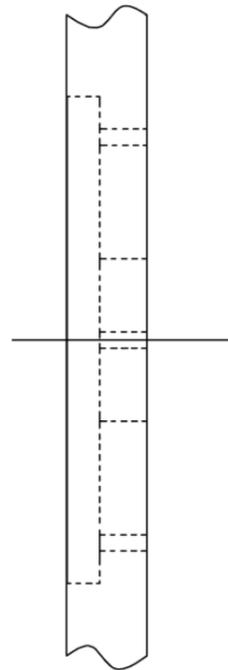
BIBLIOGRAFÍA

- 1 <http://www.directindustry.es/cat/transmision-mecanica-actuadores-Lhtml>
(Enero 2007)
- 2 <http://www.google.com.gt/mecanismos+mecanicos> (Junio 2008)
- 3 <http://www.mty.itesm.mx> (Mayo 2009)
- 4 W.Müller y otros, electrotecnia de potencia curso superior. Edición especial, 1980, 99, pp104

ANEXOS

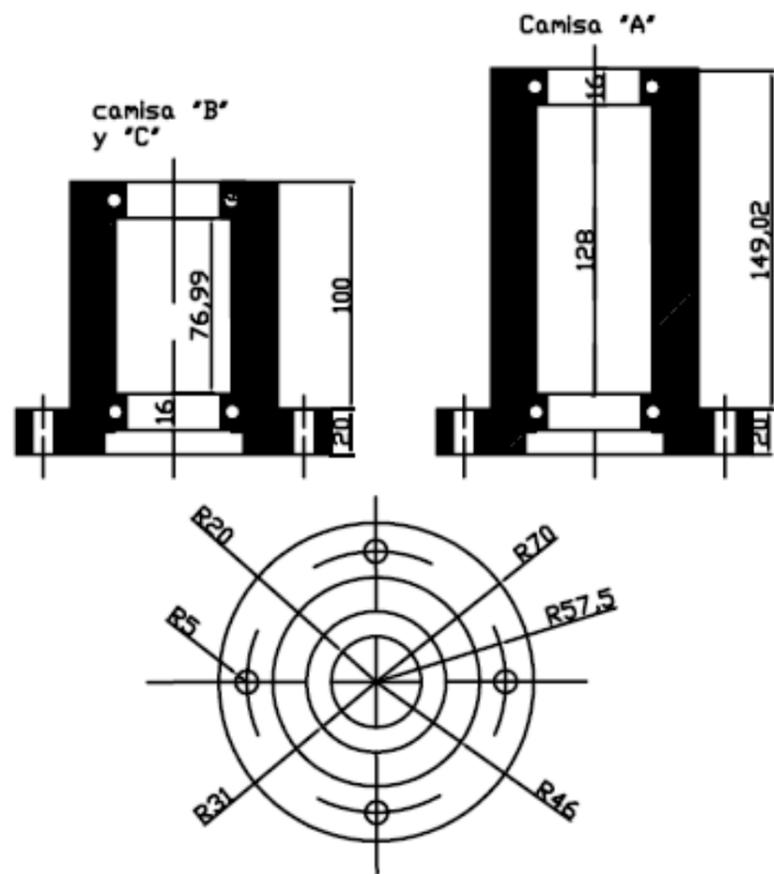


Anexo 1. Detalle de la Bancada Principal
Escala: 1:125 Dimension en Milímetros

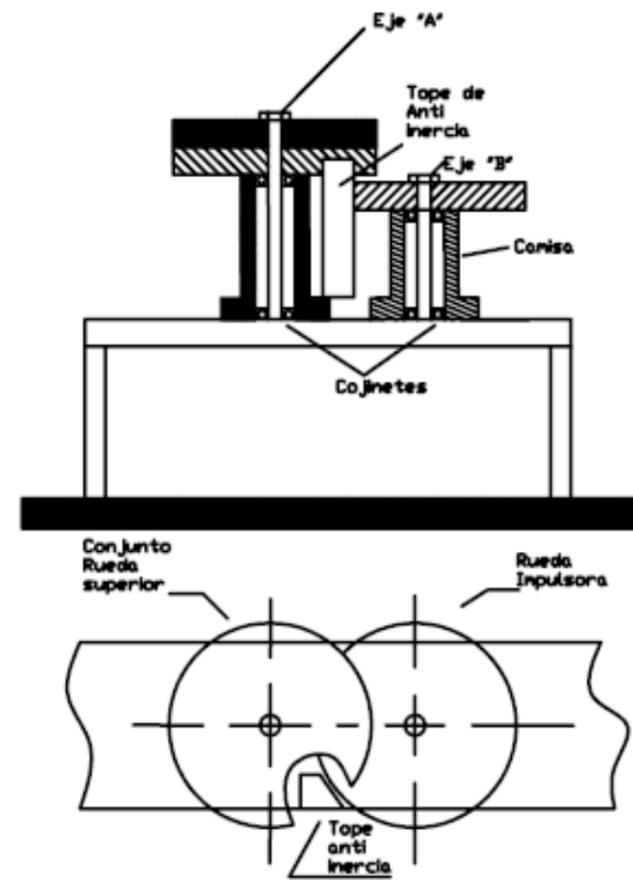


Anexo 2. Detalle del Brazo Principal
Escala 1:125 Dimension en Milímetros

DIAGRAMAS MARTULCOMA 14-2ACM 88	
DISEÑO: Marco Tulio Coloñ Mazate.	
DIBUJO: Marco Tulio Coloñ Mazate.	
ASESOR: Ing. Carlos Anibal Chicojaj.	Hoja
	1/7

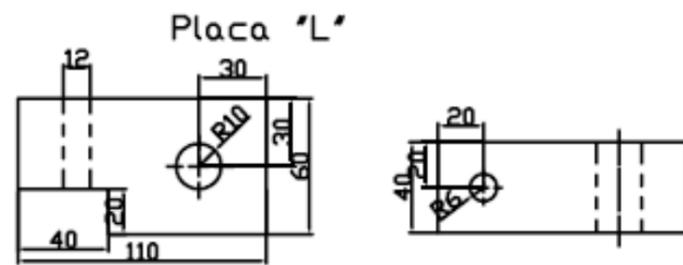
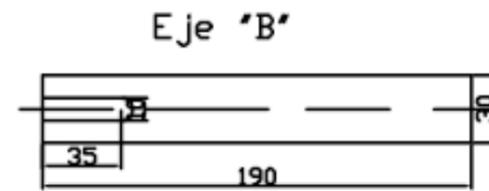
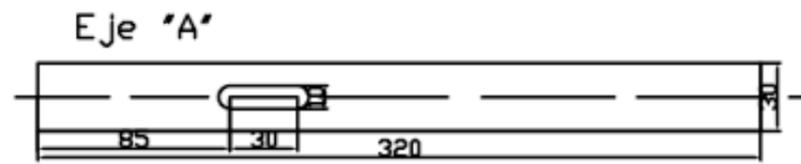


Anexo 3. Detalle de las Camisas
Escala 1:125 Dimension en Milímetros

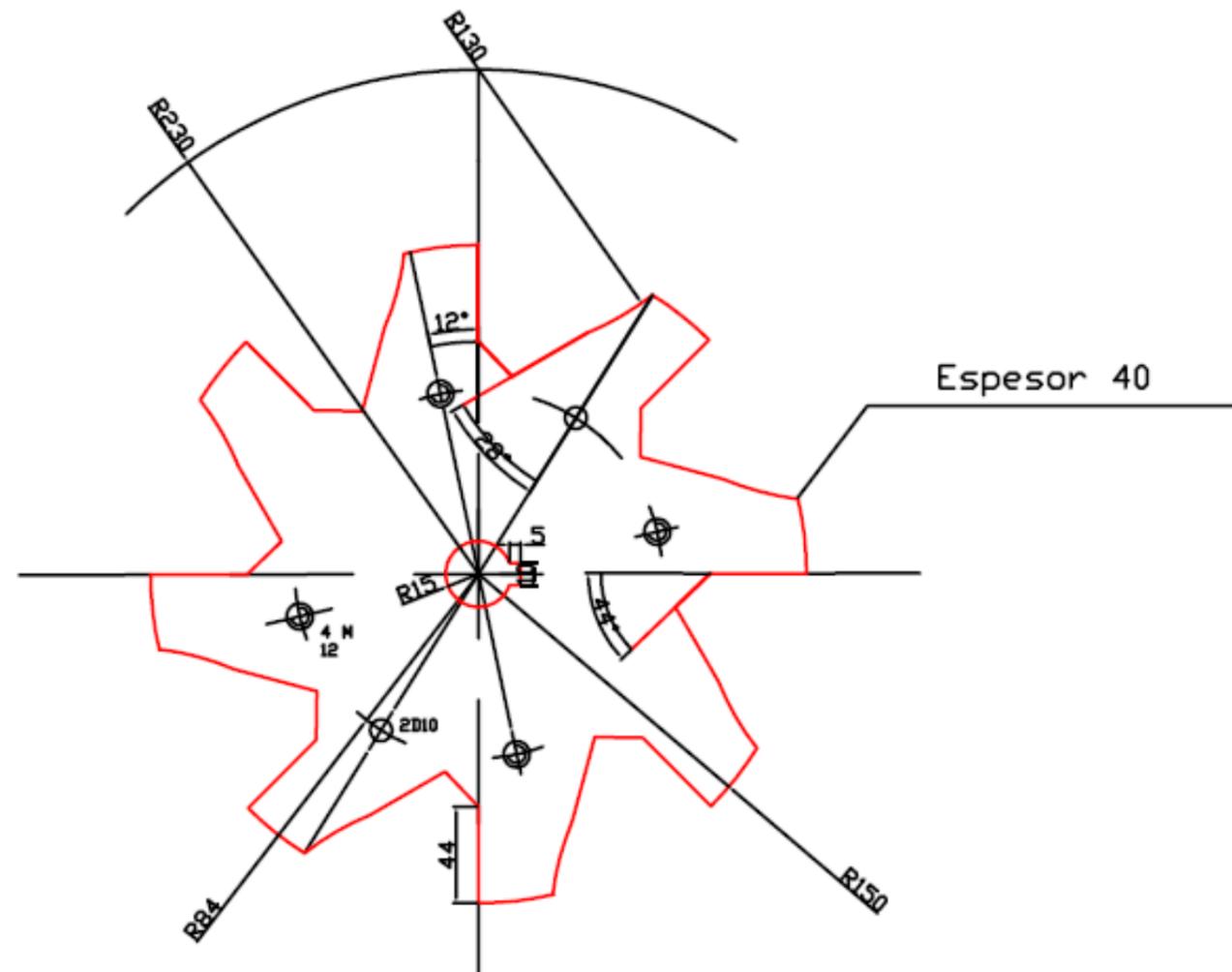


Anexo 4. Detalle del conjunto Bancada Escala 1:125. Dimension en Milímetros

DIAGRAMAS MANTULCINA 14-BACH 98	
DESIGN	Marco Tulio Colaj Mezote.
DESEÑ	Marco Tulio Colaj Mezote.
ASESOR	Ing. Carlos Arbel Chicojuy.
	Hoja 2/7

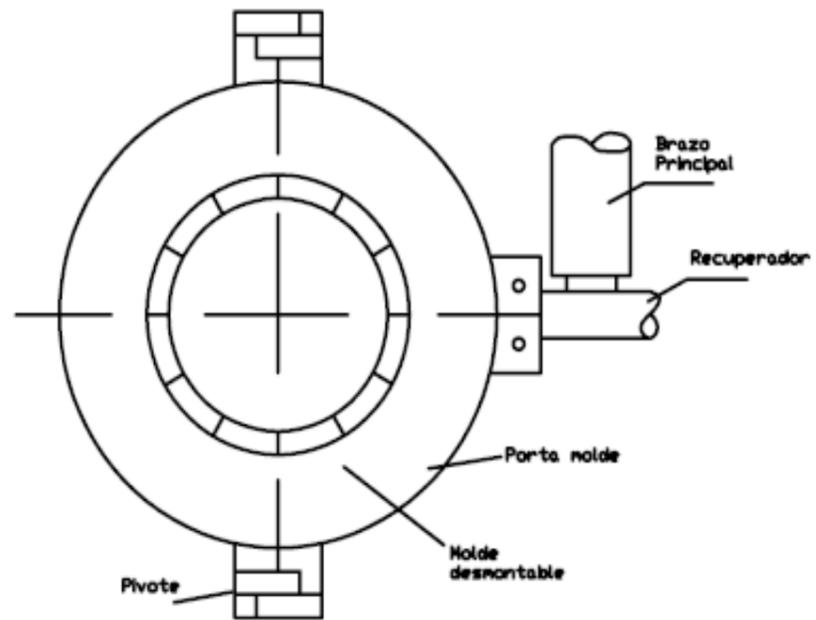


Anexo 5. Detalle de Ejes "a" y "b"
Escala 1:125. Dimension en Milímetros

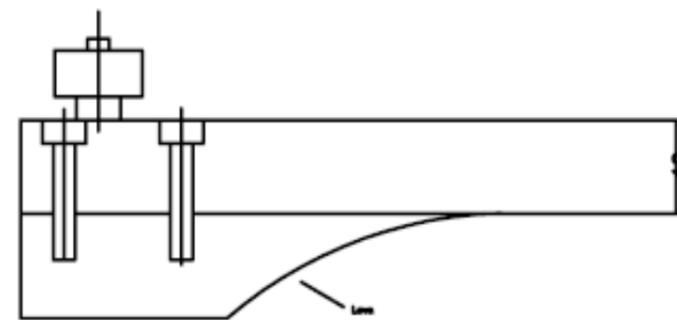
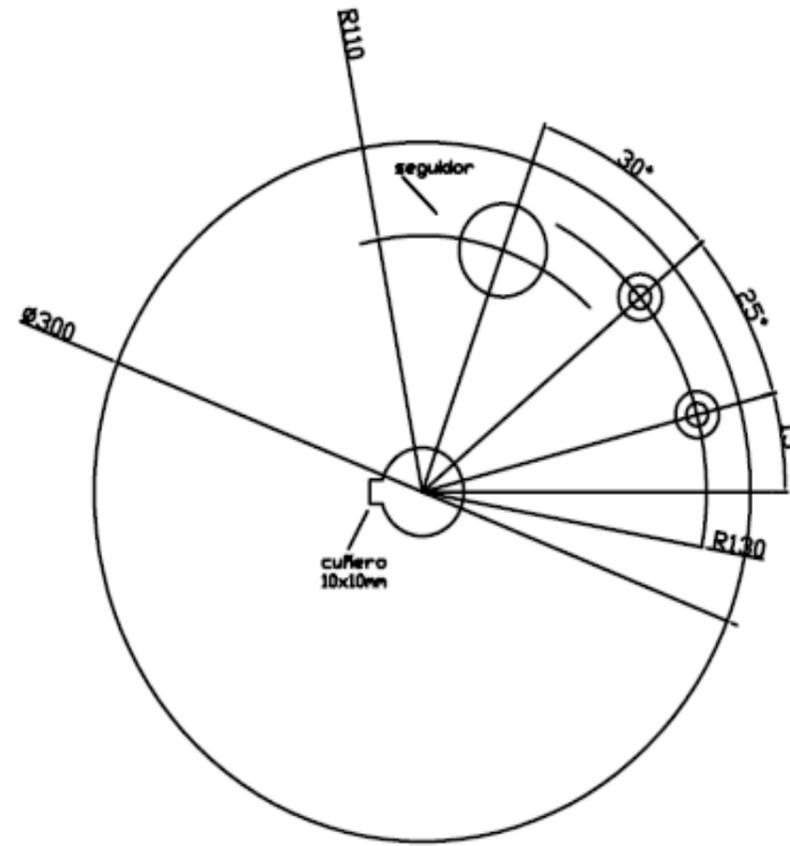


Anexo 6. Detalle de la Rueda de Mazate.
Escala 1:125. Dimension en Milímetros

DIAGRAMAS MANTULCOMA 14-BACH 98	
DISEÑO Marco Tulio Colaj Mazate.	
DIBUJO Marco Tulio Colaj Mazate.	
ASESOR Ing. Carlos Arbel Chicojay.	Hoja 3/7

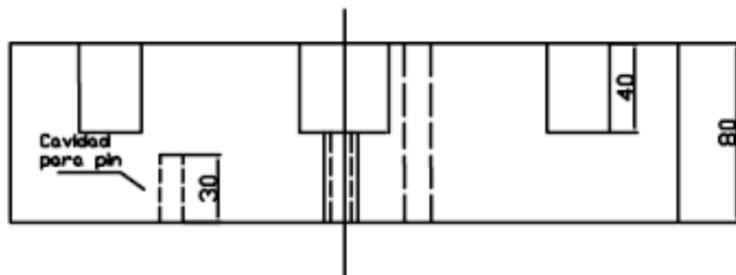
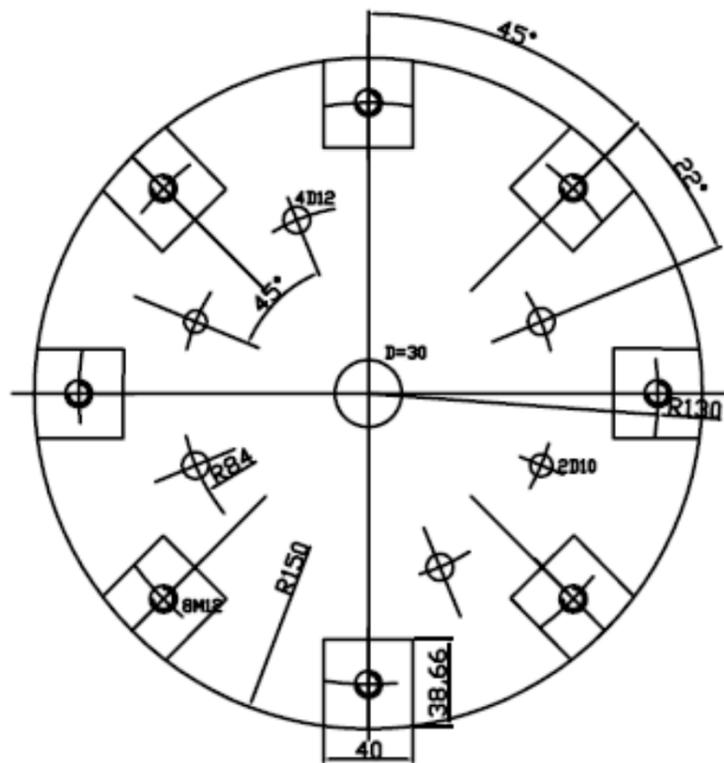


Anexo 7. Detalle del Molde Formador.
Escala 1:125. Dimension en Milímetros

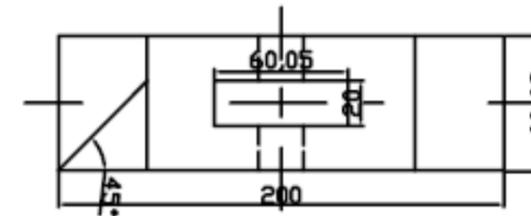
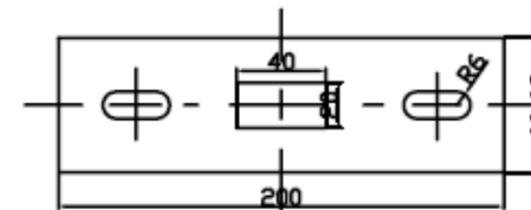
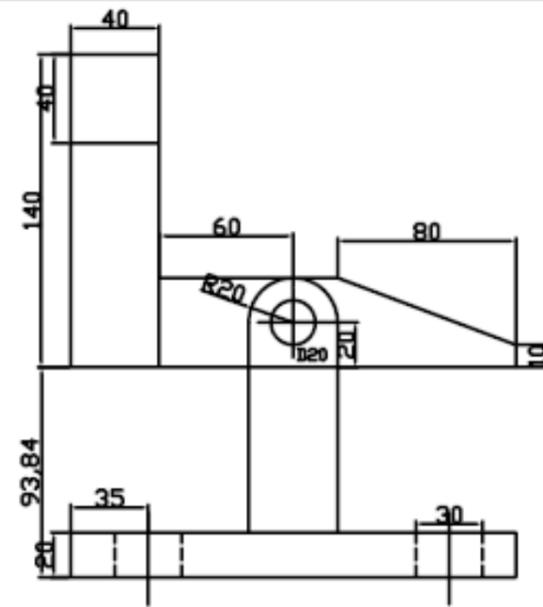


Anexo 8. Detalle de la Rueda Impulsora.
Escala 1:125. Dimension en Milímetros

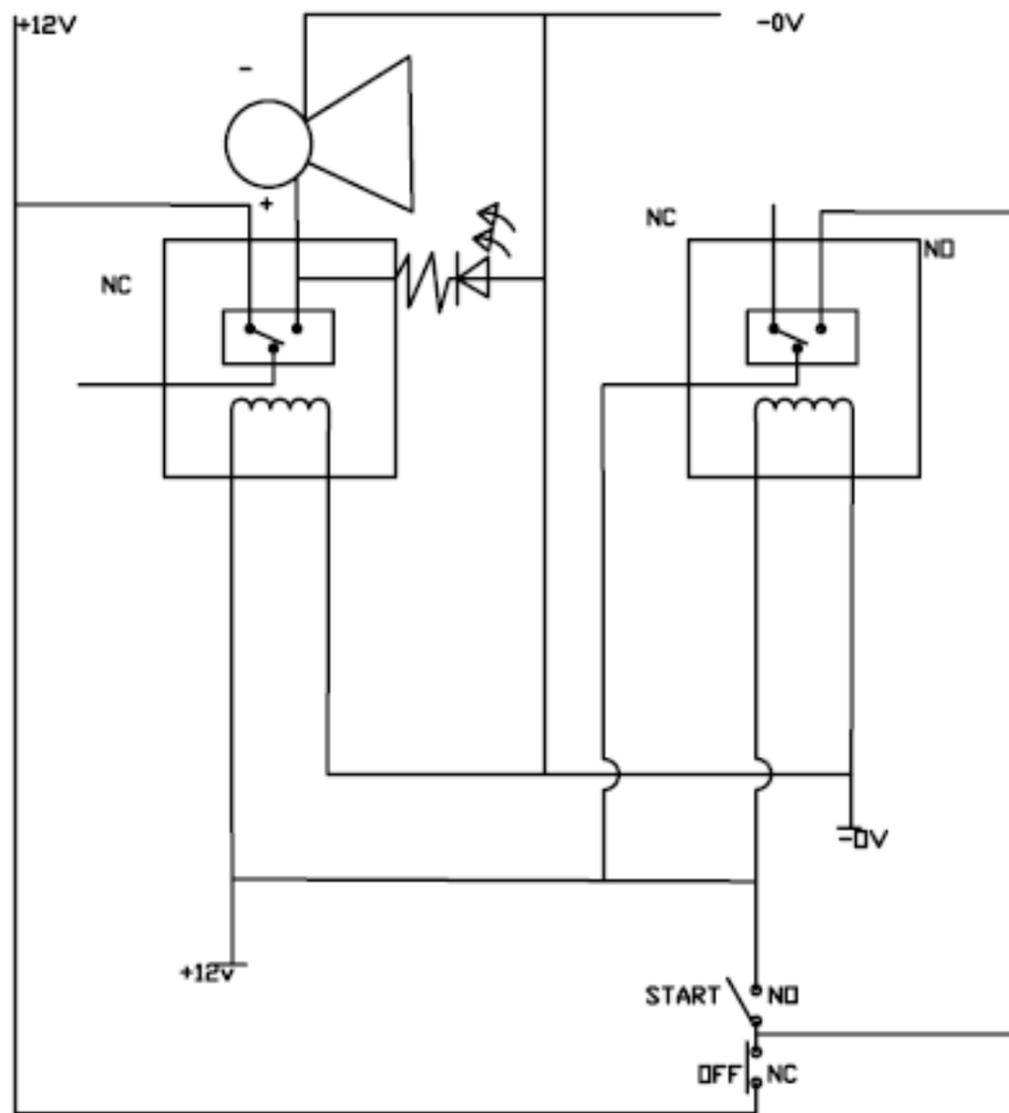
ESQUEMAS MECANICOS 14-BACH 98	
DESIGN	Marco Tulio Colaj Mazza.
DESEÑ	Marco Tulio Colaj Mazza.
ASESOR	Ing. Carlos Arbel Chico, Jay.
Hoja	4/7



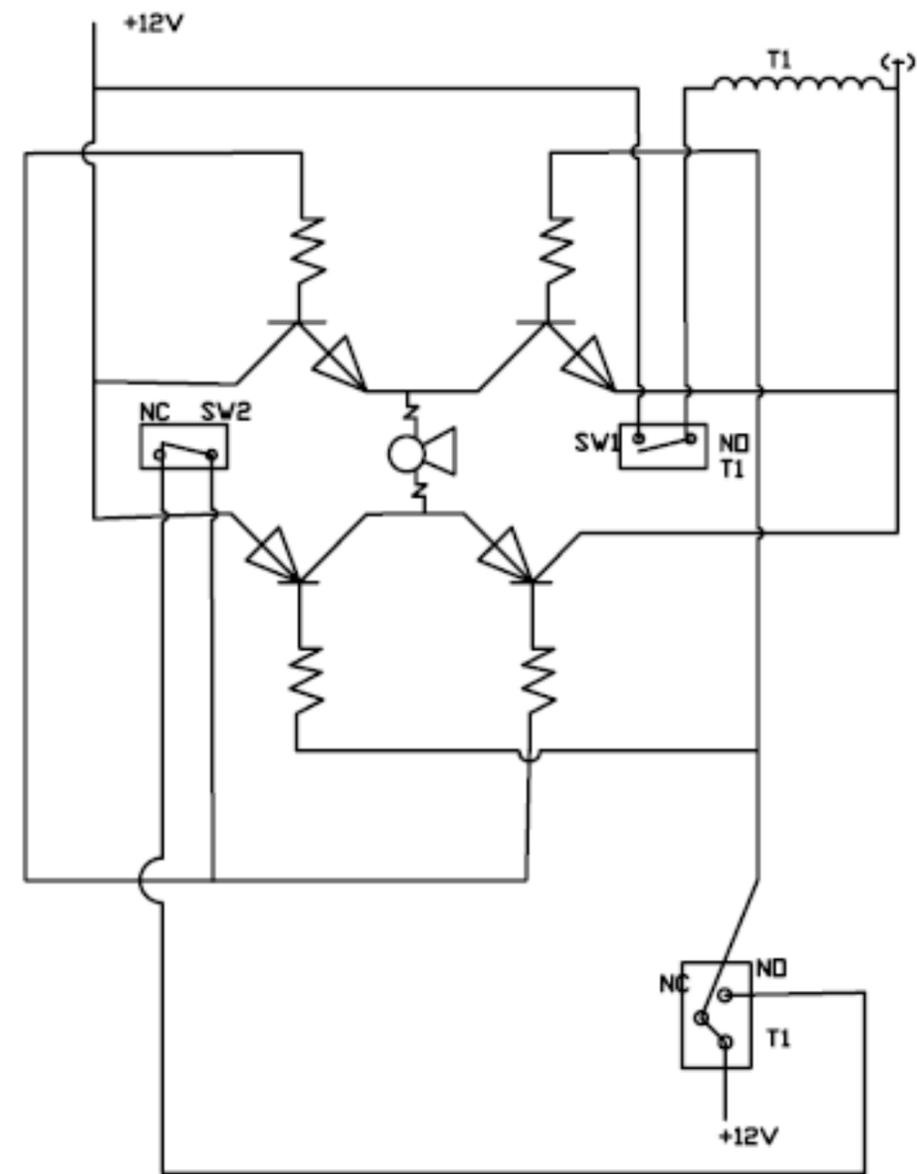
Anexo 9. Detalle de la Rueda Superior.
Escala 1:125. Dimension en Milímetros



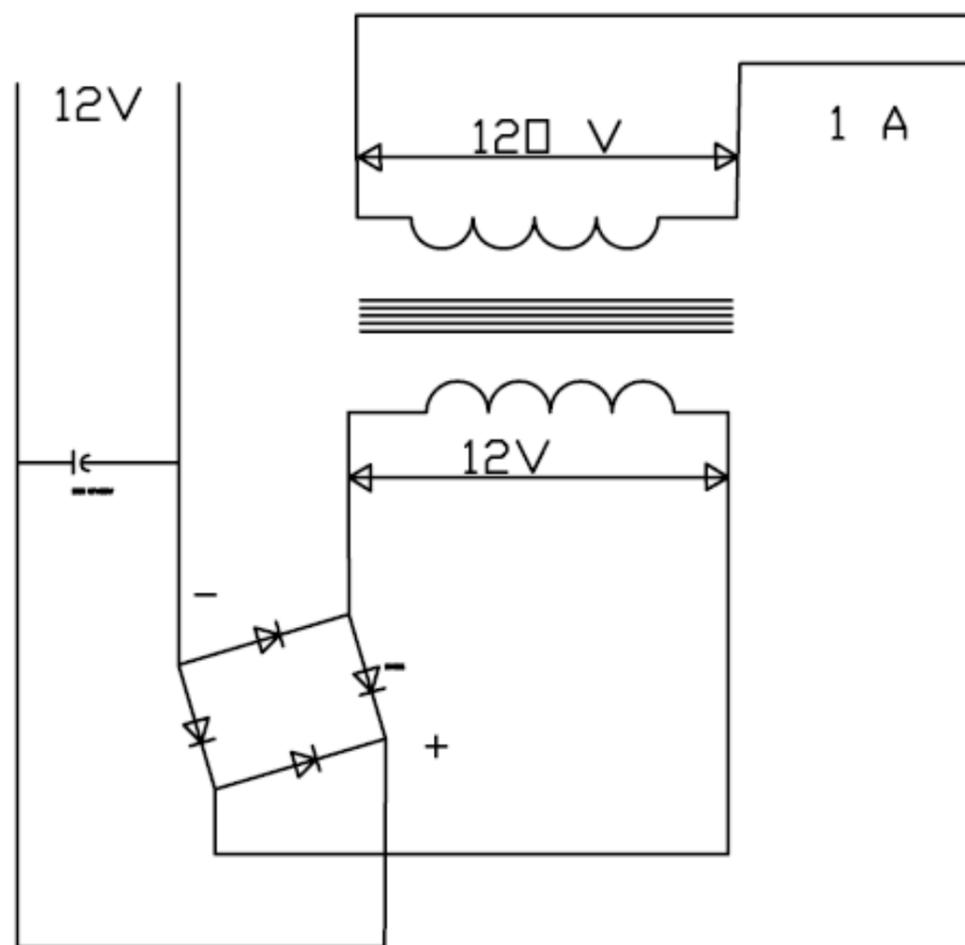
Anexo 10. Detalle del tope Anti Inercia
Escala 1:125. Dimension en Milímetros



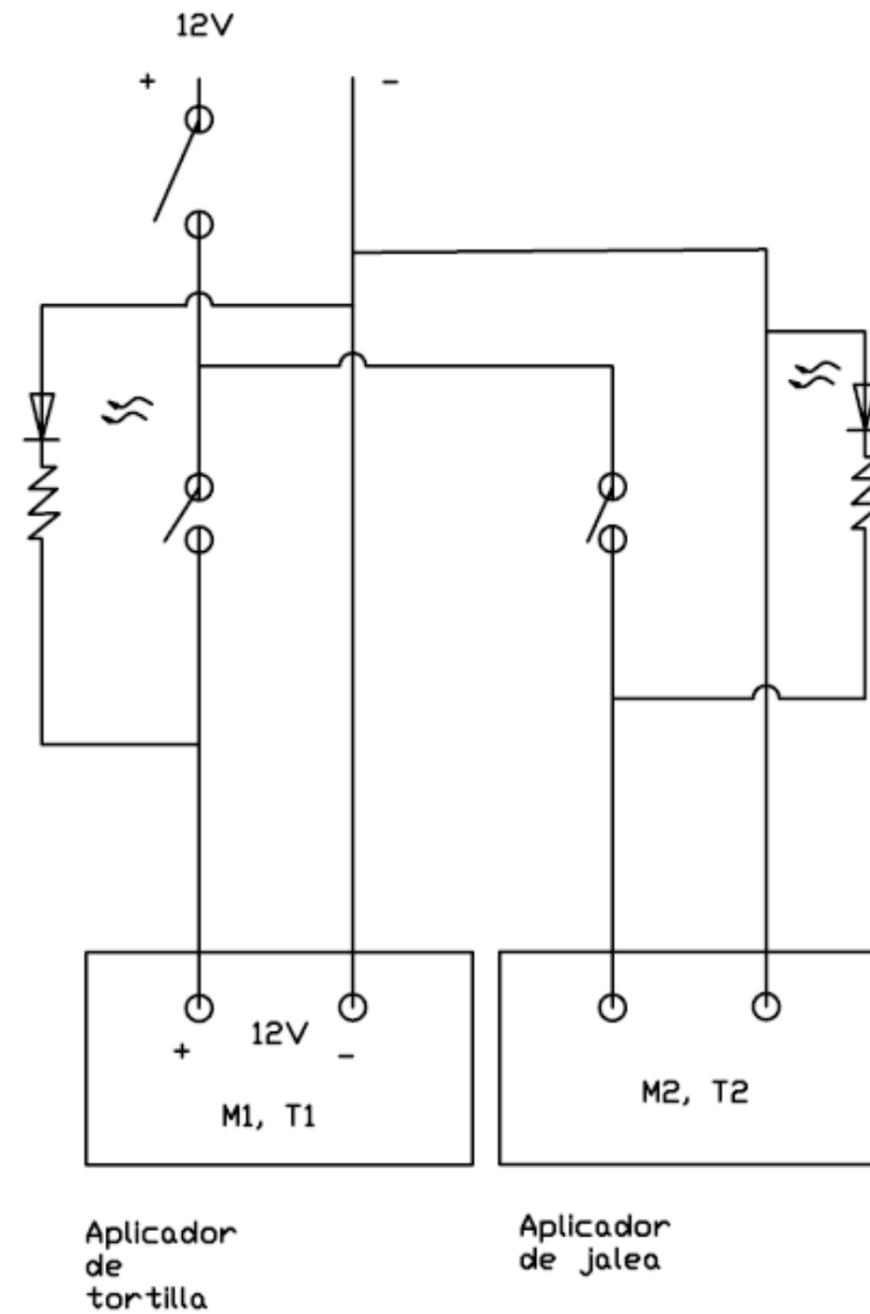
Anexo 11. Diagrama eléctrico del Motor Principal



Anexo 12. Diagrama Electrico del Transportador de Tortillas.



Anexo 13. Diagrama Elèctrico de la Fuente de Poder.



Anexo 14. Diagrama Elèctrico de los Taimers